

Klima-Gestaltungsplan Stadt und Landkreis Nordhausen

als Entwicklungsplan Energie, Klima und Raumgestaltung



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Klima-Gestaltungsplan Stadt und Landkreis Nordhausen

als Entwicklungsplan Energie, Klima und Raumgestaltung

Impressum

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit unter dem Förderkennzeichen O3DAS123 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor. Forschungsvorhaben im Rahmen des Förderprogramms „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“

Förderschwerpunkt Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen (Förderschwerpunkt 3)

Laufzeit 01.01.2018 - 31.12.2020

Förderkennzeichen O3DAS123A, O3DAS123B, O3DAS123C

Zuwendungsempfänger

Hochschule Nordhausen

Weinberghof 4
99734 Nordhausen

Bearbeiter

Prof. Dr. Dagmar Everding (Professur Dezentrale Strukturen und Systeme)
Prof. Dr.-Ing. Rainer Große (Professur Energiewirtschaft)
Prof. Dr. Ariane Ruff (Professur Urbane Ressourcen)
Sarah Klare (M.Eng.)
Dipl.-Volksw. Michael Momberg

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Schicklerstraße 5
16225 Eberswalde

Bearbeiter

Prof. Dr. Jürgen Peters (Professur Landschaftsplanung und Regionalentwicklung)
Katharina Luttmann (M.Sc.)

ThINK - Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH

Leutragraben 1
07743 Jena

Bearbeiter

Dr. Matthias Mann (Geschäftsführer)
Dipl.-Geogr. Jakob Maerker
Dr. Uwe Kurmutz

Gestaltung

Dörte Machemehl Grafikdesign (www.doma.de)
Heiko Griebisch, Geo-, GIS- und Datenbankservice, Berlin



Haftungsausschluss

Trotz sorgfältiger Prüfung sämtlicher Inhalte in diesem Werk sind Unschärfen in der Datenbasis und der Methodik nicht auszuschließen. Die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität des Inhalts ist daher ohne Gewähr. Eine Haftung der Herausgeber und Autoren auch für die mit dem Inhalt verbundenen potentiellen Folgen, insbesondere wirtschaftliche Verwertbarkeit und Vermögensschäden, ist ausgeschlossen. Der Inhalt dieser Studie gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wieder.

Eine Vorbemerkung zum Sprachgebrauch

Die deutsche Sprache bietet uns keine flüssigen Begriffe, die den weiblichen und männlichen Akteuren gleichermaßen gerecht werden. Entweder wird der Text langatmig oder der Lesbarkeit liegen Stolperschwellen im Wege. Da wir die ohnehin komplizierte Materie nicht unnötig belasten wollen, bleiben wir beim Üblichen und passen uns dem gängigen Sprachgebrauch an. Der Architekt, von dem wir sprechen, soll lediglich eine Berufsbezeichnung sein und die Architektin ebenso einschließen wie der Begriff des Bürgermeisters die Bürgermeisterin usw. Wir bitten die weiblichen Beteiligten und Betroffenen um Verständnis.

Zitierempfehlung

Everding, D.; Ruff, A.; Große, R.; Klare, S.; Kurmutz, U.; Luttmann, K.; Maerker, J.; Mann, M.; Momberg, M.; Peters, J. (2021): Klima-Gestaltungsplan: Stadt und Landkreis Nordhausen als Entwicklungsplan Energie, Klima und Raumgestaltung. Abschlussbericht des Forschungsvorhabens im Förderprogramm Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Nordhausen.

Inhalt

Kapitel 1 - Einleitung	15
1.1 Aufgabenstellung	16
1.2 Klimaschutzpolitischer Rahmen.....	17
1.3 Methodisches Vorgehen	18
Kapitel 2 - Stadtraumtypologie des Siedlungsraums im Landkreis Nordhausen	23
2.1 Grundlagen der Stadtraumtypologie.....	24
2.2 Zusammensetzung und Erfassung der Stadtraumtypen.....	25
2.3 Energetische und ökologische Merkmale der Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen.....	27
Kapitel 3 - Landschaftsraumtypologie des Landschaftsraums im Landkreis Nordhausen	31
3.1 Begriffsdefinitionen.....	32
3.2 Theoretischer Ansatz der Landschaftsraumtypologie	33
3.3 Grundlagen der Landschaftsraumtypologie.....	34
3.4 Auswahl und Abgrenzung der Gebiete für die Landschaftssteckbriefe.....	39
3.4.1 Verwendete Daten	39
3.4.2 Kriterien zur Abgrenzung von Landschaftsraumtypen.....	39
3.4.3 Vorgehensweisen bei der Abgrenzung von Landschaftsraumtypen	40
3.5 Darstellung der Ergebnisse der Landschaftsraumtypologie	42
Kapitel 4 - Räumliche Verteilung der klimatischen Veränderungen in der Stadt und im Landkreis Nordhausen	45
4.1 Klimasignale.....	46
4.1.1 Datenquellen	46
4.1.2 Beobachtete (bereits eingetretene) klimatische Veränderungen im Landkreis Nordhausen	47
4.1.3 Modellierete (projizierte) klimatische Veränderungen im Landkreis Nordhausen	50
4.2 Sozioökonomische Faktoren.....	51
4.2.1 Methodisches Vorgehen bei der Ermittlung der Klimawirkungen (Betroffenheiten).....	51
4.2.2 Schwerpunktthemen bezüglich der Klimawirkungen.....	52
4.2.3 Wichtige einbezogene sozioökonomische Faktoren	53
4.2.4 Verwendete Quellen	53
4.2.5 Darstellung der Wechselwirkung von Klimasignal und sozioökonomischen Faktoren (Analysekarten)	54
4.3 Klimawirkungen (Betroffenheiten) in der Stadt und im Landkreis Nordhausen	54
4.3.1 Auswahl und Abgrenzung der Gebiete für die Steckbriefe Klimaanpassung.....	54
4.3.2 Analyse, Analysekarten und Darstellung der räumlichen Verteilung der Betroffenheiten (Klimawirkungskarten).....	55
4.3.3 Wärmebelastung für die Bevölkerung.....	56
4.3.4 Trockenstress für das Stadtgrün	57
4.3.5 Wassermangel auf forstlich genutzten Flächen	59

4.3.6 Erosionsgefährdung auf Ackerflächen	59
4.3.7 Trockenheit auf landwirtschaftlichen Flächen	60
4.3.8 Hochwassergefährdung.....	61
4.3.9 Unwetter/Starkregenereignisse	62
4.3.10 Heiz- und Kühlenergiebedarf	64

Kapitel 5 - Energetische Bestands- und Potentialanalyse 67

5.1. Methodik des Space Time Energy Models (STEM)	68
5.2 Bestandsanalyse – Energiebedarfe und Bedarfsdeckung.....	71
5.2.1 Stromsektor	72
5.2.2 Wärmesektor	76
5.2.3 Mobilitätssektor	78
5.2.4 Auswirkungen auf die CO ₂ -Emissionen	80
5.3 Potentialanalyse	80
5.3.1 Bedarfsveränderung - Einsparpotential.....	81
5.3.2 Einspar-Potential im Sektor Mobilität.....	85
5.3.3 Potential erneuerbarer Energien.....	90

Kapitel 6 - Anforderungen an die Gestaltung des Landschaftsraumes unter den Bedingungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien und der Klimaanpassung..... 103

6.1 Herausforderungen der ästhetischen Gestaltung und qualitätsvollen Integration von EE-Nutzung in Landschaften	104
6.1.1 Theoretischer Ansatz	104
6.1.2 Die gestalterischen und ästhetischen Herausforderungen und Lösungsansätze der Windenergienutzung.....	105
6.1.3 Die gestalterischen und ästhetischen Herausforderungen und Lösungsansätze der Nutzung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen.....	110
6.1.4 Die gestalterischen Herausforderungen und Lösungsansätze der Biomassenutzung.....	113
6.2 Ästhetische Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in die Landschaft	118
6.2.1 Entwicklung von Gewässerrandstreifen.....	118
6.2.2 Entwicklung von Gewässerauen	122
6.2.3 Erosionsvermeidung durch Pflanzung und Pflege von Flurgehölzen.....	125
6.2.4 Entwicklung von Alleen und Baumreihen an Straßen und Wegen.....	129
6.2.5 Ortsrandgestaltung durch Gehölzpflanzungen	131

Kapitel 7 - Zwischenergebnisse/Bausteine 135

7.1 Szenarien und Energievarianten einer klimaneutralen Energieversorgung des Landkreises Nordhausen.....	137
7.1.1 Szenarien der klimaneutralen Energieversorgung.....	137
7.1.2 Erläuterung der Stellschrauben	138
7.1.3 Ergebnis des Szenarien-Vergleichs.....	143
7.1.4 Vorstellung der Energievarianten anhand konkreter Beispiele	145
7.2 Zielwerte der kommunalen Verwaltungsgemeinschaften (Klimasonnen)	160
7.3 Steckbriefe für den Stadt- und Landschaftsraum sowie zur Anpassung an den Klimawandel	163
7.4 Workshops und Beratungen des Gestaltungsbeirats	172
7.4.1 Einberufung und 1. Sitzung des Gestaltungsbeirates am 05.02.2019	172

7.4.2 Workshop „Ausbaupfade erneuerbarer Energien in der Landschaft“
und 2. Sitzung des Gestaltungsbeirats am 08.05.2019 173

7.4.3 Workshop „Weiterentwicklung der Gestaltungsleitlinien im Klima-Gestaltungsplan“
und 3. Sitzung des Gestaltungsbeirats am 03.07.2019 176

7.4.4 Workshop „Klimawandel/Klimawandelanpassung“ und 4. Sitzung des Gestaltungsbeirates am 20.11.2019 .. 179

7.4.5 Zusammenfassung der Empfehlungen des Gestaltungsbeirates..... 183

7.5 Fachtagung „Anforderungen an das Planungsinstrument“ 185

7.5.1 Input durch die Fachvorträge 185

7.5.2 Arbeitsgruppen 193

7.5.3 Auswertung der Fachtagung 194

7.6 Bericht zur Wanderausstellung 195

7.6.1 Standortauswahl der Veranstaltungen 195

7.6.2 Konzeption der Wanderausstellung..... 196

7.6.3 Umsetzung der Wanderausstellung..... 198

Kapitel 8 - Entwurf des Klima-Gestaltungsplans203

8.1 Einführung in den Klima-Gestaltungsplan..... 204

8.2 Räumlicher Entwicklungsplan „Klima-Landschaft“ 207

8.3 Thematische Vertiefungen des räumlichen Entwicklungsplans in Beispiel-Gebieten 212

8.3.1 Landschaftliche Integration von Erneuerbare-Energie-Anlagen am Beispiel Wipperdorf..... 212

8.3.2 Erosionsvermeidung und PV-Freiflächenanlagen am Beispiel Werther 214

8.3.3 Ortsrandgestaltung durch Gehölzpflanzungen am Beispiel Großwechungen 216

8.3.4 Grünsolarer Stadtumbau am Beispiel Nordhausen-Nord 217

8.3.5 Energetische Nutzung stehender Gewässer am Beispiel der Kieseeseen „Goldene Aue“ 219

8.3.6 Energetische Sanierung und Erosionsvermeidung am Beispiel Bleicherode..... 221

8.4 Zielwerte des Klima-Gestaltungsplans 223

8.4.1 Zielwerte im Bereich Energie und Mobilität 223

8.4.2 Zielwerte im Bereich Klimawandel..... 232

8.4.3 Zielwerte im Bereich Raumbildgestaltung 242

8.5 Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen und die Vorbereitende Bauleitplanung 252

8.5.1 Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen zum Ausbau erneuerbarer Energien..... 252

8.5.2 Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen zur Freiraumsicherung..... 253

8.5.3 Empfehlungen für die Vorbereitende Bauleitplanung der Kommunen (Flächennutzungsplanung)..... 254

8.6 Empfehlungen für kommunale Satzungen, u.a. Festsetzungen in Bebauungsplänen 256

8.6.1 Textliche Festsetzungen in Bebauungsplänen zu solartechnisch geeigneten Dachflächen 256

8.6.2 Textliche Festsetzungen zu solartechnisch geeigneten Dachflächen 258

8.6.3 Textliche Festsetzung zu begrünten Dachflächen (Flachdächer)..... 259

8.6.4 Textliche Festsetzung zu Photovoltaik-Freiflächenanlagen.....261

8.6.5 Textliche Festsetzung zur Gestaltung von Windparks..... 262

8.6.6 Weiterentwicklung von Ortssatzungen 263

8.7 Klimaschutzvereinbarungen der Kommunen mit örtlichen Akteuren 266

8.8 Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild 268

8.9 Gestaltungsleitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel..... 281

Kapitel 9 - Zusammenfassung der Forschungsergebnisse und Ausblick	287
9.1 Wesentliche Forschungsergebnisse	288
9.2 Ausblick auf die Anwendung, Umsetzung und Verbreitung.....	293
9.3 Weiterer Forschungsbedarf	295
9.3.1 Behebung von Erkenntnis-Defiziten	295
9.3.2 Behebung von Planungs-Defiziten	297
9.3.3 Weiterentwicklung des Methodenspektrums	297
Glossar.....	299
Literaturverzeichnis.....	302
Gesetze, Verordnungen, Pläne	311
Anhang.....	312

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Verteilung der Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen	26
Abbildung 4.1: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur an der Messstation Artern im Zeitraum 1960 bis heute	47
Abbildung 4.2: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur an der Messstation Leinefelde im Zeitraum 1960 bis heute	47
Abbildung 4.3: Entwicklung des Flächenmittels klimatischer Kenntage im Landkreis Nordhausen von der Referenzperiode (1961 – 1990) bis in die ferne Zukunft (2071 – 2100)	48
Abbildung 4.4: Entwicklung der jährlichen Niederschlagsmenge an der Messstation Leinefelde im Zeitraum 1960 bis heute	49
Abbildung 4.5: Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz für jeden Kalendermonat an der Messstation Leinefelde von der Referenzperiode (1961 – 1990) bis in die ferne Zukunft (2071 – 2100)	51
Abbildung 4.6: Schema zum methodisches Vorgehen bei der Ermittlung der Klimawirkungen (Betroffenheiten)	52
Abbildung 4.7: Übersicht zur Untergliederung des Betrachtungsraums des Landkreises Nordhausen zur Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels in 53 Teilräume	55
Abbildung 4.8: Analysekarte für das Stadtgebiet Nordhausen zum Schwerpunktthema Trockenstress für das Stadtgrün	57
Abbildung 4.9: Klimawirkungskarte für das Stadtgebiet Nordhausen zum Schwerpunktthema Trockenstress für das Stadtgrün	58
Abbildung 4.10: Lage der beiden Beispielstandorte in der Mülhstraße (Nordhausen-Salza, links) und im Rosengarten (Nordhausen-Nord, rechts) im Stadtgebiet Nordhausen mit maximalen Abflusshöhen an den Beispielstandorten (rote Punkte) sowie Modellgebiet (Mitte, roter Rahmen)	62
Abbildung 4.11: Vergleich von Niederschlagsrate und Infiltrationsrate für die Beispielstandorte Mülhstraße (Nordhausen-Salza) und Rosengarten (Nordhausen-Nord)	63
Abbildung 4.12: Vergleich von Abflusshöhe und Abflussgeschwindigkeit für die Beispielstandorte Mülhstraße (Nordhausen-Salza) und Rosengarten (Nordhausen-Nord)	63
Abbildung 4.13: Entwicklung des Flächenmittels der Heizgrad- und der Kühlgradtage im Landkreis Nordhausen von der Referenzperiode (1961 – 1990) bis in die ferne Zukunft (2071 – 2100)	65
Abbildung 5.1: Aufteilung des Strombedarfs 2020 im Landkreis Nordhausen auf Nutzergruppen	72
Abbildung 5.2: Bestand Photovoltaik-Anlagen Stadt Nordhausen, Auszug	74
Abbildung 5.3: PV-Freiflächenanlage Industriebrache Altes Betonwerk, Darrweg	75
Abbildung 5.4: Anteile der Bedarfsdeckung Strom 2020 im Landkreis Nordhausen	75
Abbildung 5.5: Anteile der Energieträger an der Bedarfsdeckung Wärme 2020 im Landkreis Nordhausen	78
Abbildung 5.6: Energiebedarf Mobilität 2020 im Landkreis Nordhausen	79
Abbildung 5.7: Energiebedingte CO ₂ -Emissionen nach Sektoren im Jahr 2020 im Landkreis Nordhausen	80
Abbildung 5.8: Aufteilung des Strombedarfs 2050 im Landkreis Nordhausen auf Nutzergruppen	82
Abbildung 5.9: Verkehrsinfrastruktur im Landkreis Nordhausen einschließlich vorgeschlagener Mobilitätsstationen (siehe Karte 5.2 im Kartenwerk)	86
Abbildung 5.10: Mobilitätsstation am ZOB der Stadt Offenburg	87
Abbildung 5.11: Aufteilung der Potentiale der erneuerbaren Stromerzeugung im Landkreis Nordhausen	90
Abbildung 5.12: Floating PV-Anlage Bomhofsplas, NL	96
Abbildung 5.13: Aufteilung der Potentiale erneuerbarer Wärme im Landkreis Nordhausen	97

Abbildung 6.1:	Exemplarische Visualisierung von Windenergieanlagen, Sicht aus Augenhöhe aus einer Ortslage.	109
Abbildung 6.2:	Exemplarische Visualisierung von Windenergieanlagen, Sicht aus Augenhöhe aus einer Ortslage mit eingefügten Sichtverschattungspflanzungen	109
Abbildung 6.3:	Photovoltaik-Freiflächenanlagen bei Ilfeld	110
Abbildung 6.4:	Exemplarische Visualisierung einer Parkplatzüberdachung	112
Abbildung 6.5:	Unstrukturierte Offenlandfläche an der BAB 38	115
Abbildung 6.6:	Visualisierung von Hecken auf unstrukturierter Offenlandfläche an der BAB 38	115
Abbildung 6.7:	Möwensee	119
Abbildung 6.8:	Tanzteich: Erdfallsee nordwestlich von Niedersachswerfen	120
Abbildung 6.9:	Kleines Fließgewässer bei Etzelsrode	120
Abbildung 6.10:	Zorge	123
Abbildung 6.11:	Ackerflächen südlich von Kleinfurra	127
Abbildung 6.12:	Obstbaumreihen	127
Abbildung 6.13:	Straße und Radweg ohne Straßenrandbegrünung	130
Abbildung 6.14:	Wirtschaftsweg mit Heckenstrukturen	130
Abbildung 6.15:	Ortsrand von Neustadt/Harz	132
Abbildung 6.16:	Ortsrand von Großwechungen	132
Abbildung 7.1:	Alternativlösungen zur Stromproduktion mittels Floating-PV	147
Abbildung 7.2:	Fernwärmeversorgung in Deutschland 2018 bis 2050	154
Abbildung 7.3:	Beispiel einer Klimasonne	162
Abbildung 7.4:	Beispiel Steckbrief Bereich Energieplanung: Stadtraumtyp Altstädte/Dorfkerne	166
Abbildung 7.5:	Beispiel Steckbrief Bereich Raumgestaltung: Ackergeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände	168
Abbildung 7.6:	Beispiel Steckbrief Bereich Klimaanpassung: Stadt Nordhausen - Kernstadt, Gewerbegebiet Rothenburgstraße	170
Abbildung 7.7:	Diskussion von Experten und Mitgliedern des Gestaltungsbeirates im Rahmen des 2. Workshops am 08.05.2019	173
Abbildung 7.8:	Diskussion von Experten und Mitgliedern des Gestaltungsbeirates im Rahmen des 3. Workshops am 20.11.2019	179
Abbildung 7.9:	Frau Prof. Ariane Ruff stellt erste Ergebnisse des Forschungsprojekts vor	185
Abbildung 7.10:	Dr. Christina Sager-Klauß stellt die Vision zur Umsetzung von nachhaltigen klimaschutzkonformen ... Energieversorgungslösungen auf den verschiedenen räumlichen Ebenen vor.	186
Abbildung 7.11:	Dr. Carlo Becker erläutert verschiedene Strategien zur Anpassung an den Klimawandel	187
Abbildung 7.12:	Dr. Matthias Sandrock referiert zum Thema „Kommunaler Klimaschutz und Planungsrecht“	189
Abbildung 7.13:	Dr. Matthias Mann moderiert die Arbeitsgruppe „Städtischer Raum“	193
Abbildung 7.14:	Prof. Jürgen Peters stellt die Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Landschaftsraum“ vor	194
Abbildung 7.15:	Plakat Nr. 1 - Vorstellung des Forschungsvorhabens - der Wanderausstellung (siehe Anhang)	197
Abbildung 7.16:	Wanderausstellung im Schloss Heringen	199
Abbildung 7.17:	Wanderausstellung im Gemeindehaus in Werther	199
Abbildung 7.18:	Wanderausstellung in den Fenstern eines nicht genutzten Ladengeschäftes in Bleicherode	199
Abbildung 7.19:	Artikel im Bleicheröder Echo v. 30.09.2020 zur Wanderausstellung in der Innenstadt von Bleicherode.	200
Abbildung 7.20:	Artikel in der Neuen Nordhäuser Zeitung (NNZ-Online) v. 21.10.2020 zur Wanderausstellung in den Fenstern der Stadtbibliothek Nordhausen.	201
Abbildung 8.1:	Bausteine des Klima-Gestaltungsplans	204
Abbildung 8.2:	Legende des Klima-Gestaltungsplans für den Landkreis Nordhausen (Karte 8.1 im Kartenwerk)	208
Abbildung 8.3:	Wipperdorf mit Windpark (Karte 8.2 im Kartenwerk)	212
Abbildung 8.4:	Werther mit BAB 38 (Karte 8.3 im Kartenwerk)	214
Abbildung 8.5:	Großwechungen mit Gehölzpflanzungen (Karte 8.4 im Kartenwerk)	216

Abbildung 8.6: Stadtumbaugebiet Nord (Karte 8.5 im Kartenwerk).....	218
Abbildung 8.7: Kiesseen in der Goldenen Aue (Karte 8.6 im Kartenwerk).....	220
Abbildung 8.8: Bleicherode - Energetische Sanierung und Erosionsvermeidung (Karte 8.7 im Kartenwerk).....	222
Abbildung 8.9: Stand der Flächennutzungsplanung im Landkreis Nordhausen (Stand: 2020).....	256
Abbildung 8.10: Stadtraumtypen und ihre Anteile im Landkreis Nordhausen	277
Abbildung 9.1: Bausteine des Klima-Gestaltungsplans.....	288

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Flächenaufteilung nach Stadtraumtypen (Stand 2020).....	27
Tabelle 2.2: Wärmebedarf (Raumwärme und Warmwasser) gemäß Sanierungsziel I der Gebäude in ausgewählten Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen (2020 und 2050) (nach BMU, 2016).....	28
Tabelle 2.3: Solare Gütezahlen ausgewählter Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen (nach Everding, 2007, angepasste Werte, Stand 2020)	28
Tabelle 2.4: Solare Gütezahlen Parken im Landkreis Nordhausen (Stand: 2020).....	29
Tabelle 3.1: Themenbezogene Zusammenfassung der formellen Planungsdokumente	35
Tabelle 3.2: Themenbezogene Zusammenfassungen der informellen Planungsdokumente.....	37
Tabelle 3.3: Kategorisierung der Bewaldung und Hauptnutzungsarten der Offenlandflächen	39
Tabelle 3.4: Klassifizierung der Reliefenergie.....	40
Tabelle 3.5: Häufigkeit und prozentualer Anteil der Landschaftsraumtypen im Landkreis Nordhausen	42
Tabelle 3.6: Kategorisierung und Benennung der Reliefenergie	42
Tabelle 3.7: Landschaftsraumtypen – Abkürzungen und Anzahl der Individualräume	43
Tabelle 5.1: Eingabedaten STEM.....	69
Tabelle 5.2: Parameterdaten STEM	71
Tabelle 5.3: Wärmebedarf im Landkreis Nordhausen, Istwert 2020 und Prognosen 2050.....	77
Tabelle 5.4: Endenergieverbräuche von Wohngebäuden nach Effizienzklassen nach GEG 2020, Anlage 10.....	83
Tabelle 5.5: Endenergie- und resultierender Strombedarf für die Mobilität 2050.....	85
Tabelle 5.6: Mobilitätsstationen Landkreis Nordhausen	88
Tabelle 5.7: Stand der übergemeindlichen Radwegeverbindungen nach Gemeinden bzw. erfüllenden Gemeinden.....	89
Tabelle 5.8: PV-Potential auf Dachflächen und Fassaden	91
Tabelle 5.9: Potentiale erneuerbaren Stroms auf PV-Freiflächen.....	94
Tabelle 5.10: Potentialfläche auf Kiesseen im Landkreis Nordhausen.....	95
Tabelle 5.11: Übersicht zu Iststand und Potentialen der regenerativen Wärmerezeugung im Landkreis Nordhausen	101
Tabelle 6.1: Entwurfsstudien zur Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft	107
Tabelle 6.2: Geeignete Baumarten für Gewässerrandstreifen (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, 2011)	121
Tabelle 6.3: Abgrenzung unterschiedlicher Flurgehölze.....	125
Tabelle 7.1: Stellschrauben Allgemein	139
Tabelle 7.2: Stellschrauben Mobilität.....	141
Tabelle 7.3: Stellschrauben Photovoltaik	143
Tabelle 7.4: Szenarien-Vergleich hinsichtlich klimaneutraler Energieversorgung 2050	145
Tabelle 7.5: Fernwärmeversorgung im Landkreis Nordhausen, Stand Oktober 2020.....	155

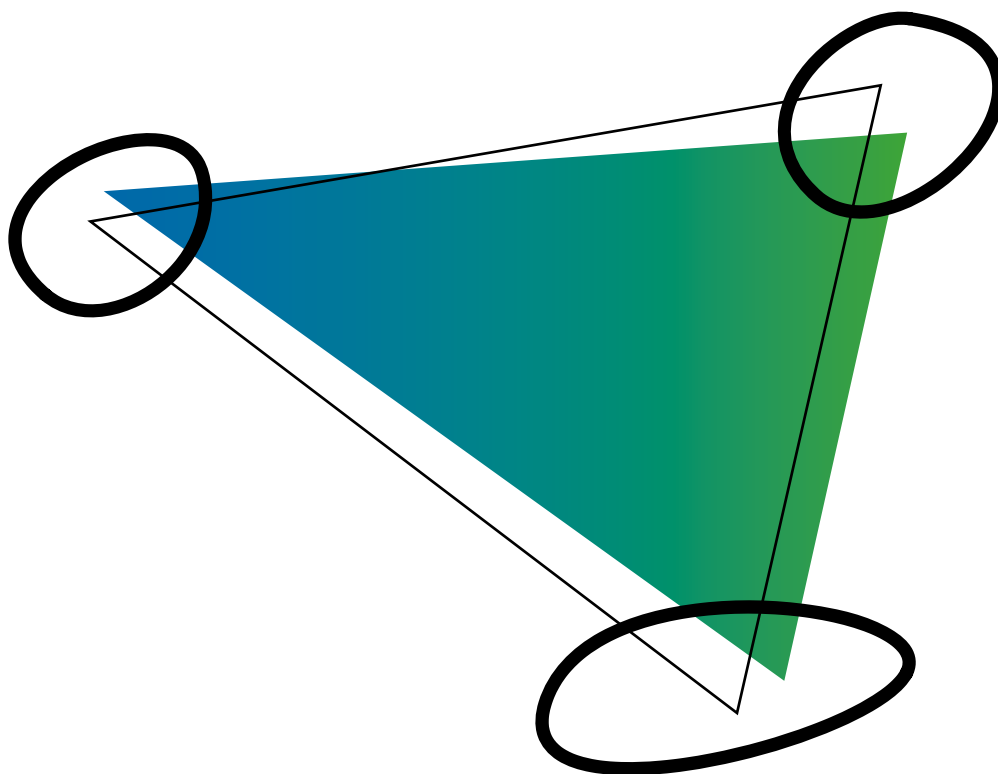
Tabelle 7.6:	Energiepotentiale und -technologien für Fernwärmesysteme.....	156
Tabelle 7.7:	Best-Practice-Beispiele für die Erstellung der Steckbriefe für den Landschaftsraum .	165
Tabelle 7.8:	Empfehlungen des Gestaltungsbeirates	183
Tabelle 7.9:	Möglicher fachlicher Beitrag des Klima-Gestaltungsplans für verschiedene räumliche Planungsinstrumente/Entwicklungspläne.....	190
Tabelle 7.10:	Plakatübersicht Wanderausstellung Klima-Gestaltungsplan Landkreis Nordhausen.....	198
Tabelle 8.1:	Ziele Klimaschutz.....	209
Tabelle 8.2:	Ziele Anpassung an den Klimawandel.....	210
Tabelle 8.3:	Ziele Raumgestaltung	211
Tabelle 8.5:	Potential, Ziel- und Istwert Windkraft (nur Landkreis)	224
Tabelle 8.6:	Potential, Ziel- und Istwert PV-Anlagen an Gebäuden	225
Tabelle 8.7:	Potential, Ziel- und Istwert PV-Anlagen auf Freiflächen.....	226
Tabelle 8.8:	Potential, Ziel- und Istwert für Wärmeerzeugung aus Biomasse.....	227
Tabelle 8.9:	Potential, Ziel- und Istwert für Wärmeerzeugung aus Umweltwärme	229
Tabelle 8.10:	Potential, Ziel- und Istwert für Mobilitätsstationen.....	230
Tabelle 8.11:	Potential, Ziel- und Istwert für Radwege.....	231
Tabelle 8.12:	Istwerte der Anpassung des Waldbestandes an Klimaveränderungen (Zielwert jeweils gesamte Waldfläche).....	233
Tabelle 8.13:	Ziel- und Istwert für „Grünflächen“	235
Tabelle 8.14:	Istwerte für Gesamtlänge Grünstrukturen (Zielwert 2,4 km/km ²).....	237
Tabelle 8.15:	Ziel- und Istwert für Baumbestand	239
Tabelle 8.16:	Ziel- und Istwert für Entsiegelung.....	241
Tabelle 8.17:	Ziel- und Istwerte für Flurgehölze	243
Tabelle 8.18:	Ziel- und Istwerte für Gehölze an Wegen und Straßen.....	246
Tabelle 8.19:	Ziel- und Istwert für Gehölze entlang von Fließgewässern.....	248
Tabelle 8.20:	Ziel- und Istwerte für Gehölze zur Ortsrandgestaltung	250
Tabelle 8.21:	Klimatisch besonders relevante Festsetzungsmöglichkeiten des § 9 BauGB	257

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAB	Bundesautobahn
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
B-Plan	Bebauungsplan
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DGM	Digitales Geländemodell
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DSK	Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH
DWD	Deutscher Wetterdienst
eE	erneuerbare Energien
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien
eG	erfüllende Gemeinde
EVN	Energieversorgung Nordhausen GmbH
EW	Einwohner
FFK Gotha	Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha
FNP	Flächennutzungsplan
FWU	Fernwärmeversorgungsunternehmen
GFZ	Geschossflächenzahl
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistung
GIS	Geographisches Informationssystem
HKW	Heizkraftwerk
Hrsg.	Herausgeber
i. d. R.	in der Regel
i. S. d.	im Sinne der
ISEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
KUP (KUPs)	Kurzumtriebsplantage (Plural)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LEK	Landesentwicklungskonzept
LK	Landkreis
LKW	Lastkraftwagen
LoD1 und LoD2	digitale 3D-Gebäudemodelle
LRT	Landschaftsraumtyp
MaStR	Marktstammdatenregister
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Nawaro	nachwachsende Rohstoffe (siehe auch Glossar)
nKF	nutzbare Feldkapazität
NRW	Nordrhein-Westfalen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
PVA	Photovoltaikanlage
ReKIS	Regionales Klimainformationssystem
RME	Rapsmethylester
SPNV	Schienegebundener Personennahverkehr
SRT	Stadtraumtyp
STEM	Space Time Energy Model
ThEGA	Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur

THG	Treibhausgas(e)
ThüringenForst AöR	Thüringer Forstverwaltung geführt als Anstalt des öffentlichen Rechts
ThürLPIG	Thüringer Landesplanungsgesetz
TLBG	Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
TLLLR	Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und ländlichen Raum (früher TLL)
TLS	Thüringer Landesamt für Statistik
TLUBN	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (früher TLUG)
TMUEN	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
UNB	Untere Naturschutzbehörde
WKA	Windkraftanlagen
WP	Wärmepumpe
WVG	Wärmeversorgungsgebiet
WVU	Wärmeversorgungsunternehmen

Kapitel 1 - Einleitung



1.1 Aufgabenstellung

Die Hochschule Nordhausen (HSN) hat von 2018 bis 2020 gemeinsam mit dem Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz Jena (ThINK) und der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) ein Forschungsprojekt im Programm des Bundesumweltministeriums „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ durchgeführt.

Ziel der Forschungen war die Zusammenführung der Planungen, die sich aus der notwendigen Anpassung an den Klimawandel und der Umsetzung der Klimaschutzziele unter Berücksichtigung von baukultureller Gestaltung und Entwicklung der Kulturlandschaft ergeben. Das Projekt wurde am Beispiel der Stadt und des Landkreises Nordhausen bearbeitet. Der zu entwickelnde informelle Klima-Gestaltungsplan ist so ausgestaltet, dass er Eingang in formelle Planungen (Regionalpläne, Flächennutzungspläne, Landschaftspläne u. ä.) finden kann. Dabei werden die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels im Zusammenspiel von Siedlungsraum und umgebender Landschaft erfasst und in eine abgestimmte Strategie zur Anpassung an die Klimafolgen überführt. In Hinblick auf die Veränderungen von Stadt- und Ortsbild und Kulturlandschaft durch den energetischen Umbau und Klimaanpassungsmaßnahmen wurden raumgestalterische Leitlinien entwickelt.

Ein Schwerpunkt dieses Projektes bildete die zusammenhängende Betrachtung der o.g. Zielstellungen durch das Herausarbeiten von sinnvollen und kommunal umsetzbaren planerischen Lösungen zur optimalen Bewältigung der betrachteten komplexen Zukunftsherausforderungen. Die Zusammenführung war mit einem intensiven Bewertungs- und Abwägungsprozess verbunden, in den die regionalen Akteure einbezogen wurden. Durch die Anwendung und Umsetzung des Klima-Gestaltungsplans wird die Integration von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen in das Stadt- und Landschaftsbild geleistet, u. a. um eine hohe Akzeptanz dieser Maßnahmen in der Bürgerschaft zu erreichen.

Das Forschungsprojekt hatte auch das Anliegen, den erarbeiteten Klima-Gestaltungsplan erfolgreich und langfristig in die regionalen und lokalen Entwicklungsplanungen zu integrieren und die Stadtregion Nordhausen in ihrem Vorhaben einer Vorreiterposition beim energetischen Wandel zu unterstützen.

Die Erarbeitung des Entwurfs des Klima-Gestaltungsplans wurde von den Kooperationspartnern mit Unterstützung eines Gestaltungsbeirats begleitet. Zu den Kooperationspartnern gehörten die Stadt und der Landkreis Nordhausen, die Internationale Bauausstellung Thüringen und - in Bezug auf den Gestaltungsbeirat - auch die Architektenkammer Thüringen. Sie haben das Projekt unterstützt, indem sie Informationen und Daten bereitstellten, an Sitzungen und öffentlichen Veranstaltungen teilnahmen und für die Umsetzung des Klima-Gestaltungsplans eintreten.

1.2 Klimaschutzpolitischer Rahmen

Dem Pariser Klimaabkommen von 2015 traten sowohl die Bundesrepublik Deutschland als auch die Europäische Union bei. Das Abkommen hat das Ziel, die fortschreitende Erderwärmung auf 2 Grad, besser auf 1,5 Grad zu begrenzen. Die Staaten, die das Abkommen unterzeichnet haben, sind verpflichtet, regelmäßig ihre Pläne zur Treibhausgas-Reduktion vorzulegen und gemäß einer wissenschaftlichen Auswertung nachzubessern. Die Bundesrepublik Deutschland hat zu diesem Zweck den Klimaschutzplan 2050 erarbeitet, der die geplanten Reduktionen in den verschiedenen Energiesektoren festlegt. Die Umsetzung erfolgt nicht allein durch die Behörden auf der Ebene des Bundes, sondern insbesondere auch durch die Bundesländer und die kommunalen Gebietskörperschaften. Parallel ist die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet, ihre Klimaschutzaktivitäten den europäischen Anforderungen anzupassen. Die EU setzt die Klimaschutzziele zum einen über den europäischen Emissionshandel um und zum anderen über eine Lastenteilung zwischen ihren Mitgliedstaaten bei den Treibhausgas-Reduktionen in den Bereichen, die nicht vom Emissionshandel erfasst werden. Das Regime der Lastenteilung sieht hohe Ausgleichszahlungen vor, die Staaten bei Verfehlung der vorgegebenen Ziele an die EU zahlen müssen.

In der gleichen Zeit, in der auf allen Ebenen die Anstrengungen zur Verminderung klimarelevanter Emissionen enorm verstärkt werden müssen, schreitet der Klimawandel weltweit und auch in Deutschland voran. Die durchschnittlichen Jahrestemperaturen steigen kontinuierlich, Trockenheit und Starkregenereignisse nehmen zu. Um die Lebensqualität in den Städten und Gemeinden zu bewahren sowie Land- und Forstwirtschaft an die sich ändernden Bedingungen anzupassen, muss ebenfalls eine Vielzahl von Maßnahmen umgesetzt werden.

In den Regionen der Bundesrepublik Deutschland, so auch im Landkreis Nordhausen, kulminieren die notwendigen Veränderungen. Das künftige klimaneutrale Energiesystem braucht dezentrale regenerative Energieanlagen sowie Verteilungs- und Speicherinfrastrukturen. Siedlungsräume, Wälder und Ackerland sowie die Wasserversorgung müssen gegen den Klimawandel widerstandsfähig gemacht werden. Dieser groß angelegte Umbau ist mit zahlreichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild und auf die Stadt- und Ortsbilder verbunden.

Die Entwicklung eines klimaneutralen Energiesystems im Landkreis Nordhausen bindet sich in die klimapolitischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland und des Freistaats Thüringen ein. Ein Leitdokument stellt der Klimaschutzplan 2050 dar, der von der Bundesregierung im Jahr 2016 beschlossen wurde. Der Klimaschutzplan 2050 verfolgt das Ziel, die Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zu 1990 um 80 bis 95 Prozent zu vermindern und gibt für die wesentlichen Handlungsfelder inhaltliche Orientierung: in der Energieversorgung, im Gebäude- und Verkehrsbereich, in Industrie und Wirtschaft, in der Landnutzung sowie in der Land- und Forstwirtschaft. Eine weitgehende Treibhausgasneutralität Deutschlands soll in einem lernenden Prozess in den genannten Handlungsfeldern realisiert werden.

Konkrete Meilensteine und Ziele für alle Sektoren legt der Klimaschutzplan zunächst für das Zieljahr 2030 fest. Diese können nachjustiert werden. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 (Ausgangswert: 1.248 Millionen Tonnen CO₂ (Kohlendioxid)-Äquivalent Gesamtemissionen) gemindert werden.

Für die o.g. Handlungsfelder gibt der Klimaschutzplan anteilige Sektorziele vor. Die größten Reduktionsleistungen müssen hiernach der Sektor Energiewirtschaft und der Gebäudesektor erbringen. Kohlekraftwerke werden stillgelegt, erneuerbare Energieanlagen ausgebaut. Im Gebäudebestand sollen umfangreiche Sanierungen erfolgen, die Heizsysteme auf erneuerbare Energien umgestellt werden.

Das Forschungsprojekt befasste sich mit den genannten Herausforderungen, indem

- die Entwicklung eines klimaneutralen Energiesystems im Landkreis Nordhausen in Hinblick auf seine räumlichen Auswirkungen in zwei Szenarien untersucht wurden
- Empfehlungen eines Gestaltungsbeirats und Empfehlungen von Fachbehörden eingeholt wurden
- die Möglichkeiten einer koordinierten Planung in dem informellen Planungsinstrument „Klima-Gestaltungsplan“ erprobt und in einer Fachtagung beraten wurden sowie
- die vorgesehenen räumlichen Entwicklungen den Bürgern vorgestellt und mit ihnen erörtert wurden.

1.3 Methodisches Vorgehen

Die drei Projektpartner (HSN, THINK, HNEE) analysierten zunächst den Untersuchungsraum und entwickelten Planungsziele für Teilräume. Die teilräumliche Gliederung erfolgte nach den jeweiligen fachplanerischen Gesichtspunkten. Eine Zusammenführung der Fachplanungen erfolgte sowohl in den Teilräumen als auch für den gesamten Planungsraum.

Entwicklungsplan Energie (HSN)

Die energetische Fachplanung befasste sich mit den Energiesektoren Wärme, Strom und Mobilität. Der Energiebedarf im Landkreis Nordhausen wurde zum einen auf der Basis des STEM-Modells ermittelt, zum anderen wurden Verbrauchsdaten analysiert und es erfolgten weitere Berechnungen und Abschätzungen. Dem Bedarf wurden die Potentiale zur regenerativen Energiebereitstellung in der Stadt und im Landkreis Nordhausen gegenübergestellt. Ausgehend von dem Ziel, bis zum Jahr 2050 eine klimaneutrale Energieversorgung des Landkreises Nordhausen zu erreichen, wurden für zwei unterschiedliche Intensitäten der räumlichen Auswirkungen Szenarien erarbeitet, ausgewertet und mit dem Gestaltungsbeirat erörtert. Die energetischen Lösungen zur Umsetzung des klimaneutralen Entwicklungspfades umfassen zwei Varianten, die zur Erarbeitung des räumlichen Entwicklungsplans mit den Planungszielen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien, die Anpassung an den Klimawandel und für die Gestaltung des Landschaftsbildes und der Ortsbilder abgestimmt wurden. Auch in diesen Prozess wurde der Gestaltungsbeirat einbezogen.

Entwicklungsplan Klima (THINK)

Eine Analyse der lokal- und regionalklimatischen Situation und der Auswirkungen des Klimawandels auf Stadt und Landkreis Nordhausen ist Grundvoraussetzung für eine abgestimmte Anpassungsstrategie und die Entwicklung einer schlüssigen Planung.

Nach der Analyse bereits eingetretener und projizierter klimatischer Veränderungen wurden klimawandelbedingte Betroffenheiten in den von der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) benannten Handlungsfeldern bewertet. Die Betroffenheitsanalyse bildet die Grundlage für die Formulierung eines Leitbilds und von Anpassungszielen, welche die Vulnerabilität gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels reduzieren sollen. Die Strategie zielt einerseits auf die Anpassung bzw. Änderung verschiedener Fachplanungen, z.B. der Wasserwirtschaft und Forstwirtschaft, die sich jeweils aus sektoraler Sicht mit der Thematik beschäftigen. Andererseits wurden Planungshinweise zur Anpassung der räumlichen Strukturen für vom Klimawandel besonders betroffener Stadträume definiert. Ziel ist es, diese Vorsorgemaßnahmen zur Erhaltung der Lebensqualität in alltäglichen Planungsprozessen (z.B. Bauleitplanung, Stadtumbau, Stadtsanierung, Infrastrukturplanung, innerstädtische Grün- und Freiraumplanung) zu verankern. Die Änderung räumlicher Strukturen bezieht sich nicht nur auf innerstädtische Bereiche, sondern auch auf Landschaftsräume im Umland der Siedlungsgebiete.

Entwicklungsplan Raumgestaltung (HNEE)

Die Klimaschutzziele und der mit ihnen verbundene energetische Stadt- und Landschaftsumbau führen zu einer großen Palette möglicher baulicher, infrastruktureller und landschaftlicher Veränderungen, die sich in den verschiedenen Stadt- und Landschaftsräumen manifestieren. Angesichts einer Vielzahl von technologischen Optionen waren baukulturelle Anforderungen zu formulieren, die den energetischen Stadtumbau und die Gestaltung eines identitätsstiftenden Stadtbildes in Einklang bringen sollten. Vergleichbares gilt für die energetische Nutzung von Landschaftsräumen, der mit den Anforderungen an eine zu gestaltende Kulturlandschaft ein Rahmen vorgegeben wird. Die Kulturlandschaft wird hierbei als Handlungsraum verstanden, der von den hier lebenden Menschen immer wieder neue zeitgemäße, kontinuierliche und landschaftsadäquate Aneignungs- und Gestaltungsprozesse erfordert. Ziel einer raumgestaltenden energetischen Planung ist, die vorhandenen Eigenarten und Besonderheiten der gewachsenen Kulturlandschaft kenntlich zu machen und sie zu verstärken. Der Klimawandel erfordert eine städtebauliche Vorsorge, z.B. Dach- und Fassadenbegrünungen, Entsiegelungsmaßnahmen, Wasserflächen, poröse Baustrukturen, Lüftungsbahnen, die mit den Anforderungen an den Klimaschutz, an das Stadtbild und an die Kulturlandschaft zusammengeführt werden sollen. Gestaltungsleitlinien enthalten Empfehlungen, die in verschiedene Planungsprozesse einfließen, z.B. zur Neufassung oder Änderung ausgewählter Ortssatzungen.

Zusammenführung der Planungen

Die Projektpartner erarbeiteten für die aus ihrer fachplanerischen Sicht definierten Teilräume insgesamt 81 Steckbriefe: für 11 Stadtraumtypen, 17 Landschaftsraumtypen und 53 Teilräume zur Bewertung der Klimaanpassung. Die Charakteristik der räumlichen Einheit, die Betroffenheit vom Klimawandel, die energetischen Ziele und die Ziele der Raumgestaltung werden in diesen Steckbriefen beschrieben. Das jeweilige Leitbild wurde anhand der Zielvorstellungen für eine optimierte Nutzung und Gestaltung des Teilraums formuliert. Die Maßnahmenempfehlungen wurden auf Grundlage des Leitbildes sowie der Auswertung von Fachliteratur und von Best-Practice-Analysen entwickelt. Für den Erkenntnisprozess im Forschungsprojekt bildete die interne Abstimmung der Steckbriefe einen zentralen Baustein bei der Integration der drei Fachplanungen.

Im Folgenden wurden für den Gesamttraum die Leitbilder und Maßnahmenempfehlungen der Teilräume zu einem Gesamtplan zusammengeführt. Dieser räumliche Entwicklungsplan Stadt und Landkreis Nordhausen setzt auch die Ergebnisse des gewählten raumgestaltenden Szenarios einer klimaneutralen Energieversorgung im Jahr 2050 um.

In themenbezogenen räumlichen Vertiefungen wurden Flächen- bzw. Zielkonkurrenzen zwischen den fachplanerischen Lösungsvorschlägen behandelt und die räumlichen Entwicklungen und Lösungsansätze konkretisiert. Dies sind im Einzelnen:

- Landschaftliche Integration von Erneuerbare-Energie-Anlagen (Windpark) am Beispiel Wipperdorf
- Erosionsvermeidung auf Ackerflächen und PV-Freiflächenanlagen an Verkehrsstraßen am Beispiel Werther
- Ortsrandgestaltung durch Energieholzpflanzungen am Beispiel Großwechungen
- Grünsolarer Stadtumbau am Beispiel Nordhausen-Nord (Plattenbausiedlung)
- Energetische Nutzung (solare Stromgewinnung) stehender Gewässer am Beispiel der Kieseen in der Goldenen Aue
- Energetische Sanierung (von Fachwerkhäusern) und Erosionsvermeidung auf Ackerflächen am Beispiel Bleicherode

Einbeziehung von Akteuren

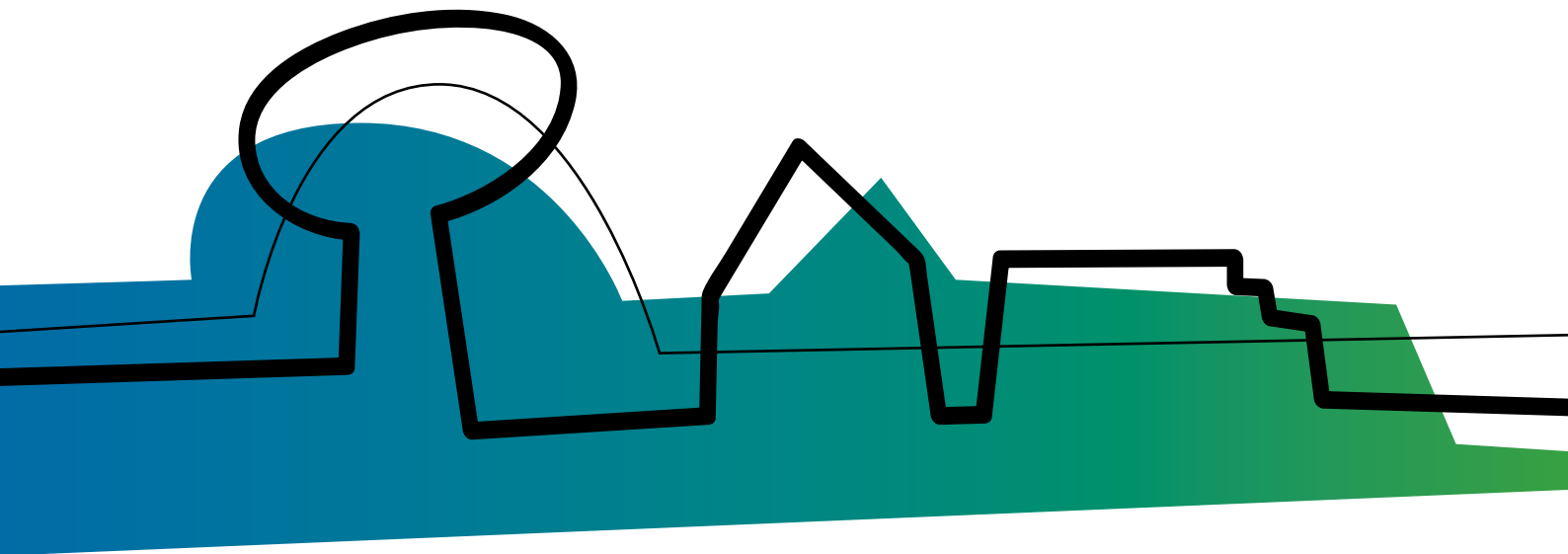
Weiterführende Fragen, wie z.B. zu möglichen zukünftigen Konturen dieser Landschaft oder zu Entwürfen und Strategien zur Konsolidierung oder Neudefinitionen landschaftlicher Charakteristika, wurden mit unterschiedlichen Akteuren (Stadt- und Landschaftsplaner, Land- und Forstwirte, Naturschützer etc.) erörtert. Dies fand im Rahmen von insgesamt vier Experten-Workshops statt, an denen auch die Mitglieder des Gestaltungsbeirats teilnahmen. Dem Gestaltungsbeirat war es wichtig, sich in den Forschungsprozess der integrierten Entwicklungsziele mit seinen Gesichtspunkten einzubringen.

Im Rahmen einer Fachtagung wurden die ersten Ergebnisse des Forschungsprojektes einem Kreis von ca. 80 Teilnehmern vorgestellt und diskutiert. Ein Thema in den Arbeitsgruppen der Tagung war die Unterscheidung zwischen dem Klima-Gestaltungsplan und herkömmlichen Energie- und Klimaschutzkonzepten. Dabei wurde die Bedeutung der vorausschauenden planerischen Vorsorge mit Hilfe der vorhandenen regionalen und kommunalen Planungsinstrumente hervorgehoben. Regionalpläne, Flächennutzungspläne und Bebauungspläne haben einen langen Vorlauf. In der Raumordnung sowie in den kommunalen Plänen besteht die Notwendigkeit, Anpassungen zur Unterstützung der Energiewende und zum Erreichen der Klimaschutzziele vorzunehmen. In den Regionalplänen sollen nicht nur Windvorranggebiete festgelegt werden, sondern auch Vorranggebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen und großflächige solarthermische Kollektorfelder. Die Flächennutzungspläne der Kommunen sollen ergänzend zu den Windparkgebieten Flächen für Solarthermie und Photovoltaik-Freiflächenanlagen darstellen. Auch Belange der Klimaanpassung müssen frühzeitig in den Plänen berücksichtigt werden. Auf diese Erfordernisse gibt der Klima-Gestaltungsplan notwendige Antworten, indem er städtebaulich und landschaftlich relevante Standorte der zukünftigen Energienutzung sowie der Anpassung an den Klimawandel zeigt. Er definiert Gebiete mit Zielvorgaben, Maßnahmenpaketen und Qualitätsanforderungen und gibt Empfehlungen für die rechtliche Umsetzung sowie die gestalterische Einbindung in das Stadt- und Landschaftsbild.

Nach der Fertigstellung des Entwurfs des Klima-Gestaltungsplans waren Veranstaltungen in Teilräumen des Landkreises vorgesehen, um die Planung mit den Bürgern und den politischen Vertretern zu erörtern. Dieser Beteiligungsprozess wurde durch die Corona-Pandemie stark beeinträchtigt. Die Präsentation des Klima-Gestaltungsplans fand in Form einer Wanderausstellung statt, für die es schwierig war, öffentlich zugängliche Orte zu finden. Entsprechend gering war die Resonanz der Bürger, so dass keine aussagekräftige Auswertung möglich war. Es ist geplant, im Jahr 2021 eine Abschlussveranstaltung durchzuführen, die alle Ergebnisse zusammengefasst präsentiert und noch einmal Möglichkeiten zum Dialog mit den Akteuren sowie interessierten Bürgern gibt.

Kapitel 2

Stadtraumtypologie des Siedlungsraums im Landkreis Nordhausen



Die bebauten Bereiche der Städte und Gemeinden im Landkreis Nordhausen bilden den Siedlungsraum. Die Stadt Nordhausen mit 41.800 Einwohnern im Jahr 2018 stellt das Hauptversorgungszentrum des Landkreises dar. Weitere Städte sind Bleicherode mit 6.100 Einwohnern (2018), Ellrich mit 5.500 Einwohnern (2018) und Heringen mit 4.700 Einwohnern (2018). Im Kreisgebiet verteilen sich weitere 11 Gemeinden, die sich jeweils aus verschiedenen Ortsteilen zusammensetzen (Anzahl der Gemeinden Stand 2020 nach der Gebietsreform in Thüringen 2018/19).

Die genannten Städte verfügen u. a. über historische Stadtkerne, über Gründerzeitquartiere, Plattenbausiedlungen, Infrastrukturgebäude und Gewerbegebiete. Außerhalb der genannten Städte ist die Bebauungsstruktur der Orte überwiegend dörflich kleinteilig. Hinzu kommen Flächen, die von größeren Betriebsgebäuden und -anlagen beansprucht werden, von landwirtschaftlichen Betrieben ebenso wie von Betrieben zur Lagerung, Verarbeitung und zum Vertrieb landwirtschaftlicher Produkte. In einzelnen Randlagen der Orte sind auch Produktionsbetriebe zu finden. Zur sozialen Infrastruktur in den ländlich geprägten Gemeinden gehören Kindertagesstätten, Kirchen, Dorfgemeinschaftshäuser und Sportanlagen.

Unter Denkmalschutz stehen zahlreiche Gebäude in den Städten als auch in den ländlichen Gemeinden. In den Stadt- und Ortskernen gehören viele Gebäude, z.B. in Fachwerkbauweise, zum erhaltenswerten kulturellen Erbe. Bei den Denkmälern handelt es sich auch um Kirchen, historische Hofanlagen und Mühlen. Hervorzuheben sind die Nordhäuser Altstadt, die Ortskerne der Städte Ellrich und Heringen sowie der Gemeinde Neustadt, die wegen ihrer Ensemblewirkung, ihres Straßenbildes und teilweise vorhandener Stadtmauern in ihrem Charakter erhalten werden sollen. Villen, Burgruinen und Schlösser ergänzen das Bild der Denkmäler.

2.1 Grundlagen der Stadtraumtypologie

Für energetische und ökologische Untersuchungen wird der Siedlungsraum des Landkreises Nordhausen in Stadtraumtypen gegliedert. Da die Integration der erneuerbaren Energieanlagen in die Landschaft ein zentrales Thema der Forschungsarbeit darstellt, wurde zusätzlich eine differenzierte Landschaftsraumtypologie erstellt (siehe Kapitel 3).

Die Stadtraumtypen stellen zunächst energetische Homogenbereiche dar, d. h. aus ihrer städtebaulichen und entstehungsgeschichtlichen Charakteristik leiten sich zwei wesentliche energetische Merkmale ab:

- der Raumwärmebedarf der Gebäude aufgrund der städtebaulichen Dichte, der Nutzungsart und des Baualters, der typischen Baukonstruktion und der baulichen Kompaktheit sowie
- das Potential solarer Energiegewinnung auf den Dächern und an den Fassaden aufgrund der typischen Ausprägung dieser Bauteile, der Verschattungssituation und der gestalterischen Verträglichkeit (Everding, 2007).

In dieser Forschungsarbeit wird die Stadtraumtypologie um Merkmale der Grün- und Freiflächen in den Stadträumen ergänzt, die sich aus der städtebaulichen Charakteristik ableiten lassen:

- Anteil der Flächen für Stellplätze,
- Anteil der versiegelten und unversiegelten Flächen sowie
- Zahl der Bäume.

Die Typisierung von Stadträumen hat in der Stadtplanung eine lange Tradition. So baut die Baunutzungsverordnung auf einer Gliederung der bebauten Gebiete nach Nutzungsarten und Lagekriterien auf, für die gesetzliche Ziel- bzw. Grenzwerte definiert werden.

Bei den energetischen Untersuchungen von Stadtgebieten wird in vielen Städten und Gemeinden die Deutsche Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2015) genutzt. Ihre Ergebnisse fließen auch in die Stadtraumtypologie ein. Für die Planung von Nah- und Fernwärmeverordnungen spielt die Wärmebedarfsdichte eine wesentliche Rolle. Für die Festlegung solcher Gebiete z.B. in Energienutzungsplänen wird auf Stadtstrukturtypen zurückgegriffen, die den Stadtraumtypen verwandt sind (AGFW, 2013).

Eine relativ neue Entwicklung stellen städtebauliche Planungen zur Anpassung an den Klimawandel dar. Für die Entwicklung standardisierter Lösungspakete wird ebenfalls eine Strukturierung der Stadträume vorgenommen (Berliner Senatsverwaltung, 2011).

Die Stadtraumtypologie eröffnet vielseitige Anwendungsmöglichkeiten. In diesem Forschungsprojekt wird sie für die energetische Bilanzierung 2020 und 2050 eingesetzt, für die Ermittlung der Potentiale erneuerbarer Energien als auch für die Bestimmung von Handlungserfordernissen im energetisch-ökologischen Stadtumbau.

Eine Übertragung der für die Stadtraumtypen ermittelten Merkmale auf andere Städte bzw. andere Regionen ist nur möglich, wenn Anpassungen an die örtlichen Gegebenheiten und entsprechende Plausibilitätsprüfungen vorgenommen werden.

2.2 Zusammensetzung und Erfassung der Stadtraumtypen

In dem von der EKP Energie-Klima-Plan GmbH durchgeführten Forschungsprojekt „Methodik zur wärmeenergetischen Analyse quartiersbezogener Stadtstrukturen in Thüringen“, das 2015 abgeschlossen wurde, entwickelte die beteiligte Hochschule Nordhausen eine auf die Gemeinden in Thüringen abgestimmte Thüringer Stadtraumtypik (EKP, 2015). Diese bildet die Grundlage für die in diesem Projekt verwendete Stadtraumtypologie (siehe Tabelle 2.1). Es handelt sich um insgesamt 11 Stadtraumtypen.

Für die räumliche Erfassung der Stadtraumtypen wurden geografische Daten des öffentlichen Geoportals Thüringen genutzt sowie eigene Recherchen anhand von Luftbildern und Ortsbegehungen durchgeführt. Auch wurden bei den Stadtverwaltungen neu errichtete Gebäude, Baugebiete und Baugebietsplanungen, z.B. Bebauungspläne, abgefragt (siehe Abbildung 2.1 und Karte 2.1 im Kartenwerk).

In jedem Untersuchungsraum setzen sich die Flächenanteile der Stadtraumtypen unterschiedlich zusammen. Der Untersuchungsraum Landkreis Nordhausen gehört zum ländlichen Raum. Entsprechend nimmt der Stadraumtyp IV „Dörfliche und kleinteilige Strukturen“ mit 40 Prozent der Siedlungsfläche den größten Flächenanteil in Anspruch. Die Stadraumtypen, die vor dem 2. Weltkrieg entstandene Siedlungsgebiete betreffen, sind in Folge der starken Kriegszerstörungen in diesem Landkreis nur gering vertreten. Den zweitgrößten Anteil verzeichnet der Stadraumtyp X „Gewerbe- und Industriegebiete“ mit fast 27 Prozent. Der Stadraumtyp X und der Stadraumtyp IX „Einfamilienhausgebiete“ haben nach 1990 eine starke Zunahme erfahren. Die Tabelle 2.1 zeigt die aktuellen Flächenanteile der Stadraumtypen im Landkreis Nordhausen.

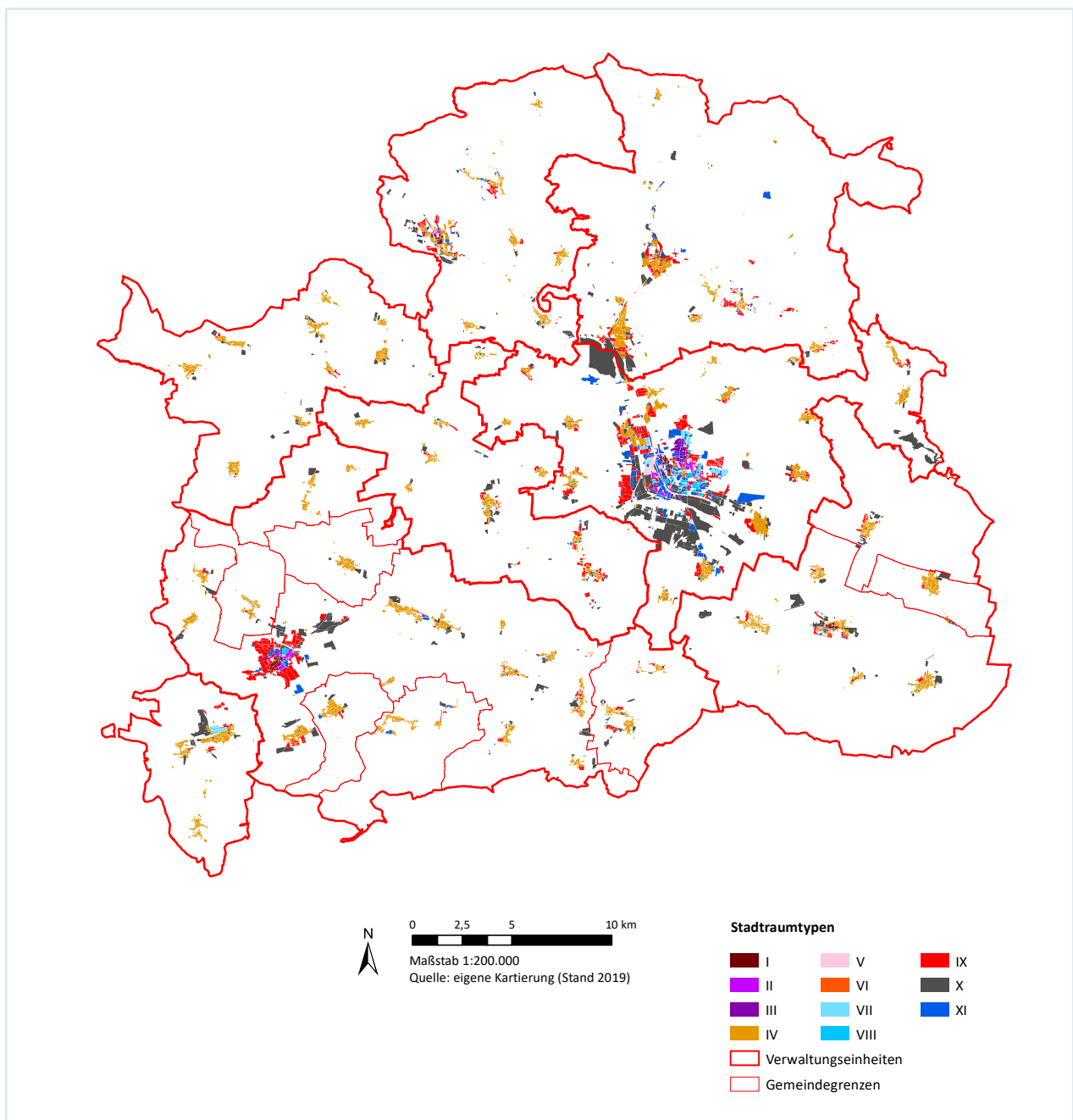


Abbildung 2.1: Verteilung der Stadraumtypen im Landkreis Nordhausen

Tabelle 2.1: Flächenaufteilung nach Stadtraumtypen (Stand 2020)

Bezeichnung	SRT	ha	%
Altstadtkern/Dorfkern	I	34	1,0
Innerstädtische Baublöcke der Gründer- und Vorkriegszeit	II	50	1,4
Villen- und Wohnviertel der Gründer- und Vorkriegszeit	III	30	0,9
Dörfliche und kleinteilige Strukturen	IV	1.389	40,0
Werks- und Genossenschaftssiedlungen der Gründer- und Vorkriegszeit	V	45	1,3
Geschosswohnungsbau der 1950er und 1960er Jahre	VI	19	0,6
Industrieller Geschosswohnungsbau der 1970er und 1980er Jahre	VIII	50	1,5
Gebäudeensembles seit den der 1980er Jahren	VIII	65	1,9
Einfamilienhausgebiete	IX	637	18,4
Gewerbe- und Industriegebiete	X	930	26,8
Zweckbaukomplexe	XI	220	6,3
Summe:		3.470	100,0

2.3 Energetische und ökologische Merkmale der Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen

Innerhalb eines Stadtraumtyps stammen die Gebäude aus einer ähnlichen Errichtungszeit mit vergleichbaren Gebäude- und Nutzungsarten und vergleichbarer Baukonstruktion. Daraus leitet sich ein typischer Wärmebedarf ab. Als Quelle steht die Deutsche Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt zur Verfügung, die periodisch aktualisierte Daten zum Wärmebedarf im Wohngebäudebestand liefert (IWU, 2015). Die letzte Aktualisierung von 2015 berücksichtigt den allgemein erreichten Sanierungsstand bei den Gebäuden, der zu reduzierten Wärmebedarfen geführt hat. Seit der letzten Erhebung und Auswertung des IWU sind kontinuierlich Sanierungen im Gebäudebestand erfolgt, deren Effekte pauschaliert in der Ableitung des Wärmebedarfs 2020 berücksichtigt wurden (siehe Kapitel 5.2.2).

Um bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, sind weitere Sanierungen erforderlich, die mit einer zunehmenden Verwendung erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung zu kombinieren sind. Im Klimaschutzplan der Bundesregierung (BMU, 2016) werden zwei Entwicklungswege für den Gebäudesektor aufgezeigt: ein Effizienz-Weg und ein Erneuerbare-Energie-Weg: „Beide Wege kommen zu dem Ergebnis, dass im Jahr 2050 der gesamte (Wohn-)Gebäudebestand im Durchschnitt nur noch knapp 40 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr benötigt. Für Nichtwohngebäude liegt dieser auf Primärenergie bezogene mittlere Zielwert bei rund 52 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr. Diese sind als Ziele für den gesamten Gebäudebestand im Durchschnitt zu sehen.“ (BMU 2016, S. 44)

Für jeden Stadtraumtyp mit seinem spezifischen Gebäudebestand wird ein Sanierungsziel für das Jahr 2050 definiert. Aufgrund der wirtschaftlichen Situation im Landkreis Nordhausen, die den Immobilienbesitzern keine großen Spielräume für Einnahmeerhöhungen in Aussicht stellt, wird in dem Forschungsprojekt bei der Energiebilanzierung bis 2050 dem Erneuerbare-Energie-Weg der Vorzug gegeben.

Dem entspricht das Sanierungsziel I (siehe Tabelle 2.2). In der Variante einer ambitionierten energetischen Sanierung lassen sich durch höhere investive Aufwendungen erheblich mehr Energieeinsparungen bis zum Jahr 2050 erreichen (Sanierungsziel II).

Tabelle 2.2: Wärmebedarf (Raumwärme und Warmwasser) gemäß Sanierungsziel I der Gebäude in ausgewählten Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen (2020 und 2050) (nach BMU, 2016)

Stadtraumtyp Geschossflächenzahl		
II	innerstädtische Baublöcke der Gründer- u. Vorkriegszeit	
GFZ 1,6	2020	153 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,75 = 115 kWh/(m ² *a) BGF
	2050	75 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,67 = 50 kWh/(m ² *a) BGF
IV	Dörfliche und kleinteilige Strukturen,	
GFZ 0,25	2020	172 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,60 = 103 kWh/(m ² *a) BGF
	2050	100 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,40 = 40 kWh/(m ² *a) BGF
VII	Industrieller Geschosswohnungsbau 1970er u. 1980er Jahre,	
GFZ 1,25	2020	77 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,75 = 58 kWh/(m ² *a) BGF
	2050	60 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,67 = 40 kWh/(m ² *a) BGF
IX	Einfamilienhausgebiete seit den 1950er Jahren	
GFZ 0,4	2020	124 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,75 = 93 kWh/(m ² *a) BGF
	2050	75 kWh/(m ² *a) Wohnfläche x 0,67 = 50 kWh/(m ² *a) BGF

Aus der städtebaulichen Struktur eines Stadtraumtyps leiten sich die für die Installation von Solaranlagen geeigneten, d.h. nicht verschatteten Dachflächen ab. Durch Dachgauben, Schornsteine und andere Installationen ist nur ein Teil der Flächen tatsächlich nutzbar. Die Solaren Gütezahlen setzen die solartechnisch geeigneten Dachflächen ins Verhältnis zur Bruttogeschossfläche der Gebäude (nach Everding, 2007; angepasste Werte, Stand 2020). Über die Geschossflächenzahl lässt sich auch das Verhältnis zum Nettobauland bestimmen. Die Solaren Gütezahlen wurden in diesem Forschungsprojekt durch rechnerische Vergleiche verschiedener Baublöcke auf ihre Plausibilität für den Landkreis Nordhausen geprüft (siehe Tabelle 2.3).

Tabelle 2.3: Solare Gütezahlen ausgewählter Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen (nach Everding, 2007, angepasste Werte, Stand 2020)

Stadtraumtyp		GFZ	Solare Gütezahl Dach (BGF)
II	Innerstädtische Baublöcke Gründer- u. Vorkriegszeit	1,6	0,05
IV	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	0,25	0,15
VII	Industrieller Geschosswohnungsbau 1970er u. 1980er Jahre	1,25	0,06
IX	Einfamilienhausgebiete seit den 1950er Jahren	0,4	0,16

Neben den Dachflächen der Gebäude eignen sich auch die Überdachungen größerer Stellplatzanlagen für die Installation von thermischen Solarkollektoren oder Photovoltaikmodulen, soweit sie nicht von benachbarten Gebäuden oder Großgrün verschattet werden. Durch die Auswertung verschiedener örtlicher Fallkonstellationen wurden für die zwei Stadtraumtypen Gewerbe- und Industriegebiete und Zweckbaukomplexe „Solare Gütezahlen Parken“ ermittelt, die sich ebenfalls auf die Bruttogeschossfläche bzw. auf das Nettobauland des Stadtraumtyps beziehen (siehe Tabelle 2.4 und Steckbriefe der Stadtraumtypen im Anhang).

Tabelle 2.4: Solare Gütezahlen Parken im Landkreis Nordhausen (Stand: 2020)

Stadtraumtyp		GFZ	Solare Gütezahl Parken (BGF)
X	Gewerbe- und Industriegebiete	0,5	0,2
XI	Zweckbaukomplexe	1,0	0,08

Für die ökologische Entwicklung insbesondere von Städten stellt der Versiegelungsgrad ein relevantes Kriterium dar. Eine starke Versiegelung behindert die Regenwasserver-sickerung, die Grundwasserneubildung, die Verdunstung von Bodenflächen und Pflanzen und mindert die Biodiversität im Stadtraum (siehe Kapitel 4). Viele Städte führen ein periodisches Monitoring der Versiegelung durch. Dazu gehört auch Berlin. Im Umweltatlas der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt wird z.B. der Versiege-lungsgrad in den Jahren 2011 und 2016 gezeigt. Die Kartierung erfolgt auf der Basis von Stadtraumtypen, in die das Stadtgebiet gegliedert ist (Berliner Senatsverwaltung, 2017). Für die Übertragung der Versiegelungsgrade auf die Orte im Landkreis Nordhausen wurden vergleichbare Stadträume im Landkreis untersucht und die Versiegelungsgrade auf Plausibilität geprüft und gegebenenfalls angepasst (siehe Steckbriefe der Stadtraum-typen im Anhang).

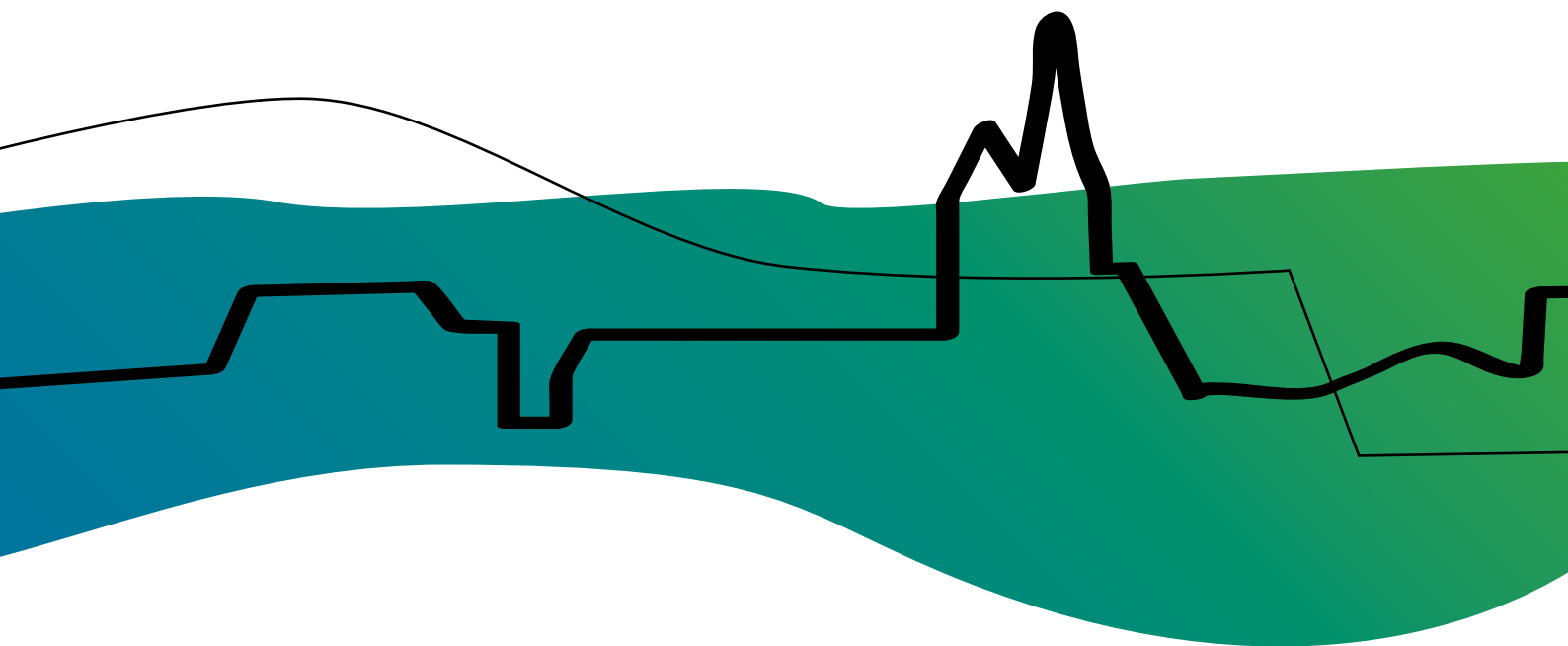
Hohe Versiegelungsgrade im Landkreis Nordhausen konzentrieren sich vor allem auf die Stadtraumtypen:

- I Altstadtkerne/Dorfkerne
- II Innerstädtische Baublöcke der Gründer- und Vorkriegszeit
- X Gewerbe- und Industriegebiete.

In den übrigen Stadtraumtypen werden die Vorgaben der Baunutzungsverordnung (Grundflächenzahl) überwiegend nicht überschritten.

Kapitel 3

Landschaftsraumtypologie des Landschaftsraums im Landkreis Nordhausen



3.1 Begriffsdefinitionen

Dem Begriff der „**Landschaft**“ werden in der Literatur mehrere Bedeutungen beigemessen. Zum einen bezeichnet der philosophisch-kulturwissenschaftliche Landschaftsbegriff die kulturell geprägte und subjektive Wahrnehmung einer bestimmten Gegend in ihrer ästhetischen Gesamtheit. Zum anderen bezieht sich der geographische Landschaftsbegriff auf ein Gebiet, das sich durch wissenschaftlich erfassbare Merkmale von anderen Landschaften abgrenzen lässt. (Jessel, 2005)

Der Begriff „Landschaft“ wird in den folgenden Texten als geographischer Begriff verwendet. Das beinhaltet auch wortverwandte Begriffe, wie zum Beispiel landschaftlich oder Landschaftselemente.

Der Begriff der „**Landschaftsästhetik**“ verweist speziell auf die Gesamtheit der sinnlichen Wahrnehmung einer Landschaft und die anschließende Kognition der erlangten Sinneseindrücke (Wöbse, 2004). Landschaftsästhetische Aspekte, von denen im Folgenden, insbesondere im Zusammenhang mit der Wirkung von Erneuerbaren Energien in der Landschaft, die Rede ist, sprechen folglich die Sinne auf allen Ebenen an. Auch wenn das Landschaftserleben in hohem Maße vom Sehsinn abhängt, so müssen die akustischen, olfaktorischen, haptischen und gustatorischen Sinnesebenen ebenfalls Beachtung finden. (Kühne & Schmidt, 2018)

Der Begriff beschränkt sich nicht allein auf schöne Empfindungen, sondern kann auch negativ behaftete Wahrnehmungen beinhalten. (Kühne, 2013; Linke, 2017) Dementsprechend wird dem Begriff und wortverwandten Begriffen in den folgenden Kapiteln keine grundlegende Wertung zugeschrieben.

Der Begriff „**Kulturlandschaft**“ wird sowohl in der Literatur, als auch in den damit befassten Planungsdisziplinen, unterschiedlich verwendet. Er bezeichnet zum einen besonders wertvolle, oftmals **historisch** geprägte Landschaften, die besonders zu schützen und zu pflegen sind. Meist wird der Begriff in diesen Fällen um das Adjektiv „historisch“ erweitert. Charakteristisch für historische Kulturlandschaften ist die sichtbare Ausprägung geschichtlicher Spuren, deren zeitliche Herkunft oft nicht genauer definiert werden kann, sondern einer tieferen Recherche bedarf. (Hartz & Schniedermeier, 2011)

Der Begriff „Kulturlandschaften“ bezeichnet zum anderen alle vom Menschen beeinflussten oder geprägten Landschaften. (ebd., 2011) Sie sind die Grundlage für die Gewinnung von Nahrung und die Erzeugung von Energie und erbringen für den Menschen ein Spektrum ökologischer und kultureller Leistungen. Gemäß dessen gehört der weitaus größte Anteil der uns umgebenden Landschaft, zur Kulturlandschaft. (Jessel, 2014)

Die konkrete Abgrenzung zwischen den beiden Begriffsverständnissen ist schwieriger, zumal sie oft synonym verwendet werden. Ebenso wird der Begriff „Kulturlandschaft“ für alle anthropogen beeinflussten oder gestalteten Landschaften verwendet. Als solcher Überbegriff umfasst er historisch wertvolle Landschaften ebenso wie Alltagslandschaften, ohne eine gegenwärtige ästhetische Beurteilung oder zeitliche Bezugnahme. (Hartz & Schniedermeier, 2011)

Der Begriff „Kulturlandschaft“ wird im Folgenden synonym für historische Kulturlandschaft verwendet. Das beinhaltet auch wortverwandte Begriffe, wie zum Beispiel Kulturlandschaftselemente.

„**Landschaftseinheiten**“ werden im regionalen Kontext in einer chorischen Dimension als satellitensichtbare, homogene Strukturen, so abgegrenzt, dass sie ein in sich einheitliches charakteristisches Erscheinungsbild besitzen und sich vom übrigen landschaftlichen Kontext unterscheiden lassen. Diese werden in der einschlägigen Literatur mit Begriffen, wie Landschaftseinheiten, Landschaftsbildeinheiten, Landschaftsräumen oder Landschaftsbildtypen bezeichnet und häufig synonym verwendet (Roth, 2012). Für die Erarbeitung des „Klima-Gestaltungsplans“ wird der Begriff „**Landschaftsraumtyp (LRT)**“ verwendet. Unter diesem Begriff werden Individuallandschaftsräume mit ähnlichen Merkmalen zu einem Typus zusammengefasst.

3.2 Theoretischer Ansatz der Landschaftsraumtypologie

Eine Landschaftsraumgliederung ist Voraussetzung zur Analyse charakteristischer Merkmale der Kulturlandschaft und zur Formulierung raumspezifischer Leitbilder und Maßnahmen für die zukünftige Entwicklung.

Die Abgrenzung von Landschaftsräumen erfolgt vornehmlich auf Grundlage der naturräumlichen Ausstattung, vor allem der Geomorphologie und dem Wasserhaushalt, sowie der aktuellen Landschaftsnutzungen, wie Wald, Acker, Grünland und Siedlung (Hoisl et. al. 2000).

Die daraus abgeleiteten Landschaftsraumtypen unterscheiden sich nicht nur in ihren naturräumlichen Merkmalen (Relief und Vegetation), sondern auch in ihren Landnutzungsformen und in ihrer kulturräumlichen Ausstattung. Zu letzteren gehören einerseits die kulturhistorischen Landschaftselemente, wie Burgen oder historische Bauernhäuser und Alleen, ebenso auch die rezenten technischen Infrastrukturen, wie Straßen und Schienenwege, sowie in zunehmenden Maß Anlagen Erneuerbarer Energien. In den auf Grundlage der Landschaftsgliederung erstellten Landschaftssteckbriefen werden diese charakteristischen Merkmale beschrieben und hieraus raumgestalterische Leitbilder abgeleitet. Außerdem bilden sie die Belastungen durch den Klimawandel, mögliche Klimawandelanpassungsmaßnahmen und vorhandene Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen ab.

Die aufgeführten Informationen erleichtern eine zielgerichtete Planung und bilden eine Grundlage zur Erörterung von Potentialen für den Ausbau und die Nutzung von Erneuerbaren Energien.

Außerhalb der Siedlungsflächen überwiegt im Landkreis Nordhausen die landwirtschaftliche Nutzung. Etwa zwei Drittel – eine Fläche von ca. 400 km² – ist durch Acker- oder Grünlandnutzung geprägt. Insbesondere in den Gemeinden Werther und Hohenstein sowie anteilig in den Gemeinden Urbach und Heringen/Helme sind große, unstrukturierte Ackerflächen dominierend. In den Gemeinden Ellrich und Harztor überwiegen die Grünlandnutzung und kleinflächig strukturierte Agrarflächen. Etwas mehr als ein Viertel der Gesamtfläche des Landkreises ist mit Wald bedeckt. Das entspricht einer Fläche von ca. 200 km². Große Waldgebiete sind vor allem der Südharz, die Westliche Hainleite sowie die Bleicheroder Berge.

3.3 Grundlagen der Landschaftsraumtypologie

Grundlage der Landschaftstypologie und Leitbildformulierung bildet eine systematische Dokumentenanalyse der vorhandenen formellen und informellen Planungsdokumente auf kommunaler Ebene, Landkreisebene und Landesebene hinsichtlich ihrer Grundsätze und Ziele zur Entwicklung und Einteilung der Kulturlandschaft und dem Ausbau Erneuerbarer Energien. In Tabelle 3.1 und Tabelle 3.2 sind alle relevanten Dokumente sowie themenbezogene Zusammenfassungen der wesentlichen Inhalte aufgeführt.

Eine ausschlaggebende Grundlage für die Landschaftstypologie bildet der Landschaftsrahmenplan. Dieser ist entsprechend des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) § 7 Abs. 2 für alle Teile des Landes aufzustellen. Nach Maßgabe des Thüringer Landesplanungsgesetzes (ThürLPlG) liegt die Zuständigkeit bei der oberen Naturschutzbehörde. Das vorhandene Fachgutachten zum Landschaftsrahmenplan wurde 1995 erarbeitet und ist damit veraltet. Es fehlt überdies das Kartenwerk, so dass nicht nachzuvollziehen ist, wo sich die genannten Flächen befinden. Für die Landschaftsraumtypologie enthält das Fachgutachten aus diesen Gründen keine verwertbaren Informationen.

Tabelle 3.1: Themenbezogene Zusammenfassung der formellen Planungsdokumente

Formelle Planungsinstrumente		
Planungsdokument	Planungsstand	
		<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der Kulturlandschaft und Ausbau Erneuerbarer Energien
Landesentwicklungsprogramm 2025	2014	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau von Stärken und Potentialen kulturlandschaftlicher Teilräume; Überwindung von Schwächen und Hemmnissen • Bewahrung der vielfältigen Besonderheiten der Kulturlandschaft • Kulturerbestandorte von internationaler, nationaler und thüringenweiter Bedeutung dürfen nicht durch raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen (Ausbau erneuerbare Energien) beeinträchtigt werden (Beachtung des Umgebungsschutzes) • Verbesserung von Stadt-Umland-Beziehungen durch räumliche Integration • Umweltverträgliche Energieversorgung Thüringens sichern; Vorrang für erneuerbare Energien • Ausbau Photovoltaik: Dächer und Fassaden von Gebäuden, Brachflächen, Deponien • Ausbau Windenergie: Vorranggebiet „Windenergie“ mit Wirkung von Eignungsgebieten und Repowering; Höhenbeschränkungen sind zum Schutz der Belange der Raumordnung möglich (Raumbedeutsame Wirkung ab 100 m)
Thüringer Landesplanungsgesetz	2017	<ul style="list-style-type: none"> • Bewahrung der Thüringer Kulturlandschaft und Weiterentwicklung ihrer vielfältigen Siedlungsstrukturen • Stärkung der regionalen Identität, der Wirtschaft und des Tourismus • Wahrung von Biotopverbänden und großräumig unzerschnittener Bereiche • Förderung und Sicherung einer nachhaltigen und möglichst regionalen Land- und Forstwirtschaft zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlage • Ausbau Erneuerbarer Energien für eine umweltverträgliche Energieversorgung

Formelle Planungsinstrumente

<p>Regionalplan Nordthüringen (Herausgeber: Regionale Planungsgemeinschaft Nordthüringen) + Umweltbericht</p>	<p>2012 (seit 25.03.2015 im Änderungsverfahren)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherung von Land- und Forstwirtschaft in ihren vielfältigen Funktionen für die Erhaltung der besiedelten Kulturlandschaft im ländlichen Raum • Erhaltung von Siedlungen mit regionaltypischen und die Landschaft prägenden Erscheinungsbildern in ihrer Substanz und baulichen Struktur • Bewahrung und Entwicklung der Freiraumstruktur Nordthüringens mit ihren Kulturlandschaften sowie den Nationalen Naturlandschaften • Entwicklung einer vielseitigen, leistungsfähigen und nachhaltigen Agrarstruktur zum Erhalt und zur ausgewogenen Weiterentwicklung und ökologischen Stabilisierung der gewachsenen Kulturlandschaften • Folgenutzung der Rohstoffabbaustätten: Ausbau eines regionalen Biotopverbundes, Schaffung erholungsgeeigneter Freiräume, Integration in die umgebende Landschaft, Bereicherung der Kulturlandschaft als neue Elemente • Erhalt und Gestaltung der Halden des Kalirevieres Südharz als Element der Kulturlandschaft, Sicherung des Eigenwertes als eine raumspezifische historische Landnutzungsform • Erhalt und Schaffung der Kulturlandschaft zur Freizeit- und Erholungsnutzung • Ausbau Photovoltaik: stillgelegte Deponien, Brach- und Konversionsflächen • Ausbau erneuerbarer Energieträger durch den verstärkten Einsatz von Biomasse • Ausbau Windenergie: Ausweisung von Vorranggebieten für Windenergie und Sicherstellung eines einheitlichen Erscheinungsbildes von Anlagengruppen
<p>Naturparkplan Südharz</p>	<p>2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt und Weiterentwicklung der traditionellen Natur- und Kulturlandschaften • Förderung einer nachhaltigen Landnutzung und Weiterentwicklung landschaftstypischer Siedlungsstrukturen, die eine nachhaltige Regionalentwicklung stärken • Stärkung des Tourismus in der Region und Erhalt des landschaftlichen Erholungspotentials • Errichtung von Windkraftanlagen ist im Naturpark Südharz verboten • Das energetisch nutzbare Potential von Waldholz wird im Naturpark schon fast vollständig ausgeschöpft • Hohes Potential für die Erzeugung von Energie durch Biogasanlagen, bisher noch keine Biogasanlagen im Naturpark vorhanden • Ausbau Photovoltaik: Vorrangig auf Deponien, Brach- und Konversionsflächen

Tabelle 3.2: Themenbezogene Zusammenfassungen der informellen Planungsdokumente

Informelle Planungsinstrumente		
Planungsdokument	Planungsstand	Entwicklung der Kulturlandschaft und Ausbau erneuerbarer Energien
<p>„Neue Energie für Thüringen - Die Energiewende gestalten“ (Positionspapier zum 2. Klimagipfel des Freistaates Thüringen)</p>	2013	<p>Ausbau der erneuerbaren Energien bis 2020</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das 2,5-fache an Energie aus Windkraft im Vergleich zu 2010 <ul style="list-style-type: none"> * Erweiterung der Windflächen auf 1% der Landesfläche * Ausbau eventuell in Waldflächen? * Wind soll/wird Biomasse ablösen • Das 3,5-fache an Energie aus Photovoltaik im Vergleich zu 2010 <ul style="list-style-type: none"> * Ausbau vor allem auf Dächern und Gebäuden vorgesehen * Die Solarwirtschaft als wichtige Industrie Thüringens soll weiter unterstützt werden • Ein Drittel mehr Energieerzeugung durch Biomasse <ul style="list-style-type: none"> * Biomasse macht den weit größten Teil am Endenergieverbrauch der erneuerbaren Energien aus (85%). Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmesektor vergleichsweise hoch (23%). * Biomasse nur durch eine effizientere Nutzung und unkonventionelles Vorgehen (Stroh) ausbauen • Förderung der Energiegewinnung durch Erdwärme (vor allem in Südthüringen umsetzbar) • Stärkung der Wärmeabgewinnung aus erneuerbaren Energien • Auswirkungen des Netzausbaus zum Schutz des Landschaftsbildes geringhalten • Infrastrukturvorhaben durch Thüringer Wald sollen vermieden werden

Informelle Planungsinstrumente		
Planungsdokument	Planungsstand	Entwicklung der Kulturlandschaft und Ausbau erneuerbarer Energien
Regionale Entwicklungsstrategie LEADER Region Südharz	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Region soll als Siedlungs-, Wirtschafts-, Kultur- und Dienstleistungsraum gestärkt werden • Erhalt der Kulturlandschaft und ihrer naturräumlichen Besonderheiten für Touristen und Erholungssuchende • Verbesserung der Lebensverhältnisse von Beschäftigten in der Land- und Forstwirtschaft • Sanierung der Siedlungskerne und Entgegenwirken der Zersiedlung der Landschaft • Förderung einer nachhaltigen Siedlungs- und Kulturlandschaftsentwicklung • Erschließung von Natur- und Kulturdenkmälern für den Tourismus • Förderung der Besucherlenkung in besonders geschützten Gebieten • Ausbau der Wärmenutzung • Ausbau der Bioenergienutzung durch Kurzumtriebsplantagen, Landschaftspflegematerial, Waldrestholz und Biogasanlagen
Regionales Energie- und Klimakonzept Nordthüringen	2011	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung und Ausbau der Netzinfrastruktur (Repowering) • Ausweisung von Vorranggebieten für die Windkraftnutzung • Bau großer Photovoltaikanlagen auf Deponien und Brachflächen geplant • Keine Förderung von Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen mehr, weitere Ermittlungen von geeigneten Flächen benötigt • Ausbau von Biogasanlagen <ul style="list-style-type: none"> * Ermittlung weiterer geeigneter Standorte * Verstärkte Nutzung der Abwärme * Ausnutzen des Energiepotentials von Stroh

3.4 Auswahl und Abgrenzung der Gebiete für die Landschaftssteckbriefe

3.4.1 Verwendete Daten

Wesentliche Datengrundlagen zur Abgrenzung von Landschaftsraumtypen sind das Digitale Landschaftsmodell (DLM - 2018) aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) und das Digitale Geländemodell (DGM -2018). Diese Daten werden auf dem Geodatenportal Thüringen (www.geoportal-th.de/de-de/) vom Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (TLBG) zum Download zur Verfügung gestellt.

Zusätzlich wurden Luftbilder vom WMS Server zur Kontrolle und zur Nachdigitalisierung verwendet.

3.4.2 Kriterien zur Abgrenzung von Landschaftsraumtypen

Die Abgrenzungskriterien basieren auf Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz (BfN, 2017). Die Vorgehensweise wurde bereits im Rahmen der Neuaufstellung des Landschaftsrahmenplanes Barnim (Landkreis Barnim, 2018) erprobt und auf die Bedingungen des Landkreises Nordhausen übertragen.

Maßgebliche Berücksichtigung fanden die folgenden beiden Abgrenzungskriterien.

Abgrenzungskriterium 1:

Die **Hauptnutzungsarten** sind nach **Art der Bewaldung** (in den Kategorien: Nadel-, Laub- und Mischwald) und **Offenlandnutzung** (Kategorien: Acker- bzw. Grünlandprägung) klassifiziert (siehe Tabelle 3.3: Kategorisierung der Bewaldung und Hauptnutzungsarten der).

Tabelle 3.3: Kategorisierung der Bewaldung und Hauptnutzungsarten der Offenlandflächen

Kategorien	Anteil an Gesamtfläche der Einheit in %		
	Nadelwald	Laubwald	Mischwald
Nadelwaldgeprägt	≥ 50	< 25	< 25
Mischwaldgeprägt	< 25	< 25	≥ 50
Laubwaldgeprägt	< 25	≥ 50	< 25

Kategorien	Anteil an Gesamtfläche der Einheit in %	
	Acker	Grünland
Ackergeprägt	≥ 75	≤ 25
Acker-/Grünlandgeprägt	≥ 50	< 50
Grünland-/Ackergeprägt	< 50	≥ 50

Grünlandgeprägt	≤ 25	≥ 75
-----------------	------	------

Abgrenzungskriterium 2:

Die **Reliefenergie** wurde in 4 Kategorien der Stufe 1-4 unterteilt. Diese Klassifizierung erfolgt in einer iterativen Anpassung an die regionalen landschaftlichen Bedingungen (siehe Tabelle 3.4: Klassifizierung der Reliefenergie). Karte 3.1 des Kartenwerks zeigt die Topografie im Landkreis Nordhausen.

Tabelle 3.4: Klassifizierung der Reliefenergie

Kategorie	Reliefenergie	Klassifikation in m
Stufe 1	geringe Reliefenergie	0,00 – 25,0
Stufe 2	mittlere Reliefenergie	25,1 – 75,0
Stufe 3	hohe Reliefenergie	75,1 – 150,0
Stufe 4	sehr hohe Reliefenergie	> 150,1

Für die weitere Abgrenzung wurden zusätzlich die folgenden Abgrenzungsregeln beachtet:

- Darstellung **zusammenhängender Waldbereiche** sowie von **Offen- und Halboffenlandflächen** ab einer Mindestgröße von **100 ha**
- Darstellung von **Gewässern**, Industrie- und Gewerbeflächen jeweils ab **80 ha** Mindestgröße.

3.4.3 Vorgehensweisen bei der Abgrenzung von Landschaftsraumtypen

Die Abgrenzung der Landschaftsraumtypen erfolgte GIS-gestützt (ArcMap) mit Hilfe der in Kapitel 3.4.2 genannten Abgrenzungskriterien.

Die methodische Vorgehensweise basiert auf den Arbeiten zur Neuaufstellung des Landschaftsrahmenplanes Barnim. Sie ist in diesem Zusammenhang detailliert beschrieben (Scholtissek, 2016). Im Folgenden werden die wesentlichen Schritte zusammenfassend beschrieben.

a) Typisierung der Landschaftsnutzung:

- Die Daten zur Nutzung der Landschaft liegen im DLM bezogen auf einzelne Flurstücke vor. Diese wurden zu größeren, zusammenhängenden Einheiten zusammengefügt. Es wurde unterschieden zwischen „Wald“ und „Offenland“.
- Die Abgrenzung der Waldflächen wurde untergliedert, in „Nadelwaldgeprägt“ / „Mischwaldgeprägt“ / „Laubwaldgeprägt“.
- Unter dem Begriff „Offenland“ wurden Acker- und Grünlandflächen zu Flächeneinheiten von mindestens 100 ha zusammengefasst. Entsprechend der prozentualen Verteilung der Flächenanteile wurden diese Flächeneinheiten den Kategorien „Ackergeprägt“ / „Acker-Grünlandgeprägt“ / „Grünland-Ackergeprägt“ zugeordnet.
- In einem vierten Schritt wurde diese GIS-basierte Landschaftsraumgliederung durch Luftbildanalysen überprüft, verfeinert und ggf. korrigiert. Die Kategorie „Gewässergeprägtes Gebiet“ wurde auf diese Weise auf Grundlage einer Luftbildanalyse sowie Vorortbesichtigungen ergänzt.

- Siedlungsflächen wurden in der Darstellung nachträglich aus den LRTs entfernt, um eine im Gesamtprojekt konsistente Raumgliederung zu gewährleisten (vgl. Kap. 2).

b) Typisierung der Geomorphologie

- Als zweite wichtige Komponente wurde das Relief, d.h. die Oberflächenform des Geländes, betrachtet. Verwendet wurde dafür das DGM. Zunächst wurden durch das Tool „Nachbarschaftsstatistik“ Raster in Größen von 76 m x 76 m, statt 375 x 375 Meter, festgelegt. Diese Rastergröße wurde anhand der Verhältnisse im Landkreis Nordhausen gewählt, es ermöglicht eine hinreichend differenzierte Analyse. Darauf basierend wurde eine Klassifikation in die vier Reliefstufen (vgl. Kap. 3.4.2) vorgenommen.
- Anschließend wurde das Rasterfile in ein Polygon umgewandelt und mit den Landschaftsraumtypen verschnitten. So entstanden die jetzigen LRTs mit jeweils zwei Hauptparametern: der Hauptnutzungsart (Beispiel: „Ackergeprägt“) und der Reliefenergie (Beispiel „mittlere Reliefenergie“). Daraus resultiert in diesem Beispiel: „Ackergeprägtes Gebiet mit mittlerer Reliefenergie“.
- Im Idealfall ergibt sich mit den unterschiedlichen Reliefverhältnissen auch eine andere Nutzungsart (z.B. Wald bei hoher Reliefenergie). Im Zweifelsfall wurde die Reliefenergie als dominant, da persistent, betrachtet. So kann es vorkommen, dass LRT-Grenzen durch Ackerschläge hindurchgehen. Es ist nicht praktikabel, auf einem im Zusammenhang bewirtschafteten Schlag verschiedene Maßnahmen entsprechend der LRTs durchzuführen. Es muss vielmehr das Gesamtbild betrachtet werden und individuell entschieden werden, welche Maßnahmen sinnvoll sind.
- Weiterhin soll erwähnt sein, dass die Landschaftsraumtypen durch ihre Hauptnutzung charakterisiert und benannt wurden. In einem durch Ackerstrukturen geprägten LRT kann es so kleinere Waldstrukturen (unter 100 ha) geben und vice versa.

3.5 Darstellung der Ergebnisse der Landschaftsraumtypologie

Im Ergebnis wurden 17 Landschaftsraumtypen abgegrenzt, die sich auf 78 Individualräume aufteilen lassen. Diese lassen sich nach Hauptnutzungsarten aufteilen. (siehe Tabelle 3.5)

Tabelle 3.5: Häufigkeit und prozentualer Anteil der Landschaftsraumtypen im Landkreis Nordhausen

Aufteilung der LRTs nach Hauptnutzungsarten		ha	%	
Durch Landwirtschaft geprägt: 9 LRTs		45.260,23	63,37	100,00
Davon:	4 Hauptnutzungsart Acker	34.883,20	48,84	77,07
	4 Hauptnutzungsart Acker mit bedeutendem Grünlandanteil	9.948,04	13,93	21,98
	1 Hauptnutzungsart Grünland mit bedeutendem Ackeranteil	428,99	0,60	0,95
Durch Wald geprägt: 7		21.655,47	30,32	100,00
Davon:	3 Hauptnutzungsart Laubwald	11.657,94	16,32	53,83
	2 Hauptnutzungsart Mischwald	7.447,63	10,43	34,39
	2 Hauptnutzungsart Nadelwald	2.549,89	3,57	11,77
Durch Gewässer geprägt: 1		1.115,15	1,56	100,00
Gesamtfläche der freien Landschaft, die in LRTs unterteilt ist:		68.030,52	95,26	
Die restliche Fläche entfällt vornehmlich auf Siedlungen und großflächige Infrastruktur. Davon nimmt die Stadt Nordhausen mit 2.104,5 ha den Großteil ein.		3.386,67	4,74	
Gesamtfläche des Landkreises Nordhausen		71.417,52	100,00	

Der Landschaftsraumtyp „Grünlandgeprägt“ kommt aufgrund der Definition der Mindestgröße von 100 ha im Landkreis Nordhausen nicht vor.

Zum besseren Verständnis wurden die Stufen zur Reliefenergie, angelehnt an die **Einstufung der Reliefenergie im Landesentwicklungskonzept (LEK)** Oberfranken-Ost (Regierung von Oberfranken, 2003), wie in Tabelle 3.6 aufgeführt, benannt:

Tabelle 3.6: Kategorisierung und Benennung der Reliefenergie

Reliefenergie	Bezeichnung LEK	Ausprägung
Geringe Reliefenergie	flaches Gelände	Keine bis geringfügige Erhebungen von wenigen Metern
Mittlere Reliefenergie	welliges Gelände	Weitläufige, geringe bis mittlere Höhenentwicklung
Hohe Reliefenergie	hügeliges Gelände	Deutliche bis starke Höhenveränderungen bis ca. 150 m auf kurze Entfernung
Sehr hohe Reliefenergie	bergiges Gelände	Sehr starke Höhenänderungen von über 150 m auf kurzen Entfernungen

Zu beachten ist, dass die Begrifflichkeiten jeweils für eine gewisse Spanne von Höhenunterschieden (siehe Abgrenzungsblock II) verwendet werden, so dass insbesondere in den Übergangszonen zwischen den Reliefstufen die verwendete Begrifflichkeit und die sichtbare Ausprägung in der Landschaft für den Betrachter teilweise nicht eindeutig sichtbar sein können.

Weiterhin wurden den Landschaftsraumtypen Abkürzungen zugewiesen. In Tabelle 3.7 sind alle Landschaftsraumtypen, deren Abkürzung und die Anzahl der Individualräume dargestellt:

Tabelle 3.7: Landschaftsraumtypen – Abkürzungen und Anzahl der Individualräume

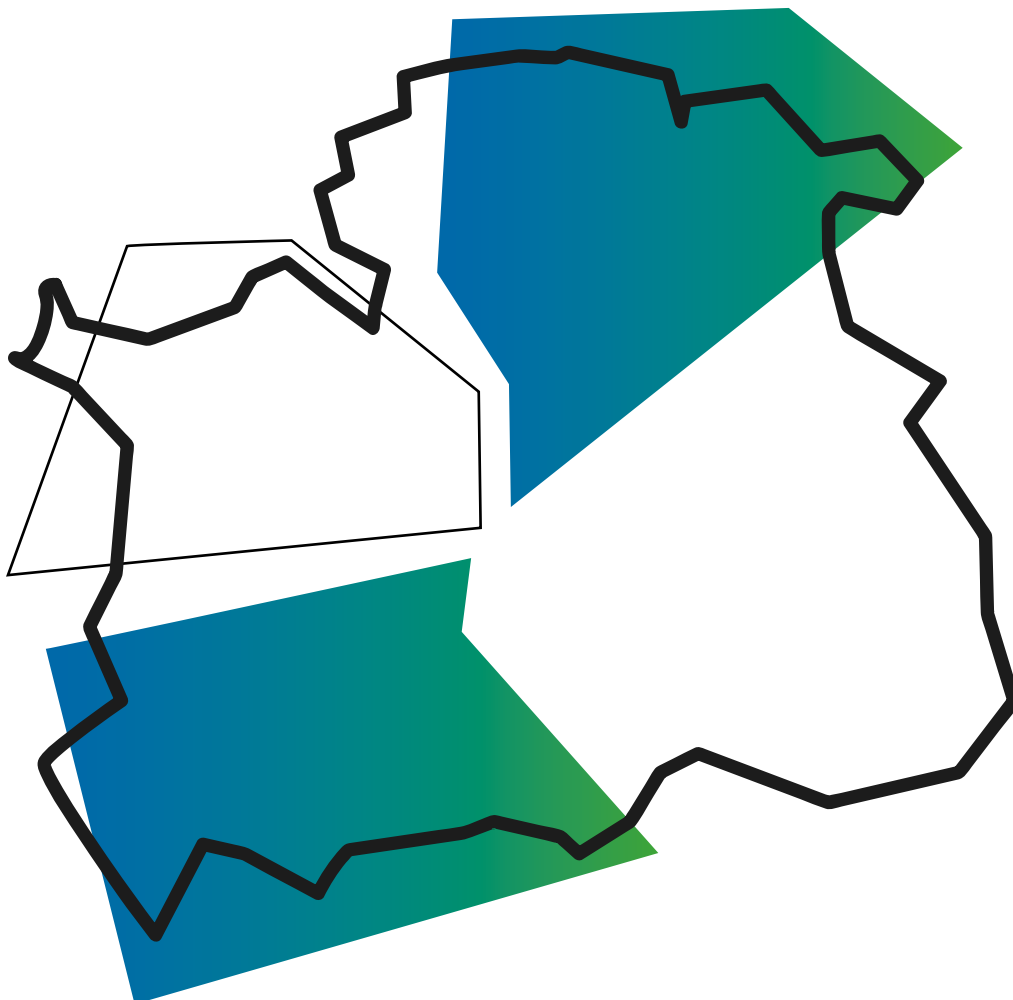
Landschaftsraumtyp	Abkürzung	Anzahl der Individualräume
Ackergeprägtes Gebiet mit flachem Gelände	A-R1	1
Ackergeprägtes Gebiet mit welligem Gelände	A-R2	3
Ackergeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände	A-R3	8
Ackergeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände	A-R4	1
Acker-/Grünlandgeprägtes Gebiet mit flachem Gelände	AG-R1	1
Acker-/Grünlandgeprägtes Gebiet mit welligem Gelände	AG-R2	1
Acker-/Grünlandgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände	AG-R3	5
Acker-/Grünlandgeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände	AG-R4	3
Grünland-/Ackergeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände	GA-R4	1
Laubwaldgeprägtes Gebiet mit welligem Gelände	LW-R2	3
Laubwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände	LW-R3	20
Laubwaldgeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände	LW-R4	7
Mischwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände	MW-R3	12
Mischwaldgeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände	MW-R4	5
Nadelwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände	NW-R3	3
Nadelwaldgeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände	NW-R4	3
Gewässergeprägtes Gebiet mit flachem Gelände	W-R1	1

Zusätzlich zu den Abkürzungen wurden die Individualräume mit kleinen Buchstaben innerhalb des Landschaftsraumtyps und einer laufenden Nummer innerhalb aller Räume beschrieben, um sie in der kartografischen Darstellung unterscheiden zu können. Die vollständige Abkürzung eines Individualraumes aus einem Acker-/Grünlandgeprägtem Gebiet mit hügeligem Gelände lautet beispielsweise: AG-R3-b-20.

Karte 3.1 des Kartenwerkes zeigt die kartografische Darstellung der Landschaftsraumtypen innerhalb des Landkreises Nordhausen.

Kapitel 4

Räumliche Verteilung der klimatischen Veränderungen in der Stadt und im Landkreis Nordhausen



4.1 Klimasignale

4.1.1 Datenquellen

Das Klima wird i.d.R. als der mittlere Zustand der Atmosphäre über einen längeren Zeitraum in einem bestimmten geographischen Raum definiert und ist damit vom Wetter (kurzfristig) und der Witterung (mittelfristig) unterschieden.

Da die Atmosphäre ein dynamisches System darstellt, beschreiben Klimadaten also immer nur mittlere bzw. durchschnittliche Zustände der Atmosphäre. Dabei ist es geübte Praxis Mittelwerte über einen Zeitraum von 30 Jahren zu ermitteln, um das Phänomen „Klima“ zu beschreiben.

Das **Klimasignal** beschreibt die Ausprägung des heutigen Klimas bzw. das einer anderen Zeitebene. Die klimatischen Veränderungen, die sich beobachten und auf der Grundlage von Klimamodellen in die Zukunft projizieren lassen und über der natürlichen Klimavariabilität liegen – also statistisch relevant sind – liefern wichtige Informationen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Es handelt sich hier um die Veränderung klimatischer Parameter, wie z. B. der bodennahen Lufttemperatur (in weiten Teilen der Erde durch Temperaturerhöhungen gekennzeichnet), des Niederschlags und daraus abgeleitet der klimatischen Wasserbilanz (in Deutschland i.d.R. negative Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr).

Hinsichtlich der Häufigkeit und der Stärke von Extremereignissen sind die bisher vorliegenden Mess- und Beobachtungsreihen und die vorhandenen Klimamodelle bisher nicht geeignet, statistisch gesicherte Aussagen zur Veränderung aufgrund des Klimawandels zu treffen. Aufgrund der steigenden Lufttemperaturen, was einen höheren Energieinhalt der Atmosphäre impliziert und der Fähigkeit der Luft bei höheren Temperaturen mehr Wasser in gasförmiger Form aufzunehmen (Luftfeuchtigkeit) gibt es gute Gründe zu der Annahme bzw. gilt es als sehr wahrscheinlich, dass Häufigkeit und der Stärke von Extremereignissen zunehmen bzw. zunehmen werden.

Zur Beschreibung der klimatischen Veränderungen können selbstverständlich Messwerte aus Langzeitmessungen meteorologischer Stationen herangezogen werden, wobei diese nur für den unmittelbaren Beobachtungspunkt (Wetterstation) und nur für die Vergangenheit eine Aussage liefern können. Für die im Rahmen des Klima-Gestaltungsplanes zu bearbeitenden Fragestellungen bietet sich die Nutzung der flächenhaft interpolierten Daten, die in Thüringen durch das **TLUBN (Klimaagentur)** bereitgestellt werden, an (<https://tlubn.thueringen.de/klima/klimaagentur/>). Die TLUBN betreibt in enger Kooperation mit den entsprechenden Fachbehörden der Bundesländer Sachsen und Sachsen-Anhalt ein Regionales Klimainformationssystem (ReKIS), dessen Daten teilweise für die folgenden Untersuchungen herangezogen wurden.

Zur Beschreibung der Klimaveränderung hat man sich in der Klimatologie (gemäß WMO World Meteorological Organization) darauf geeinigt, den Zeitraum 1961 bis 1990 als Bezugs- bzw. Referenzzeitraum zu verwenden, auch wenn die anthropogenen Klimaveränderungen mindestens seit Beginn des Industriezeitalters nachweisbar und zurück verfolgbar sind, ein weltweites Messnetz aber erst schrittweise aufgebaut worden ist. Die Betrachtung der Klimaveränderungen als Mittelwertbildung über einen Zeitraum von jeweils 30 Jahren hat sich als Standard etabliert.

Die Thüringer Klimaagentur stellt flächenhafte Interpolationen für die Zeitschnitte 1961 – 1990 (Vergangenheit, Referenzzeitraum), 1986 – 2015 (als Beschreibung der Gegenwart bzw. des jetzigen Klimas) sowie flächenhafte Vorausberechnungen (Projektionen) für die nahe Zukunft (Zeitraum 2021 – 2050 und die ferne Zukunft: 2071 -2100) zur Verfügung. Für den Klima-Gestaltungsplan wird vorrangig auf die Vorausberechnungen für die nahe Zukunft zurückgegriffen werden, da der Planungshorizont der meisten kommunalen bzw. regionalen Planwerke in einer Größenordnung von 10 ... 15 ... bis max. 20 Jahren liegt und der Klima-Gestaltungsplan sich hier sinnvoll einordnen soll. Die „ferne Zukunft“ sollte dabei aber immer im Blick behalten werden.

Durch die starke naturräumliche Gliederung des Landkreises, vor allem durch die deutlich variierenden Höhenlagen, sind innerhalb des Landkreises immer schon klimatische Unterschiede zu beobachten. Im Rahmen des Klimawandels werden diese relativ zueinander erhalten bleiben; die Ausläufer des Harzes im Norden des Landkreises werden auch in Zukunft kühler sein als die Bereiche der Goldenen Aue.

4.1.2 Beobachtete (bereits eingetretene) klimatische Veränderungen im Landkreis Nordhausen

Ein gewisses Problem bei der Darstellung der bisher eingetretenen und beobachteten klimatischen Veränderungen im Landkreis stellt der Umstand dar, dass im Gebiet des Landkreises Nordhausen keine Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD) angesiedelt ist. Die nächsten DWD-Stationen befinden sich westlich von Nordhausen in Leinefelde bzw. östlich in Artern. Die Temperaturentwicklung im Zeitraum von 1960 bis 2020 für die Station Artern und Leinefelde sind in den Abbildung 4.1 und 4.2 dargestellt.

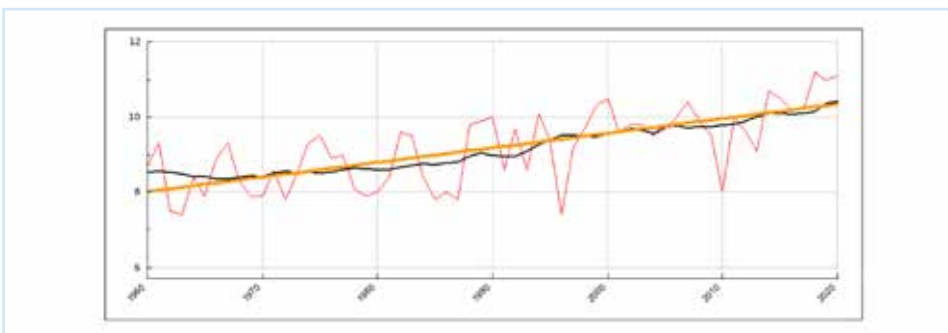


Abbildung 4.1: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur an der Messstation Artern im Zeitraum 1960 bis heute (© SKlima.de, 2021)

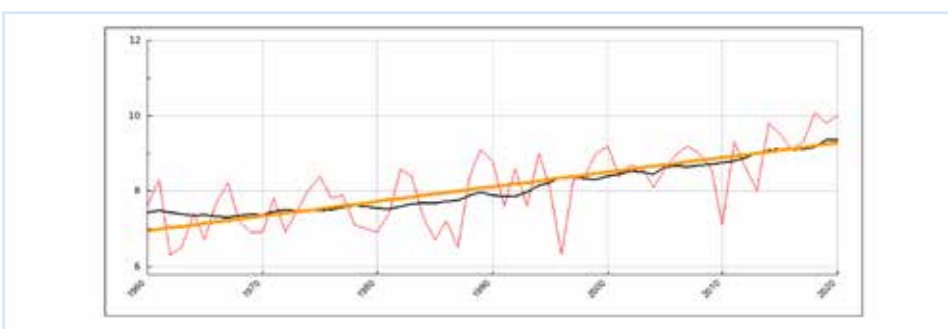


Abbildung 4.2: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur an der Messstation Leinefelde im Zeitraum 1960 bis heute (© SKlima.de, 2021)

Die eingetragene lineare Trendlinie (gelb) und die gleitenden Mittelwertbildungen über 10 Jahre (schwarze Linie) lassen für beide Stationen eindeutig die Tendenz des Temperaturanstiegs um ca. 2 K in einem Zeitraum von sechs Jahrzehnten erkennen.

Für die Verdeutlichung des Klimawandels im Landkreis Nordhausen muss also auf die bereits beschriebenen flächenhaften Interpolationen zurückgegriffen werden. Die bisher eingetretenen und beobachteten klimatischen Veränderungen im Landkreis lassen sich dabei vor allem an folgenden Parametern verdeutlichen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass hier jeweils die Messwerte des Zeitraums 1961 – 1990 dem Zeitraum 1986 – 2015 gegenübergestellt wurden, die Veränderungen also einem Zeitraum von nur 25 Jahren umfassen (Abbildung 4.3):

- Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur um 7,7 °C auf **8,6 °C**
- Erhöhung der Anzahl der heißen Tage pro Jahr ($T_{\max} > 30\text{ °C}$) von 2 auf **5 Tage**
- Abnahme der Anzahl der Eistage pro Jahr ($T_{\max} < 0\text{ °C}$) von 28 auf **23 Tage**

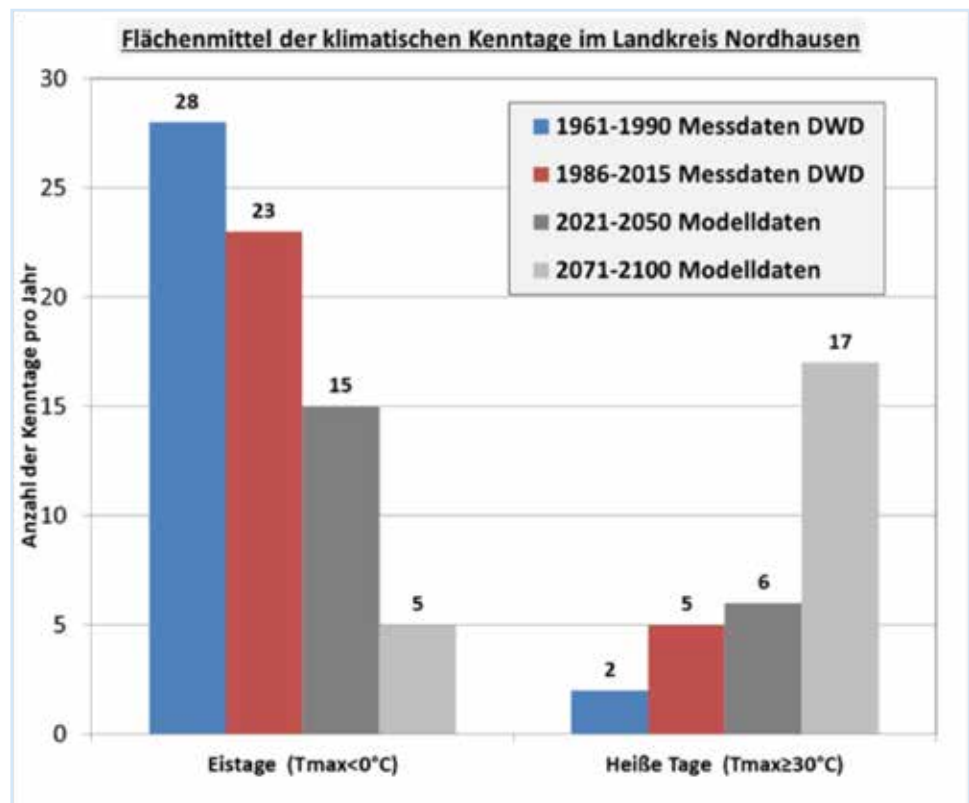


Abbildung 4.3: Entwicklung des Flächenmittels klimatischer Kenntage im Landkreis Nordhausen von der Referenzperiode (1961 – 1990) bis in die ferne Zukunft (2071 – 2100)

Hinsichtlich der Veränderung des Niederschlags in der Vergangenheit sei auf die Abbildung 4.4 verwiesen, die die Entwicklung des Jahresniederschlags für die Station Leinefelde darstellt. Hier ist eine geringfügige Zunahme des durchschnittlichen Jahresniederschlags zu verzeichnen. Eine ganz ähnliche Entwicklung würde sich in einer Graphik für die Station Artern zeigen lassen, wobei die Absolutwerte des Jahresniederschlags in Artern deutlich niedriger liegen als für die Station Leinefelde. Verwiesen werden muss an dieser Stelle auf den Umstand, dass die Schwankungsbreite des Jahresniederschlags zwischen den einzelnen Jahren erheblich ist.

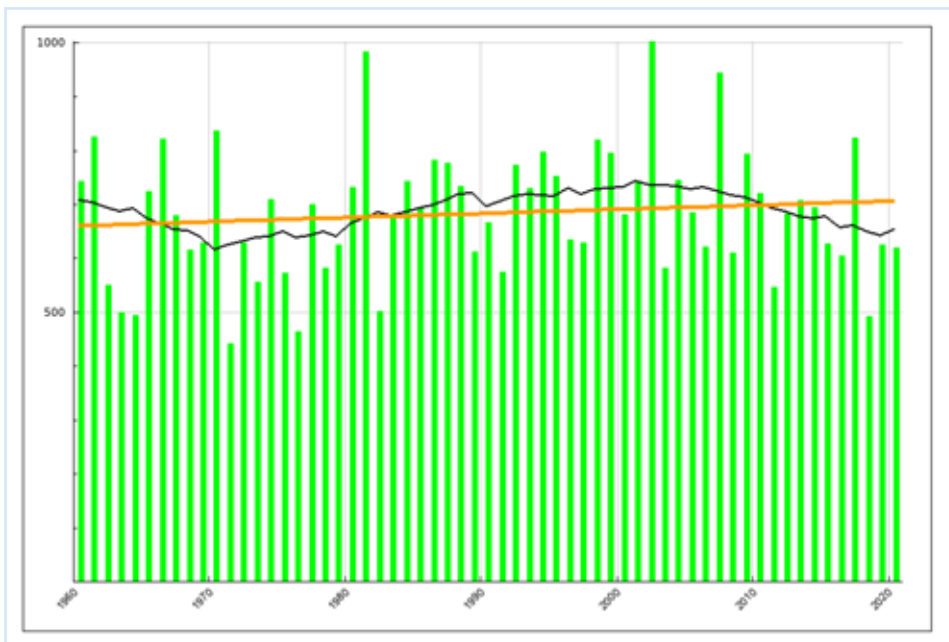


Abbildung 4.4: Entwicklung der jährlichen Niederschlagsmenge an der Messstation Leinefelde im Zeitraum 1960 bis heute (© SKlima.de, 2021)

Während in trockenen Jahren der Jahresniederschlag in Artern unter 300 mm/a liegt, wurden für feuchte Jahre Jahresniederschlagsmengen von 600 mm/a und darüber gemessen, was einem Faktor >2 entspricht. Insgesamt ist die Station Artern aber (vielleicht mit Ausnahme der Goldenen Aue) tatsächlich wenig repräsentativ für den Landkreis Nordhausen, so dass der Bezug auf die Station Leinefelde passender ist. Hier wurde in trockenen Jahren knapp 500 mm/a gemessen, während in feuchten Jahren Niederschlagsmengen von bis zu 1.000 mm/a registriert wurden. Der Faktor >2 gilt hier also ebenso.

Von besonderer Bedeutung sind dabei die Niederschlagsmengen im 2. Jahresquartals (April bis Juni). Das 2. Jahresquartal ist von besonderem Interesse, da in diesen Zeitraum der Beginn der Vegetationsperiode fällt und ungenügende Niederschläge in diesem Zeitraum vor allem die Land- und Forstwirtschaft vor erhebliche Probleme stellen können.

Um das Problem der zunehmenden Trockenheit in den Sommermonaten adäquat darzustellen, muss neben der Entwicklung des Niederschlags auch die mit steigenden Temperaturen zunehmende Verdunstung berücksichtigt werden.

Aus den Veränderungen der Temperaturen und des Niederschlags lassen sich rechnerisch Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz ermitteln, die sich ebenfalls nachweislich bereits verschlechtert hat (Abbildung 4.5, Erläuterungen hierzu im folgenden Kapitel).

4.1.3 Modellierete (projizierte) klimatische Veränderungen im Landkreis Nordhausen

Die künftigen Klimaveränderungen zu quantifizieren ist natürlich nur auf der Grundlage von Modellberechnungen möglich. Die verwendeten Klimamodelle bzw. die Algorithmen zur Regionalisierung dieser Daten können heutzutage als sehr gut belastbar gelten. Seit der ersten Etablierung wurden diese Modelle immer weiterentwickelt und verfeinert und die reale Entwicklung (Messdaten) hat die aus den Klimamodellen abgeleiteten Projektionen weitestgehend bestätigt. Insofern ist davon auszugehen, dass die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen, die wir heute aus den Modellrechnungen gewinnen können, ebenfalls als belastbar einzustufen sind.

Aus der Graphik in Abbildung 4.3 lassen sich die projizierten durchschnittlichen Erhöhungen der Zahl der Heißen Tage im Betrachtungsraum einerseits und die Abnahme der Zahl der Eistage andererseits für die nahe und ferne Zukunft gut ablesen. Die räumliche Verteilung dieser Veränderungen ist in den Karten 4.1 und 4.2 (im Kartenwerk) dargestellt.

In ähnlicher Weise lassen sich verschiedene Parameter bezüglich des Niederschlags graphisch bzw. kartographisch darstellen (Abbildung 4.5 und Karte 4.3). Bezüglich der klimatischen Wasserbilanz zeigen die Klimaprojektionen auf, dass diese Bilanz sich in den Sommermonaten mehr und mehr ins Negative entwickelt. Eine negative klimatische Wasserbilanz besagt, dass von einer speziellen Fläche in dem fraglichen Zeitraum (z.B. innerhalb eines Monats bzw. Quartals) mehr Wasser verdunstet (bzw. theoretisch verdunsten kann), als im gleichen Zeitraum Niederschlag fällt.

Wie aus Abbildung 4.5 erkennbar, war bzw. ist die klimatische Wasserbilanz in den Sommermonaten auch in Vergangenheit und Gegenwart negativ – die potenzielle Verdunstung ist also höher als der Niederschlag. Die Klimaprojektionen zeigen für die Zukunft jedoch eine deutliche Zunahme des Defizites, was bedeutet, dass das den Pflanzen im Sommer zur Verfügung stehende Wasser sich zunehmend reduziert. Die Klimaprojektionen legen weiterhin nahe, dass sich zukünftig im ersten Kalenderquartal die klimatische Wasserbilanz verbessern wird, was positiv für die Grundwasserneubildung und den Bodenwasserhaushalt einzustufen ist. Insgesamt ist aber trotz geringfügiger Erhöhung der Jahresniederschläge (vgl. Abbildung 4.4) die Wasserverfügbarkeit für Pflanzen eher als zunehmend problematisch einzustufen.

Wenn Modellrechnungen für einen wie auch immer gewählten künftigen Zeitraum eine Aussage hinsichtlich der Jahresmitteltemperatur oder wichtiger Kenntage treffen, dann bedeutet dies nur, dass in dem künftigen Zeitraum im Mittel (Durchschnittsbildung über 30 Jahre) die jeweiligen klimatischen Bedingungen herrschen. Die Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren, wie sie sich auch aus der Wetterbeobachtung in der Vergangenheit konstatieren lassen, wird es selbstverständlich auch in der Zukunft geben.

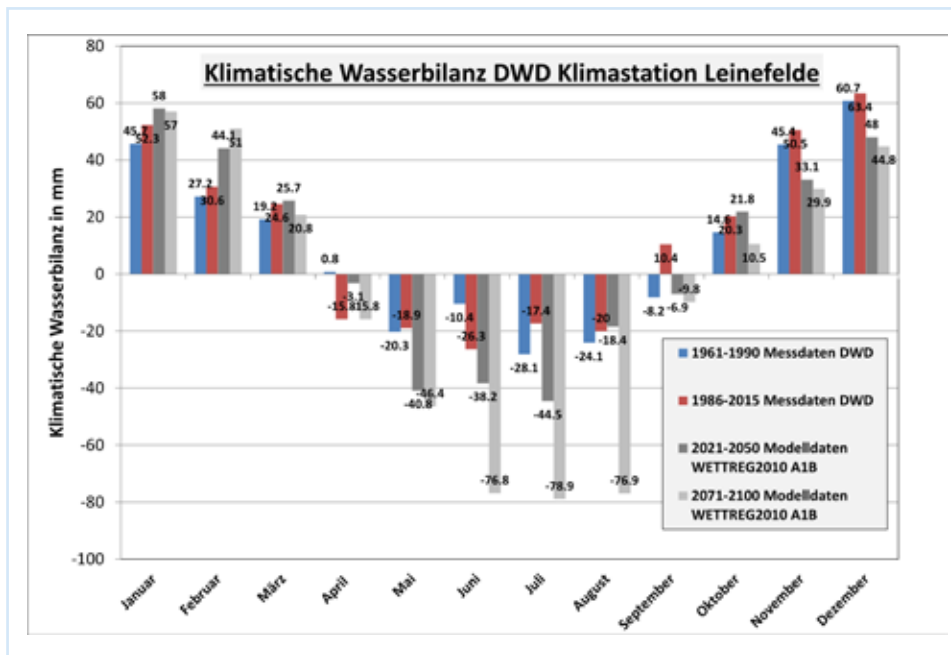


Abbildung 4.5: Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz für jeden Kalendermonat an der Messstation Leinefelde von der Referenzperiode (1961 – 1990) bis in die ferne Zukunft (2071 – 2100)

4.2 Sozioökonomische Faktoren

4.2.1 Methodisches Vorgehen bei der Ermittlung der Klimawirkungen (Betroffenheiten)

Wenn die Anpassung an den Klimawandel (Klimaanpassung) als planerische Aufgabe verstanden werden soll, kommt es nicht nur auf eine Beschreibung und Quantifizierung der klimatischen Veränderungen (Klimasignal) an, sondern es ist zu ermitteln, welche Klimawirkungen (Betroffenheiten) im Untersuchungsraum bestehen. Dies erfordert es, dem Klimasignal im Betrachtungsraum die Sensitivität dieses Betrachtungsraums gegenüberzustellen bzw. Klimasignal und Sensitivität miteinander zu verrechnen. In einem Betrachtungsraum ohne Bevölkerung würde selbst ein Klimasignal, das eine signifikante Temperaturerhöhung beschreibt, keine Klimawirkung hinsichtlich der Wärmebelastung nach sich ziehen, da keine Bevölkerung vorhanden ist, die sensitiv durch die Klimaveränderung betroffen wäre. Ähnliche Beispiele ließen sich hinsichtlich Trockenheit konstruieren, die für Betrachtungsräume ohne Land- und Forstwirtschaft eben auch keine Klimawirkungen bzw. Betroffenheiten hervorruft.

Diese Zusammenhänge zwischen Klimasignal, Sensitivität und Klimawirkung sind in der folgenden Abbildung 4.6 dargestellt. Erst aus der Ermittlung der Klimawirkungen bzw. Betroffenheiten lassen sich konkrete Maßnahmen entwickeln und verorten und Planungshinweise ableiten.

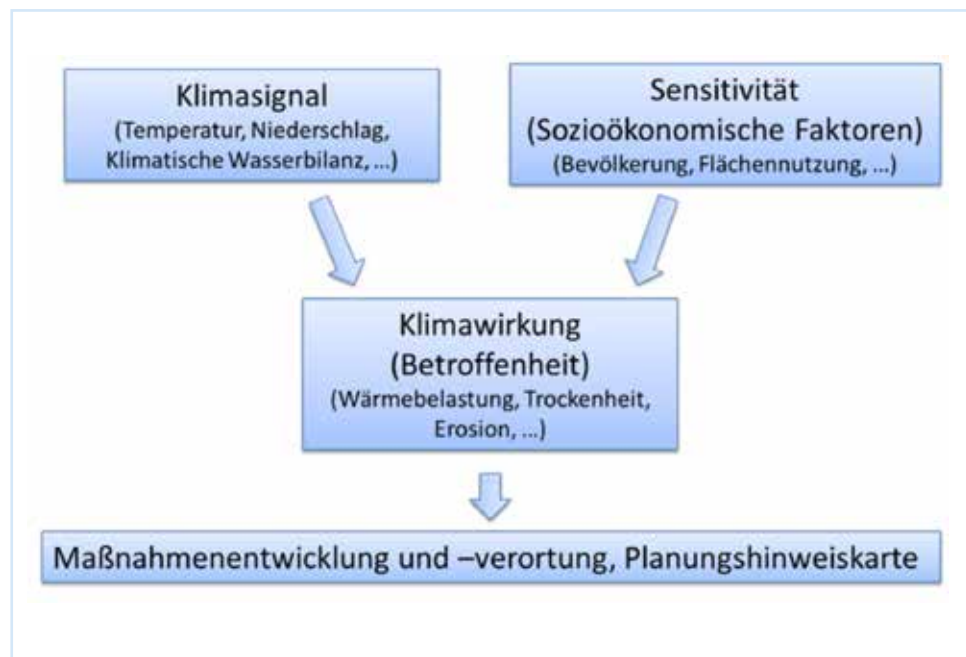


Abbildung 4.6: Schema zum methodisches Vorgehen bei der Ermittlung der Klimawirkungen (Betroffenheiten)

4.2.2 Schwerpunktthemen bezüglich der Klimawirkungen

Die Deutsche Klimaanpassungsstrategie (DAS; RBD, 2008) definiert insgesamt 13 verschiedene Handlungsfelder, in denen eine Auseinandersetzung mit den Folgen des Klimawandels für das jeweilige Handlungsfeld erfolgen sollte. In der Praxis hat es sich als sinnvoll erwiesen, aus all diesen Handlungsfeldern bezogen auf den Untersuchungsraum Schwerpunktthemen abzuleiten. Für einen Teil dieser Schwerpunktthemen dürfte eine vertiefende Betrachtung in praktisch jedem Untersuchungsraum angezeigt sein; andere Schwerpunktthemen sind eher nur in speziellen Untersuchungsräumen zu betrachten.

Für die Stadt und den Landkreis Nordhausen wurden folgende Schwerpunktthemen identifiziert:

- Wärmebelastung für die Bevölkerung
- Trockenstress für das Stadtgrün
- Trockenheit auf Waldflächen
- Erosion durch Starkregen auf Ackerflächen
- Wasserknappheit auf Ackerflächen
- Hochwasser Gewässer 1. Ordnung
- Heiz- und Kühlenergiebedarf

Für andere Untersuchungsräume ist es ohne weiteres denkbar, diese Liste zu erweitern oder zu kürzen oder beides zu tun, so dass eine andere Palette von Schwerpunktthemen bearbeitet wird.

4.2.3 Wichtige einbezogene sozioökonomische Faktoren

Als Ausgangsdaten für die Beschreibung bzw. Quantifizierung der Sensitivitäten wird i.d.R. auf vorhandene raumbezogene und vor allem sozioökonomische Faktoren zurückgegriffen. Beispielsweise wird zum Schwerpunktthema „Wärmebelastung für die Bevölkerung“ auf die Bevölkerungsstatistik (Einwohnerzahl und altersmäßige Zusammensetzung der Bevölkerung) zurückgegriffen. Sind in dicht bebauten innerstädtischen Bereichen viele Menschen und vor allem viele Menschen der sensiblen Bevölkerungsgruppen (Kinder bis 6 Jahre und/oder ältere Menschen) ansässig ist die Sensitivität deutlich höher einzustufen, als in (ländlichen) Untersuchungsräumen mit einer deutlich geringeren Einwohnerdichte.

Für die Bearbeitung des Schwerpunktthemas „Trockenheit auf Waldflächen“ spielen dagegen die Baumartenzusammensetzung und die Bodeneigenschaften die zentrale Rolle bei der Einschätzung der Sensitivität. Die einzelnen Baumarten können unterschiedlich gut mit zunehmender Trockenheit vor allem in der Vegetationsperiode umgehen und in Kombination mit dem Wasserspeichervermögen des Bodens entstehen daraus künftig gänzlich unterschiedliche Betroffenheiten.

Welche Daten zur Beschreibung bzw. Quantifizierung der Sensitivitäten herangezogen wurden wird im Einzelnen in den Kapiteln 4.3.3ff beschrieben.

4.2.4 Verwendete Quellen

Hinsichtlich des Klimasignals wurde im Wesentlichen auf die im Kapitel 4.1 beschriebenen Daten zurückgegriffen.

Bezüglich der Daten, die Sensitivitäten beschreiben, muss auf Daten unterschiedlicher Datenquellen zurückgegriffen werden. Bei den Bevölkerungsdaten (Einwohnerzahlen und Alterszusammensetzung) wurden Daten des Thüringer Landesamtes für Statistik und in Hinblick auf die räumliche Differenzierung innerhalb der Stadt Nordhausen Daten der Stadt Nordhausen (Einwohnermeldeamt, Sozialstatistik) herangezogen. Die Daten zur Dichte der Bebauung beruhen auf 3-D Gebäudedaten (LoD2) des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation.

Als ein anderes Beispiel soll noch die Erosion auf Ackerflächen erwähnt werden: In diesem Fall wurde ausschließlich auf Sensitivitätsdaten zurückgegriffen, da die Daten des TLUBN zur potenziellen Erosionsgefährdung bereits den Niederschlag berücksichtigen. Dieser Datensatz beinhaltet gleichzeitig die Abgrenzung der Ackerflächen.

Weitere und detaillierte Ausführungen zum Thema der Datenherkunft findet sich weiter unten ab Kapitel 4.3.3.

4.2.5 Darstellung der Wechselwirkung von Klimasignal und sozioökonomischen Faktoren (Analysekarten)

Die Verschneidung bzw. Überlagerung der Daten des Klimasignals mit den jeweiligen Sensitivitäten im Sinne der in Kapitel 4.2.1 beschriebenen Vorgehensweise erfolgt in den sogenannten Analysekarten. Zu jedem der in Kapitel 4.2.2 genannten Schwerpunktthemen wurde eine Analysekarte erstellt. In ihrer kartographischen Gestaltung unterscheiden sich diese Karten verständlicherweise untereinander, da in Bezug zu jedem Schwerpunktthema das jeweils relevante Klimasignal bzw. die in die Beurteilung einzubeziehenden Sensitivitäten die Verschneidung bzw. Überlagerung verschiedener Daten erfordert.

Die Analysekarten zu fünf der sieben Schwerpunktthemen finden sich als Karten 4.6 bis 4.11 im Kartenteil des Klima-Gestaltungsplans.

4.3 Klimawirkungen (Betroffenheiten) in der Stadt und im Landkreis Nordhausen

4.3.1 Auswahl und Abgrenzung der Gebiete für die Steckbriefe Klimaanpassung

Die Untergliederung des Betrachtungsraumes – also des gesamten Landkreises Nordhausen – in einzelne Teilräume, die gesondert betrachtet, beschrieben und hinsichtlich ihrer Betroffenheit bezüglich des Klimawandels einzeln bewertet wurden, erfolgte im Wesentlichen nach pragmatischen Gesichtspunkten. Dabei war einerseits in Ansatz zu bringen, dass sich anders als bei den einzelnen Stadtraumtypen (vgl. Kapitel 2.1) bzw. den Landschaftsraumtypen (vgl. Kapitel 3.3ff) z.B. die Abgrenzung und die Bestimmung der Ausdehnung einzelner Klimatope in der Örtlichkeit nochmals deutlich schwieriger gestaltet, als bei den erwähnten Stadt- bzw. Landschaftsraumtypen.

Das entscheidende Argument für die gewählte Untergliederung des Betrachtungsraum besteht jedoch in dem Umstand, dass für die Ermittlung der Klimawirkungen (Betroffenheiten) auch sozioökonomische Faktoren einzubeziehen sind (siehe Kapitel 4.2), die nicht in jeder beliebigen Auflösung vorliegen. So sind z.B. Angaben zur Einwohnerzahl und der Alterszusammensetzung immer nur für einzelne Gemeinden bzw. in größeren Städten dann auch für einzelne statistische Bezirke innerhalb der Kommune verfügbar. Zwangsläufig kann die Ermittlung von Betroffenheiten aus einer Verschneidung von Klimasignal und sozioökonomische Faktoren nicht in einer höheren Auflösung erfolgen, als die räumliche Auflösung der Ausgangsdaten. Insgesamt ergibt sich auf diesem Weg eine sinnvolle Differenzierung innerhalb des Betrachtungsraumes auf Teilräume zu denen jeweils spezifische Aussagen getroffen werden können.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen wurde der Betrachtungsraum in 14 Teilgebiete (ohne die Stadt Nordhausen) untergliedert, die jeweils eine (politische) Gemeinde umfassen. Für die Stadt Nordhausen erfolgte, da hier Daten in einer höheren Auflösung vorlagen, eine Untergliederung in 14 Ortsteile und der Ortsteil Nordhausen (also das eigentliche bebaute Stadtgebiet) wurde nochmals in 25 Stadtteile untergliedert. Damit erfuhr der Landkreis eine Unterteilung in insgesamt 53 Teilräume, die jeweils individuell untersucht und in Form von Steckbriefen beschrieben wurden.

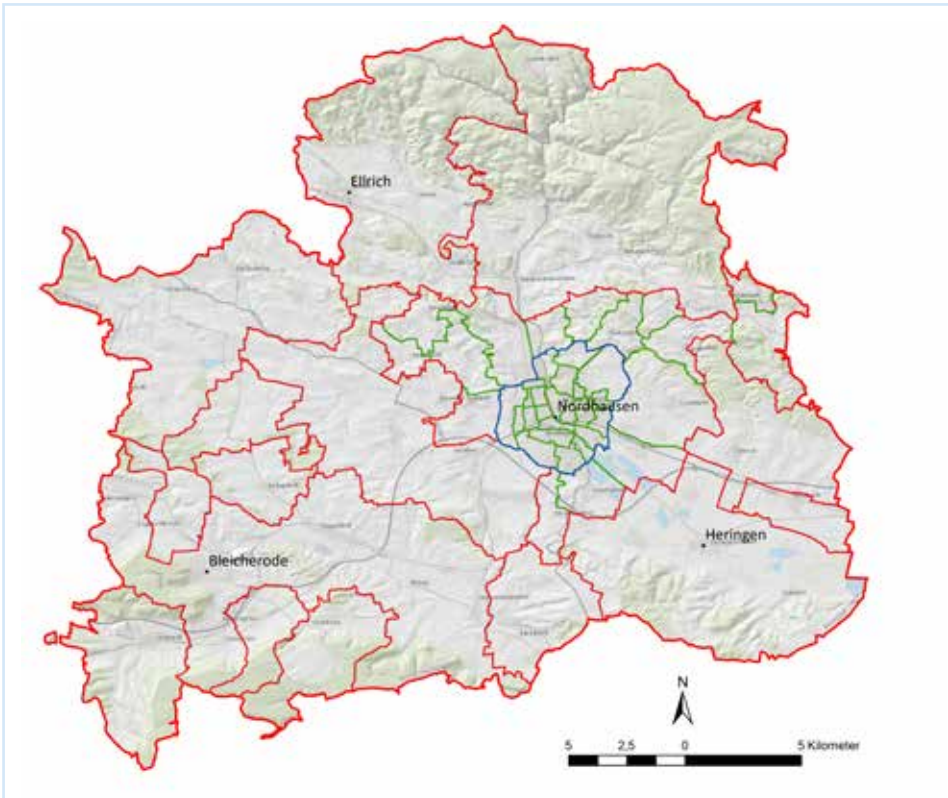


Abbildung 4.7: Übersicht zur Untergliederung des Betrachtungsraums des Landkreises Nordhausen zur Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels in 53 Teilräume

Die Untergliederung des Landkreises einschließlich der Stadt Nordhausen ist in Abbildung 4.7 dargestellt. Ein Beispiel für einen Steckbrief zum Thema Klimaanpassung findet sich in Abbildung 7.6.

4.3.2 Analyse, Analysekarten und Darstellung der räumlichen Verteilung der Betroffenheiten (Klimawirkungskarten)

Die flächendeckende Analyse der Auswirkungen des Klimawandels und die Ableitung der Klimawirkungen (Betroffenheit) in den einzelnen Teilräumen erfolgte mit Hilfe eines Geographischen Informations-Systems (GIS). Hierzu wurden Daten des Klimasignals mit weiteren raumbezogenen und sozioökonomischen Parametern überlagert und verrechnet. In den Analysekarten wurde jeweils versucht, die verwendeten Parameter möglichst anschaulich kartographisch darzustellen. Dies stößt, vor allem wenn relativ viele Parameter berücksichtigt werden sollen bzw. müssen, teilweise an die Grenzen einer übersichtlichen und gut lesbaren Kartographie. Tatsächlich handelt es sich hier jedoch ausschließlich um ein Darstellungsproblem, denn die relevanten Daten sind im GIS mit ihrem konkreten Raumbezug vorhanden und können für die nachfolgenden Berechnungen der Klimawirkungen (Betroffenheiten) uneingeschränkt genutzt werden.

Für die Ermittlung der Klimawirkungen (Betroffenheiten) werden Daten des Klimasignals (z.B. Zahl Heißer Tage) mit sozioökonomischen Daten (z.B. Einwohnerzahl, Anteil sensibler Einwohner, Bauvolumen) verschnitten und dabei Kennwerte abgeleitet, die ein Maß für die Klimawirkung in diesem konkreten Teilraum darstellen.

Liegen diese Kennwerte erst einmal flächendeckend vor, kann der gesamte Wertebereich analysiert und sinnvoll untergliedert werden, indem in einer (die Bearbeiter haben sich für eine fünfstufige Skala entschieden) Skala zwischen geringste – geringe – mittlere – erhöhte – höchste Betroffenheit unterschieden wird. Wie sich aus der kurzen Darlegung zur Methodik ergibt, handelt es sich hier um eine halbquantitative Bewertung, die jeweils auch immer nur relativ für den konkreten Betrachtungsraum gilt. Das heißt zum Beispiel, dass die Einstufung als höchste Betroffenheit bezüglich der Wärmebelastung für die Bevölkerung immer nur für den konkreten Betrachtungsraum des Landkreises Nordhausen gilt. Es existiert bisher kein vom konkreten Betrachtungsraum unabhängiger bzw. objektiver Maßstab für eine Beurteilung der jeweiligen Betroffenheit. Es wäre also durchaus denkbar, dass in anderen Teilen Thüringens oder Deutschlands die Betroffenheit bezüglich der Wärmebelastung für die Bevölkerung deutlich höher einzustufen wäre, als z.B. im Südosten des Landkreises Nordhausen (vgl. Karte 4.12 im Kartenwerk).

In den folgenden Kapiteln werden jeweils die verwendeten Daten und die Quantifizierung der Betroffenheiten noch detaillierter dargestellt. Zur Illustration wird auf die entsprechenden Analyse- und Betroffenheitskarten verwiesen werden.

4.3.3 Wärmebelastung für die Bevölkerung

Für die Beurteilung und räumliche Differenzierung des Schwerpunktthemas **Wärmebelastung für die Bevölkerung** wurden für das Klimasignal die

➤ Zahl der Heißen Tage

herangezogen und mit Daten zur

- Einwohnerzahl,
- Anteil Einwohner in sensiblen Altersgruppen (0-6 Jahre und älter 65 Jahre) und zum
- Bauvolumen (abgeleitet aus LoD2-Daten)

verschnitten bzw. verrechnet. Die dafür relevanten Daten wurden bezogen vom Thüringer Landesamt für Statistik bzw. der Stadt Nordhausen (Einwohnerdaten) sowie vom Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LoD2-Daten).

Analyse:

In der Analysekarte (Karte 4.6 im Kartenwerk) sind durch die Hintergrundfarbe die Zahl der Heißen Tage dargestellt. In den Ortslagen wurde das Bauvolumen als Maß für die Dichte der Bebauung und damit indirekt für die Ausprägung des Wärmeineffektes dargestellt. Angaben zur Bevölkerung finden sich in den Zahlen hinter dem Ortsnamen als Angabe zum Anteil (in %) der Bevölkerung in sensiblen Altersgruppen.

Betroffenheit:

In der Klimawirkungskarte (Karte 4.7 im Kartenwerk) ist die Betroffenheit in den Siedlungsräumen der einzelnen Teilräume dargestellt. Die höchste Betroffenheit wurde für die Gemeinden der Erfüllenden Gemeinde Heringen/Helme festgestellt. Hier dürfte sich vor allem das Klimasignal (Zahl der Heißen Tage) durchpausen (Karte 4.1 im Kartenwerk), während die Differenzierung innerhalb von Nordhausen sich vor allen durch die o.g. sozioökonomischen Faktoren begründet.

4.3.4 Trockenstress für das Stadtgrün

Bei der Ermittlung der Betroffenheit zum Schwerpunktthema **Trockenstress für das Stadtgrün** wurde das Klimasignal

➤ klimatische Wasserbilanz (Frühjahr-Sommer)

mit folgenden Daten zu den Sensitivitäten verrechnet:

- Empfindlichkeit der Baumart gegenüber Trockenheit (aus KLAM nach Roloff et al. 2008) und dem
- Versiegelungsgrad

Die dafür relevanten Daten (Gattung und Art der Stadt- und Straßenbäume – soweit vorhanden) stammen aus dem Stadtbaumkataster der Stadt Nordhausen. Die Versiegelungsdaten wurden über die EEA (European Environmental Agency) bezogen die aus der Auswertung von Satellitendaten Angaben zur Versiegelung in einem Raster 20 x 20 m bereitstellt.

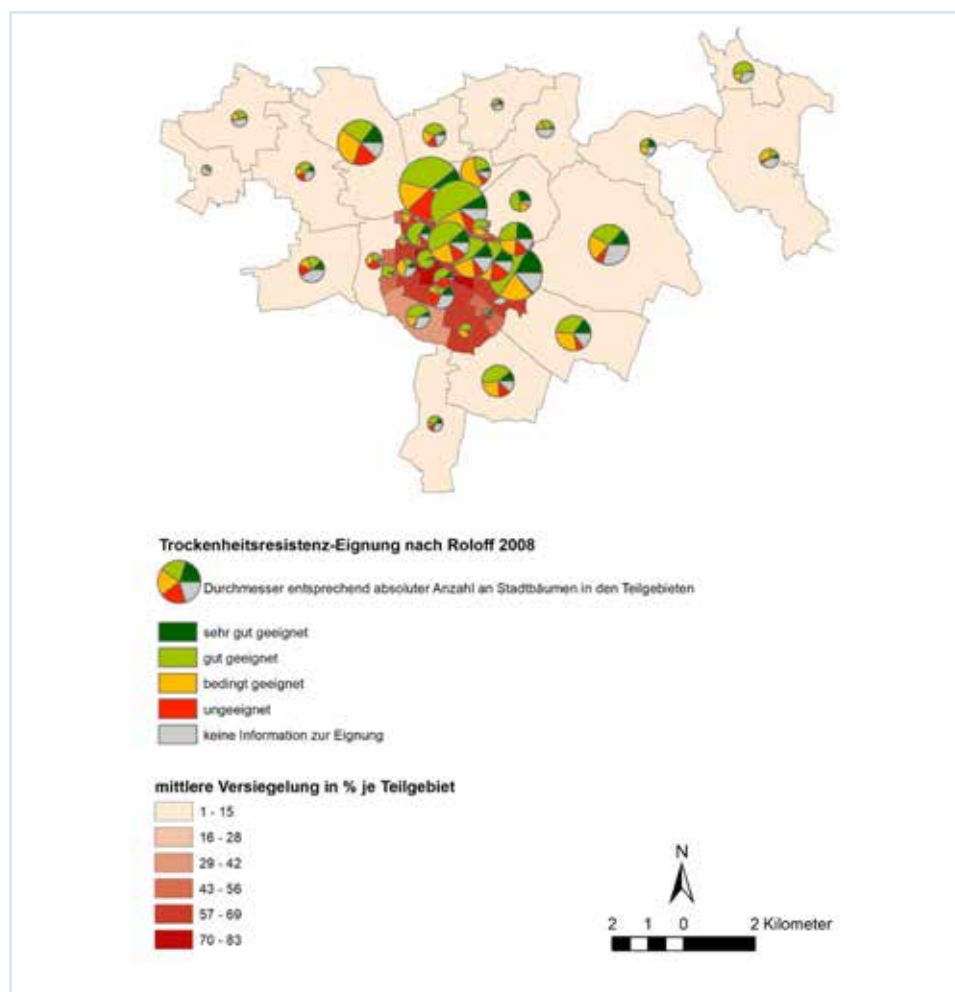


Abbildung 4.8: Analysekarte für das Stadtgebiet Nordhausen zum Schwerpunktthema Trockenstress für das Stadtgrün

Da die Daten zu den Stadt- und Straßenbäumen nur für die Stadt Nordhausen und ansonsten für keine weitere Stadt oder Gemeinde des Landkreises vorlagen, wurde daher auf eine kartographische Darstellung auf Landkreisebene verzichtet. Eine Auswertung erfolgte nur für die Stadt Nordhausen. Eine entsprechende kartographische Darstellung findet sich in Abbildung 4.8.

Analyse:

In der Analysekarte ist nicht der Baumbestand in jeweiligen Teilraum der Stadt Nordhausen (Orts- bzw. Stadtteil), sondern nur der Bestand an Stadt- und Straßenbäumen ausgewertet und dargestellt worden. Dies hat zur Folge, dass in den flächenmäßig relativ großen Ortsteilen nur eine geringe Anzahl von Bäumen in die Betrachtung einbezogen wurde (Durchmesser der Tortendiagramme). Die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der einzelnen Baumarten in den Teilräumen gegenüber Trockenheit sind in den Sektoren der Tortendiagramme dargestellt. Je größer die gelben und vor allem roten Sektoren in diesen Tortendiagrammen sind, desto empfindlicher ist der Baumbestand des jeweiligen Teilraums gegenüber Trockenheit. Hinsichtlich der Versiegelung ist erkennbar, dass die Kernstadt durch die stärkste Versiegelung gekennzeichnet ist.

Betroffenheit:

Die Abbildung 4.9 stellt die entsprechende Klimawirkungskarte hinsichtlich des Stadtgebietes Nordhausen dar. Erkennbar ist, dass die stärksten Betroffenheiten bezogen auf das Schwerpunktthema Trockenstress für das Stadtgrün in den Teilräumen recht unterschiedlich einzustufen ist. Die Zuordnung zu einzelnen Parametern ist nicht ganz eindeutig.

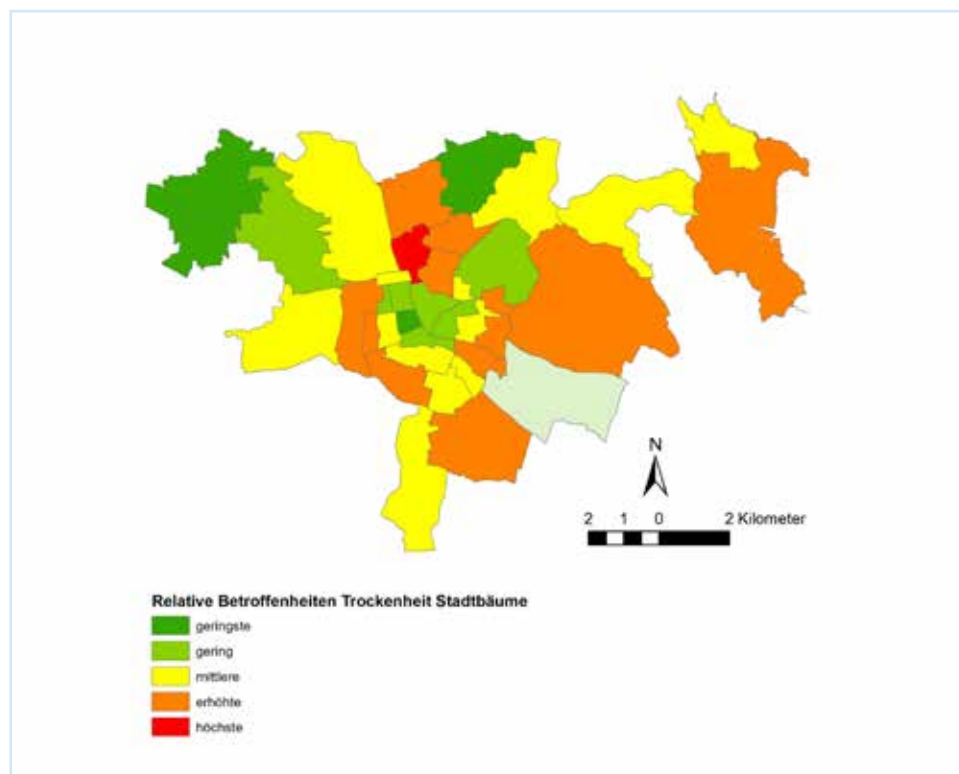


Abbildung 4.9: Klimawirkungskarte für das Stadtgebiet Nordhausen zum Schwerpunktthema Trockenstress für das Stadtgrün

4.3.5 Wassermangel auf forstlich genutzten Flächen

Für die Beurteilung und räumliche Differenzierung des Schwerpunktthemas **Wassermangel auf forstlich genutzten Flächen** wurden das Klimasignal

➤ klimatische Wasserbilanz (Frühjahr-Sommer)

herangezogen und mit Daten zur

- Anteil der Waldflächen an der Fläche des Teilraums,
- Empfindlichkeit der Hauptbaumart gegenüber Trockenheit in Verbindung mit mehreren Standortfaktoren (nutzbare Feldkapazität, Bodentyp, Hangneigung, Exposition

verschnitten bzw. verrechnet. Die dafür relevanten Daten standen über das ALKIS (Waldflächen) zur Verfügung bzw. wurden vom Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha der ThüringenForst AöR sowie dem Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz bezogen.

Analyse:

In der Analysekarte (Karte 4.8 im Kartenwerk) ist durch die Hintergrundfarbe die klimatische Wasserbilanz dargestellt. Eine niedrige (negative) klimatische Wasserbilanz ist in roten Farbtönen dargestellt und entspricht einem Wasserdefizit in der Vegetationsperiode. Überlagert wird diese Darstellung durch eine farbliche Darstellung der Waldflächen differenziert nach der Klimaempfindlichkeit (nach Klima-Arten-Matrix) der Hauptbaumart auf den jeweiligen Forstflächen.

Betroffenheit:

In der Klimawirkungskarte (Karte 4.12 im Kartenwerk, links oben) ist die Betroffenheit für die Waldflächen der einzelnen Teilräume dargestellt. Eine erhöhte Betroffenheit wurde für die Teilräume im südlichen und vor allem im östlichen Teil des Landkreises festgestellt. Hier dürfte vor allem die ungünstige bis schlechte klimatische Wasserbilanz entscheidend sein. Der Norden des Landkreises existieren zwar große Waldflächen in denen auf größeren Flächen auch nur bedingt geeignete Hauptbaumarten auftreten, jedoch ist hier, vor allem bedingt durch die Höhenlage, die klimatische Wasserbilanz deutlich besser, so dass z.B. im Teilraum Stadt Ellrich nur eine geringe Betroffenheit ermittelt wurde.

4.3.6 Erosionsgefährdung auf Ackerflächen

Für die Beurteilung und räumliche Differenzierung des Schwerpunktthemas **Erosionsgefährdung (durch Starkregen) auf Ackerflächen** wurden die folgenden Daten herangezogen:

- Größe und Flächenkulisse der Ackerflächen,
- potenzielle Erosionsgefährdung

Da in die Ermittlung der potenziellen Erosionsgefährdung durch das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz der Faktor Niederschlag (Klimasignal) bereits eingegangen war, erfolgte hier keine nochmalige Verrechnung.

Analyse:

In der Analysekarte (Karte 4.9 im Kartenwerk) sind vor dem Hintergrund der Geländemorphologie (hillshade) alle Ackerflächen mit einem hohen, sehr hohen und äußerst hohem Erosionspotenzial bezogen auf Erosion durch Wasser dargestellt. Nicht dargestellt sind Ackerflächen z.B. in der Goldenen Aue und anderen Flussauen, die über geringere Erosionspotenziale verfügen. Da der Landkreis über große Ackerflächen und teilweise eine deutlich ausgeprägte Morphologie verfügt, ergeben sich auch erhebliche Flächen verteilt über den gesamten Landkreis mit signifikanten Erosionspotenzialen, wie aus der o.g. Karte zu erkennen ist.

Betroffenheit:

In der Klimawirkungskarte (Karte 4.12 im Kartenwerk, rechts oben) ist die Betroffenheit der Ackerflächen in den einzelnen Gemeinden bezüglich der Erosionsgefährdung dargestellt. Die bereits erwähnte ausgeprägte Morphologie in den meisten Teilräumen des Landkreises hat zur Folge, dass in der Mehrzahl der Teilräume eine erhöhte Betroffenheit bezüglich einer Erosionsgefährdung durch Starkregen auf Ackerflächen konstatiert werden muss. Niedrigere Betroffenheiten liegen nur dort vor, wo sich Ackerflächen überwiegend in den Auebereichen der Zorge, Helme und Wipper befinden. Am deutlichsten wird dies durch die geringste Betroffenheit im Ortsteil Bielen der Stadt Nordhausen und in der Gemeinde Görsbach.

4.3.7 Trockenheit auf landwirtschaftlichen Flächen

Für die Beurteilung und räumliche Differenzierung des Schwerpunktthemas **Trockenheit auf landwirtschaftlichen Flächen** wurden für das Klimasignal

➤ klimatische Wasserbilanz (Frühjahr-Sommer)

herangezogen und mit Daten zur

- Größe der Ackerflächen,
- nutzbaren Feldkapazität (nFK) und zum
- Grundwasserflurabstand

verschnitten bzw. verrechnet. Die dafür relevanten Daten standen über das ALKIS (Ackerflächen) zur Verfügung bzw. wurden bezogen vom Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz.

Analyse:

In der Analysekarte (Karte 4.10 im Kartenwerk) ist ebenso wie bei der entsprechenden Analysekarte für die Waldflächen durch die Hintergrundfarbe die klimatische Wasserbilanz dargestellt. Eine niedrige (negative) klimatische Wasserbilanz ist in roten Farbtönen dargestellt und entspricht einem Wasserdefizit in der Vegetationsperiode. Die nutzbare Feldkapazität wird üblicherweise als der Wasservorrat eines Bodens angesehen, der von den Pflanzen genutzt werden kann. Hohe Werte entsprechen also einem hohen Wasservorrat, der potenziell für das Pflanzenwachstum zur Verfügung steht. Alle Ackerflächen des Landkreises sind in einer Punktsignatur dargestellt, deren Dichte ein Maß für die nutzbare Feldkapazität darstellt.

Betroffenheit:

In der Klimawirkungskarte (Karte 4.12 im Kartenwerk, links unten) ist die Betroffenheit für die Ackerflächen der einzelnen Teilräume dargestellt. Eine erhöhte und höchste Betroffenheit wurde für die Gemeinden östlich der Stadt Nordhausen festgestellt. Hier existieren einerseits sehr großflächige Ackerflächen und andererseits fällt eine deutlich negative klimatische Wasserbilanz – zumindest teilweise – mit einer nur mittleren nutzbaren Feldkapazität zusammen. Diese Kombination kann zu problematischen Situationen für die Landwirtschaft in dem jeweiligen Raum führen.

4.3.8 Hochwassergefährdung

Für die Beurteilung und räumliche Differenzierung des Schwerpunktthemas

Hochwassergefährdung wurden folgenden Daten zu den Sensitivitäten herangezogen:

- Landnutzung
- potentielle Überflutungsgebiete bei HQ 100 und HQ 200

Die dafür relevanten Daten standen über das ALKIS (Landnutzung) zur Verfügung bzw. wurden vom Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz und vom Landesamt für Vermessung und Geoinformation bezogen.

Da in die Ermittlung der potenziellen Überflutungsgebiete bei HQ 100 und HQ 200 durch das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz die Starkniederschlagsereignisse (Klimasignal) bereits berücksichtigt wurden, erfolgte hier keine nochmalige Verrechnung.

Analyse:

In der Analysekarte (Karte 4.11 im Kartenwerk) ist das gesamte Gewässernetz des Landkreises Nordhausen dargestellt. Für die Gewässer 1. Ordnung existieren amtlich festgelegte Überschwemmungsgebiete und Berechnungen zu den bei einem Hochwasser HQ 100 bzw. HQ 200 tatsächlich überfluteten Flächen in den Auenbereichen der jeweiligen Flüsse. Die Flächengrößen sind durch die Ausdehnung der HQ 100- bzw. HQ 200-Flächen dargestellt. Dabei kommt es teilweise zu einer Überflutung von Flächen mit einer Nutzung, die von Überflutungsereignissen besonders negativ betroffen wären, wie Wohn- bzw. Gewerbeflächen (kritische Nutzungen). Bei dem Hauptteil der überfluteten Flächen dürfte es sich um landwirtschaftlich genutzte Flächen handeln (sonstige Flächen), auf denen durch starke Vernässung und Bodenabtrag ebenfalls Hochwasserschäden zu befürchten sind. Die Anteile der jeweiligen Nutzungen sind in kleinen Tortendiagrammen dargestellt. Insgesamt konzentrieren sich diese Gefährdungen natürlich auf die Auenbereiche der Flüsse Zorge, Helme und Wipper.

Betroffenheit:

In der Klimawirkungskarte (Karte 4.12 im Kartenwerk, rechts unten) sind die aus der Analysekarte bereits erkennbaren Gefährdungen noch einmal als Betroffenheiten dargestellt. Erhöhte Betroffenheiten sind in den Teilräumen vorhanden, durch die die Zorge und die Helme fließen. Einzelne Teilräume können gar nicht von Flusshochwassern betroffen sein, da hier keine entsprechenden Vorfluter vorhanden sind. Das Problem lokaler Überschwemmungen durch lokal sehr begrenzte Starkniederschlagsereignisse bleibt hiervon unberührt. Derartige Extremereignisse können grundsätzlich überall auftreten und werden im folgenden Kapitel detaillierter beschrieben.

4.3.9 Unwetter/Starkregenereignisse

Extremereignisse in Form von Starkniederschlag mit sehr enger räumlicher Ausdehnung stellen eine Gefährdung dar, für die gilt, dass sich mit dem erwärmenden Klima die Häufigkeit und Intensität derartiger Ereignisse besonders in den hohen und mittleren Breiten sowie den feuchten Tropen bis Ende des 21. Jahrhunderts verstärken werden (IPCC 2012, 2014). Dabei wird auf lokaler Ebene mit einer Zunahme der Niederschlagshöhe von 5-10 % pro ein Grad Celsius Erwärmung auf der täglichen und subtäglichen Zeitskala gerechnet. Im Ergebnis könnte sich die Wiederkehrzeit eines heute 20-jährlichen Ereignisses (1986-2005) am Ende des 21. Jahrhunderts (2081-2100) auf 14 Jahre (RCP2.6), 11 Jahre (RCP4.5) bzw. 6 Jahre (RCP8.5) reduzieren (Kharin et al. 2013). Die Zunahme lokaler Starkregenereignisse dürfte also künftig zu verstärkten Überschwemmungen und Sturzfluten führen.

Eine vergleichbare, also eine sich über den gesamten Landkreis erstreckende Untersuchung wie bei den vorangegangenen Schwerpunktthemen ist hier aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Es ist jedoch möglich, solche Ereignisse bzw. die von solchen Ereignissen ausgehenden Wirkungen für einen kleineren Betrachtungsraum zu modellieren. Aus diesem Grund wurde ein, von den Akteuren vor Ort genanntes, Starkregenereignis der jüngeren Vergangenheit beispielhaft für die Stadt Nordhausen modelliert und dessen Auswirkungen dargestellt. Am 11.09.2011 kam es gegen 14:45 Uhr zu einem kurzen, aber starkem Unwetter mit Starkregen und Hagel, dessen Folgen zahlreich im Internet dokumentiert sind. Zwei kleinere Ereignisse folgten gegen 17:30 und 19:10 Uhr. Laut Kostra-Atlas (Malitz & Ertel 2015) handelte es sich um ein Starkregenereignis mit einer Jährlichkeit von weniger als eins (ca. 10 mm in 60 min).

Die Simulation des Starkregenereignisses erfolgte mittels Itzī, eines dynamischen, distributiven, hydrologischen/hydraulischen Modells, das Oberflächenabflüsse zweidimensional und Kanalnetzabflüsse eindimensional abbildet. Da die dominanten Abflussprozesse bei Starkregenereignissen an der Oberfläche stattfinden und das durch das Kanalnetz abgeführte Wasser eine untergeordnete Rolle spielt (Niemann & Illgen 2011), wurde der Einfachheit halber kein Kanalnetz in die Simulation einbezogen.

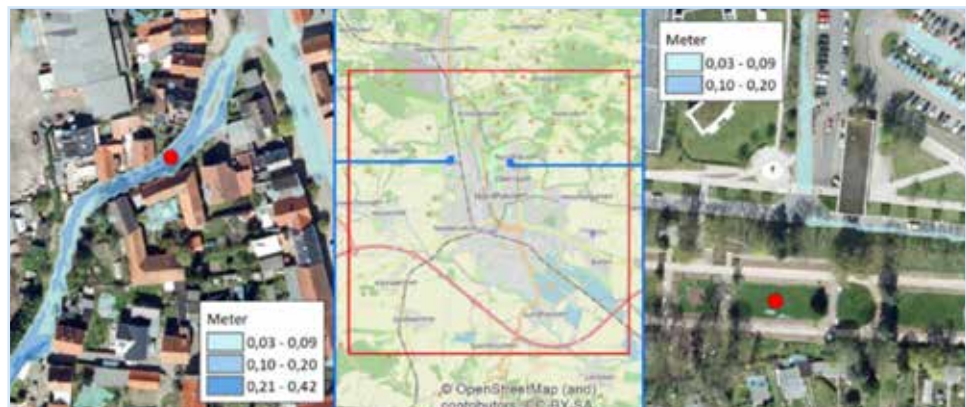


Abbildung 4.10: Lage der beiden Beispielstandorte in der Mülhstraße (Nordhausen-Salza, links) und im Rosengarten (Nordhausen-Nord, rechts) im Stadtgebiet Nordhausen mit maximalen Abflusshöhen an den Beispielstandorten (rote Punkte) sowie Modellgebiet (Mitte, roter Rahmen)

Als zeitlich und räumlich variabler Regeninput für die Simulation dienten Regenradar-daten des Deutschen Wetterdienstes (RADOLAN RY-Produkt) mit einer räumlichen und zeitlichen Auflösung von 1000x1000 m und 5 min. Weitere verwendete Geodaten waren ein digitales Geländemodell (DGM1), ein 3D-Stadtmodell (LoD1), Landnutzungsinformationen (ATKIS-Basis-DLM) und Bodeninformationen (Bodengeologie Thüringens). Letztere wurden für die räumlich und zeitlich variable Infiltration nach der GreenAmpt-Methode verwendet. Modelliert wurde ein Gebiet von 93 km² Fläche (Abbildung 4.10, Mitte) bei einer räumlichen Auflösung von 2 x 2 m über einen Zeitraum von acht Stunden (14 bis 22 Uhr).

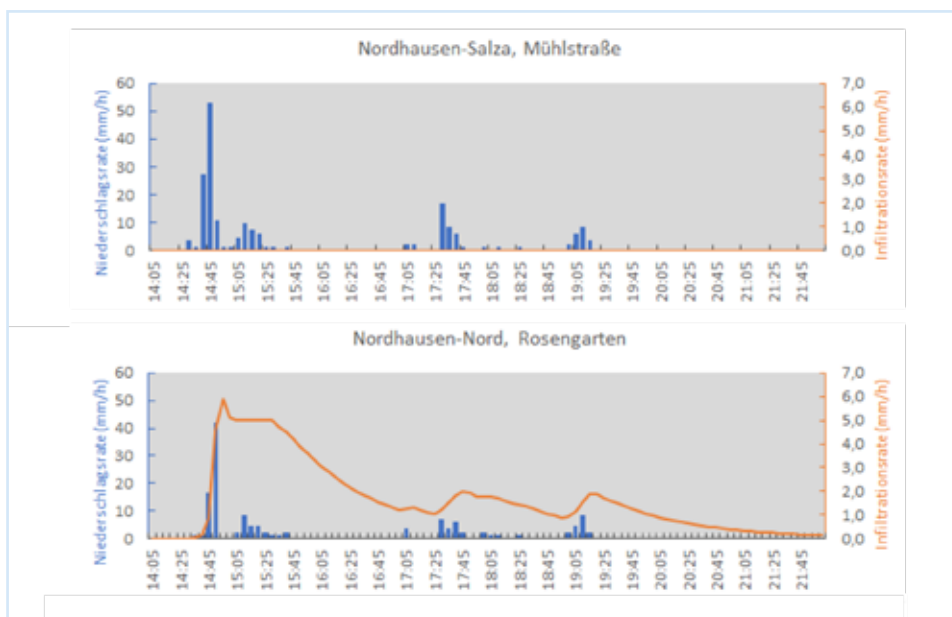


Abbildung 4.11: Vergleich von Niederschlagsrate und Infiltrationsrate für die Beispielstandorte Mühlstraße (Nordhausen-Salza) und Rosengarten (Nordhausen-Nord)

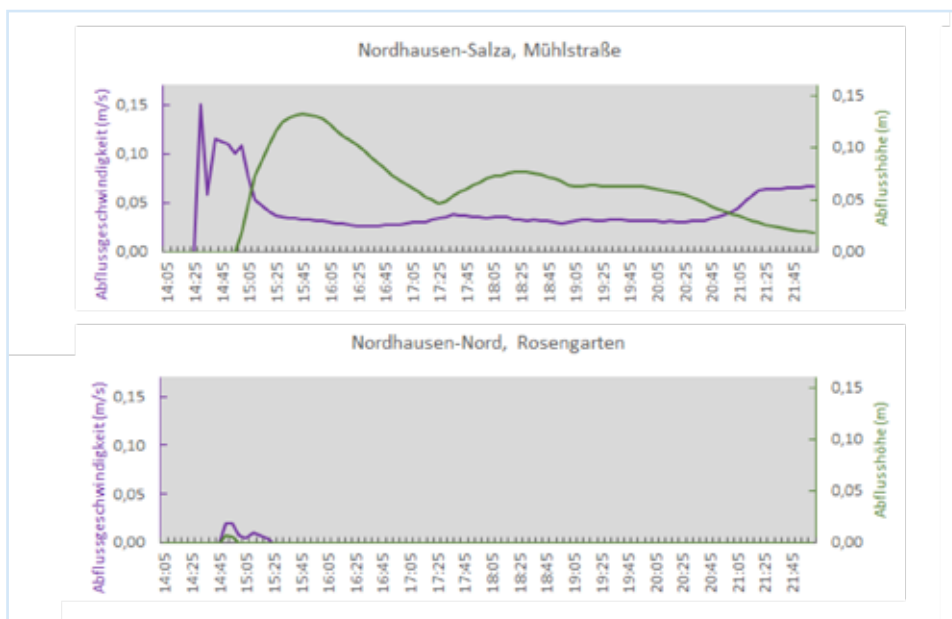


Abbildung 4.12: Vergleich von Abflusshöhe und Abflussgeschwindigkeit für die Beispielstandorte Mühlstraße (Nordhausen-Salza) und Rosengarten (Nordhausen-Nord)

Die Ergebnisse der Simulation zeigen Abbildung 4.10 bis Abbildung 4.12 anhand zweier Beispielstandorte in der Mühlstraße (Nordhausen-Salza) und im Rosengarten (Nordhausen-Nord). In Abbildung 4.10 wird ersichtlich, dass der Starkregen in der Mühlstraße aufgrund der vollversiegelten Straße zu größeren Abflusshöhen geführt hat (bis zu ca. 40 cm auf der Straße) im Vergleich zum, von Rasen bedeckten, Rosengarten (bis ca. 10 cm im Park). Dies veranschaulicht auch der zeitliche Verlauf von Niederschlagsrate und Infiltrationsrate in Abbildung 4.11. Klar erkennbar sind die Niederschlagsereignisse gegen 14:45, 17:30 und 19:10 Uhr, die am Standort Rosengarten etwas geringer ausfielen als in der Mühlstraße. Zugleich zeigt sich in der Mühlstraße aufgrund der versiegelten Straße keinerlei Infiltration, wohingegen im Rosengarten die Infiltration den Regenereignissen folgt.

Auch bei Abflusshöhe und Abflussgeschwindigkeit des Starkregenwassers werden die Unterschiede zwischen versiegeltem und naturnahem Standort sichtbar (Abbildung 4.12). Mit Beginn des Regens gegen 14:30 Uhr kommt es in der Mühlstraße zu einem ersten schnelleren oberflächlichen Abfluss. In den folgenden ca. 20 Minuten kann noch alles Wasser abgeführt werden. Mit steigender Regenintensität nimmt jedoch die Abflusshöhe auf ca. 14 cm zu und die Abflussgeschwindigkeit ab. Die Abflusshöhe korreliert im Folgenden mit den Regenereignissen und nimmt gegen 17:30 und 19:05 Uhr kurzzeitig wieder zu.

Im Kontrast dazu steht das Geschehen im Rosengarten, wo infolge der unversiegelten Oberfläche das meiste Regenwasser versickern kann und sowohl Abflusshöhe als auch Abflussgeschwindigkeit nur kleine Ausschläge bei hoher Regenintensität zwischen 14:50 und 15:10 Uhr zeigen.

Die Ergebnisse der Starkniederschlagssimulation weisen auf die Relevanz von innerstädtischen Grünflächen als Regenwasserspeicher hin. Zugleich können Abflusssimulationen wie die vorliegende dazu dienen, potenzielle Fließwege von Sturzfluten und lokale Überflutungsschwerpunkte zu bestimmen. Im Zuge von Anpassungsmaßnahmen sollte in der Konsequenz auf die flächenhafte Regenwasserversickerung und eine wassersensible Straßenraumgestaltung geachtet werden.

4.3.10 Heiz- und Kühlenergiebedarf

Für die Schnittstelle zwischen Energie- und Klimaschutzplanungen und den Planungen zur Klimawandelanpassung spielt die Veränderung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Der mit dem Klimawandel einhergehende Anstieg der Durchschnittstemperaturen führt dazu, dass der Wärmeenergiebedarf im Winterhalbjahr sukzessive abnimmt und der Kühlenergiebedarf in den Sommermonaten steigt. Dabei ist davon auszugehen, dass derartige Effekte nur zu beobachten sind, wenn ansonsten keine Maßnahmen zur Senkung des Heizenergiebedarfs in Form z.B. einer verbesserten Gebäudedämmung bzw. keine Maßnahmen zur Senkung des sommerlichen Wärmeeintrags in die Gebäude ergriffen werden. Mit anderen Worten: Die Größenordnungen der Veränderungen des Heiz- und Kühlenergiebedarfs durch die verschiedenen Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung bzw. -ertüchtigung liegen in einer anderen Größenordnung, als die Effekte, die absehbar klimawandelbedingt hervorgerufen werden.

Hinzu kommt weiterhin, dass die Veränderungen beim klimawandelbedingten Heiz- bzw. Kühlenergiebedarf zeitlich versetzt entstehen. Der Heizenergiebedarf sinkt i.d.R. unmittelbar mit der Änderung der winterlichen Tagestemperaturen. Er steigt selbstverständlich auch unmittelbar wieder an, wenn wetterabhängig eine längere Periode mit niedrigen bzw. sehr niedrigen Außentemperaturen zu verzeichnen ist. Der Kühlenergiebedarf wird sich erst langsam und schrittweise erhöhen in dem Maße, wie in einer größeren Zahl von Gebäuden Lüftungs- und Klimageräte nachgerüstet werden. Die Klimatisierung von Wohngebäuden ist bisher die Ausnahme, könnte aber in Zukunft eine immer größere Rolle spielen. Erst in dem Maße, wie Bestandsgebäude hier haustechnisch nachgerüstet werden, ist künftig mit steigenden Energieverbräuchen zu rechnen.

Da die klimawandelbedingten Effekte aber auch nicht vernachlässigt werden sollen, wird diese Problematik in Abbildung 4.13 als beobachtete Entwicklung der Heizgradtage bzw. der Kühlgradtage in der Vergangenheit (1961 – 1990 und 1986 – 2015) und als absehbare bzw. projizierte Entwicklung für die nahe (2021 –2050) und ferne Zukunft (2071 – 2100) dargestellt. Eine Differenzierung innerhalb des Landkreises Nordhausen wird in den Karten 4.4 und 4.5 im Kartenwerk dargestellt. Die Ausgangsdaten wurden durch die TLUBN (Klimaagentur) bereitgestellt.

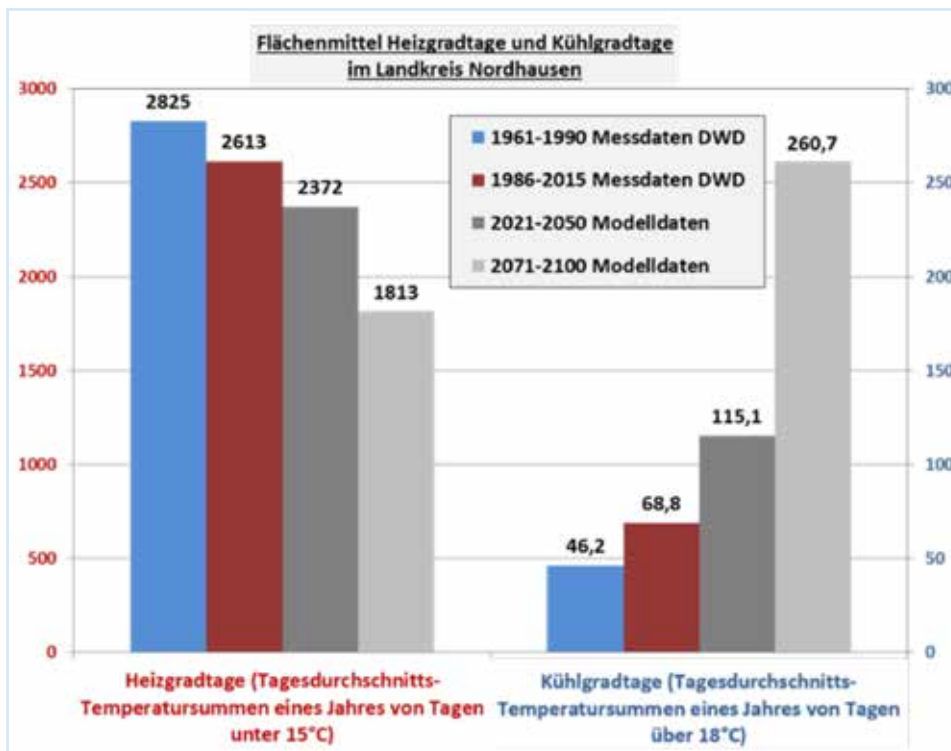
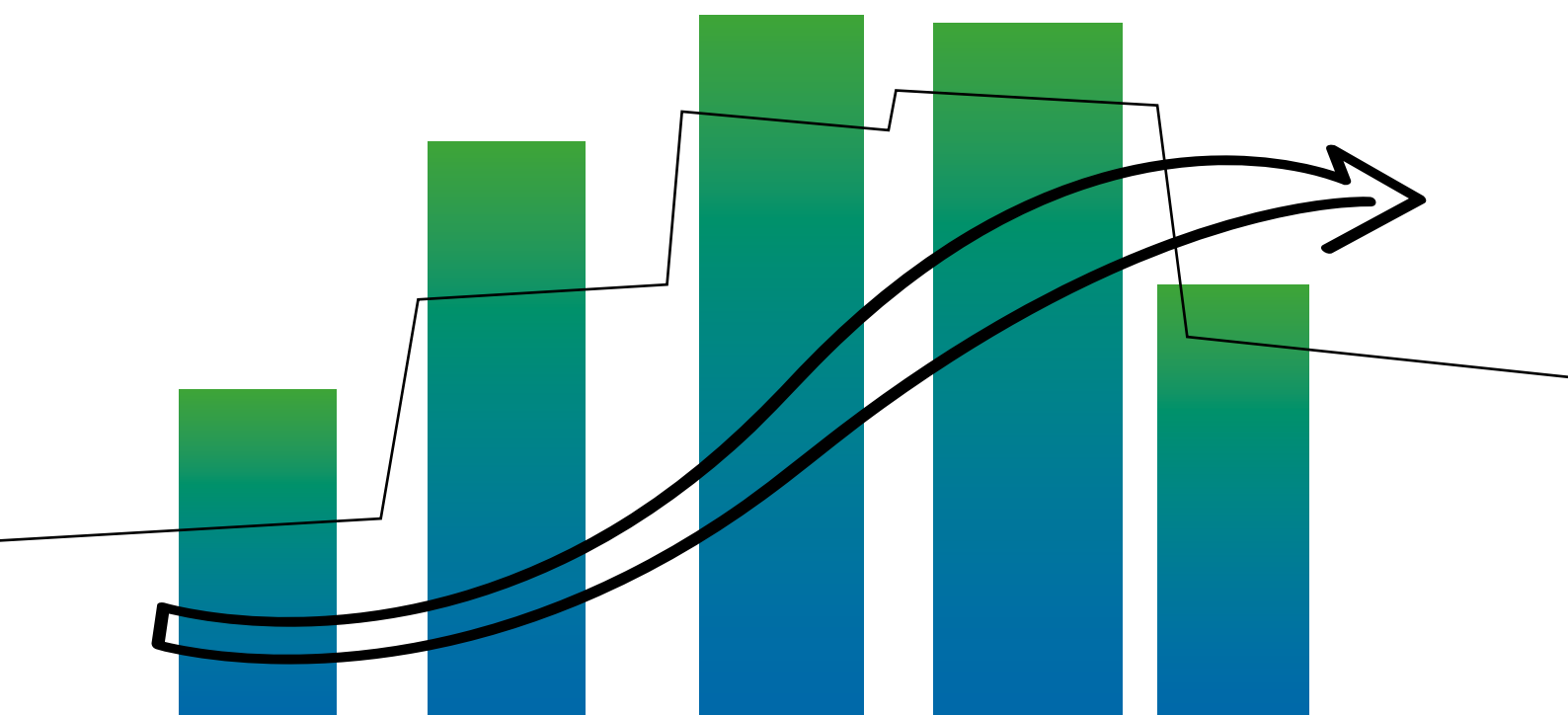


Abbildung 4.13: Entwicklung des Flächenmittels der Heizgrad- und der Kühlgradtage im Landkreis Nordhausen von der Referenzperiode (1961 – 1990) bis in die ferne Zukunft (2071 – 2100)

Kapitel 5

Energetische Bestands- und Potentialanalyse



Der Klima-Gestaltungsplan für die Stadt und den Landkreis Nordhausen hat das Ziel, in diesem Gebiet bis zum Jahr 2050 eine klimaneutrale Energieversorgung zu erreichen. Wesentliche Schritte zu diesem Ziel sind die Reduktion des Energiebedarfs sowie die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energieträger. Für die Planung der notwendigen Schritte werden die Ausgangsbasis (Bestandsanalyse) als auch die Möglichkeiten der Veränderung und die Größe der Herausforderung (Potentialanalyse) ermittelt. Dabei wird auf die Methodik des an der Hochschule Nordhausen entwickelten Space Time Energy Model (STEM) zurückgegriffen (Everding et al., 2020).

Die nachstehende Analyse ist eine ausschließlich bilanzielle Betrachtung. Es werden jährliche Energiebedarfe und -erträge ermittelt. Die Arbeit beschäftigt sich nicht mit dem zeitlichen Verlauf von Verbrauch und Erzeugung. Den Autoren ist bewusst, dass nur eine ergänzende Leistungsbetrachtung und die Integration von Speichern ein realistisches zukünftiges Energieszenario ergeben können.

5.1. Methodik des Space Time Energy Models (STEM)

Das Space Time Energy Model (STEM) ist eine Methodik zur Modellierung des energetisch-ökologischen Stadtumbaus. Basierend auf den im Betrachtungsgebiet vorhandenen Stadt- und Landschaftsraumtypen (SRT, LRT) werden die Potentiale dieser Räume zur regenerativen Energieerzeugung erfasst. Diese werden dann mit dem aktuell ermittelten Energiebedarf verglichen.

Die Erweiterung dieses zweidimensionalen Ansatzes um die Dimension Zeit schafft ein raumzeitliches Modell, mit welchem der aktuelle Zustand um Zukunftsszenarien erweitert wird. In der Regel wird ein Referenzszenario dem Zielszenario gegenübergestellt.

Einen Überblick über die in das Modell eingegebenen (Ausgangs-) Daten gibt Tabelle 5.1.

Der **Energiebedarf** unterscheidet zwischen den Energieparteien Wohnen (Haushalte), Arbeiten (Gewerbe und Industrie, Handel, Dienstleistungen) und Mobilität (Straße, Schiene, Wasser, Luft).

Die Bestimmung des Energiebedarfs und der regenerativen Potentiale für die Energieerzeugung erfolgt aus Raumdaten, Erhebungen, Statistiken, Prognosen und Modellrechnungen. Das STEM bezieht den Bedarf der Energieparteien an Wärme, Strom und Treibstoffen auf deren Flächenbedarf (Flächenressourcen) und ermittelt darüber hinaus das Potential an regenerativer Energie, das diese Flächenressourcen zur Verfügung stellen können. Dabei spielen die in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Stadt- und Landschaftsraumtypen eine entscheidende Rolle.

Eine flächenbezogene Deckung zwischen Energiebedarf und -bereitstellung ist zwar anzustreben, wird aber in den seltensten Fällen erreichbar sein. Daraus folgt, dass die *intra muros*¹ benötigte Energiemenge teilweise *extra muros* gedeckt werden muss. Umgekehrt können Überschüsse, die nicht gespeichert werden (können), aus dem Untersuchungsraum exportiert werden. Zwar ist eine Deckung des Eigenbedarfs durch eigene Erzeugung anzustreben, mit Energieexporten und -importen kann aber eine energetische Klimaneutralität bilanziell erreicht werden.

¹ Dabei bedeuten *intra muros* (innerhalb der Mauern) innerhalb des betrachteten Gebietes, *extra muros* außerhalb des betrachteten Gebietes.

Tabelle 5.1: Eingabedaten STEM

Einwohnerzahl (2016 und 2050)		
Zugelassene Kraftfahrzeuge (PKW, LKW 2020)		
Strom (2020)		
Verbrauch		
gesamt	KWK	
Erzeugung		
gesamt	KWK	
Installierte PV-Leistung		
Dachflächen/Fassaden	Freiflächen	Wasserflächen
Installierte Windenergieleistung		
Installierte Stromleistung Wasserkraft		
Wärme (2020)		
Verbrauch		
Erdgas/Flüssiggas		
gesamt	KWK	Wärme
sonstige fossile Energie		
Heizöl	Kohle	Holz
Erzeugung		
Wärmepumpe (Arbeit/Leistung)	Fernwärme	Solarthermie (Arbeit/Flächenverbrauch)
Treibhausgase Verkehr (2020)		
PKW privat/gewerblich	LKW, Busse	Straßenbahnen
Spezifischer Energieverbrauch einzelner Verkehrsmittel (2020)		
Stadttraumtypen		

Für die Ermittlung des Energiebedarfs stehen grundsätzlich die Daten von Energieversorgern, Netzgesellschaften, Schornsteinfegern, Förderprogrammen, Verbrauchszahlen über Kennwerte und energiespezifische sektorale Auswertungen (kommunale Gebäude, Industrieanlagen) zur Verfügung.

Für den jeweiligen Stadtraum ergibt sich die Energiebezugsfläche über die Gebäudenutzfläche, das Gebäudevolumen und die Berücksichtigung von Grundflächen- und Geschossflächenzahlen bezogen auf das Nettobauland. Zusätzlich sind Ausnutzungs- und Leerstandsquoten zu berücksichtigen; in bestimmten Gebieten spielt ggf. auch die Ferienhausquote eine Rolle.

Auch Freiflächen - Weiden, Wiesen, Wald und Forstgebiete, landwirtschaftliche Flächen, Wasserflächen, Feuchtgebiete und Brachflächen - werden in das Modell einbezogen, da zu ihrer Pflege (Waldpflege, Mähen, Säen und Ernten etc.) ein nicht unerheblicher Energieeinsatz erforderlich ist.

Auf der Gegenseite, dem **Energieertrag**, interessieren nur die Erträge aus regenerativer Energie.

Für Photovoltaikmodule (PV) und Sonnenkollektoren für solarthermische Anlagen stehen flächenrelevante Optionen - Dächer, Fassaden, Freiflächen und stehende Gewässer - zur Verfügung.

Dabei ist zu beachten, dass diese beiden Anlagentypen (PV und Solarthermie) insbesondere in den Bereichen Dach und Fassade und vorhandenen Wärme- bzw. Kältesenken um die Flächen konkurrieren und dass Anlagen auf Freiflächen Areale belegen, die auch anderweitig genutzt werden könnten und eine gleichzeitige Nutzung evtl. ausgeschlossen ist.

Darüber hinaus bieten sich Biomasse - Holzhackschnitzel, Energiepflanzen und die Biomasse aus Kurzumtriebsplantagen - vor allem zur Wärmegewinnung an. Auch diese sind im STEM zu berücksichtigen.

Flächenbezogen kann auch die Umweltwärme zur Wärmegewinnung genutzt werden. Hierbei wird mittels Wärmepumpe die Temperatur der Wärmequelle (Umgebungsluft, Grundwasser und Erdreich) unter Einsatz von (erneuerbarem) Strom auf ein höheres, für die Anwendung erforderliches Niveau gebracht.

Die Windkraft stellt bereits gegenwärtig deutschlandweit den Hauptteil der erneuerbaren elektrischen Energie bereit. Wie die vorgenannten regenerativen Energiequellen auf Freiflächen und stehenden Gewässern sind auch bei der Windenergie Auflagen zum Schutz von Menschen und Natur zu erfüllen, z.B. Lärmschutz und optische Bedrängung von Siedlungen, sowie der Schutz von Vögeln und anderer Tierarten.

Wasserkraft kann über verschiedene Wasserkraftwerksanlagen, Staudämme oder auch Pumpspeicherwerke zur Erzeugung regenerativer Energie genutzt werden. Sie spielt im Landkreis Nordhausen allerdings nur eine untergeordnete Rolle.

Für dieses Projekt wurde, mit Ausnahme für die Windenergie, für jede der acht Verwaltungseinheiten ein eigenes STEM angelegt, so dass jede Gebietskörperschaft im Landkreis über ihre planerischen, satzungsmäßigen und investiven Entscheidungen die Zielerreichung in ihrem eigenen Gebiet beeinflussen und nachvollziehen kann.

Neben den vorzugebenden Ausgangswerten enthalten die acht Modelle eine Reihe von Daten, die, bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet, als feste Parameter gesetzt werden (siehe Tabelle 5.2).

Tabelle 5.2: Parameterdaten STEM

Lokale Klimadaten			
solare Einstrahlung (kWh/m ²)	monatliche Durchschnitts- temperatur (Klimafaktor °C)	Temperaturanstieg (Heizgradtage)	Klimatisierungs- bedarf (Kühlgradtage)

Effizienz regenerativer Anlagen			
Nutzungsgrad	Jahresarbeitszahl	Jahresarbeits- stunden	Wirkungsgrad
	Solarertrag	Volllaststunden	

Energiedaten		
CO ₂ -Emissionen der Energieträger	extra muros Anteil der Energieträger (Kernenergie, Kohle, Erd- und Flüssiggas, sonstige fossile Energieträger, erneuerbare Energieträger nach EEG)	Verteilungs- faktoren der Ener- gieträger auf die Energieparteien

Stadtraumtypen			
Energienutzfläche	solare Nutzfläche	solare Nutzfläche wärmeversorgter Bereich	wärmeversorgte Flächen
spezifischer Strombedarf	spezifischer Raumwärme- und Warmwasserbedarf		Sanierungsraten im Gebäudebereich

5.2 Bestandsanalyse – Energiebedarfe und Bedarfsdeckung

Der Landkreis Nordhausen hat im Jahr 2020 einen jährlichen Endenergiebedarf von insgesamt 2.831 Gigawattstunden (GWh).

Davon entfallen auf die Sektoren

- Strom 372 GWh
- Wärme 1.513 GWh
- Mobilität 946 GWh

Die Deckung des Bedarfs mit regenerativer Energie (intra muros) erreicht bei

- Strom 71,2 %
- Wärme 8,3 %
- Mobilität 0 %

Aus diesen Zahlen wird deutlich, welche Anstrengungen unternommen werden müssen, um den Landkreis Nordhausen bis zum Jahr 2050 klimaneutral mit Energie zu versorgen.

5.2.1 Stromsektor

Der **Strombedarf** im Jahr 2020 im Landkreis Nordhausen beträgt 372 GWh. Der Bedarf wurde wesentlich aus Daten der Stromnetzbetreiber abgeleitet. Für einige Gemeinden lagen diese Daten nicht vor. Um diese Lücken zu schließen, wurden aus vorhandenen Daten spezifische Werte ermittelt und hochgerechnet. Im Bereich **Haushalte** wurden der einwohnerspezifische Verbrauch und die Einwohnerzahl genutzt. Im Bereich **Gewerbe, Handel und Dienstleistung** (GHD) sowie der **Industrie** wurden Anteile am Gesamtverbrauch verwendet.

Der Strombedarf für die **Mobilität** ist z.Z. noch marginal, auch wenn die Nordhäuser Straßenbahnen und der regionale Bahnverkehr z.T. elektrisch betrieben werden. Abbildung 5.1 zeigt die Aufteilung des Strombedarfs auf verschiedene Nutzergruppen, wobei die Gruppe Wärmepumpen sowohl der Industrie wie den Haushalten zuzurechnen ist.

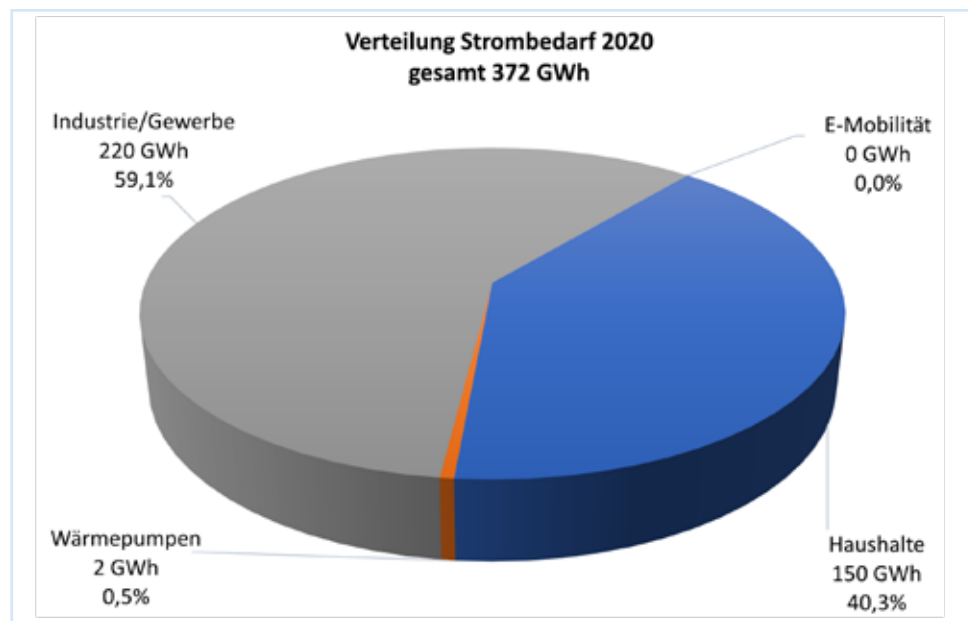


Abbildung 5.1: Aufteilung des Strombedarfs 2020 im Landkreis Nordhausen auf Nutzergruppen

Die **Bedarfsdeckung** für den Energiebereich **Strom** stellt sich wie folgt dar. 288 GWh oder 77,4 % des Bedarfes werden im Landkreis Nordhausen lokal erzeugt. Die Erzeugung basiert auf den Technologien Windenergieanlagen, PV-Anlagen auf Frei- und Dachflächen, Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (fossile und erneuerbare Brennstoffe) und Wasserkraftanlagen.

Der Strombezug extra muros trägt mit 84 GWh (22,6 %) zur Bedarfsdeckung bei.

Mit 153 GWh (41,1 %) liefert aktuell die **Windenergie** den wesentlichsten Beitrag. Die insgesamt 32 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 82 MW stehen auf den im gültigen Regionalplan Nordthüringen ausgewiesenen Vorranggebieten Windenergie

- W-1 Nordhausen/Hörningen
- W-2 Deponie Nentzelsrode (Hain, Uthleben)
- W-3 Wipperdorf/Werther.

Nach der Windkraft liefern **KWK-Anlagen** auf der **Basis von Biogas und Biomethan** mit 62 GWh die zweitgrößte Menge an regenerativem Strom. Ihr Anteil von 16,7 % am gegenwärtigen Strombedarf wird von den 10 Anlagen

- Abfallwirtschaftszentrum Nentzelsrode
- Agrarproduktion Urbach
- Biomethananlage Bielen in Verbindung mit den KWK-Anlagen in Nordhausen Nord und Ost
- Hofgut Hühnstein, Nohra
- Kläranlage Nordhausen
- Landwirtschaft Auleben
- Uthleber Qualitätsschweine
- Van Asten Tierzucht, Nordhausen
- Wipperdorfer Agrargesellschaft
- Wippertaler Biogas, Kleinfurra

bereitgestellt. In sieben Anlagen wird Gülle, in je einer Anlage Klärschlamm, Biotonneninhalt bzw. NawaRo (zzgl. Abfall aus der Alkoholproduktion) als Einsatzstoff genutzt. Die installierte elektrische Leistung dieser Anlagen beträgt in Summe 9 MW.

Neben Strom erzeugen diese Anlagen auch Wärme (siehe Kapitel 5.2.2) in etwa der gleichen Menge.²

Den drittgrößten Beitrag zur regenerativen Stromerzeugung leistet die **Photovoltaik** mit insgesamt 49 GWh (13,2 %). Die installierte Leistung beträgt 51 MW_p.

Den etwas größeren Anteil haben bei dieser Technologie die **PV-Freiflächenanlagen**. Diese Anlagen befinden sich auf Deponien, Halden und Brachen. Etwa die Hälfte der Anlagen allerdings sind auf Flächen errichtet worden, die nach 1990 als Gewerbe- oder Industriegebiete (regelmäßig auf landwirtschaftlichen Nutzflächen) neu erschlossen wurden. Die Freiflächenanlagen haben insgesamt eine installierte Leistung von 27 MW_p und erzeugen 26 GWh (7,0 %). Sie belegen eine Fläche von ca. 75 ha.

Die **PV-Dach- und Fassaden-Anlagen** erzeugen 23 GWh (6,2 %). Die installierte Leistung beträgt ca. 24 MW_p.

Abbildung 5.2 zeigt den Bestand der im Rahmen des Projektes erfassten PV-Anlagen des Landkreises Nordhausen beispielhaft für den Südosten der Kernstadt Nordhausen. Eine Freiflächenanlage auf einer Industriebrache zeigt vergrößert die Abbildung 5.3 (in Abb. 5.2 unteres Viertel, Mitte).

Den viertgrößten Beitrag zur Stromerzeugung im Untersuchungsgebiet leisten **KWK-Anlagen** auf Basis **fossiler Energie** (Erdgas). Der Anteil an der Stromerzeugung beträgt 23 GWh (6,2 %). Mengenmäßig dominiert hier eine Anlage der Fernwärmeerzeugung in Nordhausen (HKW Mitte der EVN).

Einen nur geringen Beitrag bringt die **Wasserkraft** mit 1 GWh (0,3 %) mit vier Anlagen in Bleicherode, Ellrich und Nordhausen. Die installierte Leistung beträgt 0,25 MW.

² Der elektrische Wirkungsgrad der eingesetzten BHKW liegt i.d.R. bei 38 %, der thermische Wirkungsgrad etwa bei 43 %.

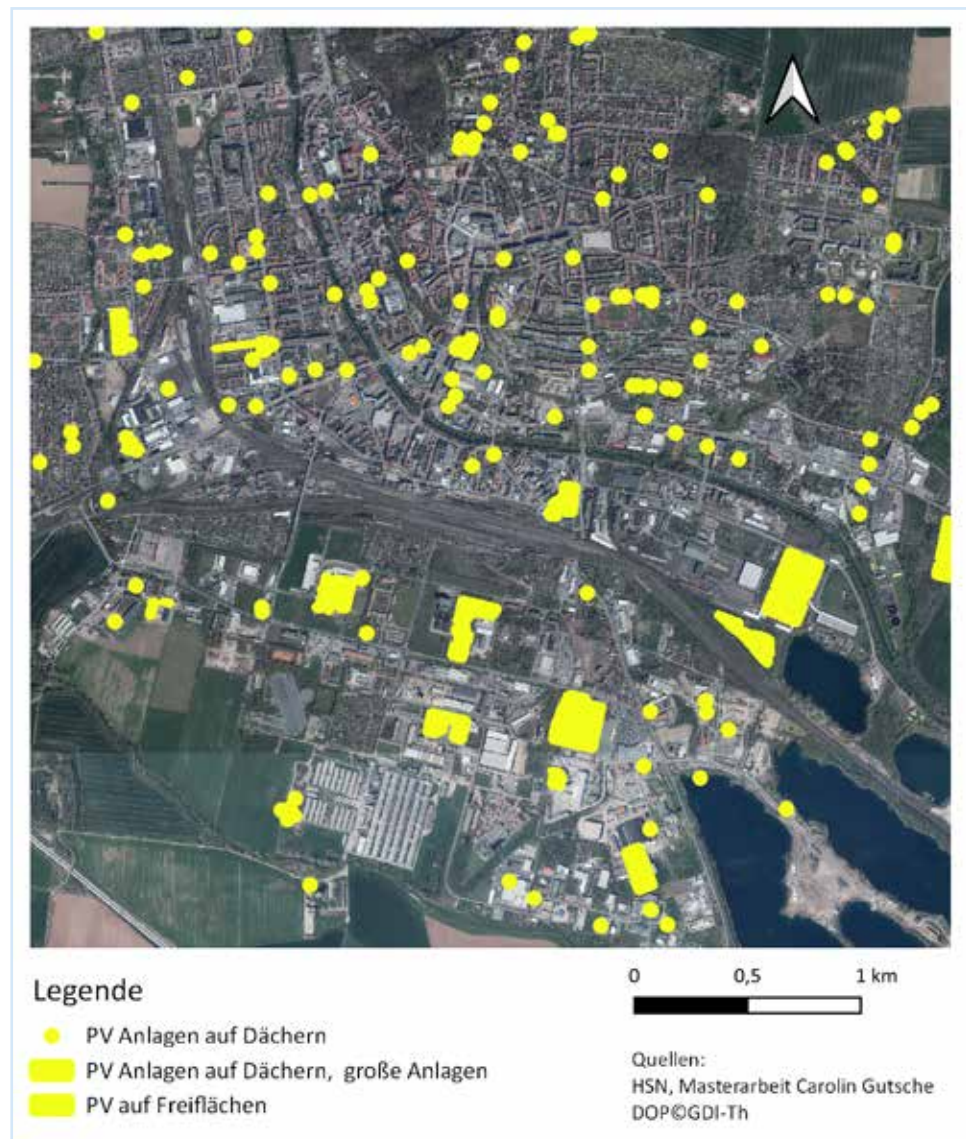


Abbildung 5.2: Bestand Photovoltaik-Anlagen Stadt Nordhausen, Auszug.

Den Überblick über die Anteile der Bedarfsdeckung aus lokaler Stromerzeugung und externem Bezug zeigt Abbildung 5.4.

Berücksichtigt man, dass der Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Strommix im Jahr 2019 46 % betrug, ließe sich schlussfolgern, dass im Landkreis Nordhausen der regenerative Anteil am Stromverbrauch bereits 82,2 % beträgt.



Abbildung 5.3: PV-Freiflächenanlage Industriebrache Altes Betonwerk, Darrweg
(©2009 GeoBasis-DE/BKG, ©2021 Google)

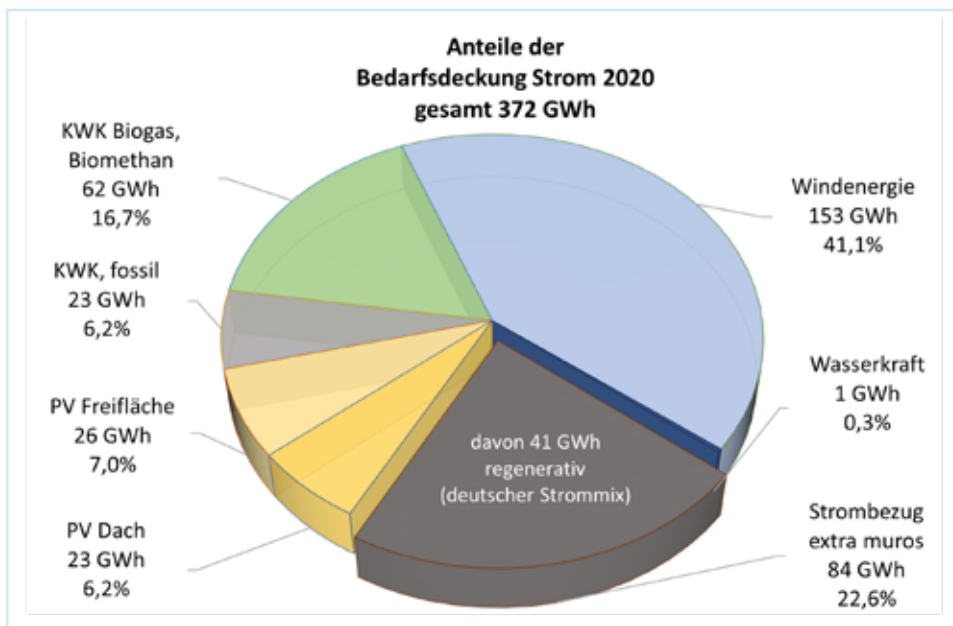


Abbildung 5.4: Anteile der Bedarfsdeckung Strom 2020 im Landkreis Nordhausen

5.2.2 Wärmesektor

Der **Wärmebedarf** im Jahr 2020 im LK Nordhausen beträgt 1.513 GWh. Der Wärmebedarf kann nicht vollständig aus Verbrauchsdaten abgeleitet werden, weil der Verbrauch der verschiedenen Energieträger-Umsätze nicht räumlich genau zugeordnet werden kann. Über die Kenntnis der Gebäudestrukturen lassen sich Bedarfe rechnerisch ermitteln. Der Bedarfsermittlung liegt im Wesentlichen die STEM-Methodik zugrunde. Sie wurde im Abschnitt 5.1 bereits erläutert. Die Berechnung des Wärmebedarfs der einzelnen Stadtraumtypen - sowohl für den Istzustand wie für die Sanierungsvarianten - ist in Kapitel 2 nachzulesen. Der Bedarf an Prozesswärme ist aufgrund der Branchenstruktur im Landkreis Nordhausen als gering anzunehmen. Die Prozesswärme ist im Wärmebedarf des Stadtraumtyps X Gewerbe- und Industriegebiete rechnerisch berücksichtigt. Tabelle 5.3 zeigt die Bedarfe (Raumwärme und Warmwasser) der einzelnen Stadtraumtypen sowie die Prognose der Entwicklung der Wärmebedarfe in den zwei Sanierungsvarianten I und II (siehe Kapitel 2).

Zur Verifizierung des Bedarfes bzw. der Ermittlung des Beitrags einzelner Energiequellen zur Bedarfsdeckung wurden weitere Datenquellen genutzt. Diese Daten sind reale Mess- und Zählwerte für das Betrachtungsgebiet, stammen aber auch aus Statistiken, Studien, Branchenzahlen, die für größere Betrachtungsräume ermittelt und hier auf den LK Nordhausen heruntergebrochen wurden. Recherchiert wurden u.a.

- Erdgasverbräuche (Gasnetzbetreiber)
- Fernwärmeerzeugung (Energieversorger)
- Art und Leistung der Wärmeerzeuger (Kehrbücher der Bezirksschornsteinfegermeister)
- Anzahl und Größe von Solarthermieanlagen (Fördermitteldatenbanken)
- Anzahl von Wärmepumpen (Branchenstatistiken und Fördermitteldatenbank)
- Stromverbrauch von Wärmepumpen (Stromnetzbetreiber).

Die **regenerative Bedarfsdeckung** im Jahr 2020 im Bereich Wärme basiert auf fester Biomasse, Biomethan (über KWK), Wärmepumpen und Solarthermie. Diese Quellen stellen 126 GWh zur Verfügung. Mit einem regenerativen Anteil von 8,3 % am gesamten Bedarf stellt sich die Ausgangsposition für eine klimaneutrale Eigenversorgung im Bereich Wärme damit gravierend schlechter dar als im Strombereich.

Den größten Anteil liefert die **Biomasse** in Form von Holz. Mit 81 GWh deckt dieser Bereich 5,4 % der Versorgung, vor allem in der Beheizung von privaten Haushalten. Es dominieren Scheitholz-Kessel bzw. Kaminöfen. Hackschnitzel und Pellets spielen kaum eine Rolle.

Die aus Biomethan erzeugte **regenerative Fernwärme** speist 29 GWh (1,9 %) in die Wärmenetze ein. Diese Wärmemenge wird in BHKWs in der Stadt Nordhausen und Sollstedt aus ca. 64 GWh Biomethan produziert. Etwa 50 % davon werden in der Biomethan-Anlage in Bielen, also im Landkreis Nordhausen, lokal erzeugt. Die zweiten 50 % werden extra muros bezogen. Bei kritischer Betrachtung stammen also lediglich 15 GWh (0,9 %) aus Biomethan intra muros.

Die regenerativen Quellen **Umwelt- und Abwärme** nutzen die Technologien Wärmepumpe und Solarthermie. Die Beiträge der Segmente **Wärmepumpe** mit 10 GWh (0,7 %) und **Solarthermie** mit 6 GWh (0,4 %) sind als geringfügig zu bewerten.

Nach Betreiberangaben wurden in der Biomethananlage Bielen 2017 folgende Einsatzstoffe verwendet:

Maissilage (71 %), Getreideschlempe (19 %) und Zuckerrüben (10 %). Die landwirtschaftlichen Produkte stammen aus lokalem Anbau.

Die Getreideschlempe ist Abfall aus der Ethanolproduktion eines Nordhäuser Unternehmens.

Tabelle 5.3: Wärmebedarf im Landkreis Nordhausen, Istwert 2020 und Prognosen 2050

Bezeichnung Stadtraumtyp	Typ	Nettobauland	GFZ	Bruttogeschossfläche	Verbrauch 2020	Spezifischer Verbrauch I Sanierungsvariante I 2050	Spezifischer Verbrauch II Sanierungsvariante II 2050	Faktor	Spezifischer Verbrauch II Sanierungsvariante I 2050	Spezifischer Verbrauch II Sanierungsvariante II 2050	Verbrauch Sanierungsvariante I 2050	Verbrauch Sanierungsvariante II 2050
		ha		ha	GWh	kWh/(m ² *a)	kWh/(m ² *a)		kWh/(m ² *a)	kWh/(m ² *a)	GWh	GWh
Altstadtkern/ Dorfkern	I	34	1,20	41	42	100	67	0,67	67	45	27	18
innerstädtische Baublöcke der Gründer- und Vorkriegszeit	II	50	1,60	80	92	75	50	0,67	50	34	40	27
Villen- und Wohnviertel der Gründer- und Vorkriegszeit	III	30	0,30	9	12	100	67	0,67	67	45	6	4
Dörfliche und kleinteilige Strukturen	IV	1.389	0,25	347	356	100	40	0,40	40	16	134	56
Werks- und Genossenschafts- siedlungen der Gründer- und Vorkriegszeit	V	45	0,60	27	35	100	67	0,67	67	45	18	12
Geschoss- wohnungsbau der 1950er und 1960er Jahre	VI	19	0,80	15	12	75	50	0,67	50	34	8	5
Industrieller Geschosswohnungs- bau der 1970er und 1980er Jahre	VII	50	1,25	63	36	60	40	0,67	40	27	25	17
Gebäudeensembles seit den 1980er Jahren	VIII	65	0,80	52	31	60	40	0,67	40	27	21	14
Einfamilienhaus- gebiete	IX	637	0,40	255	237	75	50	0,67	50	34	128	86
Gewerbe- und Industriegebiete	X	930	0,50	465	441	100	50	0,50	50	25	232	116
Zweckbaukomplexe	XI	220	1,00	220	219	75	56	0,75	56	42	124	93
Summe:		3.470		1.574	1.513						763	448

Biogas leistet zur Wärmebedarfsdeckung keinen relevanten Beitrag. Bis auf Fermenter- und Stallbeheizung am Standort der Anlagen findet keine Nutzung statt.

Für die **fossile Wärmebedarfsdeckung** werden im Jahr 2020 die Endenergieträger Erdgas, Heizöl, Flüssiggas, Kohle und (der fossile Teil der) Fernwärme eingesetzt.

Der Bedarf von **Erdgas** für Kesselanlagen außerhalb der Fernwärme erreicht 826 GWh und deckt damit 54,6 % des Wärmebedarfs. **Heizöl** trägt mit 327 GWh (21,6 %) zur Bedarfsdeckung bei.

Es folgen **Kohle** mit 76 GWh (5,0 %) und **Flüssiggas** mit 79 GWh (5,2 %).

Fernwärme auf der **Basis** von **Erdgas** deckt 79 GWh des Bedarfs (5,2 %).

Insgesamt stellt die Fernwärme damit 108 GWh zur Verfügung. Die netzgebundene Wärmeversorgung im Landkreis Nordhausen erreicht somit einen Anteil von ca. 7,1 %.

Den Überblick über die Anteile der Energieträger an der Wärmebedarfsdeckung im Jahr 2020 zeigt Abbildung 5.5.

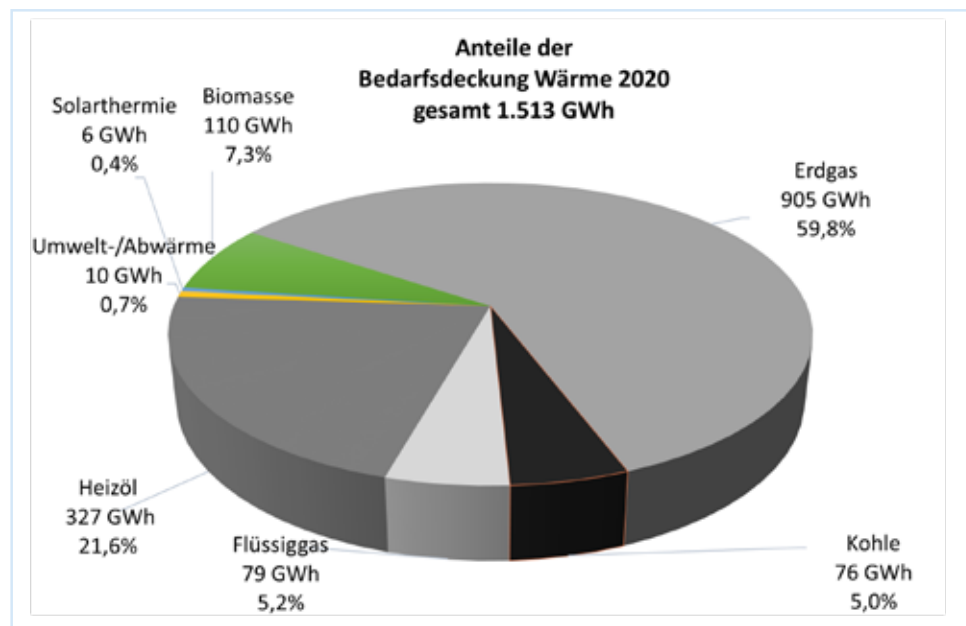


Abbildung 5.5: Anteile der Energieträger an der Bedarfsdeckung Wärme 2020 im Landkreis Nordhausen

5.2.3 Mobilitätssektor

Für die Ermittlung des Energiebedarfes für den Mobilitätsbereich wird dieser Sektor in die Segmente Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), motorisierter Individualverkehr (MIV) und Gewerbeverkehr unterteilt. Die Träger des ÖPNV veröffentlichen ihre Verkehrsleistungen in Streckenkilometern. Der Fahrzeugbestand im Landkreis wird von der Zulassungsbehörde veröffentlicht. Über die Verknüpfung von Fahrzeugbestand, durchschnittlichen jährlichen Laufleistungen (unterschiedlich in städtischen und ländlichen Gebieten) und durchschnittlichen Kraftstoffverbräuchen konnte der Energieverbrauch ermittelt werden.

Im Landkreis Nordhausen waren am 31.12.2017 insgesamt 47.018 PKW zugelassen, davon 3.441 für die gewerbliche Nutzung. Die Zahl der zugelassenen LKW und Busse beträgt ca. 3.500. Darüber hinaus wickelt die Stadt Nordhausen einen Teil ihres ÖPNV mit Straßenbahnen ab.

Die Verkehrsleistung im Personenverkehr in der Stadt Nordhausen erreicht 757.000 Streckenkilometer bei den Bussen und 427.000 Streckenkilometer bei den Straßenbahnen. Im Landkreis sind es 1.704.000 km im Busverkehr und 86.500 km bei den Straßenbahnen.

Im motorisierten Individualverkehr (MIV) legen die Bürger der Stadt Nordhausen 7.180 km/a und im Landkreis 10.590 km/a zurück.

Die Verkehrsleistung im Gewerbeverkehr der Stadt Nordhausen liegt bei 22.500 km/a und Kfz. Die Lastkraftwagen (LKW) im Landkreis legen 36.100 km/a zurück.

Für den Einsatz dieser Fahrzeuge werden im **Bereich Verkehr** 946 GWh Energie pro Jahr verbraucht. Der darin enthaltene Anteil an Biofuel liegt bei 5,0 % (47 GWh).

Auf die einzelnen **Verkehrsträger** verteilt sich der Bedarf wie folgt:

- PKW-Individualverkehr 527 GWh
- PKW gewerblich 93 GWh
- LKW gewerblich 317 GWh
- Busse 8 GWh
- Straßenbahn 1 GWh

Der Energiebedarf direkt elektrisch angetriebener Fahrzeuge liegt derzeit bei lediglich 1 GWh/a.

Die Anteile der Verkehrsträger am Energiebedarf für die Mobilität im Jahr 2020 sind in Abbildung 5.6 dargestellt.

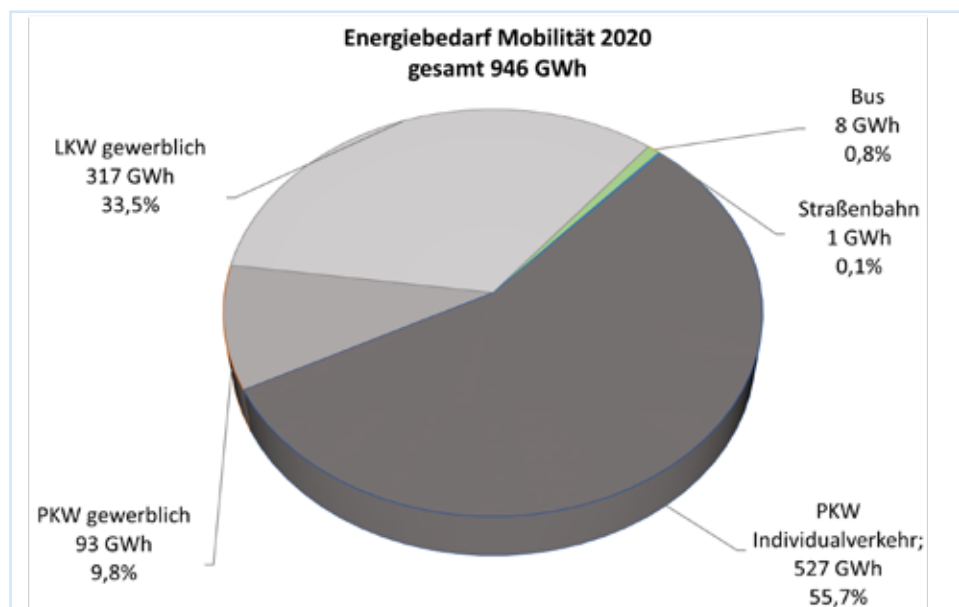


Abbildung 5.6: Energiebedarf Mobilität 2020 im Landkreis Nordhausen

5.2.4 Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen

Bei der Beurteilung von Energiebedarf und -bereitstellung und deren Einfluss auf das Klima ist der Ausstoß von Klimagasen von Bedeutung. Die Klimagase werden zusammengefasst in Kohlendioxid-äquivalent berechnet und im Folgenden zusammenfassend als CO₂ bezeichnet.

Insgesamt werden für die Energieversorgung des Landkreises Nordhausen in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität 695 kt CO₂ pro Jahr emittiert. Das entspricht etwa 8,2 t je Einwohner und Jahr.

Mit 426 kt zeichnet der Wärmesektor für etwa 61 % der Emissionen verantwortlich. Darauf folgt der Verkehr mit etwa 213 kt oder 31 %. Davon entfallen auf den Individualverkehr 119 kt CO₂, den Güterverkehr 92 kt und auf den ÖPNV 2 kt CO₂ pro Jahr. Die Stromerzeugung emittiert jährlich 56 kt Treibhausgas.

Abbildung 5.7 zeigt zusammenfassend die energiebedingten CO₂-Emissionen im Landkreis Nordhausen.

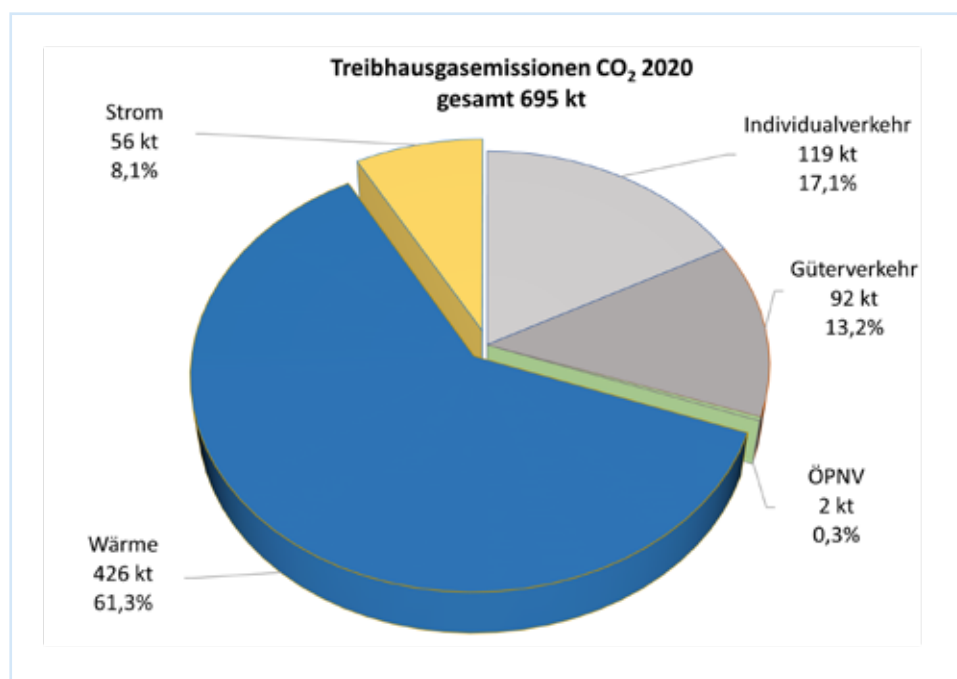


Abbildung 5.7: Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren im Jahr 2020 im Landkreis Nordhausen

5.3 Potentialanalyse

Die Potentialanalyse umfasst zwei Aspekte. Der erste Aspekt ist die **Veränderung des Bedarfs** in der Zukunft. Der Bedarf wird sich sowohl reduzieren (Wärmebedarf von Gebäuden), als auch erhöhen (Strombedarf für Wärmepumpen, Gebäudekühlung und E-Mobilität). Generell wird der Strombedarf gegenüber heute ansteigen. Den zweiten Aspekt bildet das **Potential erneuerbarer Energieerzeugung** im Hinblick auf das Ziel der vollständigen (bilanziellen) Deckung des Bedarfes. Im Folgenden werden beide Aspekte für den Betrachtungsraum Landkreis Nordhausen dargestellt.

Der sparsame Umgang mit Energie bleibt auch bei einem wachsenden Anteil erneuerbarer Energien eine vordringliche Aufgabe. Regenerative Energietechnologien und die mit ihnen verbundene Infrastruktur beinhalten ebenfalls einen Ressourcenverbrauch und verursachen volkswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche und private Kosten. Angesichts der in den kommenden Jahrzehnten bestehenden Kraftanstrengung beim Ausbau erneuerbarer Energieanlagen ist die Reduktion des Energiebedarfs notwendig, um für die Akzeptanz und Finanzierbarkeit der Ausbaumaßnahmen zu sorgen.

5.3.1 Bedarfsveränderung - Einsparpotential

Bedarfsveränderungen werden in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität von folgenden wesentlichen Faktoren getrieben:

- Demographischer Wandel → Bevölkerungsrückgang von 85.000 auf 66.000 Einwohner (TLS, 2019)
- Klimawandel → Reduzierung der Heizgradtage, Erhöhung der Kühlgradtage
- Investitionen in Energiespartechnik, Heizungsanlagen, energetische Gebäudesanierung und Neubauten
- Wandel im Mobilitätsverhalten → massiver Ausbau der E-Mobilität (auch E-Bikes), Reduzierung MIV, Ausbau ÖPNV.

Die zwei erstgenannten Faktoren sind relativ sicher zu prognostizieren. Die Auswirkungen der zwei letztgenannten Faktoren hängen stark von politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab. Hier muss eine Reihe von Annahmen getroffen werden. Diese Annahmen werden in zwei Szenarien „raumerhaltend“ und „raumgestaltend“ und Stell-schrauben (siehe Kapitel 7.1) detaillierter beschrieben.

Für die Entwicklung des **Strombedarfs** wird angenommen, dass der Haushaltsbedarf als Pro-Kopf-Verbrauch 2050 gleich dem heutigen Verbrauch von ca. 1.800 kWh/a sein wird. Effizienzgewinne werden z.B. durch Mehrverbrauch aus zunehmendem Klimatisierungsbedarf aufgehoben. Aufgrund der abnehmenden Bevölkerungszahl sinkt der absolute Stromverbrauch für dieses Segment (Haushalte) von 150 GWh auf 119 GWh. Weiter wird unterstellt, dass der Bedarf von Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) auf dem heutigen Niveau von 225 GWh verbleibt. Für die massiv ansteigende Wärmepumpen-Nutzung wird für 2050 ein Bedarf von 38 GWh angenommen (aktuell ca. 3 GWh). In der Summe wird sich der „klassische“ Strombedarf im Jahr 2050 auf etwa 382 GWh belaufen.

Stark zunehmen wird der Strombedarf für die Mobilität. Der aktuelle Bedarf, generiert durch eine noch geringe Zahl an E-Mobilen und die Nordhäuser Straßenbahn, beträgt nicht mehr als 1 GWh. Der zukünftige Gesamtstrombedarf liegt nach Einschätzung der Autoren zwischen 1.160 und 1.300 GWh, also etwa dem dreifachen des „klassischen“ Bedarfes. Detailliertere Überlegungen zur Mobilitätsentwicklung werden im im Kapitel 7 vorgestellt.

Abbildung 5.8 zeigt die voraussichtliche Aufteilung des Strombedarfs im Jahr 2050 auf verschiedene Nutzergruppen, wobei wie beim Strombedarf 2020 die Gruppe Wärmepumpen sowohl der Industrie wie den Haushalten zuzurechnen ist.

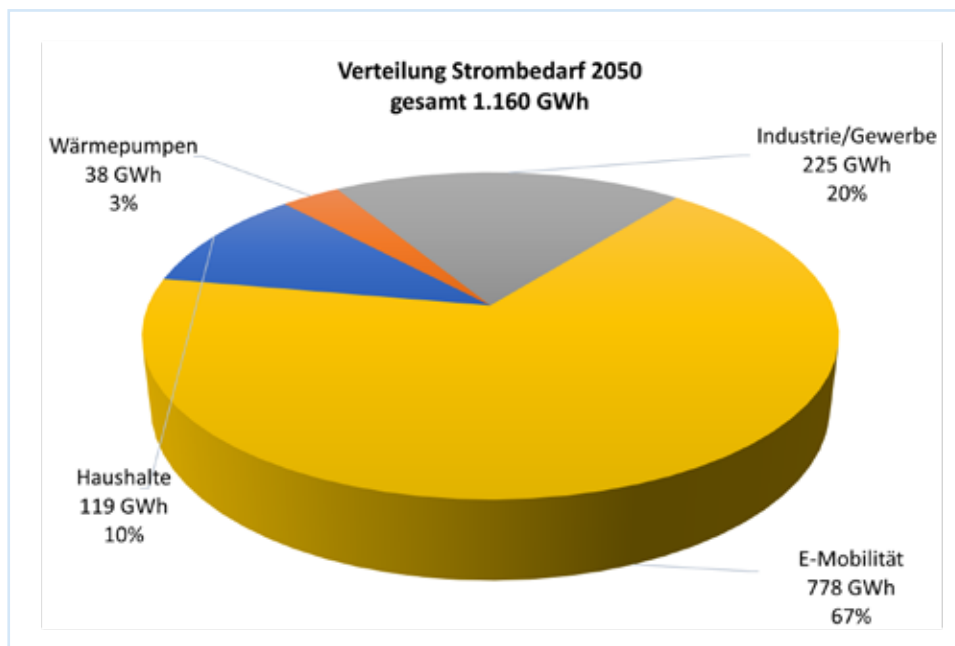


Abbildung 5.8 Aufteilung des Strombedarfs 2050 im Landkreis Nordhausen auf Nutzergruppen

Der **Wärmebedarf** im Jahr 2050 wird gegenüber heute deutlich zurückgehen. Das liegt zum einen am Anstieg der mittleren Außenlufttemperatur und der damit einhergehenden Reduktion der Heizgradtage (im Jahr 2050 um 16 % niedriger als 2020, dazu siehe Kapitel 4). Zum anderen kommen die Einsparpotentiale durch die Sanierung des Gebäudebestandes bzw. den Ersatz von Gebäuden mit geringen energetischen Standards durch Neubauten zum Tragen. Es ist davon auszugehen, dass der Gebäudebestand trotz Bevölkerungsrückgang konstant bleiben wird, allerdings die Pro-Kopf-Wohnflächen und die Leerstandsquote wachsen.

Da die Steigerung des Anteils erneuerbarer Wärme aufgrund der Kleinteiligkeit und der langen Erneuerungszyklen des Gebäudebestands und seiner differenzierten Eigentumsverhältnisse nur in langsamen Schritten erfolgen kann, stellt die Kombination des Einsatzes erneuerbarer Energien mit der Einsparung des Wärmebedarfs im Gebäudebereich eine zentrale Aufgabenstellung für das Ziel der Klimaneutralität dar.

Von dieser Erkenntnis wird auch der Klimaschutzplan der Bundesregierung aus dem Jahr 2016 geleitet, demzufolge der Gebäudebestand in Deutschland bis zum Jahr 2050 klimaneutral sein soll. Das am 1. November 2020 in Kraft getretene Gebäudeenergiegesetz (GEG) stellt hohe Anforderungen an die Energieeffizienz von Neubauten sowie an deren Versorgung mit erneuerbarer Wärme. Bei der Sanierung von Bestandsgebäuden werden energetische Anforderungen dann wirksam, wenn Bauteile bzw. technische Anlagen ausgetauscht oder verändert werden.

Damit Gebäude klimaneutral werden, müssen sie eine gute Energieeffizienz erreichen. Das neue Gebäudeenergiegesetz enthält in der Anlage 10 eine Definition der Energieeffizienzklassen von Wohngebäuden (GEG 2020). In Tabelle 5.4 sind die zulässigen Endenergieverbräuche der vier besten Energieeffizienzklassen dargestellt.

Tabelle 5.4: Endenergieverbräuche von Wohngebäuden nach Effizienzklassen nach GEG 2020, Anlage 10

Energieeffizienzklasse	Endenergie pro m ² Nutzfläche und Jahr [kWh]
A+	bis 30
A	31 - 50
B	51 - 75
C	76 - 100

Die Emissionen von Treibhausgasen berechnen sich aus der Multiplikation der jeweiligen Endenergie mit dem verwendeten Energieträger. Die Nutzung von regenerativen Energieträgern mit Vorketten, die ebenfalls nur geringfügig Treibhausgase emittieren, sorgen bei gleichzeitig guter Energieeffizienz für (fast) klimaneutrale Gebäude.

In den kommenden 30 Jahren wird der Gebäudebestand im Landkreis Nordhausen einen kompletten weiteren Sanierungszyklus durchlaufen. Wie weitgehend die energetischen Verbesserungen sein werden, wird in den Stadtraumtypen unterschiedlich sein. Der überdurchschnittlich hohe Wärmebedarf der Gebäude in den dörflich-kleinteiligen Strukturen lässt sich durch bauliche Maßnahmen mehr als halbieren, während die Wohnungsbaugesellschaften in ihren kompakten und bereits energetisch sanierten Beständen den Verbrauch nur noch um 20 bis 25 Prozent reduzieren können.

Das Ergebnis dieser Überlegungen zeigt die bereits im Kapitel 5.2.2 vorgestellte Tabelle 5.3. Dort findet man die mittels der STEM-Methodik ermittelten Wärmebedarfe für den Landkreis Nordhausen für das Jahr 2050 inkl. den zugrundeliegenden Flächen und Annahmen zu den spezifischen Verbräuchen der jeweiligen Stadtraumtypen.

Nach der gewählten Sanierungsvariante I, siehe Kapitel 2.3, wird der Wärmebedarf im Landkreis Nordhausen von aktuell 1.513 GWh auf 763 GWh, also um etwa 50 % zurückgehen. Könnte die energetisch ambitioniertere Sanierungsvariante II in allen Stadtraumtypen realisiert werden, ließe sich eine höhere Reduktion auf 436 GWh erreichen (siehe Kapitel 5.2.2 Tabelle 5.3).

Für den **Sektor Mobilität** sind die vorgenannten allgemeinen Faktoren, welche die Bedarfsentwicklung bzw. das Einsparpotential beeinflussen, zu spezifizieren:

- Demografischer Wandel, unterschiedlich im städtischen und ländlichen Raum
- Wandel im Modal Split, d.h. die Veränderungen bei der Nutzung der verschiedenen Verkehrsmittel (PKW, Rad, E-Bike, ÖPNV auf Straße und Schiene, Carsharing)
- Hinwendung vom Verbrennungsmotor zum elektrischen Antrieb und zum vermehrten Einsatz von E-Fuels bis zur vollständige Substitution fossiler Kraftstoffe.

Die Energieverbräuche für die Mobilität der Bevölkerung und für den Transport von Gütern werden sich aus allen diesen Gründen deutlich verringern. Der erwartete künftige Energiebedarf und damit die Beantwortung der Frage, wieviel erneuerbare Energie für die Bedarfsdeckung im Landkreis zur Verfügung gestellt werden muss, wird in diesem Kapitel dargestellt.

Allerdings gibt es einen mit dem Energiebedarf verknüpften darüberhinausgehenden Aspekt. Es handelt sich um die Veränderung der Verkehrsinfrastruktur. Diese entscheidet wesentlich mit, welche Verkehrsträger von der Bevölkerung genutzt werden bzw. wie sich das Mobilitätsverhalten entwickeln wird. Hier geht es z.B. um die Ladeinfrastruktur für E-Mobile und Radwege. Es geht um die Erleichterung des Umsteigens zwischen den Verkehrsträgern, z.B. mit Hilfe von Mobilitätsstationen. Diese Verkehrsinfrastruktur wird maßgeblich durch kommunale Akteure gestaltet. Die Umsetzung beansprucht Flächen und ist z.T. raumbedeutsam. Überlegungen dazu, als Potentiale Mobilität bezeichnet, sind im Kapitel 5.3.2 dargestellt.

Der künftige **Mobilitätsbedarf** steht u.a. mit der demografischen Entwicklung im Zusammenhang. Die Bevölkerungsprognose geht für den Landkreis Nordhausen von einem Rückgang der Bevölkerung von derzeit etwa 85.000 Bewohner auf 66.000 im Jahr 2050 aus (TLS, 2019). Der Rückgang wird überwiegend in den ländlichen Gebieten (gesamter Landkreis ohne die Stadt Nordhausen) stattfinden, in denen die Bewohnerzahl von gegenwärtig 43.000 auf 29.000 bzw. um 33 % sinken wird. Für die Stadt Nordhausen wird der Rückgang moderater eingeschätzt. Die Einwohnerzahl wird sich von aktuell 42.000 auf etwa 37.000 d.h. um 11 % verringern.

Dieser Rückgang wird zu einer deutlichen Verringerung des MIV, insbesondere im Pendlerverkehr, führen. Dabei wird angenommen, dass die Verkehrsleistung je Fahrzeug, unterschiedlich im ländlichen Raum und in der Stadt, unverändert bleibt.

Die Bevölkerungsentwicklung sowie die Etablierung von Carsharing-Angeboten sprechen dafür, dass die Anzahl der zugelassenen PKW zurückgehen wird. Weiter wird davon ausgegangen, dass die Träger des ÖPNV ihr Angebot bezüglich Linien und Taktung weitgehend stabil halten werden.

Weitere Annahmen zu den Verkehrsleistungen im gewerblichen Verkehr und zum Motorisierungsgrad führen zur Summe der Verkehrsleistungen der Zukunft.

Die Gesamtheit der getroffenen Annahmen, unterteilt in zwei Szenarien, finden sich in der Stellschraubentabelle im Kapitel 7.

Der **Energiebedarf für die Mobilität** wird über die Verkehrsleistungen, den spezifischen Energiebedarf und den gewählten Energieträger bestimmt. Es handelt sich zunächst um den Endenergiebedarf, also die Energiemenge, die unmittelbar für die „Betankung“ der Fahrzeuge bereitzustellen ist. Für die Ermittlung des Primärenergiebedarfes muss man noch einen Schritt weitergehen.

Für das Mobilitätsangebot im Jahr 2050 wird davon ausgegangen, dass die aktuell dominierenden fossilen Brennstoffe vollständig substituiert werden. Auch biogene Treibstoffe (Bioethanol und Rapsmethylester) werden nur eine marginale Rolle spielen. Der Fahrzeugpark wird jeweils zur Hälfte durch direktelektrische Anwendungen und strombasierte Kraftstoffe geprägt. Direktelektrisch bedeutet die Nutzung von Strom für das Laden von Fahrzeugbatterien oder aber der Betrieb von Fahrzeugen an Oberleitungen.

Die strombasierten Kraftstoffe (E-Fuels) umfassen Wasserstoff bzw. seine Derivate (Methan, Methanol, Ammoniak u.a.). Diese werden von Fahrzeugen mit Brennstoffzellen-Antrieb oder Verbrennungsmotoren genutzt.

Um den Strombedarf zu ermitteln, der für Batteriefahrzeuge bzw. für die E-Fuel-Produktion bereitgestellt werden muss, sind die Wirkungsgrade der beiden Technologiepfade zu berücksichtigen. Für den direktelektrischen Pfad sind 85 % Wirkungsgrad realistisch. Die Produktion von E-Fuels über Wasserstoff aus Elektrolyse und weiteren Umwandlungsschritten sowie die Speicherung und der Transport der Produkte werden lediglich einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 50 % erreichen (Öko-Institut, 2019).

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengefasst. Für eine übersichtlichere Darstellung erfolgt eine Beschränkung auf das Szenario II. Die Erläuterung beider Szenarien findet man im Kapitel 7.

Der Endenergiebedarf für die Mobilität wird von aktuell 945 GWh auf 490 GWh sinken. Dafür müssen 778 GWh Strom bereitgestellt werden. Der Bedarf für den direktelektrischen Pfad beträgt 288 GWh, der für den Pfad E-Fuels 490 GWh. In Tabelle 5.5 sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Tabelle 5.5: Endenergie- und resultierender Strombedarf für die Mobilität 2050

Begriffserläuterung	Endenergie steht dem Mobilitätsanbieter/-nutzer an der Lade- bzw. Zapfsäule zur Verfügung. Für die Bereitstellung der Endenergie ist aufgrund von Energiewandlungs- und Übertragungsverlusten eine höhere Strommenge aufzuwenden.		
Technologiepfad	Endenergiebedarf Mobilität GWh	Umwandlungswirkungsgrad %	Resultierender Strombedarf Mobilität GWh
direktelektrisch (Batterie, Oberleitung)	245	85	288
E-Fuel (Wasserstoff und seine Derivate) in Brennstoffzellen und Verbrennungsmotoren	245	50	490
Summe	490		778

Betrachtet man den **Energiebedarf aller Sektoren** zusammen, wird eine Reduzierung von aktuell 2.831 GWh auf 1.922 GWh im Jahr 2050 erwartet.

5.3.2 Einspar-Potential im Sektor Mobilität

Mittels einer Veränderung der Verkehrsinfrastruktur soll auf das **Mobilitätsverhalten** der Bevölkerung Einfluss genommen werden. Die Verkehrsinfrastruktur entscheidet mit, welche Verkehrsträger von der Bevölkerung genutzt werden bzw. wie sich das Mobilitätsverhalten entwickeln wird. Dabei geht es insgesamt um die Infrastrukturbereiche

- Mobilitätsstationen, u.a. zur Erleichterung des Wechsels vom privaten PKW zum ÖPNV
- Radwegeinfrastruktur
- Ladeinfrastruktur für E-Mobile
- Stellplatzanlagen für den ruhenden Verkehr.

Diese Teile der Verkehrsinfrastruktur werden maßgeblich durch kommunale Akteure gestaltet. Für den Umstieg auf den klimafreundlichen ÖPNV bzw. für eine verringerte Nutzung des privaten PKW sind die beiden erstgenannten Infrastrukturen besonders relevant. Zu einem besseren Verständnis der vorgestellten Maßnahmen ist zunächst eine Übersicht der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur des Landkreises Nordhausen vorangestellt (Abbildung 5.9).

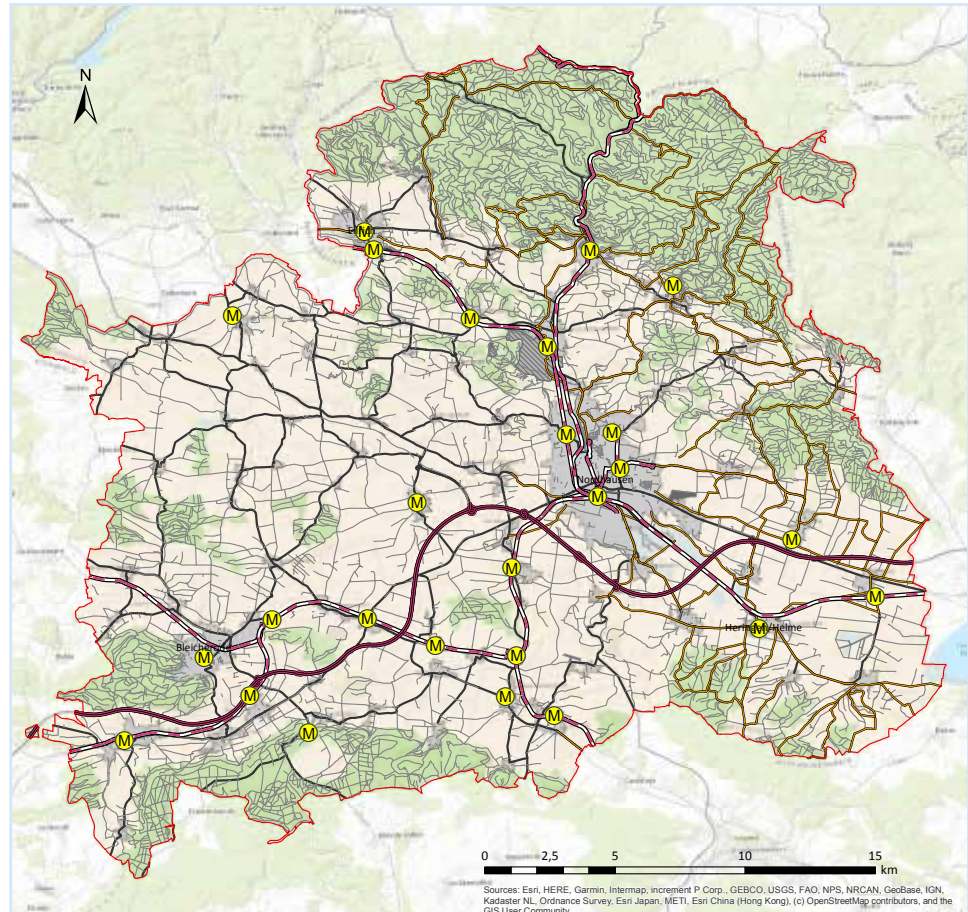
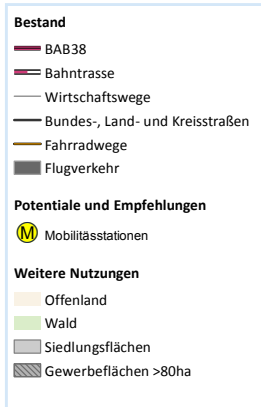


Abbildung 5.9: Verkehrsinfrastruktur im Landkreis Nordhausen einschließlich vorgeschlagener Mobilitätsstationen (siehe Karte 5.2 im Kartenwerk)

Mobilitätsstationen

Um den Wandel im Modal Split zu unterstützen bzw. teilweise erst zu ermöglichen, wurde das Konzept von Mobilitätsstationen entwickelt (ZN Mob NRW, 2017). Mobilitätsstationen haben die Aufgabe, das Umsteigen von einem Verkehrsmittel auf ein anderes zu erleichtern und möglichst komfortabel zu gestalten. Letztendlich soll dadurch der MIV deutlich reduziert werden.

Umsteigeoptionen sind z.B.

- Umstieg vom E-Bike bzw. vom Elektroauto in die Straßenbahn, den Bus oder in die Regionalbahn
- Umstieg vom Bus ins Taxi
- Umstieg von der Regionalbahn in das Carsharing-Auto.

Die Mobilitätsstationen unterscheiden sich in ihrer Ausstattung und nach der Anzahl der Umsteigeoptionen.

Der Stationstyp A verknüpft vier und mehr Verkehrsmittel, darunter einmal mit dem schienengebundenen Personennahverkehr (SPNV). Er ist ausgestattet mit:

- Fahrradabstellanlage (witterungsgeschützt, abschließbar) und Fahrradverleih
- PKW-Stellplätzen und Taxistand
- Ladestationen für E-PKW und E-Bikes möglichst mit einer Photovoltaikanlage
- Öffentliche WC-Anlage, Sitzgelegenheiten, teilweise witterungsgeschützt
- Aufenthaltsraum, Schließfächer, Kiosk oder Bäcker, W-LAN-Punkt.

Der Stationstyp B verknüpft mindestens drei Verkehrsmittel. Er ist ausgestattet mit:

- Fahrradabstellanlagen, witterungsgeschützt, abschließbar
- PKW-Stellplätzen
- Ladestationen für E-PKW und E-Bikes, Photovoltaikanlage
- Sitzgelegenheiten, teilweise witterungsgeschützt
- Verkaufsautomaten, W-LAN-Punkt.

Abbildung 5.10 zeigt beispielhaft die Gestaltung einer Mobilitätsstation vom Typ B.



Abbildung 5.10: Mobilitätsstation am ZOB der Stadt Offenburg (Foto: Stadt Offenburg, Stabsstelle Mobilität der Zukunft, Mathias Kassel)

Mobilitätsstationen, die alle oben beschriebenen Eigenschaften aufweisen, sind gegenwärtig im Landkreis Nordhausen noch nicht vorzufinden.

Die Autoren schlagen vor, bis zum Jahr 2050 im Landkreis Nordhausen insgesamt 34 Mobilitätsstationen einzurichten. Für die konkrete Standortauswahl spielen Bahnhöfe und Schulen eine wesentliche Rolle. Die Standortvorschläge sind in der Karte Abbildung 5.9 eingezeichnet und mit einem gelben Kreis sowie einem „M“ gekennzeichnet. Ergänzend dazu zeigt Tabelle 5.6 eine Zusammenfassung zu Standort, Anzahl und jeweiligem Typ der einzurichtenden Stationen.

Tabelle 5.6: Mobilitätsstationen Landkreis Nordhausen

Standort- Gemeinde bzw. Ortsteil	Standort, konkret		Stationszahl	Stationstyp
	Bahnhof	Grundschule		
Bleicherode, Stadt	1	1	2	A + B
Ellrich, Stadt	1	1	2	A + B
Görsbach	1	1	2	A
Großlohra	-	1	1	B
Großwechungen	-	1	1	B
Großwerther	-	1	1	B
Heringen, Stadt	1	1	2	A
Ilfeld	1	1	2	A
Kleinfurra	1	-	1	B
Klettenberg	-	1	1	B
Neustadt	-	1	1	B
Niedergebra	1	-	1	B
Niedersachswerfen	1	1	2	A
Nohra	1	-	1	B
Nordhausen, Stadt	2	7	9	A + B
Sollstedt	-	1	1	B
Urbach		1	1	B
Wipperdorf	1	-	1	B
Woffleben	1	-	1	B
Wolkramshausen	1	-	1	B
Summe Landkreis	14	20	34	

Radwege, vor allem, wenn sie gut ausgebaut sind, bieten neben der körperlichen Ertüchtigung während der Nutzung auch einen Anreiz, den Berufs-, Pendler-, Freizeit- und Versorgungsverkehr mit dem Rad – ob mit Muskelkraft oder elektrisch unterstützt – zu erledigen. Darüber hinaus verringert diese Fortbewegungsart den CO₂-Ausstoß und reduziert den Kraftverkehr insgesamt.

In der Forschungsarbeit wurde zunächst der derzeitige Bestand übergemeindlicher Radwege ermittelt. Die Karte Verkehrsstrukturen im Landkreis Nordhausen (Abbildung 5.9) zeigt die bestehenden Radwegeverbindungen in Ockerfarbe. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass derzeit vor allem im östlichen und nordöstlichen Teil des Landkreises das (überwiegend touristische) Radwegenetz gut ausgebaut erscheint. Im Süden und Südosten des Landkreises, also vor allem in Bleicherode, Hohenstein, Werther und Sollstedt findet man dagegen noch Lücken bzw. Ausbaubedarf (hier als Potential definiert, in der Karte nicht dargestellt, da nicht verortbar).

Einschränkend zu dieser Einschätzung muss angemerkt werden, dass die vorhandene Datengrundlage aktuell noch unzureichend ist (Geoportal Thüringen, 2020). Eigene Erkundungen zeigen, dass die in Abbildung 5.9 dargestellten Radwege nicht dem aktuellen Stand entsprechen; es fehlen z.B. die in letzter Zeit angelegten Radwege zwischen Nordhausen-Salza und Herreden sowie Niedersachswerfen und Neustadt/Harz. Das Fehlen von Radwegeverbindungen im Süden und Südosten des Landkreises kann allerdings von den Autoren aus eigener „Erfahrung“ bzw. Ortskenntnis bestätigt werden.

Das Radwegenetz sollte so ausgebaut werden, dass die Einwohner jeder Gemeinde, jedes Ortsteils oder Siedlung auf kurzem Weg zu einem zentralen Ort (Grundzentrum, Sitz der Verwaltung, Schule, Grundversorgung, Arzt, Mobilitätsstation etc.) gelangen können. Die Ausführungen bleiben an dieser Stelle relativ allgemein, weil die dazu erforderlichen weitergehenden Untersuchungen den Rahmen der Forschungsarbeit sprengen. Radwegkonzepte, die neben touristischen Aspekten den Alltag der Bewohner berücksichtigen, werden durch den Landkreis in Kooperation mit den Gemeinden erarbeitet bzw. fortgeschrieben.

Um das Potential beim Radwegebau unter o.g. Gesichtspunkten dennoch grob abzuschätzen, wurde für jede wesentliche Siedlung des Landkreises identifiziert, ob eine Radwegeverbindung (zu einem Nachbarort) vorhanden oder nicht vorhanden ist.

Tabelle 5.7 zeigt das Resultat. Von 84 Orten/Siedlungen im Landkreis Nordhausen verfügen lediglich 16 über einen Radwegeanschluss zu einer ihrer Nachbargemeinden.

Tabelle 5.7: Stand der übergemeindlichen Radwegeverbindungen nach Gemeinden bzw. erfüllenden Gemeinden

Gemeinde bzw. erfüllende Gemeinde	Ortsteile bzw. erfüllte Gemeinde	Radweg vorhanden	Radweg fehlt
Bleicherode	27	0	27
Ellrich	7	0	7
Harztor	8	4	4
Heringen	6	6	0
Hohenstein	10	0	10
Nordhausen	15	6	9
Sollstedt	3	0	3
Werther	8	0	8
Summe Landkreis	84	16	68

Der Ausbau übergemeindlicher Radwegeverbindungen fließt auch in die Szenarien (Kapitel 7) und in die kommunalen Zielwerte ein (Kapitel 8).

Für den in dieser Forschungsarbeit prognostizierten Strombedarf für die Mobilität 2050 stellt die beschriebene Veränderung der Verkehrsinfrastruktur durch die Einrichtung von Mobilitätsstationen und den Ausbau von Radwegen eine Voraussetzung dar.

5.3.3 Potential erneuerbarer Energien

Potential Stromerzeugung

Das Potential der erneuerbaren Stromerzeugung umfasst die Beiträge der Photovoltaik (PV) (auf Dächern und Fassaden, auf Freiflächen und Gewässern), der Windenergie, der Stromerzeugung aus Biomasse und der Wasserkraft. Sie werden im Folgenden näher beschrieben.

Abbildung 5.11 zeigt die Aufteilung der Potentiale der Stromgewinnung aus erneuerbaren Energien auf verschiedene Energieträger. Die einzelnen Beiträge werden im Folgenden näher erläutert.

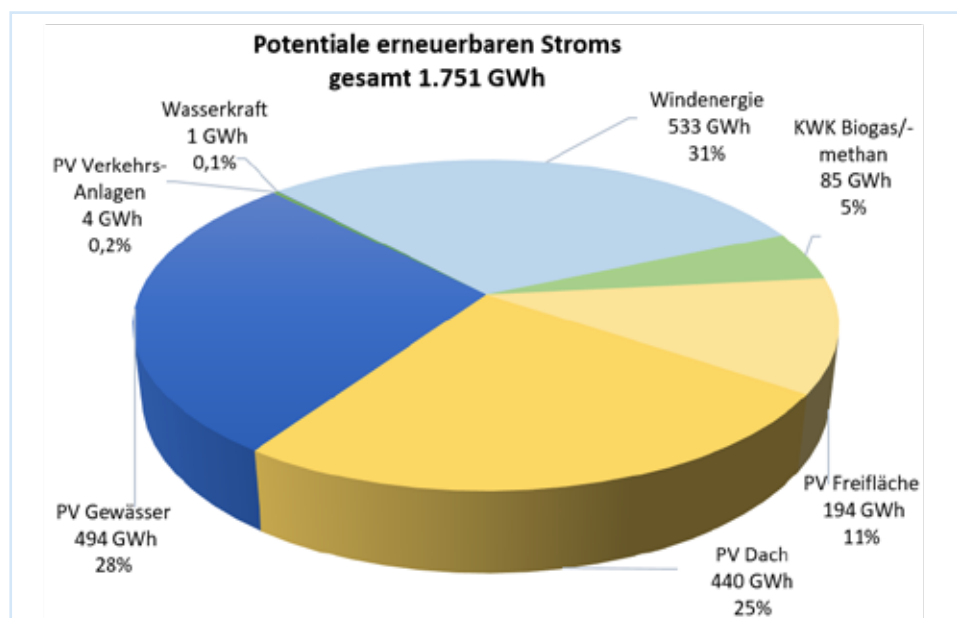


Abbildung 5.11: Aufteilung der Potentiale der erneuerbaren Stromerzeugung im Landkreis Nordhausen

PV-Dach-Anlagen

Die Dachflächen und Fassaden von Gebäuden bieten ein erhebliches Potential für die Errichtung von PV-Anlagen.

Ausgangspunkt für die Ermittlung der nutzbaren Dach- und Fassadenflächen sind die den einzelnen Stadtraumtypen zugeordneten Gesamtflächen. Diese werden je nach SRT nach städtebaulichen Gesichtspunkten zu einer entsprechend reduzierten Fläche (nach unten) korrigiert.

Mit Hilfe des Faktors für die Energiebezugsfläche, der die Ausrichtung der Fläche nach der Himmelsrichtung, die Anteile von störenden Elementen wie Fenstern, Schornsteinen etc. beinhaltet, ermittelt sich die solare Nutzfläche.

Mit dieser können dann unter Berücksichtigung der jahresdurchschnittlichen Sonneneinstrahlung und der spezifischen Flächeneffizienz von PV-Anlagen die maximalen Potentiale des jeweiligen Stadtraumtyps und über die Summe aller Stadtraumtypen die Potentiale des gesamten Betrachtungsraumes ermittelt werden.

Es wurde dabei angenommen, dass der durchschnittliche Wirkungsgrad von PV-Anlagen in den nächsten 30 Jahren steigen wird und sich damit der spezifische Flächenverbrauch von PV-Anlagen von heute $7 \text{ m}^2/\text{kW}_p$ auf $6 \text{ m}^2/\text{kW}_p$ im Jahr 2050 reduziert. Weiter wird unterstellt, dass die Potentialflächen bis 2050 konstant bleiben.

Mit Hilfe des STEM wurde für den Landkreis eine Potentialfläche von 264 ha ermittelt. Auf dieser können als PV-Potential 463 MW_p installierte Leistung und 440 GWh Ertrag erzielt werden.

Tabelle 5.8 zeigt die Flächen, Leistungswerte und Ertragspotentiale für die einzelnen SRT und für den gesamten Landkreis Nordhausen.

Tabelle 5.8: PV-Potential auf Dachflächen und Fassaden

Bezeichnung	SRT	Landkreis		
		Solare Nutzfläche PV	Potential Leistung	Potential Arbeit
		ha	MW_p	GWh/a
Altstadtkern/Dorfkern	I	2	5	5
innerstädtische Baublöcke der Gründer- und Vorkriegszeit	II	2	5	4
Villen- und Wohnviertel der Gründer- und Vorkriegszeit	III	2	4	4
Dörfliche und kleinteilige Strukturen	IV	70	117	111
Werks- und Genossenschaftssiedlungen der Gründer- und Vorkriegszeit	V	0	1	1
Geschosswohnungsbau der 1950er und 1960er Jahre	VI	1	2	2
Industrieller Geschosswohnungsbau der 1970er und 1980er Jahre	VII	4	4	4
Gebäudeensembles seit den der 1980er Jahren	VIII	2	3	3
Einfamilienhausgebiete	IX	36	60	57
Gewerbe- und Industriegebiete	X	126	230	219
Zweckbaukomplexe	XI	19	32	30
Summe:		264	463	440

Die Stadtraumtypen (SRT) mit den größten PV-Dach-Potentialen sind

- Gewerbe- und Industriegebiete (126 ha, 230 MW_p , 219 GWh)
- Dörfliche und kleinteilige Strukturen (70 ha, 117 MW_p , 111 GWh)
- Einfamilienhausgebiete seit den 1950er Jahren (36 ha, 60 MW_p , 57 GWh)
- Zweckbaukomplexe (19 ha, 32 MW_p , 30 GWh).

In allen andern Stadtraumtypen stehen jeweils weniger als 10 ha für PV-Anlagen zur Verfügung.

PV-Anlagen auf Überdachungen von Verkehrsanlagen

Weitere Potentialflächen für die Nutzung von Photovoltaik sind Anlagen z.B. auf Groß- und Supermarktparkplätzen. Die Autoren gehen für 2050 von einer Gesamtfläche von ca. 5 ha mit einer Leistung von 4 MW_p aus. Ein gewünschter Nebeneffekt von Parkplatzüberdachungen mit PV-Anlagen ist die geringere Aufheizung der Fahrzeuge, also ein Komfortgewinn für die Nutzer.

PV-Freiflächenanlagen

Freiflächen bestehen aber nicht nur auf den vorgenannten, im STEM behandelten Flächen, sondern auch auf Flächen an Verkehrswegen (Bundesautobahnen, Bahnstrecken), auf Brach- und Konversionsflächen, auf Deponien und Halden sowie in Tagebauen und Steinbrüchen. Flächen in Gewerbe- und Industriegebieten sind hier ebenfalls erfasst.

An den **Verkehrswegen** Bundesautobahn und Bahnstrecken ist grundsätzlich die Nutzung eines Geländestreifens von 110 m rechts und links der Strecken zum Aufbau von PV-Anlagen möglich.

Im Landkreis Nordhausen befinden sich 77 km Bundesautobahnen und 141 km Bahnstrecken. Entlang dieser Strecken betragen die zur Verfügung stehenden Flächen 234 ha an der Bundesautobahn und 233 ha an den Bundesbahntrassen.

Diese Gesamtflächen sind aber nur teilweise für die solare Stromgewinnung nutzbar. Sie beinhalten zu wesentlichen Teilen Vorranggebiete für die Landwirtschaft und die Rohstoffgewinnung. Diese betragen 122 ha und 20 ha an der BAB sowie 67 ha und 33 ha an den Bundesbahntrassen.

Damit verbleiben entlang der Verkehrswege Potentialflächen von 92 ha an der Bundesautobahn und von 133 ha an den Bahntrassen, insgesamt 225 ha.

Bei einem spezifischen Flächenbedarf von 20 m²/kW_p (2 ha/MW_p) kann an den betrachteten Verkehrswegen des Landkreises Nordhausen auf einer Fläche von 225 ha regenerativer Strom mit einer Leistung von 113 MW_p und einem Ertrag von 107 GWh pro Jahr erzeugt werden.

Brachflächen und Konversionsflächen können ebenfalls für den Bau von PV-Freiflächen-Anlagen genutzt werden. Im Landkreis befinden sich ehemalige Wirtschafts- und Verkehrs- oder Flächen aus wohnungsbaulicher Nutzung, die derzeit als solche nicht benötigt oder genutzt werden bzw. brach gefallen sind. Auch ein ehemaliges Militärgelände gehört dazu. Es handelt es sich im Wesentlichen um zusammenhängende Flächen. Sollten sich auf diesen Flächen schützenswerte Naturräume gebildet haben, muss eine Abstimmung mit den Belangen des Naturschutzes erfolgen.

Brachflächen befinden sich sowohl auf vormalig baulich bzw. gewerblich genutzten Flächen im Siedlungsgefüge als auch an dessen Rändern, aber auch im Landschaftsraum.

Das Brachflächenkataster LEG-Thüringen 2005 weist für den Landkreis Nordhausen 542 Brach- und Konversionsgrundstücke mit einer Gesamtfläche von 239 ha aus, von denen 62 ha für die Bebauung mit PV-Modulreihen geeignet sind.

Die Flächen haben eine mittlere Größe von 5,1 ha, eine minimale Größe von 2 ha und eine maximale Größe von bis 10 ha. (SCHLESINGER, 2017)

Aus diesen 62 ha ermittelt sich eine potenzielle Leistung von 31 MW_p und ein Strom-Ertrags-Potential von 29 GWh pro Jahr.

Einen ähnlichen Umfang wie die Brach- und Konversionsflächen nehmen die Flächen für **Tagebaue und Steinbrüche** ein. Die bestehenden 31 übertägigen Abbaugebiete für Rohstoffe umfassen im Landkreis Nordhausen eine Fläche von 279 ha. Von diesen identifiziert Schlesinger perspektivisch zwei Standorte, den Kohnstein in Niedersachswerfen und eine Fläche in Ellrich, als für PV-Anlagen geeignet. Die Flächen dieser beiden Steinbrüche addieren sich zu 30 ha. Bei einem Flächenbedarf von 2 ha/MW_p kann auf ihnen Strom mit einer Leistung von 15 MW_p bereitgestellt werden. Der daraus erzeugbare Stromertrag errechnet sich zu jährlich 14 GWh. (Schlesinger, 2017)

Neben den bereits genannten Flächen stellen auch **Deponien und Halden** grundsätzlich ein Potential zur Belegung mit PV-Anlagen und damit zur Gewinnung von erneuerbarem Strom dar. Davon verfügt der Landkreis Nordhausen über eine Fläche von 128 ha. Von diesen Arealen sind an fünf Einzelstandorten in Bleicherode, Nentzelsrode, Nordhausen und Sollstedt 53 ha grundsätzlich für die Aufnahme von PV-Anlagen geeignet. Damit ergibt sich auf Deponien und Halden auf der vorgenannten Fläche ein Potential für die Erzeugung erneuerbaren Stroms von 27 MW_p respektive 25 GWh/a (Schlesinger, 2017).

Auch in **Gewerbe- und Industriegebieten** werden Flächen für PV-Anlagen genutzt. Eine auskömmliche Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und eine relativ geringe Nachfrage nach Gewerbeflächen haben diese Entwicklung in der Vergangenheit befördert. Als künftiges Potential wird der heutige Bestand von 37 ha mit einer installierten Leistung von 18 MW_p und einem Stromertrag 17 GWh fortgeschrieben. Veränderungen beim EEG und die wirtschaftliche Entwicklung im Landkreis Nordhausen lassen allerdings erwarten, dass für PV-Anlagen genutzte Gewerbe- und Industrieflächen in den kommenden Jahren zurückgehen werden. In welchem Umfang diese Flächen tatsächlich für PV-Anlagen in Anspruch genommen werden, wird im Kapitel 7 bei der Beschreibung von Szenarien und Stellschrauben diskutiert.

Das **gesamte Potential** für erneuerbaren PV-Strom auf den 407 ha identifizierten **Freiflächen** liegt bei einer Leistung von 204 MW_p und jährlichen Erträgen von 194 GWh.

Tabelle 5.9 zeigt zusammenfassend die Einzelbeiträge und die Summe der Potentiale der PV-Freiflächen. (Geringe Abweichungen bei Zwischen- und Gesamtsummen sind Rundungsdifferenzen geschuldet.)

Tabelle 5.9: Potentiale erneuerbaren Stroms auf PV-Freiflächen

Flächentyp Freiflächen		Potential Fläche ha	Potential Leistung MW _p	Potential Ertrag GWh/a
Verkehrswege		225	113	107
davon:	BAB 38	92	46	44
	Bahn	133	67	63
Brachflächen, Deponien, Tagebaue		146	73	69
davon:	Brach- und Konversions- flächen	62	31	29
	Deponien und Halden	53	27	25
	Tagebaue und Steinbrüche	30	15	14
Gewerbe- und Industriegebiete		37	18	17
Freiflächen gesamt		407	204	194

PV-Anlagen auf stehenden Gewässern (Floating-PV)

Als weitere Potentialflächen für die Nutzung von Photovoltaik bieten sich Anlagen auf stehenden Gewässern an.

Im Landkreis Nordhausen bestehen in erheblichem Maße Kiesseen, die auch in der Zukunft wachsen werden. Sie bieten damit wesentliche Flächenpotentiale für die Bereitstellung von regenerativem Strom im Landkreis Nordhausen.

Nachstehend wird die Methode der Potentialermittlung erläutert.

In die Betrachtung sind eingegangen: Bielener See, Möwensee, Forellensee, Windehäuser See, Sundhäuser See, Auesee und Heringer See. Der Tauchersee wurde bei der Flächenermittlung wegen seiner geringen Größe und der schon heute intensiven Nutzung für Freizeit und Sport nicht berücksichtigt (Momberg, 2019).

Die Seeflächen sind größtenteils von niedrigen Wällen mit eher kleinwüchsigem Baum- und Strauchbestand umgeben und dadurch nur gering verschattet. Sie bieten die Möglichkeit, alle PV-Module optimal nach Süden auszurichten, was für einen hohen Ertrag sorgt.

Die Tabelle 5.10 zeigt die Gesamtflächen sowohl der bestehenden Kiesseen, als auch die noch erschließbaren, d.h. nach Bergrecht und dem geltenden Regionalplan planerisch gesicherten Flächen. Die gesamte bestehende Fläche beträgt 251 ha, die Flächen für vorgesehene Erweiterungen 567 ha. Bis 2050 dürften sich die Kiesseen auf eine Gesamtfläche von 818 ha ausdehnen.

Tabelle 5.10: Potentialfläche auf Kiesseen im Landkreis Nordhausen

Potentialflächen Kiesseen	Gesamtfläche ha	Flächen abzgl. 40 m Uferab- stand ha	Potential Leistung MW _p	Potential Ertrag GWh/a
Bestandsflächen	251	174	158	150
Bielener See	25	14	13	12
Möwensee	59	46	42	40
Forellensee	34	22	20	19
Windehäuser See	19	11	10	10
Sundhäuser See	48	32	29	28
Auesee	35	26	23	22
Heringer See	31	22	20	19
noch erschießbare Flächen	567	399	363	344
Gesamtflächen 2050	818	573	521	494

Bei der Installation schwimmender PV-Anlagen wird ein Randstreifen der Seen nicht belegt werden. Die Breite des Randstreifens wird durch technische und genehmigungsrechtliche Aspekte bestimmt. Aus technischer Sicht ist ein Mindestabstand von 20 m ausreichend. Das Genehmigungsrecht ist weitgehend ungeklärt. Aufgrund der geringen Zahl der in Deutschland errichteten Anlagen, gibt es keine etablierte Genehmigungspraxis durch Wasser- und Naturschutzbehörden. Bisher gab es ausschließlich Einzelfallentscheidungen, in die auch noch Sonder-, Bergbau- und Ausbaurechte einfließen. Bei der Errichtung von PV-Anlagen auf Kiesseen in Baden-Württemberg wurde mit den dortigen Wasser- und Umweltbehörden ein Abstand der Anlagen zum Ufer von 40 m vereinbart (Weigl, 2020). Dieser Abstand wurde auch dieser Untersuchung zugrunde gelegt. Zieht man einen 40 m-Randstreifen von den Gesamtflächen ab, so erhält man auf den Bestandsseen eine Nutzfläche von 174 ha und auf den noch erschließbaren Flächen von 399 ha, insgesamt also 573 ha. Werden auf diesen Flächen PV-Anlagen installiert, so können eine Leistung von 521 MW_p und ein Ertrag von 494 GWh erzielt werden. Die Einzelheiten sind ebenfalls in Tabelle 5.10 dargestellt. Ein Beispiel für eine Floating-PV-Anlage zeigt die Abbildung 5.12.

Insgesamt beträgt das identifizierte Potential für **Photovoltaik** (Dach, Fassaden, Freiflächen) im Landkreis Nordhausen 1.182 MW_p. Dieses lässt eine jährliche Stromerzeugung von 1.119 GWh zu. Beide Werte sind um den Faktor 23 höher als die Istwerte im Jahr 2019. Anders formuliert wird gegenwärtig das Potential nur zu knapp 5 % genutzt.



Abbildung 5.12: Floating PV-Anlage Bomhofplas, NL (Foto: BayWa r.e. 2020)

Windenergie

Für die Potentialermittlung der Windkraft im Jahr 2050 wird angenommen, dass die im Entwurf des Regionalplanes Nordthüringen aus dem Jahr 2018 dargestellten 556 ha Windvorranggebiete zu 100 % mit WKA bebaut sind. Die angenommene Technologieentwicklung bzgl. installierter Leistung je Fläche und Ertrag ist konservativ. Erwartet werden Installationen von WKA mit insgesamt 222 MW Leistung und einem Jahresertrag von 533 GWh. Unter diesen Annahmen wird das Potential aktuell nur zu 28 % genutzt.

Strom aus Biomasse

Aktuell stammt ein bedeutender Anteil der regenerativen Stromerzeugung aus Biogas- und Biomethananlagen (installierte Leistung 9 MW, Ertrag 62 GWh). Technologische Grundlage ist hier die Vergärung von Biomasse zu Methan und dessen Verstromung in BHKWs. Die Autoren gehen davon aus, dass dieser Technologiepfad mittelfristig Bestand hat bzw. wirtschaftlich betrieben werden kann, wenn als Einsatzstoffe Abfälle (Gülle, Klärschlamm, Biotonne etc.) verwendet werden. Im LK Nordhausen dominieren Anlagen auf Abfallbasis, deshalb wird bei der Potentialabschätzung davon ausgegangen, dass auch im Jahr 2050 auf einem ähnlichen Niveau wie heute produziert wird. Ein Rückgang der Tierbestände und damit des Gülleanfalls wird durch eine ausgeweitete Nutzung anderer vergärbarer Abfälle kompensiert. Ein weiteres Potential ergibt sich aus der Verbrennung von holzartiger Biomasse in KWK-Anlagen.

Insgesamt wird geschätzt, dass das Potential für Strom aus Biomasse die Leistung von 12 MW und den jährlichen Ertrag von 85 GWh umfasst.

Wasserkraft

Fließgewässer im LK Nordhausen haben ein Potential zur Stromproduktion. Es wird allerdings nicht erwartet, dass die Stromerzeugung aus Wasserkraft ausgebaut werden wird. Somit entspricht das Potential dem Iststand, also einer installierten Leistung von 0,3 MW und einem jährlichen Stromertrag von 0,6 GWh.

Die im Regionalplanentwurf 2018 dargestellte Fläche von 556 ha entspricht 0,8 % der Landkreisfläche. Das Thüringer Klimagesetz (ThürKlimaG) vom 18.12.2018 formuliert im § 4, Abs. 2 das Ziel, ein Prozent der Fläche Thüringens für die Windkraft zu nutzen. Über beide politisch definierte Ziele hinaus kann das Potential der Windkraft in Thüringen und dem LK Nordhausen durchaus größer eingeschätzt werden. 400 MW Leistung und 1.000 GWh Ertrag sind realistisch.

Zusammenfassung Potential Strom

Insgesamt wurde für den LK Nordhausen ein möglicher jährlicher regenerativer Stromertrag von 1.751 GWh identifiziert. Das ist mehr als das 6-fache der heutigen Produktion von 265 GWh.

Die Technologiepfade nach der Größe ihrer Beiträge geordnet ergeben: Photovoltaik 1.132 GWh (64 %), Wind 533 GWh (31 %) und Biomasse 85 GWh (5 %).

Der in Kapitel 5.3.1 beschriebene künftige Strombedarf von 1.150 und 1.300 GWh lässt sich grundsätzlich aus dem regionalen Potential von mehr als 1.700 GWh decken. Allerdings müssen dazu etwa drei Viertel des Potentials noch erschlossen werden. Wie dies erfolgen kann, wird in den Kapiteln 7 und 8 beschrieben.

Potential Wärmeerzeugung

Das Potential der regenerativen Bereitstellung der Endenergie Wärme, geordnet nach der Energiemenge, besteht aus Biomasse inkl. biogenem Abfall, Umweltwärme (Luft, Erdreich, Gewässer), Abwärme (Abwasser, Industrieprozesse, Kraftwerke) sowie aus der Solarthermie als unmittelbare Nutzung der Sonnenstrahlung. Abbildung 5.13 zeigt die Aufteilung der Potentiale der Wärmegewinnung aus erneuerbaren Energien auf verschiedene Energieträger. Die einzelnen Beiträge werden im Folgenden näher erläutert.

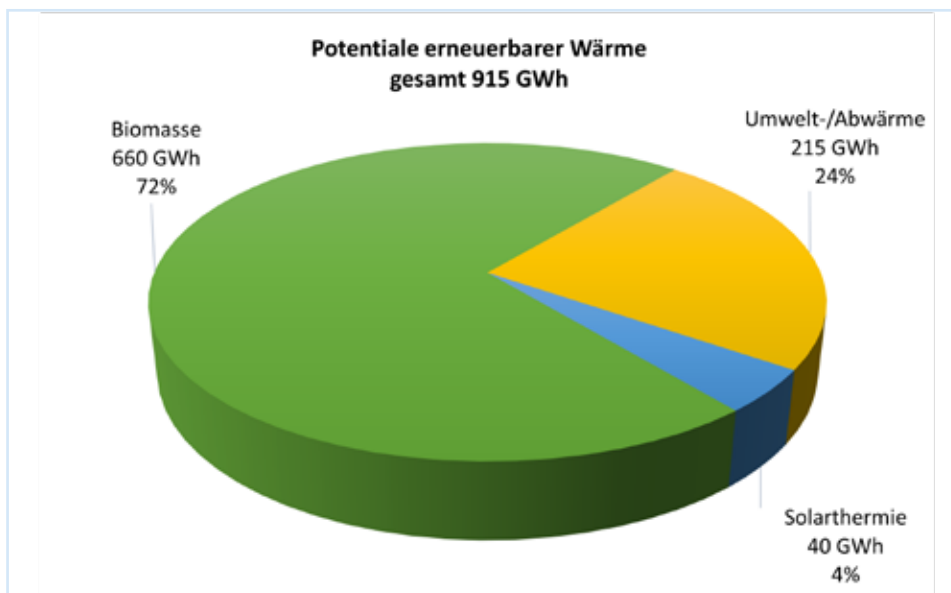


Abbildung 5.13: Aufteilung der Potentiale erneuerbarer Wärme im Landkreis Nordhausen

Potential von Biomasse und biogenem Abfall

Innerhalb der Biomasse bilden die Schwergewichte der Potentiale, ebenfalls nach dem Energiebeitrag aufgereiht, Energiepflanzen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, Stroh, Wald- und Restholz sowie Abfall.

Energiegewinnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen über **Energiepflanzen** ist etabliert. Öl aus Rapsamen verarbeitet zu RME ist Bestandteil des Dieselmotorkraftstoffs. Stärke aus Weizenkörnern verarbeitet zu Bioethanol ist Benzin beigemischt. Die vollständige Maispflanze gehäckselt, siliert und haltbar gemacht als Einsatzstoff für die Biogasproduktion stellt ein weiteres Beispiel dar. Aspekte wie Wertschöpfung, Fruchtfolge, Reduzierung des Futtermittelbedarfes für zurückgehende Tierbestände für Fleisch- und Milchproduktion sprechen aus Sicht der Autoren für eine zukünftige Ausweitung der Energiepflanzenproduktion.

Das Spektrum der angebauten Kulturen reicht von Kurzumtriebsplantagen (KUPs) über Ölsaaten, stärke- bzw. zuckerhaltige Pflanzen bis hin zu Grünpflanzen mit hoher Blatt- und Stängelmasse.

Die Technologien zur Verwertung dieser Biomasse sind vielgestaltig, sie umfassen Extraktion, Vergärung, Verbrennung, Vergasung und die Synthese von gasförmigen oder flüssigen Brenn- und Kraftstoffen.

Ein wesentlicher Vorteil der Biomasse gegenüber anderen Energiequellen ist ihre Speicherbarkeit. Naheliegender gilt dies für holzartige Biomasse, aber auch krautige Biomasse kann vor der energetischen Nutzung gespeichert werden. Gras beispielsweise kann als Silage oder Heu haltbar gemacht werden.

Realistisch ist auch eine nur teilweise energetische Nutzung. Beispielsweise werden Samen von Ölsaaten zur Ölgewinnung ausgepresst und der Rückstand ist ein hochwertiges Futtermittel.

Die Autoren gehen davon aus, dass 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Landkreises Nordhausen für eine Energiegewinnung zur Verfügung gestellt werden können, ohne dass die Bedarfsdeckung für Futter- und Lebensmittel eingeschränkt wird (TLL, 2010). Auf dieser Fläche von 9.050 ha können im Mittel 33 MWh/ha Energie bereitgestellt und somit eine Gesamtmenge von 300 GWh pro Jahr erzeugt werden.

Im Landkreis Nordhausen wird auf etwa 50 % des Ackerlandes Getreide angebaut (ca. 32.000 ha). **Getreidestroh** stellt eine potentielle Energiequelle dar. Bei einem spezifischen energetischen Ertrag von ca. 15 MWh/ha ergibt sich ein jährliches Potential von 240 GWh. Welche Menge davon tatsächlich genutzt werden sollte bzw. kann, wird im Kapitel 7 dargelegt.

Energie aus **Wald- und Restholz** bildet den aktuell dominierenden Beitrag für die erneuerbare Wärmebedarfsdeckung. Kesselanlagen im Landkreis Nordhausen erzeugen aus Holz jährlich 52 GWh Wärme. Dieses Holz stammt weitgehend aus den regionalen Wäldern (21.937 ha). Spezifisch gewinnt man also gegenwärtig ca. 2,4 MWh/ha. Welches energetische Potential man Holz aus dem Wald zuordnet, hängt von vielen Faktoren ab. Bereits die Bestimmung des Zuwachses an Biomasse ist mittlerweile eine große Herausforderung (Trockenheit, Borkenkäferbefall, Waldumbau). Zu entscheiden ist weiterhin, welche Holzmenge stofflich genutzt wird und damit nicht für energetische Zwecke zur Verfügung steht. Des Weiteren bestehen Interessen, das Holz im Wald zu belassen und als CO₂-Speicher zu nutzen. Aufgrund dieser „Gemengelage“ definieren die Autoren den Anfall von Restholz als das langfristig und nachhaltig nutzbare energetische Potential. Aus Restholz kann ein Energieäquivalent von 4 MWh/ha oder 90 GWh gewonnen werden. Als Technologie der Energiebereitstellung kommt hier die Verbrennung in Frage.

Biogener Abfall sind Grünabfälle inkl. Baum- und Strauchschnitt (ohne KUPs). Baum und Strauchschnitt fällt nicht nur in Parks und Gärten innerhalb von bebauten Flächen an. Wesentlich größere Mengen kommen aus Gehölzstrukturen, wie Straßenbegleitgrün, Hecken an Gewässern, Wegen und Felldrains oder Waldrändern. Die Technologie der Energienutzung wird anhand Trockenmassenanteil und Holzanteil ausgewählt.

Das Potential für Baum- und Strauchschnitt lässt sich über vorhandene und potentielle Gehölzflächen ermitteln (vgl. Kapitel 8.1 Raumgestaltung). Eine Jahresenergiemenge von 25 GWh ist erzielbar. Zu Speise- und Lebensmittelresten sowie Klärschlamm gibt es belastbare Statistiken der Abfallwirtschaftsbranche auch aus dem Landkreis Nordhausen. Das energetische Potential beläuft sich auf 5 GWh. Insgesamt repräsentiert der biogene Abfall ein Potential von 30 GWh.

Biomasse und biogener Abfall zusammen haben ein Potential von jährlich 660 GWh für den Wärmesektor. Das Potential liegt um den Faktor 13 höher als der aktuelle Wert (52 GWh).

Potential der Umweltwärme

Der Begriff **Umweltwärme** steht für die Nutzung der regenerativen Wärmequellen Umgebungsluft, Erdreich, Grundwasser und Oberflächenwasser. Die Nutzung erfordert Wärmepumpen, die das relativ niedrige Temperaturniveau der Wärmequelle mit Hilfe von Elektroenergie auf ein höheres Temperaturniveau der Wärmesenke heben. Je höher die zu überwindende Temperaturdifferenz ist, desto höher ist der Strombedarf. Im Grunde sind Wärmepumpen geeignet, Raumheizung und Warmwasserbereitung nahezu jeden Gebäudes zu übernehmen. Ist die aufzuwendende Strommenge allerdings relativ hoch, stellen sich andere Heiztechniken als geeigneter dar.

Das Potential der Umweltwärme ist nicht als Ressource begrenzt, sondern durch Zahl und Größe der Anwendungen der Wärmepumpentechnik. Lokale Einschränkungen gibt es allerdings durch geologische bzw. hydrogeologische Verhältnisse.

Die Autoren schätzen, dass das Potential der durch Wärmepumpen aus Umweltquellen zu erzeugenden Wärmemenge im Jahr 2050 bei insgesamt 135 GWh liegt. Davon werden 115 GWh vor allem im Gebäudebereich durch konventionelle Wärmepumpen erzeugt. Dieses Segment wird um den Faktor 11 gegenüber dem aktuellen Stand (10 GWh) steigen. Diese Abschätzung des Zuwachses basiert auf Ergebnissen von zwei maßgeblichen Studien (Agora KNDE, 2020; dena, 2017).

Die Nutzung von Umweltwärme aus Oberflächengewässern mittels Großwärmepumpen kann 20 GWh in Wärmenetze einspeisen.

Potential der Abwärme

Dieses Potential umfasst Masseströme, die aus einem technischen Prozess abgeführt werden müssen und deren Temperatur deutlich über dem Umgebungsniveau liegt. Das betrifft konkret kommunales Abwasser, Kühlwasser aus gewerblichen oder industriellen Prozessen und Rauchgase aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsanlagen. In Biogasanlagen ohne Wärmenutzung entsteht Abwärme in bedeutendem Maß. Hier wird die Motorwärme mittels Kühlern an die Umgebung abgegeben. Klassische Kraft-Wärme-Kopplung nutzt dagegen die Abwärme der Motoren.

Die tiefe Geothermie, also die Nutzung heißer Gesteine oder Grundwässer in Tiefen > 100 m ist grundsätzlich mit zu betrachten. Für das Untersuchungsgebiet spielt dieses Potential allerdings keine Rolle.

Abhängig vom Temperaturniveau der Abwärme kann für die Nutzung eine Wärmepumpe erforderlich sein.

Für die Ermittlung des Potentials ist der räumliche und zeitliche Zusammenhang von Wärmequelle und Wärmesenke maßgeblich. Transport und die Speicherung der thermischen Energie sind zwar regelmäßig aufwendig, aber günstige lokale Bedingungen bieten interessante Chancen bzw. Potentiale. Beispielsweise können Siedlungen in der Nähe von Seen oder Wärmenetze unmittelbar neben Kühltürmen eines Industriebetriebs mögliche Wärmesenken sein.

Das gesamte Potential der Abwärme beträgt ca. 80 GWh. Davon können 55 GWh direkt genutzt werden (davon 15 GWh ungenutzte Abwärme aus Biogasanlagen). Für weitere 25 GWh ist eine Temperaturerhöhung mittels Wärmepumpen erforderlich.

Potential der Solarthermie

Solarthermie stellt eine etablierte Technik für die teilweise Wärmebedarfsdeckung von Gebäuden dar. Anlagen können dezentral auf Dächern und an Fassaden der versorgten Gebäude errichtet werden. Die zweite Möglichkeit ist die Errichtung von zentralen Großanlagen als Freiflächen- oder Dachanlagen möglich. Das Dach könnte sich auf Flächen des ruhenden Verkehrs befinden. Die Nutzung der Solarthermie setzt immer die räumliche Nähe einer Wärmesenke voraus.

Ihre Flächenansprüche bringt die Solarthermie in Konkurrenz zu Photovoltaik und anderen Nutzungen. Die jährlichen Erträge sprechen für die Solarthermie. Bei Dachanlagen sind $350 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ein realistischer Ertrag. Bei Freiflächenanlagen erreicht man $150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Die vergleichbaren Werte für die Photovoltaik liegen bei einem Drittel. Die einfachere Möglichkeit des Stromabtransports spricht allerdings häufig für die Photovoltaik.

Die Autoren schätzen das Potential der Solarthermie auf 40 GWh pro Jahr. Das ist eine Verachtfachung gegenüber dem aktuellen Niveau.

Zusammenfassung Potential Wärme

Insgesamt ergeben sich regenerative Potentiale zur Deckung des Wärmebedarfes im Umfang von 915 GWh. Davon kann die Biomasse 660 GWh, d.h. 72 % beisteuern. Umweltwärme hat ein Potential von 135 GWh, d.h. 15 %. Eher geringere Rollen spielen Abwärme mit 80 GWh (9 %) und Solarthermie mit 40 GWh (4 %). Das Potential entspricht etwa dem Zehnfachen der aktuellen regenerativen Wärmeerzeugung im Umfang von 91 GWh. Tabelle 5.11 zeigt zusammenfassend alle genannten Werte.

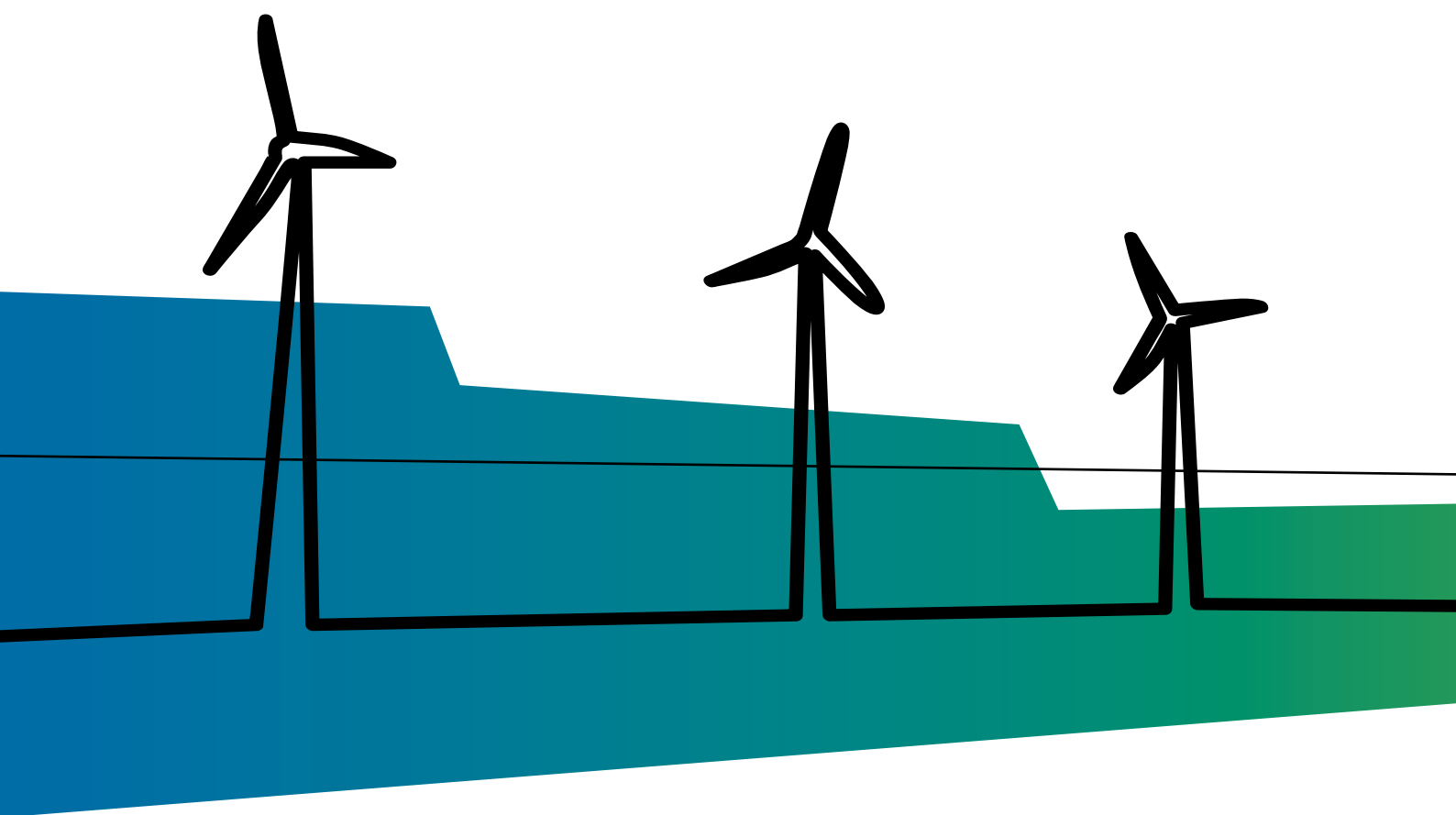
Tabelle 5.11: Übersicht zu Iststand und Potentialen der regenerativen Wärmeerzeugung im Landkreis Nordhausen

regenerative Wärmeerzeugung	Ist GWh	Potential GWh
Biomasse und biogener Abfall	52	660
Energiepflanzen inkl. KUPs	0	300
Stroh	0	240
Wald- und Restholz	52	90
Grünabfall, Landschaftspflegeholz	0	25
Speise- und Lebensmittelreste	0	5
Umwelt- und Abwärme	34	215
Luft, Erdreich, Grundwasser mit Wärmepumpe	10	115
Oberflächenwasser (Seen) mit Großwärmepumpe	0	20
Abwärme mit Wärmepumpe	0	25
Abwärme, direkt	24	55
Solarthermie	5	40
Summe regenerativer Wärmeerzeugung	91	915

Der in Kapitel 5.3.1 beschriebene künftige Wärmebedarf von 763 GWh lässt sich grundsätzlich aus dem regionalen Potential von 915 GWh decken. Allerdings müssen offensichtlich mehr als drei Viertel des Potentials noch erschlossen werden. Wie dies erfolgen kann, wird in den Kapiteln 7 und 8 beschrieben.

Kapitel 6

**Anforderungen an die Gestaltung des Landschaftsraumes
unter den Bedingungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien
und der Klimaanpassung**



6.1 Herausforderungen der ästhetischen Gestaltung und qualitätvollen Integration von EE-Nutzung in Landschaften

6.1.1 Theoretischer Ansatz

Landschaften sind durch fortlaufende Veränderung geprägt. Der Ausbau der Erneuerbaren Energien bringt ein neues Landschaftsbild hervor, welches kontrovers diskutiert wird. Während es eine grundlegende Übereinstimmung hinsichtlich der Notwendigkeit der Nutzung Erneuerbarer Energien in Deutschland gibt, wird die Landschaftsprägung durch die Realisierung der Energiewende hingegen oft als negativ empfunden. Hier besteht ein elementarer Konflikt zwischen der Notwendigkeit der Erneuerbaren Energien einerseits und der fehlenden ästhetischen Akzeptanz oder gar Wertschätzung der neuen Energieträger andererseits. (Linke, 2017; Schöbel, 2012; Arbeitskreis Ästhetische Energielandschaften, 2016)

Der landschaftsgestalterische Einfluss Erneuerbarer Energien wird in Deutschland bisher wenig diskutiert, ebenso wenig werden in der Regel landschaftsgestalterisch bewusste und ästhetisch anspruchsvolle Entscheidungen bei der Realisierung der Energiewende im ländlichen Raum getroffen. Es gibt diesbezüglich keine praxisrelevanten Vorgaben durch die Raumordnung. Die Ausweisung von Vorranggebieten für die Windenergie beruht auf einer „Negativplanung“. Windeignungsgebiete werden dort ausgewiesen, wo die geringsten entgegenstehenden Interessen auf der Fläche vermutet werden. Die „Schönheit der Landschaft“ kann eines der Ausschlusskriterien sein. Zu der Frage, nach welchen ästhetischen Kriterien Windkraftanlagen in diesen Gebieten gestaltet werden sollen, gibt es keine gesetzlichen Vorgaben (Schöbel, 2012). Dies gilt ebenso für Photovoltaik-Anlagen oder Biomassekulturen.

Davon ausgehend, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energien deutlich zunehmen und ein Vielfaches der bisher dafür vorgesehenen Fläche in Anspruch nehmen und beeinflussen wird, werden die gestalterischen Fragestellungen hinsichtlich einer ästhetischen Integration der neuen Energieträger in die Kulturlandschaft in naher Zukunft höchst relevant (Schöbel, 2012; Arbeitskreis Ästhetische Energielandschaften, 2016).

Die Frage nach der landschaftlichen Integration ergibt sich auch für die Erstellung des landschafts- und baukulturellen Leitbildes für den Raum Nordhausen (siehe Karte 5.1 im Kartenwerk). Wie können die einzelnen Energieträger ästhetisch qualitativ in die Landschaft integriert werden, so dass die Wahrnehmung der Erneuerbaren Energien weniger negativ, neutral oder sogar positiv ist?

Ziel dieses Kapitels ist es deshalb, die Möglichkeiten einer qualitativ hochwertigen und ästhetischen Integration Erneuerbarer Energien in der Landschaft zu ermitteln und aufzuzeigen. Bei der Wahrnehmung und Bewertung der landschaftlich-ästhetischen Einbindung geht es dabei nicht um subjektive Präferenzen, sondern um die **Anwendung grundlegender gestalterischer Regeln** der Wirkung von Objekten und deren Eigenschaften (Form, Farbe, Größe etc.) in Relation zueinander und in Relation zu dem sie umgebenden Raum (Linke, 2017).

Die nachfolgenden ästhetischen Kriterien haben in diesem Sinne eine grundlegende Bedeutung für unser ästhetisches Landschaftsverständnis:

- **Harmonie** (Bezogenheit / Einfachheit / Proportion)
- **Ordnung** (Symmetrie / Rhythmus)

- **Komplexität** (Vielfalt / Kontraste).

Das Zusammenspiel aller drei Aspekte ist wichtig, da ein Zuviel an Komplexität Chaos erzeugt und ein Zuviel an Ordnung andererseits langweilig wirken würde (Wöbse, 2003; Peters, 2019).

6.1.2 Die gestalterischen und ästhetischen Herausforderungen und Lösungsansätze der Windenergienutzung

Grundlegende gestalterische Herausforderungen von Windenergienutzung

Eine große Herausforderung bei einer qualitätsvollen ästhetischen Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft ist die **Dimension der Anlagen**. Moderne Anlagen haben Höhen von bis zu 200 m, sind dadurch weit sichtbar und überragen oftmals tradierte und gewohnte landschaftliche Elemente, wie Kirchtürme, Bäume oder Hügelkuppen. Sie sind auch deutlich höher als andere technische Elemente in der Landschaft, wie Stromleitungen oder Funksendemasten. (Danish Energy Agency, 2009)

Sie können folglich durch ihre Höhe andere Elemente visuell dominieren.

Hinzu kommt, dass Windkraftanlagen als technische Anlagen einen **Sonderkörper** innerhalb der Landschaft darstellen, der weder in seiner Form noch in seiner Materialität einen Bezug zur Landschaft aufweist, was deren optische Dominanz verstärkt.

(Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)

In der Regel werden Windenergieanlagen nicht einzeln platziert, sondern in Gruppen innerhalb sogenannter Windparks oder Windfarmen. Die Abstände der Windenergieanlagen untereinander werden durch technische, nicht durch ästhetische Kriterien bestimmt, sodass es häufig, insbesondere in Folge der Erweiterung von Windparks sowie dem Repowering, zu einer wahllos und beliebig wirkenden **Anordnung der Windenergieanlagen** in den Windparks kommt. Außerdem werden Anlagen **unterschiedlicher Höhe** und **Farbgebung** sowie verschiedene Anlagentypen innerhalb eines Windparks errichtet, was beim Betrachter eine visuelle „**Unordnung**“ hervorruft. (Arbeitskreis Ästhetische Energielandschaften, 2016; Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)

Die **räumliche Ausweisung der Windparks** in der Landschaft wiederum wird durch die oben beschriebene **Negativplanung** vorgegeben (Schöbel, 2012), die auf Informationen basiert, die dem Betrachter vor Ort meist unbekannt sind. Dadurch kann die Platzierung von Windparks in der Landschaft zufällig, beliebig und ohne Sinnzusammenhang wirken.

Die **farblichen Variationsmöglichkeiten** der Windenergieanlagen sind in Deutschland an die „Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“ von 2013 geknüpft. Laut dieser sind ein heller Farbton und die Markierung der Anlagen durch rote Aufzeichnungen verpflichtend. Die i.d.R. weiße Färbung der Windkraftträder erzeugt einen Kontrast zu der sie umgebenden Landschaft und verstärkt so die Wirkung eines „technischen Fremdkörpers“ in der „natürlichen“ Umgebung. (Geyer, 2015)

Ab einer Höhe der Anlagen von 100 m ist zudem die **nächtliche Befeuerung**, das heißt das Kenntlichmachen durch rot blinkende Lichter, gesetzlich vorgeschrieben. Laut der genannten Verwaltungsvorschrift ist das Blinken zu synchronisieren. Dennoch kommt es an vielen Orten zum sogenannten „Discoeffekt“, der die natürlichen, nächtlichen Lichtverhältnisse beeinträchtigt und so als „Störung der Nachtlandschaft“ (Nohl, 2010) wahrgenommen wird. (Schmidt et.al. 2018 & Von Gagner, 2018)

Für die Entwicklung der letzten Jahre ist die Zunahme der **kumulativen Wirkungen** markant. Inzwischen können ca. 11 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschland, durch die Anzahl und Anhäufung von Anlagen, als windenergieanlagendominierte Landschaft bezeichnet werden. (Schmidt et al., 2014, zitiert nach Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)

Darüber hinaus sind auf zirka 30 % der Landesfläche in Deutschland Windenergieanlagen generell sichtbar (Peters, 2012).

Daran anknüpfend ist die Zunahme eines weiteren Effektes, der mit dem Begriff der „**Horizontverstellung**“ beschrieben werden kann, maßgeblich für die Wirkung von Windenergieanlagen. Dieser Begriff beschreibt die Tatsache, dass sich die Standorte häufen, an denen in allen Himmelsrichtungen am Horizont Windparks wahrgenommen werden können. (Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)

Grundlegende gestalterische Lösungsansätze von Windenergienutzung

Die Planung von Windenergieanlagen und Windparks sollte immer im Zusammenhang mit den charakteristischen Eigenschaften und dem Kontext der sie umgebenden Landschaft erfolgen.

Dabei muss die Anordnung mehrerer Windparks, die Anordnung von Windenergieanlagen innerhalb eines Windparks und das Design der einzelnen Windenergieanlagen genauso betrachtet werden, wie die **Morphologie, landschaftsräumliche oder bauliche Bezüge, Blickbeziehungen** und **Wegestrukturen**, die Formation eines benachbarten Windparks und spezifische Eigenheiten der Landschaft, in die sie eingebracht werden sollen. Grundsätzlich sollten die Ausweisung und Erweiterung von Windpark als Gestaltungsaufgabe, nicht als reine Negativplanung verstanden werden. In anderen europäischen Ländern gibt es deutlich aktivere Anregungen und Gestaltungsvorschläge, wie Energielandschaften bewusst gestaltet werden können. (Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)

Zur Steigerung der Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung empfiehlt es sich zudem, die durch den Eingriff in die Landschaft generierten naturschutzrechtliche Ersatzzahlungen in unmittelbarer Umgebung der betroffenen Landschaft und unter Beteiligung der Anwohner einzusetzen. Hierbei sollten Visualisierungen der möglichen landschaftsgestalterischen Maßnahmen unterstützend eingesetzt werden. (ebd., 2018)

Anordnung der Windenergieanlagen

Beispielhafte Ansätze für eine konzeptionelle Eingliederung von Windkraftanlagen (und anderer Erneuerbarer Energien) in übergreifende Raumkonzepte zeigen die in Tabelle 6.1: Entwurfsstudien zur Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft 6.1 dargestellten **Entwurfsideen**. Gemeinsam haben alle Entwürfe den **strukturierenden** und dadurch **Ordnung** bewirkenden Grundgedanken durch die (spezifisch gestalterisch begründete) **systematische Verteilung der WKA** auf der Fläche.

Im Folgenden sind die daraus abgeleiteten möglichen **Gestaltungshinweise** aufgeführt:

- **Konzentration** von Windenergieanlagen und Windparks
- **Orientierung** an oder Nachahmung von **landschaftstypischen und baulichen Strukturen**
- Nachzeichnung und **Betonung von Reliefstrukturen**
- **Strukturierung der Landschaft** durch Windenergieschneisen
- Platzierung der Windenergieanlagen in einem strengen **Raster**
- Hervorheben und **Betonen** von **historischen Besonderheiten** in Landschaftsräumen.

Tabelle 6.1: Entwurfsstudien zur Integration von Windenergieanlagen in die Landschaft

Entwurfsstudie	Gestaltungsidee
<p>Energie-Schneisen (Enerscape – Entwurfsideen für eine Energielandschaft)</p> <p>Evangelische Akademie Abt Jerusalem Braunschweig (Hrsg.) 2015</p>	<p>Grundüberlegung dieses Entwurfs ist es, einen Teil des zu planenden Gebietes zugunsten der Erholungsnutzung von der Windenergienutzung zu entlasten und diese an anderer Stelle zu konzentrieren und die Windräder entlang vom Stromtrassen in Doppelreihen anzuordnen.</p>
<p>The Morphing Landscape (Enerscape – Entwurfsideen für eine Energielandschaft)</p> <p>Evangelische Akademie Abt Jerusalem Braunschweig (Hrsg.) 2015</p>	<p>Der Entwurfsidee liegt eine konsequente Neuordnung der Tagebaue Schöningen-Nordfeld mittels rasterförmig angelegter Energiefelder zu Grunde. Das Raster ergibt sich aus den erforderlichen Abständen für eine effiziente Windenergiegewinnung. Windenergieanlagen werden mittig in jedes Feld platziert. Grundsätzlich sollen die Energiefelder mit Bäumen bepflanzt werden. Die Verwendung von Energiepflanzen und Gehölzen zur Biomassegewinnung ist ebenfalls denkbar.</p>
<p>Baukultur für Energielandschaften - Zur Landschaftsgestaltung durch Windenergienutzung</p> <p>Arbeitskreis Ästhetische Energielandschaften (Hrsg.) 2016</p>	<p>Die Problematik der Strukturlosigkeit wird in dieser Explorationsstudie aufgegriffen. Die Studie umfasst die Darstellung des Ist-Zustandes und jeweils vier alternative Entwürfe zweier Windparks. Berücksichtigt wird das Relief und die Anordnung der WKA auf der Fläche. Diese Anordnungen haben unterschiedliche Eigenschaften und setzen unterschiedliche Schwerpunkte, z.B. die Integration in das Raumgefüge, Orientierung an landschaftstypischen Strukturen oder die Nachzeichnung und Betonung des Reliefs.</p>

Die Broschüre der Danish Energy Agency zum Genehmigungsverfahren in Dänemark „Wind Turbines in Danmark“ enthält die Empfehlung, Windenergieanlagen in **geometrischen Formen** (in der Regel linear) anzuordnen. Hierdurch soll ein Kontrast zur Landschaft und ein strukturierter Eindruck entstehen. Es wird auch darauf hingewiesen, dass der Abstand zwischen den WKA das Zwei- bis Dreifache des Rotordurchmessers betragen sollte. (Danish Energy Agency, 2009)

Die Empfehlungen zur Anordnung von Windenergieanlagen und Windparks in Schottland „Siting and Designing Wind Farms in the Landscape“ des Scottish Natural Heritage geben detaillierte Anweisungen, sowohl zur Platzierung in der Landschaft als auch zur Strukturierung von Windparks. Auch hier wird der Bezug der Windenergieanlagen zur Umgebung hervorgehoben und eine Orientierung an der Topographie der Landschaft empfohlen (Scottish Natural Heritage, 2017).

Das Beispiel des „Whitelee“ Windparks in der Nähe von Glasgows in Schottland kombiniert die Erholungsnutzung mit der Energiegewinnung. Das Gelände des Windparks ist bewusst für die Öffentlichkeit zugänglich und lädt mit einem 13 km langen Wegenetz zum Wandern und Radfahren ein. Ebenso gibt es ein Informationszentrum, in dem dauerhaft eine Ausstellung zum Thema Windkraft sowie die weitere Planung in Schottland gezeigt wird. (Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)

Farbliche Gestaltung von Windenergieanlagen

Zur Farbgebung von Windenergieanlagen gibt die Scottish Natural Heritage die Empfehlung einer **einfarbig hellgrauen Gestaltung**. Diese werden im Gegensatz zu teilweise farbigen Gestaltungsvarianten in der Wahrnehmung der Öffentlichkeit bevorzugt und bieten gegenüber dem Himmel einen möglichst geringen visuellen Kontrast. Zudem kann insbesondere die grüne Gestaltung des Fußes der Windenergieanlage, diese über dem Boden schwebend wirken lassen, was den landschaftsfremden Eindruck der technischen Anlagen noch verstärken kann. Auch die Transformatoren der WKA sollten, wenn sie nicht im Inneren installiert werden können, farblich an ihre lokale Umgebung angepasst werden. Dies dient der Reduktion von visuellen Reizen. (Scottish Natural Heritage 2017)

Im Gegensatz zu diesen Empfehlungen initiierte der Künstler Reinhard Geyer (2015) ein Projekt zur farblichen Gestaltung von Windenergieanlagen nach Entwurfsstudien von Friedrich Ernst von Garnier („Beautifulpower“) Diese sehen die farbliche Gestaltung ganzer WKA mit Abstufungen verschiedener Farbtöne (gelb, grün, blau, braun) vor. Dabei wird von Farbtönen mit geringer Buntheit ausgegangen, die sich an der Farbgebung der, die WKA umgebenden Landschaft, orientieren. Das Projekt wurde nicht umgesetzt, da die farbliche Gestaltung für WKA durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (2013) einen hellen Farbton und die Markierung der Anlagen durch rote Auszeichnungen vorschreibt und eine farbliche Gestaltung, die einen geringeren Helligkeitskontrast hat, durch die zuständigen Behörden abgelehnt wird. (Geyer, 2015)

Design von Windenergieanlagen

Eine weitere Gestaltungsmöglichkeit von Windenergieanlagen bietet das **Verhältnis von Rotorblattlänge und Gesamthöhe**. Längere Rotorblätter wirken wuchtiger, aber auch stabiler als WKA mit kurzen Rotorblättern. Die dänische Energieagentur empfiehlt abgestuft nach der Höhe ein Verhältnis von +/-10 % Rotordurchmesser zur Gesamthöhe bei unter 100 m Gesamthöhe und ein Verhältnis von 10 bis 35 % bei größeren Anlagen über 100 m Gesamthöhe. Neben den Proportionen können auch andere Elemente der einzelnen Windkraftanlage unterschiedlich gestaltet werden, z.B. die Gondel. Hierbei ist es wichtig, dass der Gesamteindruck sich wiederum an der Landschaft orientiert, in der die Anlage errichtet werden soll. (Scottish Natural Heritage, 2017)

Wichtig für den Gesamteindruck ist die Errichtung von Windenergieanlagen **eines Typs** und **einer Höhe innerhalb eines Windparks**.

Dem Problem der nächtlichen Befeuerung und dem damit verbundenen Discoeffekt kann durch **bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung** entgegengewirkt werden.

Diese Systeme können durch Radar-Technologie automatisch erkennen, wann sich ein Flugzeug der Windenergieanlagen nähert und die Warnleuchten nur in diesem Zeitfenster blinken lassen (IWR, 2017). Um diese Entwicklung voranzutreiben, sollen laut Energiesammelgesetz vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ab Juli 2020 Windparks nur dann eine Vergütung erhalten, wenn sie mit einem solchen System ausgestattet sind. Eine andere Lösung ist es, Flugzeuge mit einem **Transponder** auszustatten und entsprechende Empfängereinheiten in den Windparks zu installieren. Hierzu wäre jedoch eine Änderung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrtshindernissen (2013) notwendig. (energate GmbH, 2019)

Möglichkeiten der Sichtverschattung von Windenergieanlagen

Neben der Gestaltung der Windparks und Windenergieanlagen als Möglichkeit der ästhetischen Integration, bieten **Gehölzpflanzungen zur Sichtverschattung** von Windenergieanlagen die Möglichkeit, der zumindest teilweisen Unterbrechung des direkten Blicks aus besonders **sensiblen Bereichen**, wie z.B. einer Wohnbebauung, stark frequentierter Wanderwegen oder Aussichtspunkten. (siehe Abbildung 6.1 und Abbildung 6.2: Exempla-

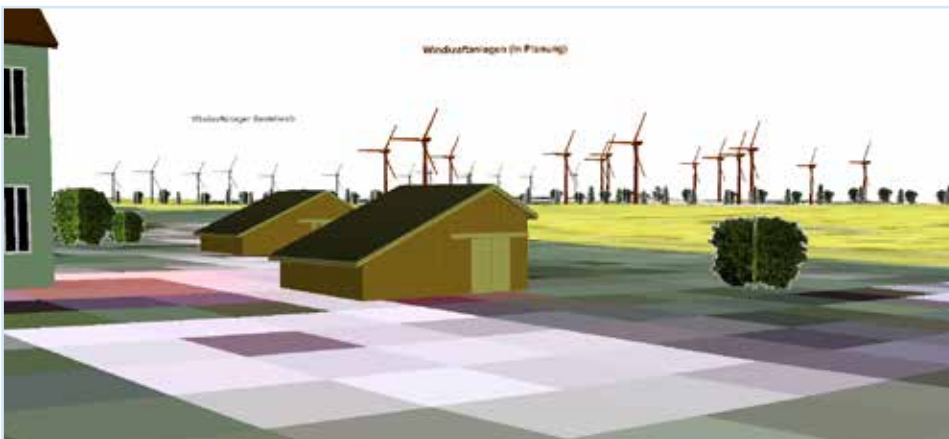


Abbildung 6.1: Exemplarische Visualisierung von Windenergieanlagen, Sicht aus Augenhöhe aus einer Ortslage (Grafik: Schmidt, 2019)

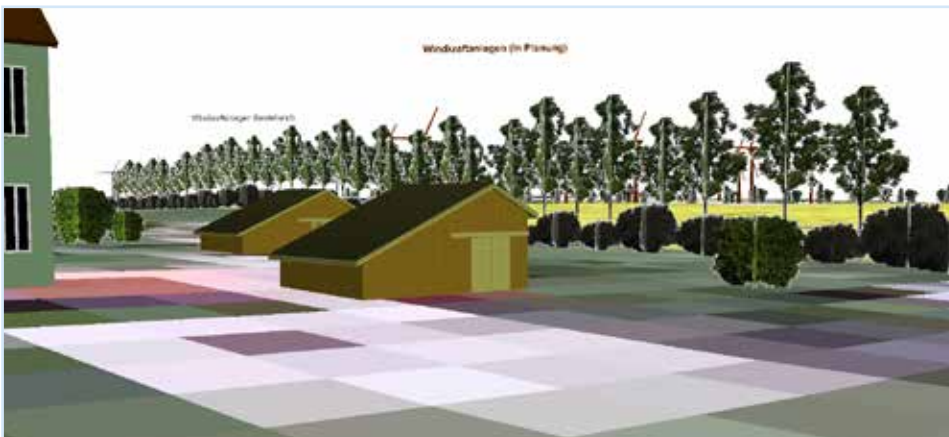


Abbildung 6.2: Exemplarische Visualisierung von Windenergieanlagen, Sicht aus Augenhöhe aus einer Ortslage mit eingefügten Sichtverschattungspflanzungen (Grafik: Schmidt, 2019)

rische Visualisierung von Windenergieanlagen, Sicht aus Augenhöhe aus einer Ortslage mit eingefügten Sichtverschattungspflanzungen (Grafik: Schmidt, 2019)6.2)

Grundlage für eine zielführende Pflanzmaßnahme ist die Analyse der räumlichen Gegebenheiten, um den Standort mit den besten Voraussetzungen für eine Gehölzpflanzung zur Sichtverschattung identifizieren zu können (Nohl, 2001; Peters & Torkler et al., 2011). Weiterhin muss die Auswahl der Pflanzen, die zu erwartende maximale Höhe der Pflanzen und der entsprechenden Wuchszeitraum, bis zur Sichtverschattung sowie der je nach Jahreszeit unterschiedliche Belaubungszustand beachtet werden.

Soll die Pflanzung im Rahmen der naturschutzrechtlichen **Eingriffsregelung** als Kompensationsmaßnahme durchgeführt werden, sind **gebietsheimische Baumarten** zu verwenden (Peters & Torkler et al., 2011).

6.1.3 Die gestalterischen und ästhetischen Herausforderungen und Lösungsansätze der Nutzung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Grundlegende gestalterische Herausforderungen von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Als „landschaftsfremde Objekte“ beeinträchtigen PV-Freiflächenanlagen das Landschaftsbild (ARGE, 2007). Ihre Wirkfaktoren haben permanent Einfluss auf das sie umgebende Landschaftsbild. Die Wirkung ist dabei abhängig von der Größe der Einzelanlagen und des Solarparks, sowie der Farbe, Textur und Formgebung der Module. Durch die verstärkte Nutzung von Konversionsflächen für die Neuanlage zentraler Photovoltaikanlagen steigt die Flächengröße, die ein Solarpark einnehmen kann. So umfassen die größten Flächen über 200ha.

Laut Linke (2017) wird darüber hinaus die **Umzäunung** (siehe Abbildung 6.3) von PV-



Abbildung 6.3: Photovoltaik-Freiflächenanlagen bei Ilfeld (Foto: Luttmann, 2020)

Freiflächenanlagen, die Diebstahl verhindern und die oftmals eingesetzten Weidetiere zusammenhalten soll, optisch als negativ wahrgenommen: Der/die Betrachtende ist ausgesperrt, was eine **exkludierende Wirkung** hervorruft.

Ein höherer Fördersatz durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für PV-Freiflächenanlagen entlang von Autobahnen oder Schienenwegen bedingt die vermehrte Errichtung dieser entlang von Verkehrswegen. Diese können ab einer bestimmten Länge den Effekt eines **monotonen Bandes** hervorrufen. (ARGE, 2007)

Darüber hinaus werden **Reflexionen bzw. Spiegelungen**, die abhängig von dem Material, der aktuellen Wetterlage und der Sichtbarkeit der Anlagen auftreten, als problematisch beschrieben (ARGE, 2007). Am ehesten beeinflussbar sind die landschaftsästhetischen Wirkungen durch Anzahl und Anordnung der PV-Freiflächenanlagen in der Landschaft, da hier auch die entscheidenden Faktoren für die Gesamtwirkung liegen.

Grundlegende gestalterische Lösungsansätze von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Mit einer bewussten Gestaltung und Integration von PV-Freiflächenanlagen können die negativen Auswirkungen auf die Landschaft deutlich reduziert werden. Spägele (2009) empfiehlt die Abkehr von einer grundsätzlich negativen Bewertung und fordert eine differenzierte Betrachtungsweise und die Anpassung der Anlagen an die vorhandenen, spezifischen Elemente und Strukturen der Kulturlandschaft.

Im Folgenden werden Möglichkeiten der Integration von PV-Freiflächenanlagen in die Landschaft genannt:

- Einbettung in vorhandene Nutzungsstrukturen, z.B. Zwischenreihen von Obstplantagen
- Nachformung geomorphologischer Strukturen, z.B. Solarpark Eggldham in Bayern (Spägele, 2009)
- Anlagen entlang von Autobahnen durch Gehölzflächen/-streifen regelmäßig unterbrechen
- Vermeidung von Zäunung durch Verwallung, Gräben oder technische Alarmsicherungen (Knoll & Groiss, 2011)
- Sichtverschattung durch Gehölze oder Bodenerhebungen
- Lage zur Horizontlinie vermeiden zur Wahrnehmungsreduzierung und Verhinderung von Horizontüberhöhung
- Anlagen in Hanglagen und an Kuppen vermeiden. Hier sind die Sichträume deutlich größer als in Tallagen (Herden et al., 2009 zitiert nach Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)
- Erlebarmachung der Solarparks zur Steigerung der Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung
- Integration von PV-Freiflächenanlagen in Energielandschaften (Schumacher et. al, 2010a).

Als ein gutes Gestaltungsbeispiel kann das Solarfeld Gänsdorf gelten. Die PV-Freiflächenanlage zeichnet sich durch die Multifunktionalität, die Integration ins Siedlungsgefüge, die Reduktion des Eingriffes in die Natur- und Landschaftsfunktionen, die Konzeption sinnvoller Ausgleichsmaßnahmen und die Förderung von Akzeptanz in

Bei dem Solarfeld Gänsdorf wurden die Ausgleichsmaßnahmen in Form von Heckenpflanzungen direkt um das Solarfeld herum vorgenommen. Das Feld wird somit ein Stück weit „abgeschirmt“ und eingerahmt. Diese „Rahmung“ mit organischen Formen bettet das Solarfeld in die Landschaft ein, indem es einen Übergang und eine Verbindung zwischen den Ackerflächen und dem Solarfeld schafft. Um die Betrachter*innen in das Solarfeld einzubeziehen, wurden Wege durch das Feld und ein Aussichtshügel konstruiert, von denen ein Überblick über das Solarfeld möglich ist. Die Betrachter*innen können so das Solarfeld aus einer erhöhten Perspektive erfahren. Das Solarfeld ist an das örtliche Wegenetz angeschlossen. (bdla, 2018)



Abbildung 6.4: Exemplarische Visualisierung einer Parkplatzüberdachung (Foto: Jakobsen, 2019)

Grundsätzlich sollten Siedlungsbereiche und bereits bebaute Flächen im Landschaftsraum bevorzugt für PV-Anlagen genutzt werden. Ein Beispiel dafür ist die multifunktionale Nutzung von Flächen durch Photovoltaik-Kleinarchitekturen, wie z.B. Pergolen, Laubengänge oder Parkplatzüberdachungen (Schumacher et. al, 2010a). (siehe Abbildung 6.4: Exemplarische Visualisierung einer Parkplatzüberdachung4)

Wasserflächen von Stau- und Baggerseen sowie Wasserrückhaltebecken könnten als Flächen mit geringem Konfliktpotential ebenfalls in die Betrachtung einbezogen werden. Insbesondere in Asien werden „Float-PV“ also schwimmenden PV-Anlagen häufig auf Wasserflächen installiert. Die Vorteile sind zum einen, dass keine zusätzlichen Flächen in der Landschaft bebaut werden. Zum anderen befinden sich Baggerseen häufig auf Betriebsgelände, stören so keine Erholungssuchenden und der erzeugte Strom kann direkt durch die ansässigen Werke genutzt werden. Ein weiterer Vorteil ist eine sehr gute Stromausbeute, da die Photovoltaik-Module nicht verschattet werden und das Wasser die Anlagen zusätzlich noch kühlt.

Ein positiver ökologischer Effekt ist die teilweise Beschattung der Wasserflächen, was die Algenbildung in stehenden Gewässern reduziert. Zudem finden kleine Fische und Amphibien Schutz vor Fressfeinden (Kronsbein, 2018).

Eine innovative Möglichkeit ist der Bau von Solarstraßen und -radwegen. Hier gibt es unterschiedliche Ansätze, z.B. Wattpaneele, die direkt auf die Fahrbahn aufgebracht werden können. Versuche hierzu gibt es beispielsweise in Frankreich und den USA. In den Niederlanden zeigt ein 2014 eingeweihter Fahrradweg bereits erste Erfolge. (VDI Verlag GmbH, 2015)

6.1.4 Die gestalterischen Herausforderungen und Lösungsansätze der Biomassenutzung

Grundlegende gestalterische Herausforderungen von Biomassenutzung

Landwirtschaftliche Biomassekulturen sind oftmals **großflächige, einförmige** Monokulturen. Der Anbau konzentriert sich auf Mais und Raps, was zur Vereinheitlichung der landwirtschaftlich genutzten Fläche und des Landschaftsbildes führt. Die Einförmigkeit dieser Kulturen, die sich durch das Fehlen von Strukturen und Mischkulturen auszeichnet, wird oft als ästhetisch wenig ansprechend wahrgenommen und bewertet und beeinträchtigt zudem den Wasserhaushalt, die Bodenqualität und die Biodiversität. (Riedl, 2013; Riedel & Stolz, 2015; Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018) Die beanspruchte **Flächengröße** für den Biomasseanbau wird vor allem im Vergleich zu der Flächeneffizienz von Wind- und Solarenergie deutlich (UBA, 2019).

Beispielsweise werden 50 – 100 ha/GWh*a bei Biogasnutzung bzw. 35 - 45 ha/GWh*a bei Feststoffverbrennung aus Kurzumtriebsplantagen in Anspruch genommen. Eine Windkraftanlage (Neuanlage) hingegen benötigt 2,5 ha/GWh. (Reichmuth & Schiffler, 2012)

Neben den anbaubedingten negativen Wirkungen können auch die **Biogasanlagen als Baukörper** das Landschaftsbild beeinträchtigen. Zu den Wirkfaktoren gehören die **Dimension** und die **Form** der Biogasanlagen, ebenso wie die **farbliche Gestaltung** sowie teilweise die **Struktur und Anordnung**. Die durch Biogasanlagen hervorgerufene Zerschneidung oder Verstellung von Sichtachsen ist jedoch, verglichen mit den flächigen Auswirkungen des Anbaus, nicht essenziell für den landschaftsästhetischen Wandel. (Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018)

Entscheidender für die Diskussion zum Anbau von Biomasse zur energetischen Verwertung ist die Konkurrenzsituation zur Nahrungsmittelproduktion. Auch wenn dies keine landschaftsästhetische Fragestellung ist, so zeigt es doch die Wichtigkeit von Alternativen zur Biomassegewinnung. (UBA, 2019)

Grundlegende gestalterische Lösungsansätze von Biomassenutzung

Der wesentliche Ansatzpunkt bei der Betrachtung von Biomasse als Energieträger ist die ästhetische Aufwertung durch die Gestaltung von Diversifizierung. Dies kann zum einen durch eine Vielfalt der angebauten Pflanzenfamilien und -arten geschehen und zum anderen durch die räumliche Anordnung derselben als strukturierende Elemente. Ansätze hierzu sind in unterschiedlicher Ausprägung bekannt. Dazu gehören der Anbau alternativer Ackerkulturen und Blühstreifen, Grünlandnutzung, Anpflanzung von Hecken,

Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsysteme. Die genannten Ansätze werden im Folgenden erläutert.

Alternative Ackerkulturen

Im Gegensatz zum weit verbreiteten monokulturellem Maisanbau ist es möglich, Mischkulturen anzupflanzen. So können beispielsweise Sonnenblumen im klassischen Maisanbau integriert werden (Herrmann, 2013). Als nachhaltige, alternative Energiepflanzen werden Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*), Blümmischungen aus Wildpflanzen- und Kulturarten (z.B. Rotklee (*Trifolium pratense*) und Beifuß (*Artemisia vulgaris*)), Ackergras und Leguminosen-Gras Mischungen (z.B. Italienisches Raygras (*Lolium multiflorum*)), Malvengewächse (*Malvaceae*), Ungarisches Riesenweizengras (Hybridgras-Sorte), Sorghumhirsen (Arten der Gattung *Sorghum*), und *Miscanthus* (als Energiepflanze *Miscanthus × giganteus*) in der Literatur beschrieben. (Bayerische Anstalt für Weinbau und Gartenbau, 2016; Fleischer & Syrbe, 2013)

Ausgenommen von *Miscanthus*, was als biogener Feststoff verwendet wird, können diese zur Produktion von Biogas angebaut werden. Vorteil dieser alternativen Ackerkulturen ist ihr mehrjähriger Anbau (ausgenommen der Sorghumhirsen) von 2 bis 30 Jahren. Dadurch haben sie, verglichen mit den Hauptenergiekulturen Mais und Raps, eine sehr viel höhere ökologische Wertigkeit (Fleischer & Syrbe, 2013) und werten das Landschaftsbild durch Strukturierung und Diversifizierung optisch auf.

Blühstreifen

Im Rahmen der EU-Agrarförderung ist ein streifenweiser Anbau von arten- und strukturreichen Blühpflanzenmischungen inmitten der Agrarflächen förderfähig. Die Streifenbreite orientiert sich dabei an einer in der Landwirtschaft üblichen Bewirtschaftungsbreite von bis zu zwölf m (Günner et al., 2018). Mit der Möglichkeit, Blühstreifen und Blühflächen als Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) anzulegen, eröffnet sich für die Landwirtschaft die Chance die Strukturvielfalt in vielerlei Hinsicht aufzuwerten, ohne dabei auf Nutzflächen verzichten zu müssen (Wix et al., 2018). Zusätzlich erhöhen Blühstreifen die Artenvielfalt, bieten Brut- und Deckungsmöglichkeiten, für viele verschiedene Tierarten und stehen als zusätzliche Nahrungsquelle zur Verfügung. Verwendbare Blümmischung beinhalten beispielsweise Gemeine Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Färber-Hundskamille (*Anthemis tinctoria*), Gewöhnliches Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*) oder Kornblume (*Centaurea*) und sollten entsprechend des jeweiligen Standortes ausgewählt werden (Fenchel et al., 2015).

Grünlandnutzung

Grünland bietet eine Umgebung mit wenigen optischen Reizen, wirkt jedoch naturnah und bereichert dadurch das Landschaftsbild.

Alternativ zum klassischen Feldfruchtanbau kann Bioenergie auch im Grünland gewonnen werden. Die mit Gras und krautigen Pflanzen bewachsenen Dauerkulturen sind meist Relikte historischer Nutzungsformen. Für ihren Erhalt bedarf es einer kontinuierlichen Pflege. Die Grünlandaufwüchse werden durch Mahd bewirtschaftet und zum großen Teil als Futtermittel der Nutztierhaltung zugeführt. Sie können allerdings auch als nachwachsende Rohstoffe, sowohl zur Gaserzeugung als auch als Festbrennstoff genutzt

werden (Fleischer & Syrbe,2013).

Weitere Chancen ergeben sich für eine Integration der Biogaserzeugung in den ökologischen Landbau. Hier werden zu Zwecken der Stickstoffversorgung, Bodenverbesserung und Beikrautregulierung Leguminosengemenge wie Klee gras kultiviert, die wiederum in Biogasanlagen eingesetzt werden können. (Meyer & Prierer, 2012)

Anpflanzung von Hecken

Hecken gliedern und prägen als lineare Elemente das Erscheinungsbild der Landschaft. Sie bieten Struktur und geben den Eindruck von Beginn und Ende, womit sie eine optisch ordnende Funktion übernehmen. Sie bieten dem Auge in einförmigen Flächen einen Anhaltspunkt und dadurch Orientierung. Hecken bieten die notwendige Abwechslung und



Abbildung 6.5: Unstrukturierte Offenlandfläche an der BAB 38 (Foto: Klare, 2019)



Abbildung 6.6: Visualisierung von Hecken auf unstrukturierter Offenlandfläche an der BAB 38 (Foto: Klimainsky, 2020)

Unterbrechung von gleichen oder ähnlichen Strukturen und sind damit ein wesentliches Element, um für visuelle Vielfalt zu sorgen. (Sieber, 2008 zitiert nach Schumacher et. al., 2010b)

Hecken können sich durch Samenanflug entlang gegebener linearer Strukturen auf natürliche Weise bilden, werden aber meist gezielt angebaut und dienen als Grenz- und Begleitstrukturen. Neben den positiven Wirkungen für das Landschaftsbild, bieten Hecken Lebensraum, Schutz und Nahrung für eine Vielzahl von Tierarten. Als vernetzte Biotop fungieren sie als Korridore und gewährleisten so die Wanderbewegungen und Ausbreitung von Arten. (Kühne 2018)

Darüber hinaus umfasst ihr potenzielles Anwendungsspektrum beispielsweise die Anlage als Windschutzstreifen, Uferrandstreifen und Erosionsschutz-Pflanzungen (siehe Abbildung 6.5 und Abbildung 6.6).

Als Energielieferant sind Hecken heute kaum noch von Bedeutung. Dabei ist die Nutzung und das damit verbundene „auf den Stock setzen“ maßgeblich für eine heterogene Heckenstruktur und die damit verbundene Habitatfunktion. Aktuell werden Pflegeschnitte meist mit so geringem Aufwand, wie möglich durchgeführt, da keine Wertschöpfung aus dem Pflegematerial erfolgt. Dieses Energiepotential kann aufgegriffen und so vor allem auf regionaler Ebene als ein zusätzlicher Bioenergieträger generiert werden. (Roesler & Hassler, 2015; Wiehe, 2009).

Kurzumtriebsplantagen (KUP)

KUPs sind Agrarflächen, auf denen schnellwachsende und stockausschlagfähige Baumarten als Dauerkultur angebaut werden. Sie bieten die Möglichkeit holzartige Energieträger in der Landschaft anzubauen und entlasten so den Forstsektor (NABU, 2015; Bemmann, 2010). Verwendbare Baumarten sind vor allem Pappel- und Weiden-Hybride (*Populus spec.* und *Salix spec.*) sowie Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Wichtig ist eine hohe Stockausschlagfähigkeit. Die erste Ernte erfolgt nach drei bis vier Jahren mit speziellen Erntemaschinen. (Strohm et al., 2012)

Unter bestimmten Voraussetzungen sind KUPs als ökologische Vorrangfläche (ÖVP) im Greening anrechenbar sowie als Direktzahlung gemäß den Richtlinien der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union. Auch der Anbau als Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) ist in einigen Bundesländern möglich. (TLL, 2013) Neben einer naturschutzfachlichen Aufwertung der Agrarflächen im Vergleich zu einjährigen Ackerkulturen, können KUPs durch Strukturierung der Landschaft, das Landschaftsbild aufwerten. Ebenso ist die Verwendung von KUP-Streifen zur Ortsrandgestaltung sowie Sichtverschattung von industriellen Anlagen und Windenergieanlagen möglich. Wichtig ist dabei, immer nur einen Teil der Flächen zu ernten, damit der Sichtschutz bzw. die Eingrünung grundsätzlich erhalten bleiben.

Agroforstsysteme

Agroforstsysteme sind Landnutzungssysteme, die gekennzeichnet sind durch eine Kombination aus dem Anbau von Gehölzstrukturen und Feldfrüchten bzw. einer Grünlandbewirtschaftung oder landwirtschaftlicher Tierhaltung. Diese Kombinationen beziehen sich unmittelbar auf eine Bewirtschaftungseinheit (Schlag, Parzelle). (Unselde et al., 2011)

Bei Agroforstsystemen werden üblicherweise drei unterschiedliche Kombinationen der Nutzung differenziert:

- Bäume mit Ackerkulturen
- Bäume mit Tierhaltung
- Bäume mit Ackerkulturen und Tierhaltung.

Letztere sind in trockenen Regionen Südeuropa sowie den Tropen und Subtropen typisch (BTU Dresden, 2018). Die Kombination von Bäumen und Tierhaltung ist auf traditionelle Landnutzungsformen, wie Streuobstwiesen, Waldweiden und Halboffenen Weidelandschaften zurückzuführen. Es fehlt diesen Biotoptypen/Nutzungsformen allerdings inzwischen oft die land- und forstwirtschaftliche Doppelnutzung (Unselde et al., 2011). Beide Kombinationen sind nicht darauf ausgelegt, einen hohen Energieholzbedarf zu decken.

Bei der gleichzeitigen Nutzung von Gehölzen und Ackerfrüchten lässt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Typen unterscheiden. Entscheidend für die Erzeugung von Energieholz sind vor allem Alley-Cropping-Systeme und Kurzumtriebs-Alley-Cropping-Systeme. (BTU Dresden, 2018)

Bei beiden Systemen werden streifenweise Baum- oder Gehölzreihen parallel zueinander angepflanzt. Die Breite der Streifen kann von 5 bis 20 m variieren. (Unselde et al., 2011; Veste & Böhm, 2018)

Dazwischen erfolgt der Anbau konventioneller Ackerkulturen oder die Nutzung von Grünland. Die Breite der Fläche sollte ein Mehrfaches der Arbeitsbreite landwirtschaftlicher Maschinen betragen. Empfohlen werden 12 bis 24 m. Allerdings ist dabei, abhängig vom angestrebten Ziel, ein großer Gestaltungsspielraum möglich. Die Systeme sind daher sehr flexibel und gut an die lokalen Gegebenheiten adaptierbar.

Mit dem Anbau in Form von Streifen, werden heckenartige Strukturen inmitten der Ackerflächen generiert. Durch ihre Integration entstehen ökologische und ökonomische Vorteilswirkungen für die Landwirtschaft (Unselde et al., 2011; Veste & Böhm, 2018). Durch die Strukturierung und Diversifizierung der Ackerflächen wird zudem das Landschaftsbild aufgewertet (Schmidt et.al. 2018 & von Gagner, 2018).

Das klassische Alley-Cropping-System zielt vor allem auf die Erzeugung von Wertholz ab. Daher werden Baum- und Gehölzarten, wie Kirsche (*Prunus spec.*) und Nussbäume, wie Walnuss (*Juglans regia*), Schwarznuss (*Juglans nigra*) und Hybridnuss (*Juglans intermedia*) angepflanzt. Energieholz lässt sich dabei aus dem Pfliegerestholz generieren. Für Kurzumtriebs-Alley-Cropping-Systeme werden, wie bei klassischen KUPs, schnellwachsende Baumarten, wie Weiden und Pappeln (*Populus spec.* und *Salix spec.*) bevorzugt.

6.2 Ästhetische Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in die Landschaft

6.2.1 Entwicklung von Gewässerrandstreifen

Theoretischer Hintergrund

Gewässerrandstreifen haben einen bedeutenden Einfluss auf die vielfältigen Lebensräume im Übergangsbereichen zwischen einem Gewässer und seinem Umfeld. Sie sollten aus mehrreihigen hochwüchsigen Gehölzen bestehen, an die sich niederwüchsige Gehölze und Stauden anschließen. Den Abschluss und Übergang zu angrenzenden Nutzflächen bildet ein Saum aus Krautpflanzen. (Konold et al., 2000)

Gewässerrandstreifen dienen der amphibischen und terrestrischen Fauna als **Wanderkorridore** und ermöglichen durch ihre lineare Ausprägung die Verbreitung von Arten entlang des Gewässers. Dadurch entstehen besonders arten- und strukturreiche Lebensräume.

Gewässerbegleitende Gehölzbestände sorgen für eine **Beschattung** des Gewässers, was zu weniger strahlungsbedingten Temperaturschwankungen führt und die Temperaturen nicht zu stark ansteigen lässt. Gleichzeitig bewirken die **Wurzeln eine Stabilisierung des Ufers** und bieten insbesondere **Fischen** und **Makrozoobenthos** einen Unterschlupf. Darüber hinaus wird das übermäßige Aufkommen von Algen und Wasserpflanzen verhindert und die Ausbreitung von dichtem Krautwuchs reduziert, was entscheidend zur Erreichung eines guten ökologischen Zustandes des Gewässers beiträgt und das Selbstreinigungsvermögen erhöht. (Eberstaller-Fleischanderl et al., 2008; LUBW, 2007; LAWA, 2006)

Der Eintrag und Rückhalt von **Totholz** fördert zusätzlich die Ausbildung von unterschiedlichen aquatischen, semiaquatischen und terrestrischen Lebensräumen. Weiterhin dient eine intakte Ufervegetation als **Pufferzone** für Nähr- und Schadstoffeinträge aus der Landwirtschaft und als **Erosionsschutz**. (Eberstaller-Fleischanderl et al., 2008; LUBW, 2007; LAWA, 2006)

Neben den ökologischen Vorteilen wirken sich Gehölzpflanzungen an Gewässern positiv auf das Landschaftsbild aus. Insbesondere in Agrarlandschaften heben sie sich durch die auch im Hochsommer frische grüne Farbe des Laubes von der restlichen Vegetation ab, bieten dem Betrachter Orientierung im Raum, beleben und bereichern den Landschaftsraum. Zudem dienen sie als natürlicher Retentionsraum. (Eberstaller-Fleischanderl et al., 2008)

Gewässer werden seit Jahrhunderten durch anthropogene Einflüsse geprägt. Sie fungieren als Erschließungs- und Transportwege, Besiedlungsachsen und werden für die Be- und Entwässerung sowie zur Energieerzeugung genutzt. Die Entwaldung und zunehmende Nutzung der Landschaft hat Gewässer ausschlaggebend verändert. Lange Zeit war es das vorherrschende Ziel der Gewässerpflege, diesen ausgebauten Zustand zu erhalten. Heute sind der Schutz und die naturnahe Entwicklung von Gewässern ein wichtiges politisches Ziel. (LAWA, 2006; AHA, 2019)

Bereits im Jahre 1995 wurde die „Richtlinie zur naturnahen Unterhaltung und zum Ausbau von Fließgewässern“ des Landes Thüringen eingeführt (TLUBN, 2011). Auf europäischer Ebene sind insbesondere in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG), der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL, 92/43/EWG), der Vogelschutzrichtlinie (VS-RL, 79/409/EWG) und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL, 2007/60/EG) Ziele und Maßnahmen festgelegt, die den Folgen der menschlichen Eingriffe entgegenwirken sollen. National sind vor allem das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) von Bedeutung. Das Bundesumweltministerium (BMU) konkretisiert Ziele für das Handlungsfeld „Flüsse und Auen“ in der „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“. (BMU, 2009; BfN, 2018)

Für Fische, Makrozoobenthos sowie Makrophyten/Phytobenthos sind eine gute Wasserqualität mit ausreichend Sauerstoff sowie das Vorhandensein eines strukturierten Lebensraumes mit standortheimischen Gehölzarten überlebenswichtig. Eine naturnahe Entwicklung von Gewässern begünstigt die Lebensbedingungen und ist insbesondere in Hinblick auf die klimatische Veränderung der Lufttemperatur sowie der Niederschlagsmenge und -verteilung und deren Auswirkungen von Bedeutung. (LfU, 2005; LUBW, 2007; LUWG, 2010)

Ein strukturierter Gewässerrandstreifen bietet zudem verschiedenen terrestrischen Lebewesen sowie Wasservögeln und Amphibien Schutz- und Brutmöglichkeiten (TLUBN, 2011). Naturnahe Gewässer leisten außerdem einen wichtigen Beitrag für die Erholungsnutzung und haben einen kühlenden Effekt für ihre Umgebung (BfN, 2015).

Neben den großen Flüssen Wipper, Helme und Zorge gibt es im Landkreis Nordhausen eine Vielzahl von kleinen Bächen und Gräben. (siehe Karte 6.1 und 6.3 im Kartenwerk) Südöstlich der Stadt Nordhausen befindet sich eine aus Kiesabbau entstandene Seenlandschaft. Zu dieser gehören der Forellensee, Tauchersee, Bielener See, Möwensee (siehe Abbildung 6.7) und der Sundhäuser See. Weitere anthropogen entstandene Seen sind die Stauseen der Talsperren Ilberg, Neustadt und Kelbra. Vereinzelt kommen kleine Erdfallseen (siehe Abbildung 6.8) und Teiche vor.



Abbildung 6.7: Möwensee (Foto: Luttmann, 2018)



Abbildung 6.8: Tanzteich: Erdfallsee nordwestlich von Niedersachswerfen (Foto: Luttmann, 2018)



Abbildung 6.9: Kleines Fließgewässer bei Etzelsrode (Foto: Luttmann, 2020)

Während die größeren Flüsse in weiten Teilen mit einem meist schmalen Gehölzstreifen oder einzelnen Gehölzgruppen bewachsen sind, fehlen diese an Bächen und Gräben im Offenland (siehe Abbildung 6.9) häufig. Die Seen der Seenlandschaft sind zum Teil gut mit Gehölzen eingegrünt, weisen an anderer Stelle aber ebenso Potential zur Anpflanzung von Gehölzen auf. Gleiches gilt für Stauseen. Die Erdfallseen und Teiche hingegen sind in eine natürliche Umgebung eingebettet.

Maßnahmen zu Förderung von Gewässerrandstreifen

Die naturnahe Entwicklung von Gewässerränder kann passiv oder aktiv erfolgen. Bei der passiven Entwicklung wird die natürliche Sukzession zugelassen. Voraussetzung dafür ist ein nutzungsfreier Uferstreifen sowie das Vorhandensein von standortgerechten, heimischen Gehölzen, die für ausreichend Sameneintrag sorgen. Die natürliche Sukzession kann, wenn nötig, durch bestimmte Pflegemaßnahmen gefördert und gelenkt werden. Dazu gehören zum Beispiel das Freilegen der oberen Bodenschicht, um ein geeignetes Keimbett für Gehölzsamen zu schaffen. Ebenso können bestimmte Gehölzarten gefördert werden, indem andere, in Konkurrenz stehende Pflanzen entfernt werden. Die möglichst schnelle Entwicklung standortgerechter Ufergehölzbestände kann durch das Einbringen von Saatgut und Pflanzen erzielt werden. Für das Aussäen von Gehölzsamen ist wichtig, dass die obere Bodenschicht nicht geschlossen ist, auch hier ist das Schaffen eines geeigneten Keimbettes für den Erfolg der Saat förderlich. Eine Initialpflanzung sollte möglichst mit Gehölzen aus Wildbeständen aus der direkten Umgebung erfolgen. (TLUBN, 2011; LUBW, 2007; LAWA, 2006).

Es gibt eine Vielzahl typischer Gehölze, die an den Gewässern im Landkreis Nordhausen natürlicherweise wachsen und zur Begrünung und Festigung des Ufers eingesetzt werden können (siehe Tabelle 6.2: Geeignete Baumarten für Gewässerrandstreifen (TLUBN, 2011)).

Tabelle 6.2: Geeignete Baumarten für Gewässerrandstreifen (TLUBN, 2011)

Überflutungsintensität	Baumarten
regelmäßige Überflutung (>200 Tage/Jahr)	verschiedene Weidenarten (<i>Salix spec.</i>), Schwarzpappel (<i>Populus nigra</i>), Traubenkirsche (<i>Prunus padus</i>), Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>)
seltene Überflutung (<100 Tage/Jahr)	Feldahorn (<i>Acer campestre</i>), Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>), Haselnuss (<i>Corylus avellana</i>), Faulbaum (<i>Frangula alnus</i>), Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>), Vogelkirsche (<i>Prunus avium</i>), Stieleiche (<i>Quercus robur</i>), Winterlinde (<i>Tilia cordata</i>), Gewöhnlicher Schneeball (<i>Viburnus opulus</i>), Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>)

Generell sollten Gewässerufer nicht durchgehend mit Gehölzen bepflanzt sein. Einzelne Gehölzgruppen zwischen denen Lücken belassen werden, ermöglichen dem Gewässer eine eigendynamische Entwicklung und fördern die Entwicklung einer strukturreichen Uferlinie. Der Wechsel aus sonnigeren und schattigeren Uferbereichen erweitert zudem das Lebensraumspektrum. (TLUBN 2011)

Die Pflege bestehender Ufergehölze ist zur Erreichung bestimmter Entwicklungsziele sinnvoll. Das abschnittsweise Entfernen von Gehölzen einschließlich des Wurzelwerkes am Uferbereich kann die Eigendynamik fördern. Die entnommenen Gehölze können als Totholz in den Gewässern oder im Uferbereich belassen werden. Sie bieten neue Lebensräume. Gehölze, die nicht gewässertypisch oder nicht heimisch sind, können abschnittsweise entfernt werden. Insbesondere wenn diese die heimischen Gehölze verdrängen. (TLUBN, 2011; LUBW, 2007)

Generell ist es unnötig und kontraproduktiv Gehölze auf den Stock zusetzen oder Bäume zu asten. Regelmäßiger Verbiss durch Wild- und Weidetiere kann durch Auszäunung begrenzt werden. Das ist insbesondere für junge Gehölzpflanzen wichtig. (TLUBN, 2011; LUBW, 2007; LfU 2005)

6.2.2 Entwicklung von Gewässerauen

Theoretischer Hintergrund

Auen sind die natürlichen Überschwemmungsgebiete von Fließgewässern und zählen zu den vielfältigsten und artenreichsten Landschaften in Deutschland. Bedingt durch die dynamischen Prozesse, die durch wiederkehrendes Hochwasser auftreten, befinden sich verschiedenste Extremstandorte in unmittelbarer Nachbarschaft. Ein Großteil der dort vorkommenden Arten sind speziell auf die besonderen Bedingungen in diesem Lebensraum angepasst. (BMU, 2009)

Neben dem ökologischen Wert haben naturnahe Gewässer und Auen einen erheblichen Nutzen für die Gesellschaft. Sie dienen als effektiver Hochwasserschutz, Grundwasserreservoir, wirksame Wasserreinigung, dem Rückhalt von Treibhausgasen sowie der Erholungsnutzung des Menschen (BMU, 2009; TLUBN, 2011). Diese Funktionen gewinnen in Hinblick auf den Klimawandel zunehmend an Bedeutung.

Mit dem Beginn des 19. Jahrhundert wurden zahlreiche Flüsse begradigt, eingetieft und ihre Ufer befestigt. Durch Deiche und Dämme wurde eine Vielzahl von Auen vom Wasserzufluss abgeschnitten und damit landwirtschaftlich nutzbar gemacht oder besiedelt (BMU, 2009; BfN, 2018).

Heute sind der Schutz und die Entwicklung von Gewässerauen wichtige politische Ziele. Wie bereits in Kapitel 6.2.1 beschrieben, wurde im Jahre 1995 die „Richtlinie zur naturnahen Unterhaltung und zum Ausbau von Fließgewässern“ des Landes Thüringen eingeführt (TLUBN, 2011). Zudem wird die Gewässerentwicklung auch von europäischen Richtlinien geprägt. Wichtige Ziele finden sich in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG), der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL, 92/43/EWG), der Vogelschutzrichtlinie (VS-RL, 79/409/EWG) und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL, 2007/60/EG). Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geben Maßnahmen und Ziele auf nationaler Ebene vor. Das Bundesumweltministerium (BMU) konkretisiert Ziele für das Handlungsfeld „Flüsse und Auen“ in der „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“. (BMU, 2007; BfN, 2018)

Zwei der wichtigsten Fließgewässer im Landkreis Nordhausen sind die Flüsse Zorge (siehe Abbildung 6.10) und Helme (siehe Karte 6.1 und 6.3 im Kartenwerk). Beide werden zu den feinmaterialreichen, karbonatischen Mittelgebirgsbächen gezählt, die im natürlichen Zustand geschlängelt bis mäandrierend in Mulden- oder Sohlentälern verlaufen. Die Gewässer dieses Typs sind meist schwebstoff- und nährstoffreich (TLUBN, 2011). Beide Flüsse sind im Untersuchungsgebiet stark bebaut und begradigt worden, was zum Einsatz von zahlreichen Wehren geführt hat (AHA, 2019).



Abbildung 6.10: Zorge
(Foto: Luttmann, 2018)

Im Landkreis Nordhausen sollen daher Maßnahmen vorgenommen werden, die eine Auenentwicklung entlang der Gewässer fördert und sie in einen naturnäheren Zustand zurückbringen soll. Ziel ist es, dass die Gewässer wieder stärker mäandrieren können und sich naturnahe Auenstrukturen und ihre dazugehörigen Lebensgemeinschaften bilden können.

Eine Auenentwicklung entlang der Zorge und Helme würde außerdem zu einer Vergrößerung des (Hochwasser-) Retentionsraumes führen und damit zu einem naturnahen und verbesserten Hochwasserschutz beitragen (TLUBN, 2011).

Maßnahmen zur Förderung der Gewässerauenentwicklung

Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Gewässern können an der Gewässersohle, an den Gewässerufer oder im Gewässerrumfeld vorgenommen werden. Diese Maßnahmen tragen direkt oder indirekt zur Gewässerauenentwicklung bei (TLUBN, 2011).

Das Potenzial zur naturnahen Gewässer- und Uferentwicklung ist abhängig vom Grad der umliegenden Bebauung. Mit zunehmenden Siedlungs- und Verkehrsflächen sinkt das Potential unabhängig von anderen möglichen Restriktionen (BfN, 2018).

Im Folgenden werden mögliche Maßnahmen für den Landkreis Nordhausen aufgeführt und für die Flüsse Zorge und Helme konkretisiert.

Um eine Gewässerauenentwicklung zu ermöglichen ist das Anlegen eines Entwicklungskorridors entlang der Gewässer notwendig. Dieser sollte aus einem beidseitig mindestens 10 m breiten Gewässerschutzstreifen bestehen. Dieser muss in der Regel nicht gepflegt werden und führt zu einer Abgrenzung des Gewässers von angrenzenden Nutzungen. Zusätzlich bietet ein Gewässerschutzstreifen den benötigten Raum für eine eigendynamische Entwicklung des Gewässers. (TLUBN, 2011)

Er sollte sich nach Möglichkeit entlang der Helme bis zur Unstrut erstrecken und dabei auch alle Nebengewässer u.a. Zorge, Thyra, Leine, Gonna und Rohne einbeziehen (AHA, 2019).

Die Breite des Entwicklungskorridors ergibt sich aus der Dimension des Gewässers und dessen Laufkrümmungen (TLUBN, 2011).

Baum- und Straucharten, die an den Fließgewässern im Landkreis Nordhausen natürlicherweise wachsen und zur Begrünung und Festigung des Ufers eingesetzt werden können, sind in Kapitel 6.2.1 (siehe Tabelle 6.2: Geeignete Baumarten für Gewässerrandstreifen (TLUBN, 2011)) aufgeführt. Dazu gehören unter anderen verschiedene Weidenarten (*Salix spec.*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Feldahorn (*Acer campestre*), Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Haselnuss (*Corylus avellana*).

Der an den Entwicklungskorridor angrenzende Nutzungsbereich, sollte nach Möglichkeit extensiv bewirtschaftet werden. Dadurch verringern sich mögliche Schad- und Nährstoffeinträge in das Gewässer und die Biotopvielfalt verbessert sich. Eine weitere Maßnahme, die eine Gewässerauenentwicklung fördern kann, ist das Anheben der Gewässersohle durch eine Sohlschwelle, sodass es zu häufigeren Überflutungen des Uferbereichs und einer Anhebung des gewässernahen Wasserspiegels kommt. Wenn zusätzlich das Gewässerprofil naturnah umgestaltet wird, ist es möglich, die Primäraue des Gewässers zu reaktivieren und damit dessen Retentionsraum zu vergrößern. (TLUBN, 2011)

Weitere Maßnahmen fördern nicht direkt die Auenentwicklung eines Gewässers, verbessern aber dessen Zustand und können dadurch indirekt zur Auenentwicklung beitragen (TLUBN, 2011).

Ein erster Schritt kann darin bestehen, die bautechnischen Befestigungen der Gewässersohlen und -ufer der Zorge und Helme zurückzubauen. In Zwangslagen, z.B. im Stadtgebiet von Nordhausen, in denen eine Sohl- und Uferbefestigung notwendig ist, kann diese ersetzt werden durch naturnahe Sohl- und Uferbefestigungen z.B. aus Totholz oder Steinschüttungen (AHA, 2019).

Des Weiteren sollte, wenn möglich ein Verfall von Uferbefestigungen zugelassen und mögliche Uferabbrüche belassen werden, um natürliche Uferstrukturen zu fördern (TLUBN, 2011).

Weiterhin können bestehende Deiche, besonders im Bereich der Aumühle bis zur Nebenhelme zurückverlegt werden, um einen größeren Retentionsraum für das Gewässer zu schaffen (AHA, 2019).

Die an der Helme und Zorge bestehenden Wehre und andere Wanderhindernisse sollen nach Möglichkeit durch Sohlgleiten ausgetauscht werden, um eine Durchlässigkeit des Gewässers für Fische zu ermöglichen. Altläufe und Altauen sollten nach Möglichkeit wieder an das Fließgewässer angeschlossen werden, um ehemalige Biotope wieder miteinander zu verbinden. Die Altauen ziehen sich vom Harz bis zur Helme und überschneiden sich bis zur Einmündung in die Helme. (AHA, 2019)

Desweiteren können gezielt Störgehölze oder -steine in den Gewässern platziert werden um die Sohlstruktur zu verbessern und eine Mäandrierung zu fördern (TLUBN, 2011; BfN, 2018).

6.2.3 Erosionsvermeidung durch Pflanzung und Pflege von Flurgehölzen

Theoretischer Hintergrund

Flurgehölze sind eine Ansammlung von Baum- und Straucharten im Offenland. Sie sind ökologisch wertvolle Landschaftselemente und können natürlich auf nicht bewirtschafteten Flächen vorkommen oder von Menschen bewusst angepflanzt worden sein. (Joachim & Schrödl, 1998)

Je nach Struktur und Zusammensetzung werden unterschiedliche Flurgehölze begrifflich unterschieden. (siehe Tabelle 6.3)

Tabelle 6.3: Abgrenzung unterschiedlicher Flurgehölze

Baumreihen/Allee	Baumreihen/Alleen sind regelmäßig gepflanzte Baumbestände, die entlang von Linienstrukturen, meist Straßen oder Wege, in der Landschaft verlaufen (Peters et.al. 2020).
Bäume/Baumgruppen	Solitärbäume, die durch Wuchsform, Größe und Alter auffallende Einzelemente in der Landschaft darstellen. Gruppen aus Bäumen, die auf Grund ihrer geringen Größe und Struktur kein Waldinnenklima aufweisen (Reuter 2017).
Hecken	Hecken sind lineare Landschaftselementen, die aus verschiedenen Strauchgehölzen, Stauden, Gräsern und vereinzelt Bäumen zusammengesetzt sind und eine Bodenbreite von zwei bis zehn Metern haben (Reuter, 2017, LFW, 2013; LfL, 2007).
Gebüsch	Gebüsche sind flächige Strukturen im Offenland, die sich aus stockausschlagfähigen kleineren Bäumen und Sträuchern zusammensetzen (LUBW, 2020).
Feldholzinseln/Feldgehölze	Feldholzinseln oder auch Feldgehölze weisen eine ähnliche Struktur und Gehölzzusammensetzung auf wie Hecken, sind jedoch breiter, haben einen höheren Baumanteil und weisen einen unregelmäßigen Umriss auf. Sie wachsen meist auf landwirtschaftlich schlecht nutzbaren Geländemissformen und sind inselartig im Offenland verteilt (LfL, 2007).
Feldraine	Feldraine sind schmale, lineare landschaftliche Strukturen, die aus Gräsern und krautartigen Pflanzen bestehen (LfL, 2007).
Obstgehölze	Obstgehölze kommen in Form von Streuobstwiesen, Obstbaumalleen und -reihen auf Offenlandflächen vor (Reuter, 2017).

In der Vergangenheit wurden Flurgehölze gezielt angelegt und wirtschaftlich genutzt. Sie dienten der Abgrenzung von Weiden, Ackerland und Grundstücken, lieferten Nutz- und Brennholz sowie Wildfrüchte, Tierfutter und Einstreu. (LfL, 2007; Joachim & Schrödl, 1998; LUBW, 2020)

Durch die zunehmende Technisierung und Rationalisierung in der Landwirtschaft sowie dem Rückgang der Selbstversorgung und dem damit verbundenen Verlust an Bedeutung für die Versorgung der Menschen wurden viele Feldgehölze und Hecken ersatzlos beseitigt. (LfL, 2007; LUBW, 2020)

Heute ist ihr Rückgang vor allem durch intensive Landwirtschaft, fehlende Bewirtschaftung, die Ablagerung von Müll und durch invasive standortfremde Gehölze gefährdet (LUBW, 2020).

Flurgehölze erfüllen eine Vielzahl wichtiger Funktionen. Für landwirtschaftlich genutzte Offenlandflächen, vor allem in geneigten Ackerlagen und auf erosionsempfindlichen Lößböden, ist besonders der Schutz vor Wind- und Wassererosion entscheidend. Beim Fehlen von Flurgehölzen können Starkregenereignisse und starke Winde Bodenmaterial von ungeschützten, vegetationslosen Ackerflächen abtragen und auf benachbarten Flächen, in angrenzende Gewässer sowie auf Straßen und Gebäude ablagern. Kurzfristige Schäden können eine Überflutung von Straßen, Wegen und Gebäuden, Sichtbehinderung des Straßenverkehrs, Verlust der Ackerfrüchte oder die Zerstörung der Aussaat sein. Langfristig geht fruchtbarer Boden verloren, die Bodenmächtigkeit wird verringert, wodurch die Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit abnimmt. Dies führt auf lange Sicht zur Verminderung der landwirtschaftlichen Erträge. Nähr- und Schadstoffeinträge in angrenzende Gewässer können diese nachhaltig schädigen. (Gyimothy & Schumacher, 2018; Wurbs & Steininger, 2017)

Neben dem Schutz vor Wind- und Wassererosion haben Flurgehölze zahlreiche weitere Funktionen:

- Verbesserung des Wasserhaushaltes
- Ausgleich der bodennahen Lufttemperatur und Vermeidung von Temperaturextremen
- Filterung der Luft
- Bienenweide
- Produktion von Biomasse, Wertholz und Wildfrüchten
- Lebensraum für Nützling und damit Minderung des Schädlingsbefalls landwirtschaftlicher Nutzpflanzen
- Verbissmöglichkeiten für jagdbares, verbeißendes Wild
- Lebensraum, Schutz und Überwinterungsmöglichkeiten für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten
- Wanderkorridore für zahlreiche Tierarten; kleinräumige Vernetzung mit anderen Lebensräumen
- Strukturierung und ästhetische Aufwertung der Landschaft
- Erhalt der bäuerlichen Kulturlandschaft.

Das Zusammenwirken der verschiedenen Funktionen führt zudem insgesamt zu einer Erhöhung der landwirtschaftlichen Erträge. (LUBW, 2020; LFW, 2013; LfL, 2007; Joachim & Schrödl, 1998)

Der Landkreis Nordhausen ist stark durch die landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Insbesondere in den Gemeinden Werther und Hohenstein dominieren große, unstrukturierte Ackerflächen (siehe Abbildung 6.11: Ackerflächen südlich von Kleinfurra (Foto: Luttmann, 2018)¹¹). Vorhandene Gehölze befinden sich vor allem entlang von Straßen und Wegen. Gehölze in der Feldflur sind selten. In den Gemeinden Ellrich und Harztor überwiegen hingegen die Grünlandnutzung und kleinflächig strukturierte Agrarflächen. Die Gemeinden Urbach und Heringen/Helme sind teilweise ebenfalls durch gering strukturierte Ackerflächen geprägt, weisen jedoch gebietsweise einen höheren Gehölzanteil auf. (siehe 6.2 und 6.3 im Kartenwerk)



Abbildung 6.11: Ackerflächen südlich von Kleinfurra (Foto: Luttmann, 2018)



Abbildung 6.12: Obstbaumreihen (Foto: Welte, 2019)

In der Regel handelt es sich um Baumreihen, gelegentlich auch Alleen entlang von Straßen und Wegen. Entlang von Gewässern überwiegen Heckenstrukturen. Auf den Ackerflächen befinden sich vor allem Feldholzinselfen, Obstgehölze (siehe Abbildung 6.12: Obstbaumreihen (Foto: Welte, 2019)²) und kleinere Waldflächen. Lineare Gehölzstrukturen, die unabhängig von Straßen, Wegen oder Fließgewässern vorkommen, sind im gesamten Landkreis selten.

Maßnahmen zur Erosionsvermeidung

Um eine Wasser- und Winderosion zu vermeiden oder zu verringern, können verschiedene Formen von Flurgehölzen angepflanzt werden. Eine Möglichkeit ist die Anpflanzung von Hecken. Zwischen den Hecken-Systemen wird nach Böhm (2020) ein Abstand von 100 m empfohlen, um einen optimalen Windschutzeffekt zu gewährleisten. Eine derart kleinteilige Landschaft erscheint jedoch auf den hochproduktiven Böden im Landkreis Nordhausen und der hier praktizierten großflächigen Landwirtschaft nicht umsetzbar. Für den Erosionsschutz bei Niederschlagsereignissen ist ein Abstand von 200 – 300 m

ausreichend. Dieser Abstand ist auch arbeitsökonomisch leichter realisierbar (Böhm, 2017).

Aus Windschutzgründen werden Pflanzungen in Nord-Südausrichtung empfohlen (LFL, 2017). 150 m im Lee der Hecke sind Windschutzwirkungen noch nachweisbar. Um einen optimalen Schutz vor Wassererosionen zu gewährleisten ist in reliefiertem Gelände allerdings die höhenlinienparallele Pflanzung linearer Gehölzstrukturen empfehlenswert. Die Pflanzabstände sollten an die Vor-Ort-Bedingungen, insbesondere an das Relief der Landschaft und die Schlagausformung sowie an die vorgegebenen linearen Strukturen (Wege- und Gewässernetz) angepasst werden. Aus arbeitsökonomischen Gründen ist es zweckmäßig, ausreichend viele und breite Felddurchfahrten für die landwirtschaftlichen Maschinen zu belassen. So können Hecken etwa wechselseitig links und rechts des Weges angelegt werden. Dies erhöht auch das Landschaftserlebnis für Spaziergänge, da die Blickbeziehungen in die Landschaft vielfältiger sind.

Die Gehölzstreifen können vielfältiger Art sein. In Frage kommt eine Kombination aus:

- Baumreihen
- Obstbaumalleen
- Naturnahen Hecken
- Kurzumtriebsplantagen/-streifen und Alley-Cropping-Systeme (vgl. Kap. 6.1.4).

Kurzumtriebsplantagen/-streifen sind schnellwachsende und stockausschlagfähige Baumarten, die als Dauerkultur auf Ackerflächen angebaut werden. Verwendbare Baumarten sind vor allem Pappel- und Weiden-Hybride (*Populus spec.* und *Salix spec.*) sowie Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Im Vergleich zu einjährigen Ackerkulturen, können KUPs durch Strukturierung der Landschaft das Landschaftsbild aufwerten. Wichtig ist dabei, immer nur einen Teil der Flächen zu ernten, damit die Schutzfunktion erhalten bleibt (NABU, 2015; Strohm et al., 2012; Bemann, 2010). Bei Alley-Cropping-Systeme oder Kurzumtriebs-Alley-Cropping-Systeme werden streifenweise Baum- oder Gehölzreihen parallel zueinander auf dem Acker angepflanzt. Charakteristisch ist ein ständiger Wechsel von Baum- und Ackerstreifen auf der Fläche. Wie bei KUPs werden vor allem Pappel- und Weiden-Hybride (*Populus spec.* und *Salix spec.*) sowie Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) verwendet. Die Breite der Streifen kann von 5 bis 20 Metern variieren. Dazwischen erfolgt der Anbau konventioneller Ackerkulturen oder die Nutzung von Grünland. Die Systeme sind sehr flexibel und gut an die lokalen Gegebenheiten adaptierbar. (2018; INKA BB, 2013; Unseld et al., 2011)

Neben der Neuanlage von Gehölzstrukturen ist die Pflege und der Erhalt von bereits bestehenden Gehölzen wichtig. Die Pflege dient der Aufrechterhaltung der vielfältigen Funktionen der Gehölzstrukturen und kann die folgenden Eingriffe umfassen:

- Förderung unterständiger Baumarten durch Entnahme dominanter Baum- und Straucharten
- Förderung von Obstgehölzen
- Rückschnitt von Baum- und Strauchreihen in wiederkehrenden Abständen
- Krautreiche Säume entlang der Gehölzstreifen fördern und entwickeln
- Regelmäßiger Stockhieb: Verdichtung der Austriebe (Verbesserung des Erosionsschutzes), Erhaltung unterschiedlicher Altersstadien und differenzierter Gehölzhabitate zur

Erhöhung der biologischen Vielfalt. (LUBW, 2020; LfL, 2007; STMUV, 1997)

6.2.4 Entwicklung von Alleen und Baumreihen an Straßen und Wegen

Theoretischer Hintergrund

In ganz Deutschland sind Gehölze an Straßen und Wegen in Form von Alleen und Baumreihen Bestandteile der historisch gewachsenen Kulturlandschaften. Sie prägen das Landschaftsbild in den verschiedenen Naturräumen. Alleen haben ihren Ursprung in der barocken Gartengestaltung (Lehmann & Rohde, 2006). Seit dem 18. Jahrhundert wurden sie systematisch im Zusammenhang mit dem Ausbau der Straßen und Wege gepflanzt (Peters, 1996). Sie dienten als Wegmarken, schützten im Sommer vor der Sonne und vor Staub und im Winter vor Schneeverwehungen. Die Begleitvegetation der Alleen diente den Menschen zudem zur Laub-, Streu-, Holz- und Fruchtergewinnung. (Kurz & Machatschek, 2008; Lehmann & Rohde, 2006) Mit der Zeit trat die wirtschaftliche Nutzung von Bäumen und Alleen, aber auch der Hecken immer weiter in den Hintergrund und wurde verstärkt durch eine ästhetische und kulturhistorische Bedeutung ersetzt. Seit dem 20. Jahrhundert kommt es, durch Zunahme des motorisierten Verkehrs, dem Ausbau von Straßen und fehlenden Ersatzpflanzungen zu einem dramatischen Rückgang der Alleen. (Peters et.al., 2019) In den letzten 30 Jahren lässt sich ein verstärkter Einsatz für den Erhalt und die Erneuerung von Alleen erkennen. Grund dafür ist neben ihrem kulturhistorischen und touristischen Wert, die hohe Bedeutung als Lebensraum für viele Tiere und Pflanzen. (VM-BW, 2015; Kurz & Machatschek, 2008)

Die Straßenrandbegrünung mit Alleen und Baumreihen hat heute eine anerkannt hohe ökologische sowie landschaftsästhetische Bedeutung. Gehölze am Straßenrand sorgen für eine optische Führung und eine Regulierung der Fahrgeschwindigkeit, da unübersichtliche Stellen wie Kuppen, Kurven und Kreuzungen besser wahrgenommen und Entfernungen besser eingeschätzt werden können. Dies hat auch eine Anpassung der Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer an die Straßenverhältnisse zur Folge.

Außerdem dienen Gehölze als Sicht- und Blendschutz zum entgegenkommenden Verkehr, zu benachbarten Siedlungen und Bahntrassen sowie als Wind- und Schneeschutz für Straßenabschnitte in exponierter Lage. (NABU, 2016)

An steilen Hanglagen können sie zudem als Schutz vor Steinschlag dienen (VM-BW, 2015). Eine Begrünung sorgt durch das Wurzelwerk der Pflanzen für eine bessere Stabilität des Bodens und kann dadurch vor Erosionen schützen (NABU, 2016).

Straßenrandbegrünung hat, je nach Art und Zusammensetzung auch eine Immissionschutzwirkung. Durch eine Verringerung der Luftgeschwindigkeit innerhalb der Bestände lagern sich Luftverunreinigungen teilweise ab. Des Weiteren verbessert ein abwechslungsreiches Straßenbegleitgrün das Mikroklima, was insbesondere innerhalb von Ortschaften von Bedeutung ist. (VM-BW, 2015)

Flächen entlang von Straßen sind in einer Zeit der intensiven Landnutzung eine der wenigen Bereiche, die extensiv bewirtschaftet werden und bieten dementsprechend einer Vielzahl von Lebewesen einen wichtigen Lebens- und Rückzugsraum sowie ein breites Nahrungsangebot und Brut- und Nistplätze (VM-BW, 2015; Kurz & Machatschek, 2008). Dies ist besonders bedeutsam, da der angestammte Lebensraum vieler Arten zunehmend kleiner wird (ebd.). Letztendlich trägt Straßenbegleitgrün zur Wiedervernetzung isolierter Biotope bei, die durch die Zerschneidung der Landschaft aufgrund von Infrastrukturmaßnahmen entstanden sind.

Alleen und Baumreihen dienen dabei als wichtiger Ausbreitungskorridor für verschiedene Fledermaus- oder Reptilienarten. (VM-BW, 2015; Kurz & Machatschek, 2008)
 Des Weiteren können Straßen durch eine Begrünung besser in das Landschaftsbild integriert werden. Die Autofahrt wird durch eine vielfältige und strukturreiche Vegetation, auch an Rastflächen, angenehmer und weniger eintönig. (VM-BW 2015, NABU, 2016)

Viele Straßen und Wege im Landkreis Nordhausen weisen kein oder nur vereinzelt Straßenbegleitgrün auf. Insbesondere die Gemeinden Urbach und Heringen/Helme sind durch gering strukturierte Ackerflächen geprägt. Der Anteil an Straßenbegleitgrün ist in diesen Gemeinden besonders gering (siehe Abbildung 6.13). Nur gebietsweise weisen sie einen höheren Gehölzanteil an Straßen und Wegen auf. Die Gemeinden Harztor und Ellrich hingegen sind kleinteiliger strukturiert und vermehrt durch Grünlandnutzung geprägt. In diesen Gemeinden ist auch der Anteil an Straßenbegleitgrün deutlich höher.



Abbildung 6.13: Straße und Radweg ohne Straßenrandbegrünung (Foto: Luttmann 2018)



Abbildung 6.14: Wirtschaftsweg mit Heckenstrukturen (Foto: Welte, 2019)

In der Regel handelt es sich an Bundes-, Landes- und Kreisstraßen vor allem um Baumreihen und nur gelegentlich auch um Alleen. An den Wirtschaftswegen (siehe Abbildung 6.14) dominieren hingegen Heckenstrukturen und nur vereinzelt kommen auch Alleen

und Baumreihen vor. (siehe Karte 5.2, 6.2 und 6.3 im Kartenwerk)

Maßnahmen zur Entwicklung von Alleen und Baumreihen an Straßen und Wegen

Neben der Neuanpflanzung oder Lückenbepflanzung von Baumreihen und Alleen sowie der Anlage von Heckenstrukturen entlang von Straßen und Wegen, ist die Pflege bereits vorhandener Gehölze von hoher Bedeutung. Diese ist neben der Gewährleistung der Sicherheit für den Verkehr auch für den Erhalt alter Bäume wichtig.

In Thüringen kann die Anlage und Pflege von Straßenbegleitgrün über die „Richtlinie zur Förderung von kommunaler Verkehrsinfrastruktur“ und über die „Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege“ (NALAP) gefördert werden (TMIL, 2019; TMUEN, 2017).

Autobahn- und Straßenmeistereien sind im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht verpflichtet, Unterhaltungspflegemaßnahmen am Straßenbegleitgrün durchzuführen (VM-BW, 2015).

Diese umfassen unter anderem das Freihalten des Lichtraumprofils (4,50 m über und 1,25 m neben der befestigten Fahrbahn), der Sichtflächen, der Entwässerungseinrichtungen und der Beschilderung durch Kronenschnittmaßnahmen und das Mähen der Krautschicht. Außerdem sind eine Bestandsregulierung und Verjüngung von Hecken und Gehölzen durch ein Auslichten bzw. „Auf-den-Stock-setzen“, die rechtzeitige Entnahme von stand- oder bruchgefährdeten Gehölzen durchzuführen. Die Aufrechterhaltung des Blendschutzes in Mittelstreifen zweibahniger Straßen oder zwischen zwei Verkehrswegen und die Einzelbaumpflege, zu der vor allem das Aufasten und Kronenschnittmaßnahmen zählen, sind ebenfalls Unterhaltungspflegemaßnahmen. (VM-BW, 2015)

Die Pflegemaßnahmen sollten zum Schutz der Tierwelt abschnittsweise und zeitlich versetzt erfolgen. Dadurch bleibt den Tieren ein Rückzugsraum erhalten. Außerdem bleibt ein gewisser Schutz vor Schnee- und Windverwehungen gewährleistet und das Landschaftsbild wird weniger stark beeinträchtigt. (VM-BW, 2015)

Das bei der Gehölzpflege anfallende Schnittgut wird meist vor Ort gehäckselt und als Bodenbedeckung auf der Fläche belassen. Diese Praxis sollte jedoch nur auf kleinen Flächen durchgeführt werden, da es dadurch zu einer Anreicherung von Nährstoffen auf der Fläche kommt und die Krautflora am Wachsen gehemmt wird. Das Schnittgut sollte möglichst zeitnah und vor dem 1. März abtransportiert werden, um eine Verwehung des Schnittguts auf die Fahrbahn und das Ansiedeln von Tieren im Schnittgut zu verhindern. (VM-BW 2015)

Als Holzhackschnitzel kann das bei der Pflege anfallende Schnittgut energetisch in Heizanlagen oder Blockheizkraftwerken eingesetzt werden.

6.2.5 Ortsrandgestaltung durch Gehölzpflanzungen

Theoretischer Hintergrund

Bei der Gestaltung von Ortsrändern geht es darum, die Siedlung harmonischer, mit einem weichen Gehölzübergang, in die Landschaft zu integrieren. Hierbei sollten die vorhandenen, teilweise historischen Strukturen, aufgewertet oder mit Bedacht uminterpretiert werden. Dabei ist die Anpflanzung von Gehölzen nicht immer die einzige Wahl. Auch das bewusste Erhalten von Lücken und Sichtbeziehungen sowie die Anlage von Rad- oder Wanderwegen, um die Landschaft erlebbar zu machen, kann den Ortsrand aufwerten. (Becker & Flamm, 2015; Schöbel-Rutschmann, 2015 in Becker et. al 2015;)

Für die Attraktivität von Dörfern sollte nicht nur die baukulturelle Qualität der Gebäude ausschlaggebend sein, sondern auch die städtebauliche Struktur des Dorfes und die Einbindung in die angrenzende Kulturlandschaft. Diese Einbindung wird vor allem durch die Ortsrandgestaltung bestimmt.

Städte waren Jahrhunderte lang durch Stadtmauern von der umliegenden Landschaft bewusst abgegrenzt. In Dörfern hingegen bildeten Gärten, Streuobstwiesen und die Nutzung der anliegenden Flächen zur Bewirtschaftung einen harmonischen Übergang zur Landschaft. Diese Obstgehölzstrukturen lösen sich durch die Aufgabe der tradierten gärtnerischen Nutzung vielerorts nach und nach auf.



Abbildung 6.15: Ortsrand von Neustadt/Harz (Foto: Luttmann, 2018)



Abbildung 6.16: Ortsrand von Großwechungen (Foto: Mann, 2020)

Die heutige Entwicklung hin zu undefinierten Ortsrändern ist aber auch in der Verschiebung der Einzelhandelsnahversorgung aus den Stadtzentren an den Ortsrand, der stark fortschreitenden Erweiterung von Neubaugebieten und der Errichtung von groß dimensionierten landwirtschaftlichen oder energetischen Anlagen am Ortsrand begründet (Becker & Flamm 2015; Becker et al., 2015). Auf diese Weise entsteht ein Ortsrand, der die Übergänge in die Landschaft wenig qualifiziert und das Potenzial bestehender grüner

Strukturen wenig ausschöpft.

In Nordhausen ist der Übergang von Dörfern in die Landschaft oft durch Hecken und Baumreihen sowie durch Grünstrukturen in privaten Gärten (siehe Abbildung 6.15: Ortsrand von Neustadt/Harz (Foto: Luttmann, 2018))

geprägt und fügt sich meist harmonisch in die Landschaft ein. Einige Ortschaften grenzen zudem direkt an Waldflächen an. An Stadträndern sowie Neubaugebieten in Dörfern fehlen häufiger Grünstrukturen an den Ortsrändern. Besonders auffällig ist, dass landwirtschaftliche Betriebe und Gewerbeflächen (siehe Abbildung 6.16: Ortsrand von Großwechungen (Foto: Mann, 2020)) zum Großteil nicht oder nur unzureichend eingegrünt sind.

Maßnahmen zur Gestaltung von Ortsrändern

Maßnahmen zur Gestaltung von Ortsrändern können zum einen der Erhalt oder die Erweiterung vorhandener Grünstrukturen, wie Streuobstwiesen, Alleen oder Baumreihen sein und zum anderen die Neuanlage dieser. Dabei ist die Freihaltung von kennzeichnenden und regionaltypischen Strukturen, wie Hangkanten und Sichtfenstern auf historische Gebäude von Bedeutung. (Becker & Flamm, 2015)

Bei Ortserweiterungen kann es förderlich sein, vorhandene historische Strukturen aufzunehmen und im historischen Kontext weiterzubauen. In diesem Zusammenhang können für die Ortsrandgestaltung strukturgebende Elemente vor baulichen Details priorisiert werden. Außerdem kann die Begrünung der Grundstücksgrenze beim Erwerb eines Baugrundstückes verpflichtend festgelegt werden. (Becker & Flamm, 2015)

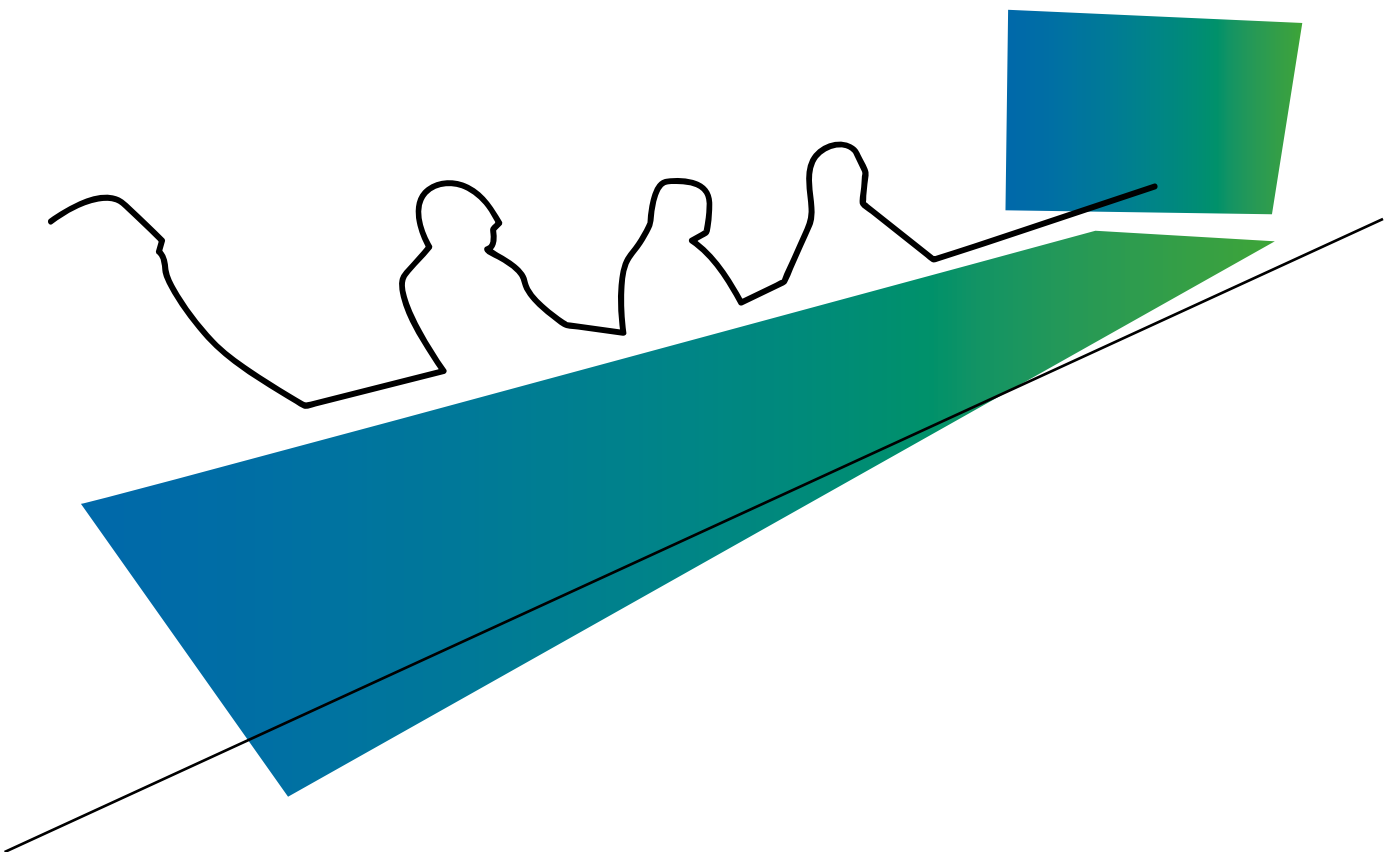
Die Energiegewinnung stellt eine zukunftsweisende Möglichkeit für die Dorfgestaltung dar, die das Potenzial einer „Mehrfachcodierung“ (Becker & Flamm 2015) aufweisen kann. Am Beispiel von Kurzumtriebsplantagen (KUPs) wird dies deutlich (vgl. Kap. 6.1.4). Die Formierung von schnell wachsenden Bäumen gestaltet den Dorfrand landschaftlich neu und kann durch die anschließende energetische Holznutzung zu einer nachhaltigen Energiegewinnung führen. Die angepflanzten Bäume, etwa die heimische Pappel, werden dabei alle 2-3 Jahren abgeerntet und in einem nahen gelegenen Heizkraftwerk energetisch verwertet (Strohm et. al, 2012). KUPs können dabei auch eine Ergänzung oder Erweiterung zu bestehenden markanten Vegetationsstrukturen, wie Alleen und Obstwiesen, darstellen. Auf diese Weise kann ein Grünzug ausgebildet werden, der am Ortsrand entlangführt und ggf. an bestehende Grünachsen, Feldwege oder private Gärten anknüpft.

Es bilden sich dichtere, abwechslungsreichere Strukturen, die flexibel eingesetzt werden können und die Aufenthaltsqualität und das Landschaftsbild des Dorfes nach innen und außen stärken.

In Thüringen ist die Anlage von KUPs unter bestimmten Rahmenbedingungen über die Produktionsintegrierte Kompensation (PIK) möglich (TLL, 2013). Derzeit werden Kurzumtriebsplantagen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Kompensation im Landkreis Nordhausen jedoch nicht eingesetzt (Landratsamt Nordhausen, FB Bau und Umwelt, FG Wasser-, Boden- und Naturschutz, 2019). Auch die Thüringer Landgesellschaft und das Thüringer Landesverwaltungsamt, Obere Naturschutzbehörde (2019) bestätigen, dass es noch keine KUP Flächen im Kompensationsregister/Flächenpool gibt.

Kapitel 7

Zwischenergebnisse/Bausteine



Die Umsetzung der Klimaschutzziele, also die Verminderung klimarelevanter Emissionen, erfordert einen Wandel der Energiebereitstellung hin zu ausschließlich erneuerbaren Quellen und eine Verbesserung der Energieeffizienz. Gleichzeitig schreitet der Klimawandel voran. Die durchschnittlichen Jahrestemperaturen steigen kontinuierlich, Trockenheit und Starkregenereignisse nehmen zu. Unter diesen Rahmenbedingungen ist die Lebensqualität in den Städten und Gemeinden zu bewahren und Land- und Forstwirtschaft sind an die sich ändernden Bedingungen anzupassen. Aus o.g. Veränderungen resultieren vielfältige Maßnahmen, die durch verschiedene Akteure umgesetzt werden müssen. Dabei sorgen die Akteure „Bund, Länder und Gebietskörperschaften“ für die rechtlichen Rahmenbedingungen. In den Regionen der Bundesrepublik Deutschland, so auch im Landkreis Nordhausen, kulminieren die notwendigen Veränderungen. Das künftige klimaneutrale Energiesystem braucht dezentrale regenerative Energieanlagen sowie Verteilungs- und Speicherinfrastruktur. Siedlungsräume, Wälder und Ackerland sowie die Wasserversorgung müssen gegen den Klimawandel widerstandsfähig gemacht werden. Dieser groß angelegte Umbau ist mit zahlreichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild und auf die Stadt- und Ortsbilder verbunden.

Das Forschungsprojekt befasst sich mit den genannten Herausforderungen, indem

- zwei Szenarien eines klimaneutralen Energiesystems im Landkreis Nordhausen im Hinblick auf ihre räumlichen Auswirkungen untersucht werden
- Empfehlungen eines Gestaltungsbeirats und Empfehlungen von Fachbehörden eingeholt werden sowie
- die Möglichkeiten einer koordinierten Planung in dem informellen Planungsinstrument „Klima-Gestaltungsplan“ untersucht werden.

Im Folgenden sind die wesentlichen Entwicklungsschritte beschrieben, die auf dem Weg hin zu einem Planungsinstrument „Klima-Gestaltungsplan“ gegangen wurden. Nach der Erfassung der bestehenden Energieversorgungsstruktur, der Potentiale Erneuerbarer Energien, der Analyse der Landschaftsentwicklung sowie der örtlichen Herausforderungen des Klimawandels erfolgten mehrere Schritte, um Vorstellungen über die Zukunftsentwicklung des Raumes, seiner Energieversorgung und seiner Anpassung an den Klimawandel zu gewinnen. Ziel dieser Bemühungen war es vor allem, Synergieeffekte und Win-Win-Lösungen herauszuarbeiten, die allen drei Belangen, der klimaneutralen Energieversorgung, der klimaangepassten Raumentwicklung sowie verträglichen Landschafts- und Ortsbildern so weit wie möglich gerecht werden. Für die Beratungen des Gestaltungsbeirats erwies es sich als notwendig, die Konsequenzen einer klimaneutralen Energieversorgung und des mit ihr verbundenen Ausbaus erneuerbarer Energieanlagen zu verdeutlichen. Dies wurde mit Experten-Workshops unterlegt. Die Fachtagung zu den Anforderungen an das Planungsinstrument „Klima-Gestaltungsplan“ befasste sich mit den notwendigen Besonderheiten dieser Planung in Abgrenzung zu anderen informellen Plänen wie Klimaschutz-Konzepten und Entwicklungsplänen zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Ergebnis der Fachtagung bildete die Erkenntnis, dass die energetischen und landschaftlichen Umstrukturierungen im Landkreis Nordhausen auf eine enge planerische Zusammenarbeit der Akteure der kommunalen Selbstverwaltung angewiesen sind.

7.1 Szenarien und Energievarianten einer klimaneutralen Energieversorgung des Landkreises Nordhausen

Die Szenarien und Energievarianten basieren auf zwei Kernannahmen. Erstens soll der Landkreis Nordhausen im Jahr 2050 über eine klimaneutrale Energieversorgung verfügen¹. Das bedeutet, die Bedarfsdeckung in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität erfolgt ausschließlich durch erneuerbare Energien. Zweitens erfolgt die Bereitstellung des Energiebedarfes ausschließlich aus Potentialen in den Landkreisgrenzen. Diese Annahme gilt auch als erfüllt, wenn die Standorte der Produktionsanlagen für E-Fuels nicht im Landkreis Nordhausen sind, aber die benötigte elektrische Energie im Landkreis produziert wird.

Da das Ziel dieser Arbeit nicht eine vollständige Energiesystemmodellierung ist, werden einige Vereinfachungen akzeptiert. Zum einen wird eine sogenannte bilanzielle Betrachtung gewählt, d.h. es werden nur die jährlichen Energiemengen und nicht der Zeitverlauf von Dargebot und Verbrauch untersucht. Die Speicherung bzw. der Austausch über die Landkreisgrenze hinaus werden nicht betrachtet. Zum anderen sind Treibhausgasemissionen aus den Sektoren Landwirtschaft und Industrie nicht berücksichtigt. Letzteres ist für den Landkreis Nordhausen wenig relevant. Industrieprozesse, die unmittelbar Treibhausgase emittieren (z.B. Zement- und Stahlproduktion) sind im Landkreis nicht zu finden. Negative Emissionen oder sogenannte CO₂-Senken werden ebenfalls nicht betrachtet. Insgesamt ist davon auszugehen, dass mehr als 90 % der gegenwärtigen Treibhausgasemissionen mit der Klimaneutralität der Energieversorgung zu vermeiden sind.

Der Landkreis Nordhausen hat im Vergleich zu anderen Regionen der Bundesrepublik sowohl eine geringe Einwohner- als auch eine geringe Industriedichte (Einwohnerdichte LK NDH: 119 EW/km², BRD: 233 EW/km²). Daraus folgt ein relativ niedriger Energiebedarf bezogen auf das Potential der Energieproduktion. Damit ist die Zielstellung der vollständigen Bedarfsdeckung evtl. zu anspruchsarm und der Landkreis ist eigentlich prädestiniert, Energie zu „exportieren“. Wie realistisch dies ist, wird u.a. im Folgenden dargestellt.

7.1.1 Szenarien der klimaneutralen Energieversorgung

Im Kapitel 5 wurde herausgearbeitet, wie hoch die künftigen Energiebedarfe und die lokalen Potentiale der Energieproduktion sind. Es wurde festgestellt: Für die Bereiche Strom (inkl. Mobilität, weil 2050 vollständig strombasiert) und Wärme ist der Bedarf jeweils grundsätzlich aus den lokalen Potentialen zu decken.

In welcher Weise die Bedarfsdeckung erfolgen soll und welche Handlungsfelder dies betrifft, wird im Folgenden beschrieben.

Es ist davon auszugehen, dass auch im Jahr 2050 ausschließlich die heute bekannten Quellen und Technologien der Energiegewinnung genutzt werden. Windkraft, Photovoltaik und Biomasse werden also die wesentlichen Beiträge liefern müssen. Umweltwärme mittels Wärmepumpen spielt im Wärmesektor eine wichtige Rolle. Die Wirkungsgrade der Systeme werden sich geringfügig verbessern.

¹ Der Projektstart zum Klima-Gestaltungsplan war zu Beginn des Jahres 2018. Zu dieser Zeit war Klimaneutralität in verbindlichen Dokumenten der EU und der BRD noch nicht als Politikziel verankert. Am 15.11.2019 hat der Deutsche Bundestag das Klimaschutz-Gesetz mit dem Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2050 verabschiedet. Das gleiche Ziel kündigte die EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen erstmalig in einer Rede vor dem EU-Parlament am 11.12.2019 an. EU-Kommission und EU-Rat fassten am 07.10.2020 bzw. 11.12.2020 den Beschluss über den EU-Klimazielplan mit o.g. Zielstellung.

Die Einführung der Wasserstoffwirtschaft dient der Speicherung und der Sektorenkopplung, ist aber keine neue Form der Energiebereitstellung. Wasserstoffbasierte Systeme ermöglichen Klimaneutralität, haben aber tendenziell geringe Gesamtwirkungsgrade. Damit steigt die insgesamt bereitzustellende Energie.

Die Deckung der künftigen Bedarfe wird also nicht mittels neuer Erzeugungstechnologien erfolgen, sondern mit einer gegenüber heute deutlich steigenden Anzahl und Größe von Windkraftanlagen, Photovoltaikanlagen und Flächen mit Energiepflanzenanbau einhergehen. Also werden auf dem Weg zu einer klimaneutralen Energieversorgung grundsätzlich der Flächenbedarf und die Sichtbarkeit von Energieanlagen im Stadt- und Landschaftsbild zunehmen.

In dieser Arbeit wird untersucht, wie die klimaneutrale Energieversorgung mit unterschiedlichen Intensitäten der Landschafts- und Ortsbildveränderung erreichbar ist. Dazu werden zwei Szenarien entwickelt und untersucht. Sie sind mit **„raumbilderhaltendes Szenario“** (Szenario I) bzw. **„raumbildgestaltendes Szenario“** (Szenario II) bezeichnet.

Das raumbilderhaltende Szenario nimmt beim Ausbau der erneuerbaren Energien insofern Rücksicht auf das Orts- und Landschaftsbild, als die Potentiale in sensiblen Bereichen geringer ausgeschöpft werden. Das raumbildgestaltende Szenario treibt den Ausbau der erneuerbaren Energien zwar stark voran, jedoch werden gleichzeitig Kriterien und Empfehlungen zur Raumgestaltung sowie für Teilbereiche der Raumbilder entwickelt. Das gilt z.B. für die energetische Nutzung von Gebäudedächern und von Großparkplatz-Überdachungen oder auch von Randstreifen der Autobahn und der Schienenwege. Schwimmende PV-Anlagen auf den Kieselseen sind nur im raumbildgestaltenden Szenario vorgesehen. Der Umfang des Energiepflanzenanbaus und von Kurzumtriebsplantagen verdoppelt sich im raumbildgestaltenden Szenario.

Die konkrete Beschreibung der Szenarien findet man in den Stellschraubentabellen des nachstehenden Kapitels.

7.1.2 Erläuterung der Stellschrauben

Der Begriff Stellschrauben steht in dieser Arbeit für die getroffenen Annahmen zu Parametern von klimatischen, sozialen und technischen Entwicklungen bis zum Jahr 2050. Die Stellschrauben haben zwei Funktionen:

1. Sie werden genutzt, um unterschiedliche Szenarien zu charakterisieren.
2. Sie gehen mit der Definition von Zielwerten einher, welche Anteile der erfassten Potentiale bis 2050 gehoben werden können.

Die verwendeten Stellschrauben für den Untersuchungsraum Landkreis Nordhausen und das Jahr 2050 sind in drei Gruppen zusammengefasst. Es handelt sich um die Themen:

- Allgemeine Entwicklung
- Mobilität
- Photovoltaik

Wesentliche Aspekte der Tabellen werden im Folgenden erläutert:

Die Stellschrauben „Allgemein“ (siehe Tabelle 7.1) geben Aufschluss über die Trends in der Bevölkerungsentwicklung, die erwarteten Temperaturveränderungen und ihre Auswirkungen auf die Heizgrad- und Kühlgradtage, die Entwicklungen im Gebäudesektor (Wohnflächen, Sanierungsraten) und des Energiebedarfs (Strom und Wärme) sowie die in die Untersuchung eingeflossenen Überlegungen für die Nutzung des städtischen und ländlichen Raumes, seiner Gebäude und Flächen. Ergänzend sind die wesentlichen Annahmen bezüglich der erneuerbaren Energieerzeugung dargestellt.

Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Szenarien ist die Verdopplung des Flächenbedarfs für den Energiepflanzenanbau beim raumbildgestaltenden Szenario II (20 %) gegenüber dem raumbilderhaltenden Szenario I (10 %). Proportional verändern sich damit die Potentiale zur Deckung des regenerativen Wärmebedarfs. Die Folgen für das Landschaftsbild bzw. für notwendige Anpassungsmaßnahmen sowie die Rolle dieser Flächen bei der Anpassung an den Klimawandel werden in den Kapiteln 4 und 6 beschrieben.

Tabelle 7.1: Stellschrauben Allgemein

Stellschrauben Allgemein		
Daten und Annahmen bis zum Jahr 2050		
Daten und Annahmen	Szenario I „Raumbilderhaltend“	Szenario II „Raumbildgestaltend“
Bevölkerungsentwicklung		
Demografischer Wandel	Abnahme von ca. 85.000 EW auf 66.000 EW im Jahr 2050	
Klimawandel		
Temperaturanstieg	Abnahme der Heizgradtage von 2.613 auf 2.372 (auf 91 %) Zunahme der Kühlgradtage von 69 auf 115 (auf 167 %)	
Niederschlagsaufkommen und -intensität	Zunahme der erosionsgefährdeten landwirtschaftlichen Flächen	
Energieverbrauch/-effizienz		
Entwicklung des Wärmebedarfs	Reduktion des Raumwärmebedarfs abhängig von Temperaturanstieg, Bevölkerungsrückgang und Gebäudezustand	
Sanierungsrate/Sanierungstiefe	1 % / gesetzeskonform (nicht ambitioniert)	
Entwicklung des Strombedarfs		
• Allgemein	wachsender Strombedarf für Wärme, Klimatisierung und Mobilität	
• Haushalte und GHD	keine Veränderung im Pro-Kopf-Verbrauch, weil Effizienzgewinne durch erhöhten Klimatisierungsbedarf, stärkeren Einsatz von Wärmepumpen und Kommunikationstechnik sowie Rebound-Effekten aufgehoben werden	
• Industrie	konstanter Verbrauch	
• Mobilität	siehe Tabelle Stellschrauben Mobilität	

Stellschrauben Allgemein Daten und Annahmen bis zum Jahr 2050		
Daten und Annahmen	Szenario I „Raumbilderhaltend“	Szenario II „Raumbildgestaltend“
Raumentwicklung/-nutzung		
beheizte Fläche außerhalb des Stadtgebietes von Nordhausen	Erhöhung der Leerstandsquote	
beheizte Fläche im Stadtgebiet von Nordhausen	konstante Leerstandsquote	
Verkehrsflächen für Radwege, Umsteigepunkte, Lade-Stellplätze	Ausbau, erhöhter Flächenbedarf	
Energiepflanzenanbau auf landwirtschaftlichen Flächen inkl. Kurzumtriebsplantagen	10 % der landwirtschaftlichen Flächen und 5 % des Grünlandes	20 % der landwirtschaftlichen Flächen und 10 % des Grünlandes
Wald	konstanter Flächenanteil	
Regenerative Energieerzeugung		
Windkraftnutzung	Nutzung von 100 % des Potentials der im Regionalplanentwurf von 2018 ausgewiesenen Windvorranggebieten (0,8 % der Landkreisfläche)	
Photovoltaik	siehe Tabelle Stellschrauben Photovoltaik	
Wasserkraftnutzung	kein Ausbaupotential	
Tiefe Geothermie	kein Ausbaupotential	
Umwelt- und Abwärme	Deckung von 20 % des Wärmebedarfs	
Solarthermienutzung	ausschließlich Dachanlagen	zusätzlich 10 ha Freiflächenanlagen
CO ₂ -Senken	nicht berücksichtigt	

Die Stellschrauben „Mobilität“ (siehe Tabelle 7.2) zeigen die zugrundeliegenden Daten und die getroffenen Annahmen zum demographischen Wandel (unterschiedlich in Stadt und Land), dem Motorisierungsgrad, den Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr und dem Beitrag der verschiedenen Energieträger für den Betrieb von Kraftfahrzeugen.

Beide Szenarien unterscheiden sich bei den Annahmen zur Mobilitätsentwicklung deutlich, wodurch sich zum einen eine hohe Differenz beim Energie-, also Strombedarf ergibt und zum anderen die Auswirkungen auf die kommunale Bau- und Verkehrsplanung gravierend sind. Die auch relevanten Aspekte wie ÖPNV-Angebot, Park- und Stellplatz-Angebot, Errichtung von Mobilitätsstationen, Radwegebau etc. sind nicht in den Stellschrauben abgebildet, weil ihre energetischen Auswirkungen sich nicht quantifizieren lassen.

Tabelle 7.2: Stellschrauben Mobilität

Stellschrauben Mobilität		
Daten und Annahmen bis zum Jahr 2050		
Daten und Annahmen	Szenario I „Raumbilderhaltend“	Szenario II „Raumbildgestaltend“
Bevölkerungsentwicklung		
Demografischer Wandel	Minus 11 % in der Stadt Nordhausen von 42.000 auf 37.400 EW Minus 33 % im Landkreis ohne Stadt Nordhausen von 42.700 auf 28.600	
Motorisierungsgrad		
Relevanz für Stellplatzbedarf, nicht für Energiebedarf	Stadt Nordhausen 450 PKW/1.000 EW bis 2050 LK Nordhausen o. Stadt: 550 PKW/1.000 EW bis 2050	Stadt Nordhausen 350 PKW/1.000 EW bis 2050 LK Nordhausen o. Stadt: 450 PKW/1.000 EW bis 2050
Verkehrsleistungen im Personenverkehr		
ÖPNV in der Stadt Nordhausen (Streckenkilometer)	konstant bis 2030, Reduktion um 8 % bis 2040 und weitere 8 % bis 2050	konstant bis 2050
ÖPNV im LK Nordhausen ohne Stadt (Streckenkilometer)	Reduktion um 24 % bis 2050 (8 % bis 30, 8 % bis 40, 8 % bis 50)	Reduktion um 12 % bis 2050 (4 % bis 30, 4 % bis 40, 4 % bis 50)
MIV in der Stadt Nordhausen (km/Pers.)	plus 10 % bis 2030, von 2030 konstant bis 2050	konstant bis 2030, Reduktion um 10 % bis 2040 und 10 % bis 2050
MIV im LK Nordhausen ohne Stadt (km/Pers.)	plus 10 % bis 2030, von 2030 Konstant bis 2050	konstant bis 2030, Reduktion um 8 % bis 2040 und 8 % bis 2050
MIV in der Stadt Nordhausen in geteilten PKWs (km/Pers.)	6 % bis 2050	24 % bis 2050
MIV im LK Nordhausen ohne Stadt in geteilten PKWs (km/Pers.)	3 % bis 2050	12 % bis 2050
Verkehrsleistungen im Gewerbeverkehr		
PKWs mit gewerblichen Haltern im Landkreis Nordhausen	plus 10 % bis 2030, von 2030 konstant bis 2050	konstant bis 2050
LKWs im Landkreis Nordhausen	plus 15 % bis 2030, von 2030 konstant bis 2050	konstant bis 2050
Energieträger der KFZ (ÖPNV, MIV, Gewerbe)		
	bis 2030: 10 % elektrisch und 10 % regenerativ bis 2040: 30 % elektrisch und 30 % regenerativ bis 2050: 50 % elektrisch und 50 % regenerativ	

Die Stellschrauben „Photovoltaik“ (siehe Tabelle 7.3) beschreiben die erwartete Entwicklung der Wirkungsgrade bzw. der Flächeneffizienz der Photovoltaikanlagen sowie die in den Szenarien erwartete Ausnutzung der Potentiale. Der Grad der Potentialausnutzung – gleichzeitig der Zielwert – liegt zwischen 0 % und 80 %.

D.h., je nach Szenario und Art der Potentialfläche wird sowohl ein Verzicht auf die Nutzung (Gewässerflächen im raumbilderhaltenden Szenario) akzeptiert, als auch eine überwiegende Nutzung unterstellt. Diese hohe Varianz wurde aus mehreren Gründen gewählt. Photovoltaikanlagen können auf sehr unterschiedlichen Flächentypen installiert werden. In Frage kommen Dächer und Fassaden, stehende Gewässer, Randstreifen von Verkehrsflächen, Flächen für den ruhenden Verkehr, Brach-, Deponie-, Halden- und Bergbauflächen sowie Gewerbe- und Industriegebietsflächen. Auf vielen dieser Flächen gibt es **konkurrierende Nutzungen**. Z.B sind Freiflächenanlagen auf Randstreifen von Verkehrsanlagen mit der landwirtschaftlichen Nutzung im Wettbewerb und Photovoltaikanlagen auf Gewässern konkurrieren mit der Nutzung zum Zweck der Erholung oder des Naturschutzes.

Der Grad der Erschließung von Potentialflächen ist weiterhin von der **Eigentümerstruktur und von ökonomischen Randbedingungen** determiniert. Die große Zahl der Eigentümer mit jeweils unterschiedlichem Interesse (Alter, Wissen, Finanzkraft, Motivation) an einer Nutzung wird letztendlich nur eine teilweise und verzögerte Nutzung der Potentiale zulassen.

Weiterhin werden Photovoltaikanlagen immer eine **Wirkung auf das Stadt- und Landschaftsbild** entfalten. Diese Veränderungen werden nicht durchgängig akzeptiert und sprechen ebenfalls für eine nicht vollständige Potentialnutzung. Beispielhaft seien hier PV-Dachanlagen in historischen Altstädten und Ortskernen genannt.

In den Zielwerten der Photovoltaik sind beim raumbilderhaltenden Szenario I die den Ausbau hemmenden Aspekte stärker berücksichtigt. Es werden in diesem Szenario lediglich 29 % des Potentials genutzt. Mit den Annahmen des raumbildgestaltenden Szenarios II beträgt die Ausnutzung des Potentials 66 %, wovon die angenommene Nutzung der Hälfte der Gewässerfläche davon ein maßgebliches Drittel beiträgt.

Tabelle 7.3: Stellschrauben Photovoltaik

Stellschrauben Photovoltaik				
Flächenbedarf und installierte Leistung - Annahmen und Prognosen für das Jahr 2050				
Flächeneffizienz, -bedarf	Istwert in m²/kW_p		2050 in m²/kW_p	
PV-Flächenbedarf auf				
• Dächer und Fassaden		7		6
• stehende Gewässer (Floating PV)		--		11
• Freiflächen inkl. Randstreifen Verkehrsflächen (BAB, Bahn)		28		20
• Überdachung von Verkehrsanlagen		--		12
Flächen- und Ertragspotentiale - Zielwerte nach Szenarien				
Potentiale	Fläche	installierte Leistung	Szenario I	Szenario II
	ha	MW _p	„Raumbilderhaltend“	„Raumbildgestaltend“
• Dach- und Fassadenanlagen an Gebäuden	265	463	50 % des Potentials	80 % des Potentials
• stehende Gewässer, Kiesseen	573	521	keine Nutzung	50 % der Kiesseen
• Randstreifen Autobahn BAB 38 und Schienentrassen	225	113	50 % des Potentials	80 % des Potentials
• Überdachung von Verkehrsanlagen, z.B. Großparkplätzen	5	4	50 % des Potentials	80 % des Potentials
• Sonstige Freiflächen (Brachen, Deponien, Halden, Tagebaue, Steinbrüche)	146	73	50 % des Potentials	80 % des Potentials
• bestehende Freiflächenanlagen in GE/GI-Gebieten	37	18	Beibehaltung aller Standorte	Rückbau 50 % der Standorte
Summe Potential/Zielwert		1.192	345 MW_p	792 MW_p
Relation Zielwert/Potential			29 %	66 %

7.1.3 Ergebnis des Szenarien-Vergleichs

Wie im Kapitel 7.1.1 beschrieben, sind die Szenarien im Grunde hinsichtlich ihrer unterschiedlich starken Auswirkungen auf das vorhandene Stadt- und Landschaftsbild entwickelt worden. Ob die Kernannahme der Untersuchung, also die klimaneutrale Energieversorgung, ausschließlich aus Potentialen des Untersuchungsraumes mit jedem der Szenarien erfüllt wird, wird im Folgenden herausgearbeitet.

Betrachtet man die Ergebnisse, ergibt sich folgendes Bild (siehe Tabelle 7.4). Zunächst wurden getrennt nach Strom und Wärme die Bedarfe, die regenerative Erzeugung und die Bedarfsdeckung ermittelt. Beim Strom ergibt sich im Szenario I ein Deckungsgrad von 69 % und im Szenario II ein Wert von 118 %. Für den Landkreis Nordhausen ist es mit den getroffenen Annahmen des raumbilderhaltenden Szenarios I nicht möglich, den kompletten Strombedarf zu decken. Das raumbildgestaltende Szenario II ermöglicht dagegen die komplette Bedarfsdeckung und darüber hinaus noch den „Export“ von etwa 200 GWh/a.

Für den Bereich Wärme erlaubt keines der untersuchten Szenarien die vollständige Bedarfsdeckung. Der Deckungsgrad im Szenario I beträgt 61 %, der des Szenarios II 92 %. Das Defizit im Szenario II beträgt immer noch absolut ca. 60 GWh/a, d. h. es muss Energie für die Wärmeversorgung „importiert“ werden.

Blickt man auf die Treibhausgas (THG)-Emissionen (dem Maß für die Klimaneutralität), ist festzustellen, dass im raumbilderhaltenden Szenario I absolut noch etwa 150 kt oder spezifisch je Einwohner 2,3 tCO₂/a emittiert werden.

Im ambitionierteren raumbildgestaltenden Szenario II stellt sich die Situation deutlich anders dar. Da der Strombedarf vollständig aus landkreiseigener und erneuerbarer Energieerzeugung bereitgestellt werden kann, besteht für den Bereich Strom Klimaneutralität. Da zusätzlich ein Stromüberschuss aus erneuerbaren Energien vorhanden ist, kann dieser Strom, der keine THG-Emissionen „mitbringt“, exportiert werden. Da im Jahr 2050 die Stromerzeugung in Deutschland aller Voraussicht nach ganz überwiegend, wenn nicht sogar vollständig ohne fossile Energieträger auskommen wird, kann dieser Stromexport aus dem Landkreis Nordhausen keinen fossilen Strom mehr verdrängen. Insofern kann aus diesem Stromexport keine „THG-Gutschrift“ abgeleitet werden.

Im Wärmebereich besteht wie oben dargestellt nach wie vor ein Defizit von 60 GWh/a. Im ungünstigsten Fall, der Wärmebereitstellung über fossiles Erdgas (Heizöl wird ab 2026 keine signifikante Rolle mehr spielen), würden sich THG-Emissionen von max. 15 kt oder spezifisch 0,23 tCO₂/a je Einwohner ergeben. Gelingt es, diesen Wärmebedarf doch noch zu einem gewissen Anteil durch erneuerbare Energie abzudecken, können die THG-Emissionen noch weiter gesenkt werden. Idealerweise könnte der verbleibende Wärmebedarf vollständig im Sinne von Power to Heat durch den o.g. Stromüberschuss abgedeckt werden. In dieser Konstellation kann im Szenario II nicht nur bilanziell, sondern auch tatsächlich Klimaneutralität erreicht werden.

Tabelle 7.4: Szenarien-Vergleich hinsichtlich klimaneutraler Energieversorgung 2050

Parameter	Maßeinheit	Szenario I „raumbilderhaltend“	Szenario II „raumbildgestaltend“
Strombedarf	GWh/a	1.327	1.159
davon Mobilität	GWh/a	950	778
Stromerzeugung	GWh/a	922	1.371
davon Photovoltaik	GWh/a	328	752
Deckungsgrad Strom	%	69	118
Wärmebedarf	GWh/a	763	763
Wärmeerzeugung	GWh/a	467	705
Deckungsgrad Wärme	%	61	92
THG-Emission, absolut	ktCO ₂ /a	150	15 ... 0 (klimaneutral!)
THG-Emission, einwohnerspezifisch	tCO₂/(EW*a)	2,3	0,2 ... 0 (klimaneutral!)

Die Ergebnisse des Szenarien-Vergleichs lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Klimaneutralität der Energieversorgung (gleichzusetzen mit einer Nullemission von Treibhausgasen) ist nur mit deutlichen Veränderungen des Stadt- und Raumbildes zu erreichen.
- Die Veränderungen im Landschaftsraum (Umland) werden stärker ausgeprägt sein als die im städtischen Raum.
- Der Strombedarf kann vollständig gedeckt werden. Das gilt, obwohl der Wandel der Mobilität hin zu vollständig auf Strom basierten Antriebskonzepten einen deutlichen Mehrbedarf generiert.
- Für eine ausreichende Stromerzeugung ist die Installation von PV-Anlagen auf stehenden Gewässern erforderlich.
- Der Wärmebedarf kann mit keinem der gewählten Szenarien gedeckt werden. Der unterstellte maximale Anteil an landwirtschaftlichen Nutzflächen für die Erzeugung von Brennstoffen/Energiepflanzen im Umfang von 20 % ist noch zu gering.
- Die Kompensation des „Wärmedefizites“ durch den „Stromüberschuss“ wird notwendig. Ein hoher Anteil von Wärmepumpen an der Wärmeversorgung ist damit geboten.

Allein das Konzept des raumbildgestaltenden Szenarios ist zielführend. Wesentliche Aspekte zur administrativen, technischen und gestalterischen Umsetzung werden in den Energievarianten beschrieben.

7.1.4 Vorstellung der Energievarianten anhand konkreter Beispiele

In dieser Arbeit steht der Begriff „Energievariante“ für zwei Aspekte. Erstens beschreiben Energievarianten die unterschiedlichen Möglichkeiten, das Ziel der komplett erneuerbaren Energiebedarfsdeckung zu erreichen. Zweitens steht der Begriff für einzelne Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete zur Umsetzung der Szenarien.

Zunächst wird der Begriff Energievarianten so interpretiert, dass es für die vollständig erneuerbare Energiebedarfsdeckung unterschiedliche Optionen und Wege gibt. Wie im Kapitel 7.1.3 herausgearbeitet wurde, eignet sich nur das raumbildgestaltende (Basis) Szenario II zur Zielerfüllung, dennoch gibt es darin Alternativen bzw. Spielräume bei der Umsetzung. Alternativen müssen aufgezeigt und berücksichtigt werden, wenn es Hemmnisse bei der bzw. Widerstand gegen die Umsetzung von Maßnahmen gibt. Der Blick auf die Alternativen ist Voraussetzung für eine tatsächlich mögliche Entscheidungsbeteiligung der Bürger sowie für die demokratische Legitimierung und die Akzeptanz des Projektes Klimaneutralität.

Im Folgenden werden für zwei im Szenario II vorgeschlagene Maßnahmen Alternativen bzw. Kompensationsmöglichkeiten beispielhaft skizziert. Im Vordergrund steht dabei immer der Aspekt der sich ändernden Raumwirkung.

- A) Photovoltaik-Anlagen auf stehenden Gewässern werden nicht akzeptiert
- B) geringere Bereitstellung von Biomasse für die Wärmeversorgung, Reduktion des Energiepflanzenanteils auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 20 auf 10 %

zu A) Photovoltaik-Anlagen auf stehenden Gewässern werden nicht akzeptiert

Auswirkung: Reduktion der Stromproduktion um 246 GWh

Alternative A1: Erhöhung der Windstromproduktion

Soll die Stromerzeugung aus Windenergie über die Annahmen der Szenarien (0,8 % der Landkreisfläche) hinausgehen, ist eine Ausweisung von weiteren Flächen erforderlich. Einen Anhaltspunkt hierzu bietet das Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Thüringer Klimagesetz - ThürKlimaG) vom 18. Dezember 2018. In § 4, Absatz 2 ist formuliert: „Für die Nutzung der Windenergie wird dazu ein Prozent der gesamten Landesfläche bereitgestellt.“ Das Gesetzesziel unmittelbar für den Landkreis Nordhausen umgesetzt bedeutet, Windvorrangflächen von 714 ha (plus 158 ha) und eine zusätzliche Erzeugung von 150 GWh. Eine vollständige Kompensation des Verzichts auf schwimmende PV-Anlagen erfordert ca. 1,2 % der Landkreisfläche. Das entspricht dem 1,5-fachen des im Regionalplanentwurf vorgeschlagenen Wertes und nahezu das 4-fache der aktuellen Fläche bzw. der Anlagenzahl – also eine Alternative mit sehr hoher Raumwirkung.

Alternative A2: Erhöhung der Dachflächen-PV

Das gesamte Potential für erneuerbaren Strom auf den Dach- und Fassadenflächen im Untersuchungsraum beträgt 440 GWh. Im Szenario II sollen davon 80 % genutzt bzw. etwa 352 GWh Strom erzeugt werden. Wenn es möglich sein sollte, alle verfügbaren Dach- und Fassadenflächen mit PV-Anlagen auszustatten, wird der mögliche Stromertrag von 88 GWh nur etwa ein Drittel der zu kompensierenden Menge betragen.

Alternative A3: Erhöhung der Freiflächen-PV

Das gesamte Potential für erneuerbaren Strom auf den 407 ha identifizierten Freiflächen liegt bei einem Ertrag von 194 GWh. Im Szenario II sollen davon 80 % genutzt bzw. etwa 150 GWh erzeugt werden. Soll die Stromproduktion von Floating-PV-Anlagen kompensiert werden, müssen weitere Flächen in der Größenordnung von ca. 600 ha allokiert werden.

Dies ist nur zu Lasten der landwirtschaftlichen Nutzfläche (gesamt ca. 45.000 ha) möglich. Agro-PV kann hier einen Beitrag leisten, wird aber nur ein kleiner Teil der Lösung sein. Eine signifikante Erhöhung der für Freiflächen-PV-Anlagen beanspruchten Flächen bringt eine deutlich erhöhte Raumwirkung.

Abbildung 7.1 zeigt zusammengefasst die Wirkung der Alternativen für die Stromerzeugung mittels schwimmender PV-Anlagen. Für die Alternativen Erhöhung der Windkraft auf 1 bzw. 1,2 % der Landkreisfläche, vollständige Nutzung der Dach- und Fassadenflächen und Ausweitung der Freiflächen sind jeweils der Ertrag (roter Balken), der Deckungsgrad bezüglich des Strombedarfes im Jahr 2050 (grüner Balken) und die beanspruchte Fläche (grauer Balken) dargestellt. Der kräftige Farbton steht für die zuwachsende Menge der Alternative und der blasser Farbton für die im Basisszenario II bereits vorgesehenen Mengen. Der „negative“ Flächenbedarf bei Gebäude-PV steht für Dachflächen, die mit dieser Alternative nicht mehr für solarthermische Anlagen zur Verfügung stehen. Insgesamt wird augenscheinlich, dass der Verzicht auf PV-Anlagen auf Kieseen durchaus kompensierbar ist, dazu aber ca. 300 ha mehr Windvorrangflächen oder aber 600 ha mehr für PV-Freiflächenanlagen zur Verfügung gestellt werden müssen.

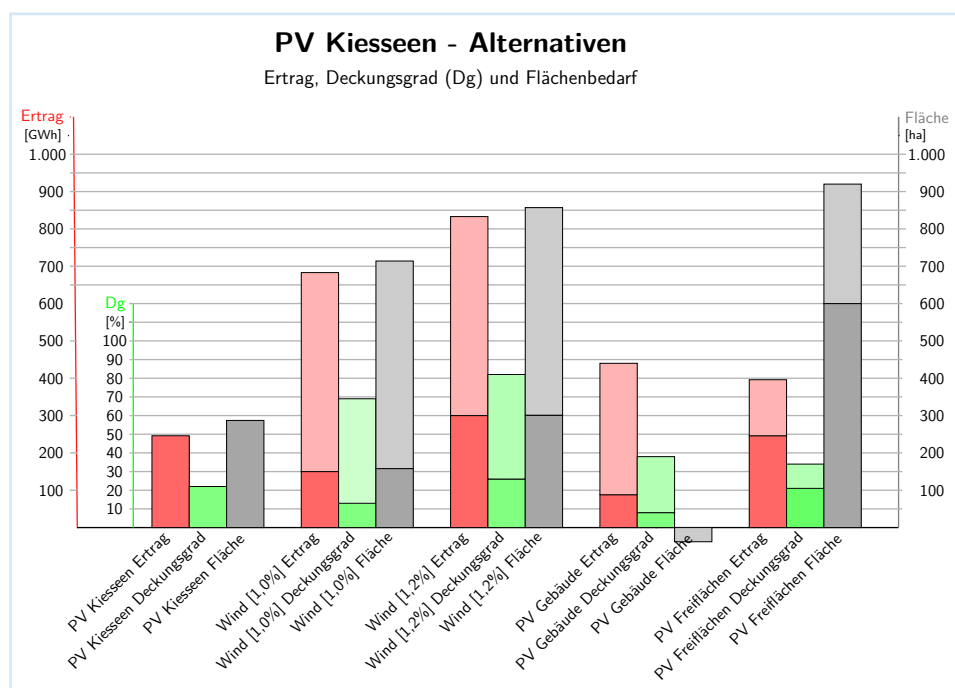


Abbildung 7.1: Alternativlösungen zur Stromproduktion mittels Floating-PV

zu B) geringere Bereitstellung von Biomasse für die Wärmeversorgung, Energiepflanzenanteil auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 20 auf 10 % reduziert

Auswirkung: erneuerbares Brennstoffangebot um 150 GWh reduziert

Alternative B1: Erhöhung Sanierungsrate und -tiefe des Gebäudebestandes

Der Wärmebedarf im Jahr 2050 wird mit 763 GWh erwartet. Hierzu ist eine Sanierungsrate von 1 % p.a. und eine nicht über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehende Sanierungstiefe unterstellt.

Die Energiepflanzen sollen nach dem Szenario II ca. 300 GWh zur Bedarfsdeckung beitragen. Die Kompensation von 50 % dieser Menge ist möglich, wenn der Wärmebedarf auf ein Niveau von 610 GWh reduziert wird. Dazu sind die Sanierungsrate und/oder die Sanierungstiefe, d.h. die Qualität der Sanierungsmaßnahmen, zu erhöhen. Die Quantifizierung beider voneinander abhängender Werte ist komplex und in dieser Arbeit nicht vollständig untersucht. Eine erste Abschätzung ergibt, dass das Reduktionsziel von 150 GWh mit einer Erhöhung der Sanierungsrate auf etwa 1,6 % erreicht werden kann. Die Auswirkung der Sanierungstiefe ist bereits im Kapitel 5 erläutert. Das Reduktionsziel kann erreicht werden, wenn bei etwa der Hälfte aller Gebäude eine ambitionierte energetische Sanierung erfolgt. Beide Wege erfordern erhebliche Investitionen durch eine Vielzahl von Eigentümern. Die Aspekte sozialverträglicher Kaltmietenanstieg, Altersstruktur der Gebäudeeigentümer stellen eher Hemmnisse für diese Alternative dar. Auch gewinnt der Aspekt des Stromverbrauchs für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei tiefgehender energetischer Sanierung an Bedeutung.

Alternative B2: Erhöhung der Nutzung von Waldholz

In den Szenarien ist unterstellt, dass nur 50 % des Waldrestholzes für die Wärmebereitstellung genutzt wird. „Normales“ Waldholz soll aus in Kapitel 5 dargestellten Gründen nicht energetisch genutzt werden. Verlässt man diesen Grundsatz und nutzt Waldholz z.B. über den Weg der Pellet- und Holzhackschnitzelbereitstellung, ist für die Kompensation der o.g. 150 GWh die Holzernte (Hiebsatz identisch mit Aufwuchs mit 8 fm/ha) von etwa 4.700 ha oder einem Fünftel der Waldfläche des Landkreises erforderlich. Unter den Aspekten Waldumbau aufgrund des Klimawandels, Priorisierung der Holznutzung für Industrie (Bereitstellung von Hochtemperaturwärme + stoffliche Nutzung) sowie die Rolle des Waldes als Kohlenstoffspeicher ist diese Alternative kritisch zu bewerten.

Alternative B3: Erhöhung des Anteils an Wärmepumpen

In den Szenarien ist unterstellt, dass über Wärmepumpen genutzte Umwelt- und Abwärme den künftigen Wärmebedarf mit 155 GWh, d.h. zu 20 % decken soll. Die zu schließende Lücke hat die gleiche Größenordnung. Es ist also die Verdopplung der Wärmepumpenarbeit erforderlich. Für die Umsetzung der Alternative sind zwei Aspekte relevant. Zum einen setzt eine sinnvolle Wärmepumpenanwendung voraus, dass sie der Beheizung von Neubauten oder Bestandsgebäuden mit ambitionierter energetischer Sanierung (siehe Alternative B1) dienen. Zum anderen steigt auch der Strombedarf in einer Größenordnung von 30 GWh. Will man diese Menge mit PV-Freiflächenanlagen erzeugen, ist dafür eine Fläche von ca. 60 ha zusätzlich zur Verfügung zu stellen. Das für den Landkreis identifizierte Freiflächenpotential liegt bei 407 ha.

An allen Beispielen wird deutlich, dass die Identifikation von tragfähigen und zielführenden Varianten außerordentlich schwierig ist. Die dargestellten Varianten führen regelmäßig zu deutlich erhöhter Raumwirkung und damit neuen Hemmnissen.

In die Betrachtung sind auch die Aspekte Dringlichkeit und Ausbautempo der erneuerbaren Energieproduktion einzubeziehen. Sollen die Ziele der Begrenzung der globalen Erwärmung von 1,5 bzw. 2 Grad erreicht werden, ist nicht allein die Klimaneutralität im Jahr 2050 Voraussetzung, sondern es darf auch nicht mehr als das sog. verbleibende CO₂-Budget emittiert werden. Damit ist das Tempo des Umbaus der Energieversorgung (vor allem in entwickelten Staaten, wie Deutschland) von höchster Bedeutung. Alle geeigneten Maßnahmen müssen so schnell wie möglich umgesetzt werden.

Es ist anzustreben, dass Einzelanlagen mit hohen Erträgen, die auch relativ schnell zu realisieren sind, einer Vielzahl von kleinen Projekten vorzuziehen sind. Es ist zu berücksichtigen, dass Transformationsgeschwindigkeiten von Infrastrukturen relativ langsam sind und bleiben werden. Dies gilt auch für die Sanierungsrate von Gebäuden.

Der Begriff Energievarianten steht als Zweites für die einzelnen Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete zur Umsetzung der Szenarien, konkret des gewählten Szenarios II. Energievarianten beschreiben, in welcher Weise die energetischen Potentiale gehoben werden können. Die Potentiale sind hierbei bereits mittels der Stellschrauben auf realistische Zielwerte reduziert.

Die für dieses Kapitel gewählten Beispiele beziehen sich auf zwei Maßnahmenpakete

- Stromerzeugung mittels Photovoltaik und
- regenerative Wärmeversorgung im Zusammenhang mit Wärmenetzen.

Beide Maßnahmenpakete haben folgende allgemeine Charakteristika:

- hohe Relevanz bezüglich regenerativer Energieerträge und damit THG-Emissionsreduzierung
- Nutzung etablierter, heute verfügbarer Technologien regenerativer Energiegewinnung
- vorhandene bzw. potentielle Akteure/Investoren sind identifiziert
- öffentliche Körperschaften und ihre Verwaltungen können durch planerische Vorgaben und aktive Mitwirkung maßgeblich Einfluss nehmen.

Die Maßnahmenpakete unterscheiden sich durch nachstehende Spezifika:

- Photovoltaikanlagen, die zu 55 % zur zukünftigen Stromerzeugung beitragen werden, haben einen erheblichen Flächenbedarf und eine starke Raumwirkung. Aus beiden Aspekten folgen ein hoher Gestaltungsbedarf und die notwendige Mitwirkung von Verwaltungen. Erst so kann die Errichtung von PV-Anlagen akzeptabel gemacht bzw. ermöglicht werden.
- Um die Wärmeversorgung klimaneutral zu gestalten, ist ein deutlicher Ausbau von Wärmenetzen notwendig. Die wesentlichen Gründe dafür sind, dass einerseits die individuelle oder gebäudeintegrierte Wärmeerzeugung nur eingeschränkte Möglichkeiten der effektiven Nutzung aller regenerativen Quellen bietet und dass andererseits das notwendige Tempo des Umbaus aufgrund der Vielzahl der Akteure nicht erreicht werden kann. Eine regenerative Wärmeversorgung kann eine Zielverfehlung bei der energetischen Gebäudesanierung zumindest bei der Klimawirkung kompensieren. Die regenerative Wärmeversorgung über Wärmenetze hat unmittelbar nur eine geringfügige Raumwirkung. Erzeugungsanlagen sind in relativ kleinen Gebäuden untergebracht und Wärmenetze sind unterirdisch verlegt. Mittelbar jedoch wird für die lokale Bereitstellung von regenerativen Energien für die Wärmeerzeugung ein Flächenbedarf mit Raumwirkung entstehen. Für die Bereitstellung dieser Flächen ist die Mitwirkung von Verwaltungen unabdingbar. Die Errichtung bzw. Erweiterung von Wärmenetzen wird - nicht zuletzt wegen ihrer Eigentümerfunktion von Liegenschaften - durch Kommunen maßgeblich beeinflusst.

Die Beispielmaßnahmen der Energievarianten werden mittels Karten visualisiert. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil des vorgeschlagenen Klima-Gestaltungsplans.

Maßnahmenpaket Photovoltaik

Die **Photovoltaik auf Freiflächen und Gewässern** birgt noch vor der Windkraft und den PV-Anlagen auf Dächern und an Fassaden das größte Potential zur Erzeugung regenerativen Stroms im Landkreis Nordhausen. Die Potentialflächen, die diese beiden Energievarianten bereitstellen können, summieren sich auf 962 ha (schwimmende PV auf den Kieseen 573 ha, PV auf sonstigen Freiflächen 389 ha).

Von den Kieseen im Landkreis Nordhausen wird gegenwärtig nur noch der Auesee für die Rohstoffgewinnung genutzt. Für alle anderen Seen liegen Abschlussbetriebspläne vor (Sundhäuser See, Forellensee, Möwensee), sie unterliegen der Betriebsunterbrechung (Uthleber See, Reihersee) oder sind stillgelegt.

Der Regionalplan Nordthüringen (im Entwurf zur öffentlichen Auslegung vom 03.09.2018) sieht vor, dass größere, durch Kiesabbau entstandene Wasserflächen für großflächige PV-Anlagen genutzt werden sollen. Der Flächennutzungsplan der Stadt Nordhausen weist das Gebiet der Kieseen als Vorranggebiete für die Rohstoffgewinnung und als Vorhaltegebiete für den Fremdenverkehr aus. Die Rekultivierungspläne des Kiesabbaus sehen Bereiche für den Natur- und Landschaftsschutz vor.

Damit existieren für den Bereich der Kieseen die konkurrierenden Ziele

- Natur- und Landschaftsschutz
- Entwicklungsgebiet für Tourismus
- Erholung und Freizeit
- Gebiet der Rohstoffgewinnung
- Flächen für den Ausbau erneuerbarer Energie.

Die Verfasser gehen davon aus, dass dieser Zielkonflikt unter Einbeziehung von Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energie, wie sie die Photovoltaik darstellt, auf den Kieseen und den bis zum Ende des Zeithorizonts 2050 erwarteten weiteren Seeflächen durch entsprechende planerische Konzepte bewältigt werden kann.

Vorhabenbeschreibung:

- im ersten Schritt Belegung eines Teils der vorhandenen Seeflächen der Kieseen mit schwimmenden PV-Anlagen
- in weiteren Schritten Belegung eines Teils der im Zuge der weiteren Aufschließung der Rohstoffvorranggebiete in der Goldenen Aue entstehenden Wasserflächen mit PV-Anlagen
- Wahrung der Belange des Naturschutzes durch einen geeigneten Randabstand der Anlagen
- Begrünung der Gewässerränder zum Sichtschutz
- Schaffung von Rückzugsräumen und CO₂-Bindung durch die Gewässerrandbegrünung.

Erfolgsfaktoren:

- Gewinnung von erneuerbarem Strom auf Flächen, denen keine andere Nutzung entgegensteht
- Reduzierung der Wassertemperatur durch Verhinderung der direkten Sonneneinstrahlung unter den Modulen
- Kühlung der PV-Module durch die auf den Wasserflächen entstehende Verdunstungswärme und damit einhergehend eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Module.

Status:

- Idee, Umsetzung mittel- bis langfristig.

Damit stünden die vorgenannten Flächen von aktuell 251 ha und auf den weiteren Vorranggebieten Rohstoffgewinnung noch zu erschließenden 567 ha für die Nutzung von Floating-PV-Anlagen zur Verfügung.

Die Potentialanalyse sieht vor, diese Gesamtflächen nicht voll zu nutzen. Es soll ein Randstreifen von 40 m zwischen den PV-Anlagen und den Uferstreifen verbleiben. Diese Vorgehensweise hat sich bei Anlagen in Baden-Württemberg als mit dem Naturschutz vereinbar herausgestellt.

Die Berücksichtigung des Randstreifens reduziert die nutzbare Fläche auf ein Potential von 573 ha (174 ha auf den bestehenden Seen, 399 ha auf den bis 2050 noch zu erschließenden Flächen). Das ermöglicht einen Stromertrag von 494 GWh pro Jahr.

Floating-PV-Anlagen existieren im Landkreis Nordhausen derzeit nicht. Wie eine Belegung der Seeflächen mit PV-Anlagen aussehen könnte zeigt die Karte 7.1 im Kartenwerk (Photovoltaik auf Gewässern, Beispiel Auesee).

Sie zeigt die Fläche des Auesees in seiner heutigen Ausdehnung, eine Perspektive für die weitere Entwicklung, die Gestaltung einer PV-Anlage auf dem Wasser des Sees und ein Beispiel für die Gestaltung des Gewässerrandes.

Das Zielwertszenario der Verfasser sieht eine 50 %-ige Nutzung des energetischen PV-Potentials der Kieselseen vor. Der damit einhergehende Stromertrag von 247 GWh würde 21 % des Strombedarfs des Landkreises Nordhausen im Jahre 2050 abdecken.

Die im Landkreis zur Verfügung stehenden Flächen für **PV-Anlagen an Gebäuden**, d.h. auf Hausdächern und in sehr geringem Umfang an Hausfassaden, werden derzeit nur zu 5 % ihres Potentials genutzt.

Photovoltaik-Anlagen auf Gebäuden stehen teilweise in Konkurrenz zu Solarthermieanlagen, deren Module grundsätzlich an gleichen Stellen angebracht werden können, um den Wärme- bzw. Warmwasserbedarf der Gebäude zu decken. Während der PV-Strom über die Stromleitung auch an entfernt liegende Verbraucher geleitet werden kann, macht die Nutzung von Dach- und Fassadenflächen für die Wärmeerzeugung wirtschaftlich nur Sinn, wenn in den betreffenden Gebäuden oder in ihrer nahen Umgebung ausreichende Wärmesenken zur Verfügung stehen. Eine Analyse der im Landkreis Nordhausen vorhandenen Flächen für diese beiden Energievarianten ergibt eine Fläche von 265 ha für die Photovoltaik und 38 ha für die Solarthermie.

Vorhabenbeschreibung:

- Ausgestaltung der (künftigen) Bebauungspläne, mit dem Ziel, eine möglichst umfangreiche Installation von PV-Dachanlagen zu ermöglichen
- Änderung bestehender Flächennutzungspläne im Landkreis Nordhausen mit Darstellung von Flächen für PV-Freiflächenanlagen bzw. Aufnahme von Flächen von PV-Freiflächenanlagen in neu aufzustellenden Flächennutzungsplänen
- Sukzessive Ausstattung der auf Dächern vorhandenen geeigneten Flächen mit PV-Anlagen
- Umfassende Begrünung von geeigneten (Flach-) Dächern zur Verbesserung der Kühlung installierter PV-Anlagen und Aufnahme und Rückhaltung von Oberflächenwasser (Entsiegelung).

Erfolgsfaktoren:

- Gewinnung von erneuerbarem Strom auf den geeigneten Flächen, die nicht für die Solarthermie benötigt werden
- direkter Anschluss von (Strom-) Endverbrauchern an die erzeugende Anlage
- Deckung des lokalen Strombedarfs und Pufferung der lokalen Stromerzeugung in lokalen Stromspeichern.

Status:

- Ist und Planung, erst 7 % des angedachten Zielwertes erreicht.

Die Karte 7.2 im Kartenwerk zeigt in dem Beispiel „Fassaden“, wie Plattenbauten mit PV-Anlagen bestückt werden können, und welche Fassadenflächen auf Grund von Fensteröffnungen, Verschattung oder ungünstiger Ausrichtung zur Sonne ungeeignet sind. Die Abbildung „Visualisierung einer Fassade“ veranschaulicht neben der Nutzung als PV-Fläche auch die gestalterischen Aspekte am Beispiel einer Fassade im nördlichen Teil von Nordhausen. Die Abbildungen „Gründach mit Photovoltaik“ und „Visualisierung eines Gründaches mit PV“ zeigen die Möglichkeiten der kombinierten Dachnutzung mit PV-Anlagen und Dachbegrünung.

Potentiale zur energetischen Nutzung bieten auch **PV-Anlagen an und auf Verkehrsflächen**. Neben der Nutzung von Flächen an den Bundesautobahnen und Bahntrassen bietet sich dafür auch die Überdachung von Parkplätzen und Mobilitätsstationen an. Die derzeitige Nutzung des Potentials liegt praktisch bei 0 %.

Vorhabenbeschreibung:

- Nutzung der in Frage kommenden Flächen entlang der 77 km langen Trasse der BAB 38 im Gebiet des LK Nordhausens
- Verhandlungen mit den für die BAB-Trassen zuständigen Stellen über die Nutzung der nicht dem Vorrang Landwirtschaft und dem Vorrang Rohstoffe unterliegenden Flächen für die Installation von PV-Anlagen
- Ansprache und Einbindung von Eigentümern und Pächtern großer Parkplätze und Flächen mit ähnlicher Zweckbestimmung zwecks Nutzung der Flächen zur Errichtung von Überdachungen mit Photovoltaikmodulen
- Anpassung/Änderung von bestehenden und entsprechende Gestaltung von zukünftigen Bebauungsplänen.

Erfolgsfaktoren:

- Gewinnung von erneuerbarem Strom auf Flächen, die keiner konkurrierenden Nutzung unterliegen
- direkter Anschluss von (Strom-) Endverbrauchern an die erzeugende Anlage
- Deckung des lokalen Strombedarfs und Pufferung der lokalen Stromerzeugung in lokalen Stromspeichern
- Verschattung der unter den Dachflächen liegenden Flächen
- Schaffung zusätzlicher Gründächer in Bereichen starker Versiegelung.

Status:

- Planung, sukzessive Umsetzung bis 2050.

Die Karte 7.3 im Kartenwerk zeigt in der Abbildung „PV-Potentialflächen an Verkehrswegen“ Möglichkeiten der Nutzung an der BAB 38, Auffahrt Nordhausen, eine Visualisierung von PV-Anlagen an einer Bundesautobahn und in der Abbildung „PV-Potentialflächen als Überdachungsmöglichkeit“ die Potentiale einer Parkplatzbedachung und die „Visualisierung von PV als Überdachungsmöglichkeit“.

Zusammenfassung Ausbau Photovoltaik

- Flächen für die Energievarianten PV an Gebäuden, Floating-PV und PV auf Freiflächen inkl. Verkehrsflächen konsequent weiter nutzen/ausbauen
- Bereitstellung von Flächen (Floating-PV) und Widmung bzw. Umwidmung von Flächen (Flächennutzungsplan, Bebauungspläne) als Aufgabe der Kommunen
- Rahmenbedingungen
 - * Anpassung des Regionalplans Nordthüringen
 - * Anpassung des Flächennutzungsplans der Stadt Nordhausen und Berücksichtigung im aufzustellenden Flächennutzungsplan der Stadt Heringen
 - * Ausgestaltung der Bebauungspläne mit solaren Festsetzungen

Maßnahmenpaket Regenerative Wärmeversorgung über Wärmenetze (grüne Fernwärme)

Netzgebundene Wärmeversorgung bietet die Chance, erneuerbare Energie in großem Maße in den Gebäudesektor zu integrieren. Industrieller Wärmebedarf spielt im Untersuchungsgebiet eine nur untergeordnete Rolle, deshalb werden nur Wärmenetze für die Versorgung von Siedlungsbereichen untersucht.

Den Ausgangspunkt bildet der **Iststand der netzgebundenen Wärmeversorgung**: 108 GWh bzw. 7 % der Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet werden heute über Netze realisiert.

Im Vergleich dazu betrug der Anteil der Fernwärme an der Deckung des Gebäudewärmebedarfes Deutschlands im Jahr 2018 etwa 8 % (Agora KNDE, 2020). Wie in Abbildung 7.2 (linker Balken) dargestellt, stammen etwa 20 % der Fernwärme aus regenerativen Quellen.

Der erneuerbare Anteil in den Wärmenetzen des Landkreises Nordhausen liegt bei ca. 27 %. Den überwiegenden Teil der Primärenergie liefert fossiles Erdgas. Bilanziert man nur die aus lokalen Ressourcen bereitgestellte erneuerbare Primärenergie (intra muros) – dabei handelt es sich ausschließlich um Biomethan aus der Anlage in Nordhausen, Ortsteil Bielen - liegt der Anteil bei 14 %. Insgesamt stellt dies im Vergleich zur gesamt-deutschen Situation eine gute Ausgangsposition dar.

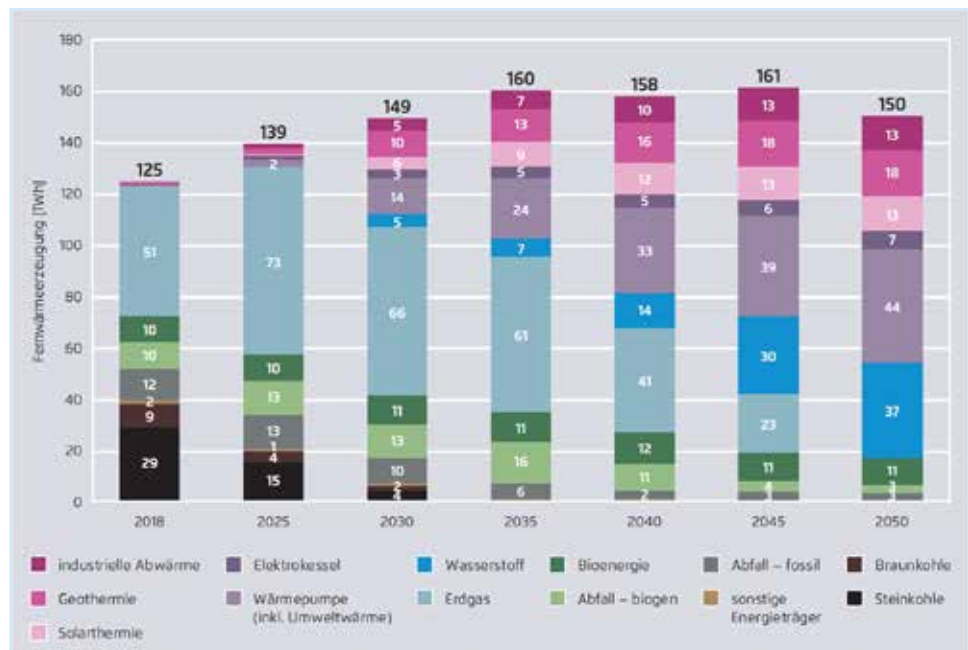


Abbildung 7.2: Fernwärmeversorgung in Deutschland 2018 bis 2050 (Agora KNDE, 2020)

Aktuell handeln bei der Fernwärmeversorgung vier Akteure in vier Gemeinden (Bleicherode, Heringen, Nordhausen und Sollstedt). Sie betreiben für insgesamt sieben Wärmenetze die Anlagen zur Erzeugung und Verteilung. In Nordhausen und Sollstedt sind dies sog. öffentliche Fernwärmeversorgungsunternehmen (FWU) mit kommunalen Gesellschaftern. In Bleicherode und Heringen sind private Wärmedienstleister tätig. Tabelle 7.5 zeigt die Einzelheiten zu Mengen und Akteuren. In die Tabelle integriert sind Projekte, die aktuell im Bau oder in Planung sind. Über diese wird noch berichtet.

Tabelle 7.5: Fernwärmeversorgung im Landkreis Nordhausen, Stand Oktober 2020

Gemeinde Status	Wärmeversor- gungsgebiet	Versorgungs- unternehmen	Energiequelle Brennstoff	Wärmeerzeugung		
				gesamt	davon eE	
					absolut	relativ
				MWh	MWh	%
Bestand						
Bleicherode	Löwentorstraße	Kalo Urbana Ener- giedienste, Hamburg	Erdgas, HEL	1.290	0	0
Bleicherode	Käthe-Kollwitz- Straße		Erdgas, HEL	1.480	0	0
Heringen	Straße der Jugend, Staatliche Regel- schule	ENGIE Deutschland GmbH, Köln	Anthrazit (Steinkohle)	2.200	0	0
Nordhausen	Mitte	Energieversorgung Nordhausen GmbH	Erdgas, HEL	97.000	24.000	25
Nordhausen	Nord		Biomethan, Erdgas			
Nordhausen	Ost		Biomethan, Erdgas			
Sollstedt	„Schachtsiedlung“	Wärmeversorgung Sollstedt GmbH	Biomethan, Erdgas	5.800	5.500	95
Summe Bestand				107.770	29.500	27
im Bau						
Nordhausen	Robert-Blum-Straße	Stadtwerke NDH	Restholz aus Grünabfall	1.600	1.600	100
in Planung						
Werther	OT Mauderode, gesamte Gemeinde	Energiegenossen- schaft Helmetal eG	Holzhack- schnittzel	1.000	1.000	100
Werther	OT Großwerther, Wohngebiet Lehmkuhle	Energiegenossen- schaft Helmetal eG	Erdwärme	285	285	100
Summe inkl. „im Bau“ und „in Planung“				110.655	32.385	29

Ergänzend zu Tabelle 7.5 zeigt die Karte 7.4 im Kartenwerk „Wärmenetze im Landkreis Nordhausen“ die Lage der Gemeinden mit Wärmenetzen im Landkreis bzw. die aktuellen Wärmeversorgungsgebiete (WVG) in den Städten Bleicherode und Heringen. Die Karte 7.5 im Kartenwerk „Wärmenetze in der Stadt Nordhausen“ illustriert die Lage und die Ausdehnung der WVG ebenda.

Die **zukünftige Entwicklung der netzgebundenen Wärmeversorgung** wird im Folgenden beschrieben. Was die Autoren der oben zitierten Studie in Bezug auf Menge und Primärenergiequellen erwarten, zeigt ebenfalls die Abbildung 7.2. Bezüglich der zu nutzenden, ausschließlich regenerativen Quellen kommt diese Arbeit zu ähnlichen Ergebnissen ².

Die grundsätzlich zur Verfügung stehenden Potentiale und die zugehörigen Technologien zur Nutzung für Fernwärmesysteme sind in Tabelle 7.6 vorgestellt:

Tabelle 7.6: Energiepotentiale und -technologien für Fernwärmesysteme

Potential, erneuerbar	Technologie der Nutzung
Biomasse- inkl. biogener Abfall	Verbrennung, KWK-Anlagen
Biogas und Biomethannutzung	KWK-Anlagen
Globalstrahlung	Solarthermie-Anlagen auf Frei- und Verkehrsflächen (ggf. auf Gewässern)
Umweltwärme (oberflächennahe und tiefe Geothermie, Gewässer)	Wärmepumpen, kalte Netze
Industrielle Abwärme	je nach Temperaturniveau mit oder ohne Wärmepumpe
Strom	Elektrokessel, Widerstandsheizler
Wasserstoff und dessen Derivate	Verbrennung, KWK-Anlagen

Welche Potentiale und Technologien auszuwählen sind, werden durch die konkreten Rahmenbedingungen determiniert. Zu diesen gehören neben bundesweit wirkenden Faktoren (z.B. Investitionsförderung, CO₂-Preis) auch lokale Bedingungen technischer und politischer Natur (z.B. aktive Unternehmen und Einzelakteure, vorhandenes Netz, Fernwärmesatzung, ungenutzte Biomasse).

Positive Beispiele, geplante Vorhaben bzw. Lösungsvorschläge mit ihren Erfolgsfaktoren sind im Folgenden beispielhaft aufgeführt und in Kartendarstellungen visualisiert.

Beispiel 1 – Neubau Wärmenetz Mauderode (visualisiert in Karte 7.4 des Kartenwerkes, rechts oben)

Vorhabenbeschreibung:

- Wärmenetz für gesamten Ort (ca. 28 Gebäude, 1,6 km Trassenlänge)
- Wärmeerzeugung mit Holzhackschnitzel-Kessel (400 kW), ggf. Ergänzung mit Solarthermie.

Erfolgsfaktoren:

- Handlungsbedarf für Gebäudeeigentümer, durchschnittliches Alter der vorhandenen Heizungsanlagen > 25 Jahre
- Ausbaubedarf Infrastruktur im Ort (Abwasser, Trinkwasser, Stromnetz, Straßenbeleuchtung, Straßenausbau, Breitband) – Chance für koordinierte, damit kostengünstige Leitungsverlegung
- kein Erdgasnetz vorhanden

² Die Studie Klimaneutrales Deutschland 2050 wurde am 10.11.2020 öffentlich vorgestellt. Die diesem Bericht zugrundeliegenden Untersuchungen wurden im September 2020 abgeschlossen.

- Wald und Flurgehölze in naher Umgebung (hoher Holzanfall aus Landschaftspflege)
- aktive Verwaltung, Kooperation mit ortsansässigem landwirtschaftlichem Unternehmen, vorhandene Energiegenossenschaft.

Status:

- Planung, wahrscheinliche Umsetzung 2022.

Beispiel 2 – Neubau Wärmenetz Wohngebiet Werther, Lehmkuhle (nicht visualisiert)

Vorhabenbeschreibung:

- Wärmenetz für geplantes Wohngebiet (32 Gebäude)
- betrieben als „kaltes Netz“ mit Wärmepumpe beim Abnehmer
- Wärmeerzeugung mittels Geothermie.

Erfolgsfaktoren:

- Komplette Neuerschließung durch einen Investor – Chance für koordinierte und damit kostengünstige Leitungsverlegung
- Geeignete Fläche für Erdkollektoren in Nachbarschaft zum Baugebiet im Eigentum des Erschließungsträgers
- aktive Verwaltung, Kooperation mit regionalem Energiedienstleister, vorhandene Energiegenossenschaft.

Status:

- Planung, wahrscheinliche Umsetzung 2021.

Beispiel 3 – Erweiterung Wärmenetz Heringen und Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energien (visualisiert in Karte 7.4 des Kartenwerkes, rechts unten und Karte 7.6)

Vorhabenbeschreibung:

- Vorhandenes Wärmenetz auf gesamte Kernstadt erweitern
- Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpe Nutzung Gewässer, Biomasse-Kessel, Ergänzung mit Solarthermie.

Erfolgsfaktoren:

- Netz vorhanden
- Handlungsbedarf für Gebäudeeigentümer, durchschnittliches Alter der vorhandenen Heizungsanlagen > 25 Jahre
- Handlungsbedarf für WVU (Alter der Kesselanlagen, Brennstoff Steinkohle, Regelungen des ThürKlimaG)
- Wald und Flurgehölze in naher Umgebung
- Große Kieselseen in relativ geringer Entfernung.

Status:

- Idee, Umsetzung mittelfristig.

Beispiel 4 – Erweiterung Wärmenetze Nordhausen und Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energien (visualisiert in Karte 7.5 des Kartenwerkes)

Vorhabenbeschreibung:

- Vorhandene Wärmenetze erweitern (Übersicht - Karte 7.5, links oben)
- nordöstliche Erweiterung des WVG Mitte nutzen, um Erzeugung in Nordhausen-Ost stillzulegen (rechts oben)
- nördliche Erweiterung WVG Nordhausen-Nord (links unten)
- südöstliche Erweiterung des WVG Mitte (rechts unten), um das Industriegebiet Rothenburgstraße zu erschließen und Nutzung von Abwärmepotential aus Industriebetrieben und dem Abwasser der Kläranlage, sowie
- Umweltwärmepotential aus den Kiesseen (gelbe Punkte)
- Alternativ Ausführung als kaltes Netz und Temperaturerhebung mittels Wärmepumpe
- Solarthermie-Anlagen als Parkplatzüberdachung im WVG Nord und auf Bahnbrache südlich HKW Mitte (gelbe Flächen).

Erfolgsfaktoren:

- Kernnetze vorhanden
- Handlungsbedarf für WVU (u.a. durch Regelungen des ThürKlimaG)
- Kommunaler Mehrheitsgesellschafter
- Solarthermie und Abwärme- und Umweltwärme relativ nahe am zentralen Erzeugungsstandort
- Große Kiesseen in relativ geringer Entfernung.

Status:

- Idee, Umsetzung mittelfristig.

Beispiel 5 – Neubau Wärmenetz Nordhausen, Robert-Blum-Straße (Karte 7.5 des Kartenwerkes, rechts unten)

Vorhabenbeschreibung:

- Wärmenetz für Betriebshof Stadtwerke und benachbarte Wohngebäude
- Wärmeezeugung mittels Holzkessel.

Erfolgsfaktoren:

- Hohes Aufkommen an Grünabfall mit holzigen, d.h. nicht vergärbaren Bestandteilen
- Benachbarter Gebäudebestand als weiteres Absatzpotential.

Das Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Thüringer Klimagesetz - ThürKlimaG) vom 18. Dezember 2018 verpflichtet im § 8, Absatz 5 alle FWU, „... ein Konzept für ihr Wärmenetz zu entwickeln, das an dem Ziel der nahezu klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 ausgerichtet ist ...“. Dieses Konzept ist bis zum 31.12.2022 vorzulegen.

Status:

- im Bau, Inbetriebnahme 2021.

Beispiel 6 – Erweiterung Wärmenetz Bleicherode und Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energien (visualisiert in Karte 7.4 des Kartenwerkes, links unten)

Vorhabenbeschreibung:

- vorhandenes Wärmenetz auf gesamte Kernstadt erweitern
- Wärmeerzeugung mittels Biomasse-Kessel, Ergänzung mit Solarthermie.

Erfolgsfaktoren:

- Netz vorhanden
- Handlungsbedarf für Gebäudeeigentümer, durchschnittliches Alter der vorhandenen Heizungsanlagen > 25 Jahre
- Handlungsbedarf für WVU (Alter der Kesselanlagen und BHKW, Brennstoff Erdgas, Regelungen des ThürKlimaG)
- Wald und Flurgehölze in naher Umgebung.

Status:

- Idee, Umsetzung mittelfristig.

Zusammenfassung Ausbau Wärmenetze

Netzgebundene Wärmeversorgung bietet die Chance, erneuerbare Energie in großem Maße in den Gebäudesektor zu integrieren. Die geplanten bzw. vorgeschlagenen Maßnahmen konzentrieren sich auf die **Erweiterung vorhandener Wärmenetze**, weil die Nutzung vorhandener „Keimzellen“ mit einem handlungsfähigen Akteur mit einschlägiger Erfahrung beim Betrieb von Wärmeversorgungssystemen und einem maximalen Anteil einer Vielzahl erneuerbarer Wärmequellen große Vorteile in der Umsetzung bietet.

Die Mitwirkung von Gebietskörperschaften, sei es als Gesellschafter der FWU, als Eigentümer von Liegenschaften im Erweiterungsgebiet, als Straßenbaulastträger oder in Ausübung ihrer Planungshoheit insgesamt, verbessert die Chancen für die Realisierung von Wärmenetzen. Mit einer Unterstützung bei der Sicherung von Flächen (z.B. für Solarthermie) bzw. beim Zugriff auf Wärmequellen wie Kläranlagen oder Oberflächengewässer kann die Verwaltung einer Gebietskörperschaft ebenfalls maßgeblich positiven Einfluss nehmen.

Die Erweiterung von Wärmenetzen ermöglicht Gebäudeeigentümern den Wechsel zu einer regenerativen Wärmeversorgung, ohne selbst wesentlich investieren zu müssen.

Der **Neubau von Wärmenetzen** ist auch bei geringer Wärmedichte möglich.

Synergien aus koordinierter Mitverlegung anderer Infrastrukturelemente können die Wirtschaftlichkeit deutlich verbessern. Die aktuellen Rahmenbedingungen, wie die Forderungen des Thüringer Klimaschutzgesetz an Wärmenetzbetreiber, die Einführung einer CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe und die erhebliche staatliche Förderung bieten gute Voraussetzungen, insbesondere in der nahen Zukunft.

7.2 Zielwerte der kommunalen Verwaltungsgemeinschaften (Klimasonnen)

Ziele sollen grundsätzlich quantifizierbar sein, damit der Grad der Zielerreichung mess- und visualisierbar ist. Empfehlenswert ist die Verwendung von **Kennzahlen**, die die relative Zielerreichung angeben.

Die Auswahl der Zielwerte/Kennzahlen im Kontext des Planungsinstruments Klimagestaltungsplan muss unter nachstehenden Gesichtspunkten erfolgen:

- Ermittlung für den Hoheitsbereich einer politischen Einheit (Ebenen: Gemeinde, erfüllende Gemeinde oder Verwaltungsgemeinschaft) möglich
- Akteure vor Ort sollen Zielerreichung beeinflussen können
- Hohe Relevanz bezüglich
 - * Treibhausgas-Emissionen (Dekarbonisierung von Energieversorgung und Mobilität)
 - * Anpassung an den Klimawandel
 - * Gestaltung von Stadt- und Raumbild.

Zugleich müssen die Zielwerte/Kennzahlen folgenden weiteren Anforderungen genügen:

- Einfache und verständliche Darstellung und Aussagekraft u.a. für politische Gremien und die Öffentlichkeit
- Eignung für regelmäßiges Monitoring bzw. Berichterstattung - gilt insbesondere bei weit in der Zukunft (2050) liegenden Zielen
- Datengrundlage/Quelle muss mit geringem Aufwand (Zeit und Kosten), regelmäßig und langfristig recherchierbar/verfügbar sein
 - * Nutzung öffentlich zugänglicher Quellen
 - * Aufgabe kann verwaltungsintern (Klimaschutzbeauftragter) erledigt werden bzw. es ist keine Beauftragung Externer notwendig.

In bisherigen Energie- und Klimakonzepten werden für den Bereich **Energie** Kenn- oder Zielwerte wie

- Anteil erneuerbarer Energie (eE) am Stromverbrauch
- Anteil eE am Wärmeverbrauch
- Reduktion CO₂-Emission gegenüber 1990.

verwendet.

Die Schwäche solcher Kennzahlen ist, dass darin unberücksichtigt bleibt, wie hoch die Potentiale des betrachteten Raumes sind. So würde ein Erreichen des 100 %-Ziels z.B. bei der Stromversorgung (in einigen Gemeinden des LK Nordhausen heute erreicht) zu fehlenden Anreizen für eine Weiterentwicklung führen - z.B. zu einer Produktion über den eigenen Bedarf hinaus. Unberücksichtigt oder unsichtbar bleibt auch, was vom Potential unter den (sich ändernden) technischen, kommerziellen und gesetzlichen Rahmenbedingungen tatsächlich realisierbar ist.

Für den Bereich **Anpassung an den Klimawandel und Raumbildgestaltung** finden sich kaum Kennwerte, die für eine Zielformulierung auf kommunaler Ebene unmittelbar anwendbar wären.

Eine konkrete Zielgröße für innerstädtische bebaute Bereiche gibt der Biotopflächenfaktor für Berlin vor. Dieser formuliert ökologische Mindeststandards im bebauten Bereich. Er wird in einer Rechtsverordnung verbindlich für die Landschaftspläne festgeschrieben.

Für den Außenbereich, insbesondere für das Maß der Dichte linearer Gehölzbestände (Hecken oder Baumreihen) in der offenen Landschaft, gibt es keine derartigen Richtwerte. Die Setzung der Zielwerte erfolgte in diesem Bereich daher auf der Basis einer Literaturlauswertung zu Gehölzstrukturen in Agrarlandschaften. Außerdem erfolgte eine Auswertung von Satellitenbildern in ausgewählten Landschaftsräumen Nordostdeutschlands. So konnte das typische Spektrum bestehender Heckenlandschaften ermittelt und hieraus Rückschlüsse für realistische Gehölzdichten für den LK Nordhausen abgeleitet werden.

Für den Bereich Anpassung an den Klimawandel liegen keine Potentialermittlungen wie für den Bereich Energie bzw. Klimaschutz vor. Die Auswahl geeigneter Zielwerte erfolgte unter Berücksichtigung der o.g. Kriterien. Dabei sollte zusätzlich eine gute und nachvollziehbare Quantifizierung der Zielwerte möglich sein. Bestimmte Themen – wie z.B. die Freihaltung von Kaltluftbahnen – besitzen zwar eine hohe lokalklimatische Relevanz, lassen sich jedoch nur schwierig quantifizieren. Die Festlegung von Zielwerten für die jeweiligen Kennwerte erfolgte weitgehend nach pragmatischen Gesichtspunkten. Beim Waldumbau wird beispielsweise ein vollständiger Umbau zu klimaresilienten Wäldern angestrebt, während bei Entsiegelung, Grünflächen und Bäumen in der Stadt Zielwerte angestrebt werden, die sich in Abhängigkeit von den Stadtraumtypen an den positivsten Beispielen des Untersuchungsraums orientieren. Eine vollständige Entsiegelung und Begrünung dieser Flächen wäre im städtischen Raum auch nicht möglich. Bei der Erosionsvermeidung wurden in Anlehnung an die angestrebten Gehölzbepflanzungen unter dem Gesichtspunkt der Raumbildgestaltung erhöhte Zielwerte in den erosionsgefährdeten Bereichen festgelegt, die jedoch eine ackerbauliche Nutzung der Flächen nicht über Gebühr einschränken sollten.

Vorgeschlagen wird deshalb eine Zielwertmethodik, die wesentliche Aspekte/Kennzahlen der Bereiche Energie (schließt Mobilität und CO₂-Emissionen ein), Klimawandel und Raumbildgestaltung einschließt und gleichrangig darstellt. Die Visualisierung erfolgt mittels einer **Klimasonne**³.

Die Klimasonne

Die quantifizierbaren Aspekte bzw. Faktoren der verschiedenen Klimaaktivitäten des Landkreises innerhalb der übergeordneten Bereiche Energie, Klimawandel und Raumbildgestaltung sind sehr unterschiedlich und variieren auch innerhalb der Bereiche. Dies erschwert einen vergleichenden Überblick über den derzeitigen Iststand, die möglichen Potentiale und die anzustrebenden Zielwerte.

Um den Überblick zu erleichtern, werden die Dateninhalte in Kennzahlen übersetzt und diese in v.H.-Werte der Potentiale ausgedrückt.

Diese Prozentzahlen werden jeweils in eine eigene Klimasonne eingesetzt. Damit sind der Stand, das Potential und die Zielwerte aller klimabestimmenden Faktoren für jede erfüllende Gemeinde und den Landkreis unmittelbar sichtbar. Der Vergleich der Klimasonnen zweier oder mehrerer Gebiete erlaubt den Vergleich untereinander.

³ Bei der Klimasonne handelt es sich um die bestimmte Form eines Kreisdiagramms.

In den Sonnen ist der Energieteil gelb, der Part Klimawandel blau und die Raumbildgestaltung grün dargestellt. Die gegenwärtigen Iststände werden durch kräftige Farben, die Zielwerte durch blassere Farben und die Gesamtpotentiale durch weiße Flächen voneinander unterschieden.

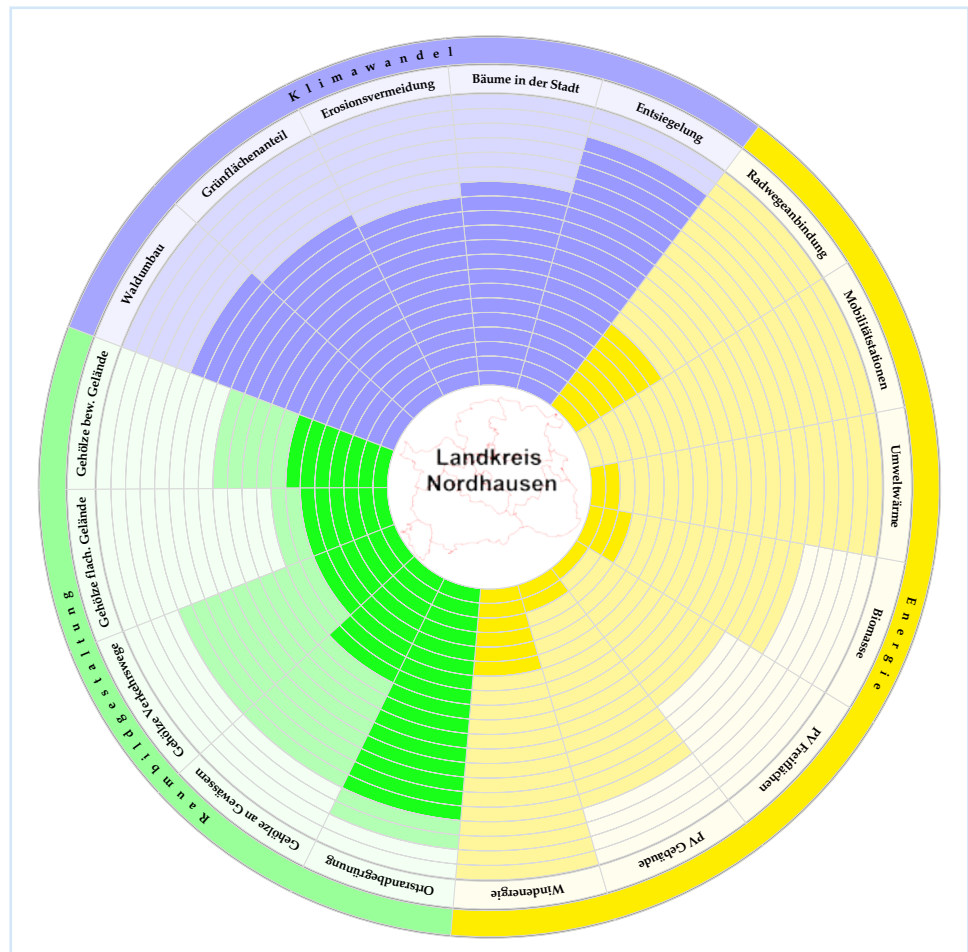


Abbildung 7.3: Beispiel einer Klimasonne

Jeder Kreisbogen steht dabei für 5 % des erreichten (kräftige Farbe) bzw. zu erreichenden (blassere Farbe) Wertes.

So zeigt das vorstehende Beispiel (Abbildung 7.3) für PV-Anlagen an Gebäuden einen Istwert von 10 %, (kräftiges Gelb) und einen Zielwert von 80 % (blasses Gelb) des Potentials. Bei der Erosionsvermeidung werden derzeit 80 % (kräftiges Blau) erreicht. Das Ziel liegt bei 100 % (blasses Blau). Bei der Ortsrandbegrünung sind es 80 % (kräftiges Grün) im Istzustand, der Zielwert beträgt 90 % (blasses Grün).

Zielwerte der kommunalen Verwaltungseinheiten (Klimasonnen)

Nachstehend werden 17 Ziel- bzw. Kennwerte aufgeführt, die aktuell als erfolgversprechend angesehen werden. Getrennt nach den Teilbereichen Energie, Klimawandel und Raumbildgestaltung handelt es sich um:

Energie und Mobilität (7 Kennzahlen)

- Stromerzeugung aus Windkraft
- Stromerzeugung von PV-Anlagen an Gebäuden (Dächer und Fassaden)
- Stromerzeugung von PV-Anlagen auf Freiflächen inkl. Gewässern
- Wärmeerzeugung aus Biomasse
- Wärmeerzeugung aus Umwelt- und Abwärme
- Mobilitätsstationen
- Radwegeanbindungen.

Klimawandel (5 Kennzahlen)

- Waldumbau
- Grünflächenanteil
- Erosionsvermeidung
- Bäume in der Stadt
- Entsiegelung.

Raumbildgestaltung (5 Kennzahlen)

- Gehölze an Straßen und Wegen
- Gehölze an Fließgewässern
- Gehölze zur Ortsrandgestaltung
- Flurgehölze flaches Gelände
- Gehölze bewegtes Gelände.

Die Erläuterung der Kennzahlen jeweils mit dem eigentlichen Zielwert, dem Konzept und methodischen Vorgehen, den Datengrundlagen sowie dem aktuellen Ergebnis im Untersuchungsraum ist in Kapitel 8.4 dargestellt.

7.3 Steckbriefe für den Stadt- und Landschaftsraum sowie zur Anpassung an den Klimawandel

Alle drei Fachplanungen, die in diesem Forschungsprojekt zusammengeführt werden, gliedern den Untersuchungsraum nach ihren besonderen Gesichtspunkten. Die Energieplanung befasst sich mit Stadträumen, die aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte eine spezifische energetische und städtebauliche Charakteristik aufweisen.

Die Raumgestaltung gliedert den Landschaftsraum nach Relief, Raumstrukturen, Kulturlandschaftselementen und schützenswerter Natur. Die Untersuchungen zur Klimaanpassung untergliedern den Landkreis als Betrachtungsraum in Teilräume, für die einzelne Betroffenheiten bewertet werden. Da die Betrachtungsräume von Energieplanung und Raumgestaltung sich auf getrennte Teilräume des Planungsgebiets beziehen, ergänzen sie sich.

Die Klimaanpassungsplanung greift die Stadtraum- und Landschaftsraumtypen der beiden anderen Fachplanungen auf und überlagert diese mit ihren Bewertungen zur Betroffenheit.

In der Zusammenschau der Untersuchungsergebnisse aller drei Fachplanungen werden am Ende räumlich konkrete Maßnahmenempfehlungen abgeleitet.

Für die Zusammenführung der Fachplanungen erstellten die Projektpartner für jeden „ihrer“ Teilräume einen Steckbrief, der die jeweiligen planerischen Überlegungen konkretisiert. Ergänzend werden die Belange der beiden anderen Fachplanungen einbezogen. Für alle Steckbriefe wurden umfangreiche Literaturrecherchen und Best-Practice-Analysen durchgeführt. Die Ergebnisse der Best-Practice-Analysen für den Landschaftsraum (siehe Tabelle 7.7) wurden mit den Vorgaben für Landschaftsraumsteckbriefe des Bundesamtes für Naturschutz (BfN-Skripten 461/1: Planzeichen für die Landschaftsplanung. Fachlich-methodische Grundlagen, 2017) und den spezifischen Anforderungen der drei Fachplanungen zusammengeführt.

Die Entwürfe der Steckbriefe wurden dem Gestaltungsbeirat vorgestellt, der Anregungen zu einzelnen Steckbriefen gab.

Insgesamt wurden 81 Steckbriefe erarbeitet:

für 11 Stadtraumtypen, 17 Landschaftsraumtypen und 53 Teilräume der Klimaanpassung.

Alle Steckbriefe haben einen vergleichbaren Aufbau. Sie enthalten Kartenausschnitte und Fotos von den betreffenden Räumen sowie typische Kennzahlen. Die Charakteristik der räumlichen Einheit, die Betroffenheit vom Klimawandel, die energetischen Ziele und die Ziele der Raumgestaltung werden beschrieben.

Nach der Darlegung eines Leitbildes für die künftige Entwicklung des jeweiligen Teilraums folgen raumtypische Maßnahmenempfehlungen. Das Leitbild wurde anhand der Zielvorstellungen für eine optimierte Nutzung und Gestaltung des Teilraums formuliert. Dabei fanden bestehende Leitbilder und Zielvorstellungen verschiedener Disziplinen (z.B. waldbauliches Leitbild der thüringischen Landesforstverwaltung) Berücksichtigung. Die Maßnahmenempfehlungen wurden auf Grundlage des Leitbildes, der Beschreibung des Teilraums sowie der vorgenannten Literaturrecherchen und Best-Practice-Analysen entwickelt. Für den Erkenntnisprozess im Forschungsprojekt bildete die Erstellung und interne Abstimmung der Steckbriefe einen zentralen Baustein bei der Integration der drei Fachplanungen.

Die Karten 7.7, 7.8 und 7.9 (siehe Kartenwerk) ergänzen die textlichen Ausführungen zu den Landschaftsraumtypen.

Eine weitere relevante Funktion der Steckbriefe bildet ihre planerische Unterstützung für Planungsverantwortliche in den Kommunen, im Landkreis sowie in örtlichen und regionalen Fachbehörden.

Beispielhaft sind die folgenden drei Steckbriefe aufgeführt:

- Stadtraumtyp Altstädte/Dorfkerne (Energie)
- Landschaftsraumtyp Ackergeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände (Raumgestaltung)
- Stadtviertel Bochumer Straße-Nord/Grenzstraße/Blumensiedlung (Klimaanpassung).

Die Gesamtheit der Steckbriefe ist als CD-ROM dem Abschlussbericht beigelegt.

Tabelle 7.7: Best-Practice-Beispiele für die Erstellung der Steckbriefe für den Landschaftsraum

Praxisbeispiel Nr.	Titel	Autor/Herausgeber
Praxisbeispiel 1	Kulturlandschaftsprojekt Mittelsachsen	Schmidt, C; Dunkel, A; Hanke, R.; M. Lachor, M; Seidler, K; Böttner, S.; Gruhl, E. (2014): Kulturlandschaftsprojekt Mittelsachsen. Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung Institut für Landschaftsarchitektur Fakultät Architektur der TU Dresden. Dresden.
Praxisbeispiel 2	Kulturlandschaftsprojekt Ostthüringen	Meyer, H. H.; C. Schmidt, C; Glink, C; Seifert, Y; Schottke, M (2004): Kulturlandschaftsprojekt Ostthüringen - Historisch geprägte Kulturlandschaften und spezifische Landschaftsbilder in Ostthüringen. Fachhochschule Erfurt, Fachbereich Landschaftsarchitektur. Erfurt.
Praxisbeispiel 3	Kulturlandschaftlicher Fachbeitrag zur Landesplanung in Nordrhein-Westfalen	Landschaftsverband Westfalen-Lippe; Landschaftsverband Rheinland (Hrsg.) (2007): Kulturlandschaftlicher Fachbeitrag zur Landesplanung in Nordrhein-Westfalen. Münster, Köln.
Praxisbeispiel 4.1	Entwurf einer kulturlandschaftlichen Gliederung Bayerns als Beitrag zur Biodiversität	Augenstein, I.; Blum, P.; Haslach, H.; Reinke, M.; Renner, F.; Zehlius-Eckert, W. (2013): Entwurf einer kulturlandschaftlichen Gliederung Bayerns als Beitrag zur Biodiversität. Bericht zum Forschungsvorhaben des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit.
Praxisbeispiel 4.2	Bedeutsame Kulturlandschaften Bayern – Entwurf einer Raumauswahl	Augenstein, I.; Blum, P.; Böhm, J.; Haslach, H.; Reinke, M.; Zehlius-Eckert, W. (2013): Bedeutsame Kulturlandschaften in Bayern – Entwurf einer Raumauswahl. Bericht zum Forschungsvorhaben des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit.
Praxisbeispiel 4.3	Kulturlandschaftliche Empfehlungen für Bayern	Augenstein, I.; Blum, P.; Haslach, H.; Kühnau, C.; Reinke, M.; Zehlius-Eckert, W. (2014): Kulturlandschaftliche Empfehlungen für Bayern. Bericht zum Forschungsvorhaben des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr.
Praxisbeispiel 5	Historische Kulturlandschaft Sachsens	Walz, U.; Ueberfuhr, F.; Schauer, P.; Halke, E. (2012): Historische Kulturlandschaften Sachsens, Schriftenreihe, Heft 33/2012.



Nahansicht der Altstadt (DOP©GDI-Th)



Luftbildansicht (DOP©GDI-Th)



Stadtraumtypausschnitt (SRT I = braun)

Kennzahlen

Wärmebedarf (2020)	172 kWh/(m ² *a)
Wohnfläche GFZ	1,2
Geschosshöhe	2 bis 3
Solare Gütezahl Dach (BGF)	0,09 (Altstädte), 0,14 (Dorfkerne)
Anteil an der Siedlungsfläche (Nettobauland) des Landkreises	0,9 %
Versiegelungsgrad	80 %
Zahl der Bäume je Hektar	2
Relevanz für den Klimaschutz	hoher Wärmebedarf der nicht sanierten Gebäude

Entstehung

Die Stadt- bzw. Ortsstruktur der Kerne stammt überwiegend aus dem Mittelalter, die Gebäude wurden nach Bränden immer wieder neu errichtet. Die erhaltenen Gebäude datieren häufig aus dem 18. Jahrhundert.

Die Ortskerne spiegeln die historischen Funktionen wider: von Landwirtschaft geprägte Orte, vom Bergbau geprägte Orte, von der Holzwirtschaft geprägte Orte, zentrale Handelsplätze.



Altstadt Nordhausen (Foto: Everding 2017)

Städtebauliche Charakteristik

Es handelt sich um kleinteilige Bebauungen in zentraler Lage mit hoher Dichte entlang der Straßen. Im Hinterland finden sich große Gartengrundstücke. Abhängig vom Sozialstatus der Quartiere unterscheiden sich die Einzelgebäude in ihrer Größe.

In Quartieren mit Kleinhäusern finden sich hohe Leerstandsquoten sowie viele noch unsanierte Gebäude. Auch lebt hier ein großer Anteil älterer Menschen.



Altstadt Bleicherode (Foto: Everding 2018)

Abbildung 7.4: Beispiel Steckbrief Bereich Energieplanung: Stadtraumtyp Altstädte/Dorfkerne

Energetische Charakteristik

Wärme: aufgrund kleiner Fenster und Verschattungen eine niedrige passiv-solare Wärmegewinnung, gutes Außenfläche/Volumen-Verhältnis durch geschlossene Bauweise, gebäudebezogene Heizungen, Holzheizungen, Gaszentralheizungen, Ölheizungen
Bei der Sanierung bieten sich Flächenheizungen an, auch um Fläche in den Räumen zu sparen.
Nahwärme ist aufgrund der geringen Leitungslängen wirtschaftlich, aber bisher besteht nur eine geringe Akzeptanz, die Altstadt von Nordhausen liegt im Fernwärmegebiet.

Strom: Photovoltaik auf den Dächern ist in den Dorfkernen gut möglich, bisher oft mangelhafte gestalterische Integration.
In der Nordhäuser Altstadt wird die Photovoltaik restriktiv behandelt (Sanierungssatzung).

Mobilität: Hohe Autoaffinität in den ländlichen Orten, da der öffentliche Nahverkehr nur ein schwaches Angebot bereitstellt.

Auswirkungen des Klimawandels

In engen nicht begrünten und nicht durchlüfteten Gassen kann sich die Hitze stauen. Die großen rückwärtigen Gärten sorgen für klimatischen Ausgleich.
Eine Sanierung ist oft mit Anbauten und Garagenbauten verknüpft (Nachverdichtung), welche die Grünflächen reduzieren.

Bedeutung für das Stadt- bzw. Ortsbild

Viele Gebäude in den Altstädten und Dorfkernen bilden stadtbildprägende Ensembles bzw. stehen unter Denkmalschutz. Die Stadt Bleicherode liegt an der Deutschen Fachwerkstraße und ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Fachwerkstädte.

Leitbild

Kern des Leitbildes sind der Erhalt stadt- und ortsbildprägender Ensembles sowie die gestalterische Integration von Neubauten, teilweise Zusammenlegung mehrerer Gebäude. Eine Versorgung über Wärmenetze ist zu bevorzugen. Für Photovoltaikanlagen auf den Dächern werden Gestaltungsvorgaben benötigt (Einsehbarkeit, Anpassung, Dacheindeckung). Regenwasser sollte in Zisternen gesammelt werden. Verrohrte Bäche sollten offengelegt werden, Anlage von Brunnen und Wasserspeichern, Begrünung von Fassaden und Nebengebäuden.

Maßnahmenempfehlungen/Entwicklungsziele

Guter Sanierungsstand in den sanierten Altstädten von Ellrich, Heringen und Nordhausen sowie in den Ortskernen von Ilfeld, Neustadt, Harzungen und Urbach.
Hoher Sanierungsbedarf in der Altstadt von Bleicherode. Hier stehen kleine und alte Fachwerkhäuser leer.
In Bleicherode läuft das Projekt „Klimaquartier“ mit Sanierungsberatung (Konzept und Beratung durch die DSK).

Vorbildliche Projekte: Sanierung des Technischen Rathauses in Bleicherode, Wohnhaus-Sanierungen und Neubau eines Seniorenheims in der Nordhäuser Altstadt, Flächenheizung, ökologische Baustoffe, Holzheizung, Fernwärmeanschluss

Sanierungsvarianten

- **Sanierungsvariante 1:** Reduktion des Wärmebedarfs auf 100 kWh/(m²·a), Versorgung über ein regenerativ gespeistes Wärmenetz mit Wärmespeicher, teilweise Photovoltaikanlage
- **Sanierungsvariante 2:** Reduktion des Wärmebedarfs auf 60 kWh/(m²·a), Lüftung mit Wärmerückgewinnung, teilweise Solaranlage zur Unterstützung bei Strom und Wärme

Steckbrief Landschaftsraumtypen
Ackergeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände

A-R3



Typisches Erscheinungsbild



Repräsentatives Luftbild
 (©2009 GeoBasis-DE/BKG, © 2018 Google)



Lage im Landkreis

Kennzahlen

Flächenanteil am Landkreis: 14291 ha

Flächenanteil nach Nutzungsart (2017)

Nutzung	Ackerland	Grünland	Laubwald	Mischwald	Nadelwald	Siedlung	Gewässer	Feldgehölze	Sonstiges (Wege etc.)
ha	10374,75	1375,23	10,33	126,40	0,00	617,24	70,96	495,53	1220,55
%	72,60	9,62	0,07	0,88	0,00	4,32	70,96	3,47	8,54

Landschaftsräumliche Charakteristik

Relief und Raumstrukturen

Die Gebiete des Landschaftsraumtyps liegen naturräumlich hauptsächlich in den **Bunt-sandstein-Hügelländern**. Die nördlichen Gebiete zählen naturräumlich zum **Zechsteingürtel**. Für den Landschaftsraumtyp ist eine intensive landwirtschaftliche Nutzung auf großen und **wenig strukturierten Ackerflächen** prägend. Das **wellige Relief** und die **eingestreuten Gehölzflächen** bestimmen darüber hinaus das Landschaftsbild, wobei der Strukturierungsgrad im Landkreis variiert. Die Siedlungslandschaft ist historisch von **platzbestimmten, linearen und flächigen Siedlungen** sowie **Kleinsiedlungen** bestimmt. Die **Ackerbürgerstädte** und die **historischen Dörfer** mit großen **Drei- und Vierseithöfen** sind i.d.R. mit **Obstgärten** gut eingegrünt. Bei den Neubausiedlungen fehlen diese Grünstrukturen. Betriebliche Anlagen sind des Öfteren gar nicht eingegrünt.



Blick auf Siedlung, im Hintergrund WKA

Lineare, punktuelle und flächige Elemente

Es kommen kleinere **Laubwald- und Mischwaldflächen** mit den Hauptbaumarten Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*) vor. Andere Gehölzstrukturen, wie **Gehölzinseln** und **Gehölzstreifen**, **Hecken**, **Baumreihen** und **Alleen** variieren in der Häufigkeit. Die natürlichen **Fließgewässer** haben i.d.R. keinen mäandrierenden, oft aber noch geschwungenen Verlauf und sind von Gehölzen umgeben. **Entwässerungsgräben** haben einen geraden Verlauf und sind häufig unbepflanzt. Als Stillgewässer kommen gelegentlich **kleine Seen** und **Teiche** vor. Die **Autobahn**, **Landstraßen** und **Feldwege** zerschneiden den Landschaftsraum. Sie sind unterschiedlich stark in die Landschaft integriert: teilweise begleitet durch Alleen, meist aber völlig unbepflanzt. **Freileitungen** sind häufig. Die **Bahnstrecke** ist nur teilweise bepflanzt.



Stromleitung entlang Straße, Maisanbau

Abbildung 7.5: Beispiel Steckbrief Bereich Raumgestaltung: Ackergeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände

Charakteristische Kulturlandschaftselemente

Gedenkstätte KZ „Mittelbau-Dora“ - nördlich der Stadt Nordhausen (ehemalige Außenlager KZ Buchenwald zur Zwangsarbeit)

Taternlinde - bei Auleben ca. 250 Jahre

(früher Lagerstätte der als „Tatern“ bezeichneten Sinti und Roma)

Bronzezeitliches Hügelgräberfeld - 200 Grabhügel auf dem Solberg bei Auleben (Bodendenkmal)

Vereinzelte historische **Steinbrüche/Gruben**

Historische **Hansestraße** und **Heeresroute**

Gebietsweise vermehrt **historische Wassermühlen**

Vorkommen von **Hohlwegen** und **Erosionsrinnen**

Eine Vielzahl historischer **Hutungflächen** und **Streuobstbestände**

Apostelbrücke und ein **Gutshaus**



Krematorium mit Gedenkplatz
ehemaliges KZ „Mittelbau-Dora“

Naturschutzfachlich relevante Gebiete

FND Helenenhof (A-R3-f-50), Schutzgebiete **Naturpark Kyffhäuser**, **LSG Helmestausee**, **SPA Kyffhäuser-Badraer Schweiz-Helmestausee**, **FFH Kyffhäuser-Badraer Schweiz-Solwiesen** (A-R3-g-51)

Betroffenheit vom Klimawandel

- **Verschlechterung der Wasserbilanzen** – angespannte Wasserversorgungssituation
- Wachsende **Erosionsgefährdung** durch die Kombination aus Starkregen- und Sturmereignissen, ausgetrockneten Böden
- Erhöhter **Schädlingsdruck** und größeres Spektrum an Pflanzenschädlingen
- Steigende **Ertrags- und Ernterisiken**, insgesamt verminderte Ertragsstabilität durch Extremwetterereignisse (Hitze, Dürre, Starkregen etc.)
- **Verlust an Biodiversität**
- **Hitzebelastung** für sensible Bevölkerungsgruppen (Kinder, ältere und kranke Menschen)

Erneuerbare Energien

- Zwei **Windkraftgebiete** (A-R3-a-14, A-R3-h-57)
- Intensive Nutzung der Ackerflächen für **Biomasseanbau**
- **Photovoltaik-Freiflächenanlagen** (A-R3-a-14, A-R3-h-57)
- **Photovoltaikanlagen** auf Dächern in Siedlungsbereichen

Leitbild

Strukturierte Ackerlandschaft mit einem Netz aus typischen Strukturelementen der Feldflur und einer an klimatische Veränderungen angepassten Wirtschaftsweise. Ästhetische Integration von Erneuerbaren Energien durch die Nutzung von Synergieeffekten.

Maßnahmenempfehlungen

- **Gliederung von großen Ackerschlägen** durch Kurzumtriebsstreifen (KUPs) und Blühstreifen, **Bepflanzung von Verkehrswegen** mit Hecken, KUPs und Baumreihen; Nutzung der Biomasse (Hackschnitzel und Biogas)
- **Anpassung von Saatguttermen**, Züchtung und Einbindung von **wassereffizienten, klimaangepassten Kulturen** in die Fruchtfolge, Ausweitung der **Winterung**, **Optimierung der Bewässerung** (Nutzung der Substitutionspotentiale für Brachwasser zur Feldberegnung), Angepasstes Düngemittelmanagement, Umstellung auf **nachhaltige und ökologisch orientierte Landwirtschaft**
- **Minimierung der mechanischen Belastung des Bodens** durch Anwendung bodenschonender Anbauverfahren, wie pflugloser Bodenbearbeitung, **Bodendeckung in Brachzeiten** (Zwischenfruchtanbau)
- **Schaffung von Wasserrückhaltebecken**
- **Ausweisung von Risikostandorten** zur gezielten Anbauanpassung
- **Erhöhung des Anteils** an Grünlandflächen, Etablierung von **typischen Strukturelementen der Feldflur** mit Säumen/ Buntbrachen, Feldhecken (mit Wildobst) und Wiesenstreifen (extensiv)
- **Gestaltung der Siedlungsränder** durch eine Dauerbegrünung der Gebäude, Anlagen von KUPs oder Heckenstrukturen; Nutzung der Biomasse (Biogas)

**Steckbrief Klimaanpassung
Stadt Nordhausen – Kernstadt
Gewerbegebiet Rothenburgstraße**

NR. 16062041.1.2



Übersichtsplan
© 2019 Geobasis-DE/BKG © 2019 Google



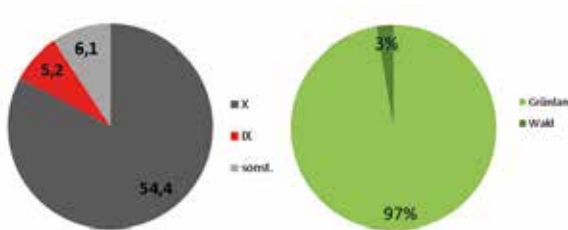
Luftbild
© 2019 Geobasis-DE/BKG © 2019 Google

- Wärmebelastung für Bevölkerung
- Trockenstress bei Stadtbäumen
- Wasserknappheit auf Ackerflächen
- Trockenheit auf Waldflächen
- Erosion durch Starkregen auf Ackerflächen
- Hochwasser Gewässer 1. Ordnung
- Heiz- und Kühlenergiebedarf

Betroffenheiten

Kennzahlen

Fläche	0,9 km ²
Einwohnerzahl (2017):	151
Jahresdurchschnittstemperatur (heute): 9,2 °C	(nahe Zukunft) 10 °C
Zahl der Heißen Tage (heute): 7	(nahe Zukunft): 8
Zahl der Eistage (heute): 20	(nahe Zukunft): 14



Stadtraumtypen (SRT):
Bezeichnung: siehe Steckbriefe SRT
Flächenangaben in ha

Landschaftsraum:
Flächen außerhalb der bebauten
Ortslagen mit Unterteilung in Acker-,
Grünland- und Waldflächen
Angaben in %

Charakteristik

Das Gewerbegebiet Rothenburgstraße liegt südöstlich vom Stadtzentrum Nordhausens. Das Gebiet ist durch den Fluss, die Zorge im Norden und durch die Bahnlinie nach Sangerhausen und Halle im Süden begrenzt. Im Osten reicht das Gewerbegebiet bis an den Tauchersee. Im Westen schließt das Gebiet mit der Barbarossastraße ab.

Die Wohnnutzung im Norden entlang der Zorge (Kyffhäuserstraße) spielt neben der gewerblichen Nutzung, die das Gebiet dominiert, keine zentrale Rolle.

Abbildung 7.6: Beispiel Steckbrief Bereich Klimaanpassung: Stadt Nordhausen - Kernstadt, Gewerbegebiet Rothenburgstraße

Bedeutung für das Stadt- bzw. Ortsbild und Landschaftsbild

Eine stärkere Durchgrünung des Gewerbegebietes wird sich positive auf die städtebauliche Qualität des Viertels auswirken. Wenn es weiterhin gelingt die vorhandenen versiegelten Flächen entweder teilweise zu entsiegeln oder mit helleren Belägen zu versehen, dürfte sich das positiv auf die Aufenthaltsqualität auswirken.

Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Der sinkende Bedarf an Heizenergie aufgrund der im Durchschnitt milderen Winterhalbjahre ist ein Effekt, der für den gesamten Landkreis Nordhausen konstatiert werden kann. Sofern keine oder nur ungenügende Maßnahmen zur Dämpfung der sommerlichen Überhitzung ergriffen werden, ist mit einem erhöhten Kühlenergiebedarf zu rechnen. Dem kann entgegengewirkt werden durch Maßnahmen der stärkeren Durchgrünung des Viertels und durch Entsiegelungsmaßnahmen (Förderung der Verdunstung).

Entwicklung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs

Mit der klimawandelbedingten Erhöhung der Durchschnittstemperaturen in den Wintermonaten wird der Heizwärmebedarf in diesem Gewerbegebiet in der nahen Zukunft um durchschnittlich 10 - 15 % sinken.

Bezüglich des Gebäudebestandes im Viertel dominieren gewerblich genutzte Gebäude und Verkaufseinrichtungen in denen in Abhängigkeit von der jeweiligen konkreten Nutzung mittelfristig mit der Nachrüstung von Anlagen zur Gebäudeklimatisierung zu rechnen ist. Längerfristig kann der Kühlenergiebedarf so zu einem Energieverbrauchs faktor werden, der berücksichtigt werden muss.

Maßnahmenempfehlungen:

Maßnahmen zur Reduzierung der sommerlichen Überhitzung von Gebäuden sind in erster Linie auf Ebene der Grundstücke und damit der Grundstückseigentümer zu verorten. Dabei kommen bei gewerblichen Objekten vorrangig technische Maßnahmen (technische Verschattungseinrichtungen) in Frage.

Verbesserungen beim Bestand an öffentlichem Grün (Stadt- und Straßenbäumen) wären ebenso zu empfehlen wie entsprechende Pflanzungen auf den Gewerbegrundstücken. Fassaden- und Dachbegrünungen können unterstützend wirken. Entsiegelungen stark versiegelter Flächen sollten überall dort realisiert werden, wo dies mit den Nutzungen einigermaßen vereinbar ist.

Wärmebelastung für Bevölkerung (mittlere Betroffenheit)

Die Wärmebelastung für die Menschen stellt für intensiv baulich genutzte Räumen wie Gewerbegebiete oftmals das gravierendste Problem im Zusammenhang mit dem Klimawandel dar.

Dabei steht hier nicht vordergründig die Wohnbevölkerung im Fokus, sondern auch die im Viertel arbeitenden Menschen.

Maßnahmenempfehlungen:

- technische Verschattungsmaßnahmen
- Erhalt und Mehrung des Stadtgrüns, vorrangig des Großgrüns
- Ergänzung durch Dach- und Fassadenbegrünung
- Vermeidung weiterer Versiegelungen, dort wo nicht vermeidbar, Verwendung heller Beläge/Oberflächen
- Gebäudeklimatisierung sollte nur als letztes Mittel zur Anwendung kommen (erhöhter Energieverbrauch)

Trockenstress bei Stadtbäumen (erhöhte Betroffenheit)

Gewerbegebiete sind häufig durch einen Mangel an Großgrün gekennzeichnet. Wenn das vorhandene Grün durch den Klimawandel zusätzlich bedroht wird, sind Maßnahmen angezeigt.

Maßnahmenempfehlungen:

- Auswahl klimaresilienter Baumarten bei allen Neupflanzungen
- zusätzliche Bewässerung von Stadt- und Straßenbäumen während anhaltender Trockenperioden
- Verbesserungen des Wurzelraums bei baulichen Maßnahmen oder Neupflanzungen

Ziele bezüglich Klimawandelanpassung

Die Ziele für das Gewerbegebiet Rothenburgstraße bestehen vorrangig in der Vermeidung negativer Wirkungen der sommerlichen Überhitzung und orientieren damit auf eine Minimierung der Wärme- bzw. Hitzebelastung für die sich im Gebiet aufhaltenden Menschen. Als zentrale Maßnahmen werden hierfür Verschattungsmaßnahmen, z.B. durch eine stärkere Durchgrünung des Viertels und Maßnahmen zur Entsiegelung bzw. zur Erhöhung des Albedos der versiegelten Flächen angesehen. Bei den Grundstücken entlang der Zorge sind Maßnahmen des Hochwasserschutzes angezeigt.

7.4 Workshops und Beratungen des Gestaltungsbeirats

Im Rahmen des Projektes wurde in Abstimmung mit der Architektenkammer Thüringen ein Gestaltungsbeirat berufen, der in die Entwicklung des Klima-Gestaltungsplans eingebunden war.

Mitglieder des Gestaltungsbeirates waren:

Dipl. Ing. Michael Hardt, Hardt. Goedecke Freie Architekten + Ingenieure, Erfurt, Architekt

Dipl. Ing. Björn Teichmann, Büro für Urbane Projekte GbR, Leipzig, Stadtplaner

Dipl.-Ing. Kristiane Schley, Schley + Partner, Erfurt, Landschaftsarchitektin

Prof. Dipl.-Ing. Horst Schumacher, Landschaftsarchitekt

Dr.-Ing. Ulrich Wieler, UmbauStadt PartGmbH, Büro Weimar, Architekt

und als Gast hinzugeladen: Kerstin Faber, Internationale Bauausstellung Thüringen, Planerin und Urbanistin.

Im Rahmen von vier Sitzungen stellten die Projektpartner dem Gestaltungsbeirat die Zwischenstände der Arbeiten am Klima-Gestaltungsplan vor. Die Sitzungen wurden jeweils mit Experten-Workshops zu verschiedenen Themenstellungen gekoppelt, so dass für die Mitglieder des Gestaltungsbeirates die Möglichkeit bestand, auch an diesen Beteiligungsveranstaltungen und dem hier gegebenen fachlichen Diskurs mit den Experten teilzuhaben.

Der Gestaltungsbeirat gab jeweils Empfehlungen zu den vorgestellten Problem- bzw. Fragestellungen. Dies erfolgte sowohl direkt in den Sitzungen als auch im Nachgang über die Kommentierung/Ergänzung der Sitzungsprotokolle.

Im Folgenden werden die Sitzungen und die resultierenden Empfehlungen des Gestaltungsbeirates zusammenfassend dargestellt. Die Ergebnisse sind zum einen in die Entwicklung des Klima-Gestaltungsplans eingeflossen und können zum anderen in weiterführende Diskussionen über die Baukultur und die Kulturlandschaftsentwicklung im Zuge der Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen einfließen.

7.4.1 Einberufung und 1. Sitzung des Gestaltungsbeirates am 05.02.2019

Die erste Sitzung des Gestaltungsbeirates fand am 5. Februar 2019 an der Hochschule Nordhausen statt. Nach einer Vorstellung der Aufgabenstellung, des Zeit- und Arbeitsplanes sowie des methodischen Vorgehens wurden folgende grundlegende Arbeitsansätze vorgestellt und diskutiert:

- Erarbeitung von Steckbriefen der Stadt- und Landschaftsraumtypen sowie der vom Klimawandel betroffenen Quartiere
- Erarbeitung von Leitlinien für die Integration erneuerbarer Energieanlagen in die Ortsbilder und in das Landschaftsbild des Landkreises Nordhausen

Es wurden insbesondere Fragen zu den Datengrundlagen, zur Fortschreibungsfähigkeit, zur Anzahl an Steckbriefen sowie zu wesentlichen Inhalten/Aussagen und dem Layout der Steckbriefe erörtert. Eine gute Strukturierung und Verständlichkeit der Steckbriefe soll ihre Eignung als Instrument für eine informelle Planung ermöglichen.

Ausgehend von der Diskussion zu gestalterischen Problemen bei der Integration erneuerbarer Energieanlagen in die Ortsbilder und in das Landschaftsbild wird die Erarbeitung von Gestaltungsleitlinien befürwortet. Die Empfehlungen sollen fachlich begründet und möglichst auf vergleichbare Landschafts- und Stadträume in anderen Regionen übertragbar sein. Zudem wurden Möglichkeiten zur rechtlichen Umsetzung der Empfehlungen erörtert. Wenn möglich sollen entsprechende Hinweise in die Leitlinien integriert werden.

7.4.2 Workshop „Ausbaupfade erneuerbarer Energien in der Landschaft“ und 2. Sitzung des Gestaltungsbeirats am 08.05.2019

Im Mittelpunkt der Veranstaltung standen die vom Projektteam vorgestellten Szenarien und Pfade zum Ausbau der erneuerbaren Energien und der Anpassung an den Klimawandel, die in unterschiedlicher Art und Weise das Landschaftsbild und die Ortsbilder im Landkreis Nordhausen verändern werden.

Es wurden Gestaltungsfragen für die folgenden Themenfelder diskutiert:

- Ausbau der Windenergie
- Photovoltaik im Landschaftsraum
- Landschaftsgestaltung und Energiegewinnung durch Kurzumtriebsplantagen
- Waldmehrung und CO₂-Bindung.



Abbildung 7.7: Diskussion von Experten und Mitgliedern des Gestaltungsbeirates im Rahmen des 2. Workshops am 08.05.2019 (Foto: Klare 2019)

Ausbau der Windenergie

Herausforderungen beim Ausbau der Windenergie bestehen insbesondere in der zukünftigen technischen Entwicklung von Windkraftanlagen, die größere Anlagenhöhen und größere Leistungen mit sich bringt. Dadurch sind größere Abstände zwischen den einzelnen Anlagen erforderlich. Für das Landschaftsbild können durch das Repowering allerdings Verbesserungen (geringere Anlagenzahl bei gleicher oder größerer Leistung, Konzentration, Laufruhe) bewirkt werden.

Eine optische Belastung stellt die für die Flugsicherheit notwendige Befeuern von Windkraftanlagen dar. Die Installation von Detektionssystemen, die die Befeuern auf den Bedarfsfall reduzieren, ist mit Mehrkosten verbunden. Um ihren Einsatz durchzusetzen, sind gesetzliche Regelungen erforderlich.

In der Diskussion wurden folgende Fragen gestellt und diskutiert:

- Sind Ausgleichszahlungen für den Bau von Windrädern auch für Maßnahmen wie z.B. Verbesserung des Landschaftsbildes und damit zur Förderung des Tourismus (Hecken, KUPs), vielleicht sogar Wegebau (Wiederherstellung der Vernetzung von Ortsteilen) etc. einsetzbar?
- Wer definiert die Art des Ausgleichs? Kann man hier Einfluss nehmen? Wenn ja, wie?
- Wie kann die Gestaltqualität der Windparks verbessert werden? Können Bebauungspläne hier einen Beitrag leisten?

Anregung des Gestaltungsbeirats

Im Regionalplan sollten ergänzend zur Flächenvorsorge für die Windenergie Anforderungen an die Gestaltqualität von Windparks und Windenergieanlagen festgelegt werden.

Photovoltaik im Landschaftsraum

Generell stehen verschiedene Flächenpotential-Arten für die Installation von Photovoltaikanlagen im Stadt- und Landschaftsraum zur Verfügung. In den nächsten Jahren werden verstärkt Fragen zum Umgang mit den bestehenden PV-Freiflächenanlagen auftreten, wenn deren EEG-Förderung ausläuft. Als zusätzliche Flächenpotentiale für Neuanlagen im Landschaftsraum wurden Agro- und Floating-Photovoltaik erörtert. Hervorgehoben wurden die PV-Potentiale im Siedlungsraum: auf Gewerbe- und Bürogebäuden, Supermärkten und Einkaufszentren, auf Mehrfamilienhäusern und als Überdachung von Parkplätzen. Letztere wurden als gute Lösung gesehen, da sie eine multifunktionale Nutzung ermöglichen sowie eine Anpassung an den Klimawandel (Verschattung) darstellen. Bei der Neuerrichtung von Zweckgebäuden und Mehrfamilienhäusern sollte die Photovoltaiknutzung gleich integriert sein.

Gefragt wurde nach der Eignung der Flächen unterhalb von Windkraftanlagen für die Installation von PV-Freianlagen. Auch wurde über die Flächenpotentiale entlang von Verkehrswegen, insbesondere von Bahnstrecken diskutiert. Aktuell laufende bzw. beginnende Planfeststellungsverfahren im Landkreis Nordhausen zur Erhöhung der Streckengeschwindigkeit führen z.B. zu freiwerdenden Flächen, die auf ihre Eignung als PV-Standorte untersucht werden sollten.

Anregung des Gestaltungsbeirats

Die Nutzung der PV-Flächenpotentialen an Verkehrswegen wird positiv gesehen.

Zur Eignung der Flächen unterhalb von Windkraftanlagen für die Installation von PV-Freianlagen sollten bestehende Studien ausgewertet, Flächenpotentiale beispielhaft ermittelt sowie Vor- und Nachteile dargestellt werden.

Die Nutzung von Dachflächenpotentialen in sensiblen Räumen (historische Altstadt- und Ortskernbereiche) sollte nicht notwendig sein, wenn alle anderen nutzbaren eE-Optionen genutzt werden.

Landschaftsgestaltung und Energiegewinnung durch Kurzumtriebsplantagen

Anhand eines regionalen Beispiels wurden Überlegungen zur Landschaftsgestaltung durch Kurzumtriebsplantagen sowie ein Vorschlag eines Organisationsmodells für die Bewirtschaftung der KUPs in der Zusammenarbeit von Landwirtschaftsbetrieben, Flächeneigentümern und Energiegenossenschaften vorgestellt. Neben KUPs tragen auch lineare Gehölzstrukturen zur Gewinnung von Energieholz bei. Die bestehenden Gehölzstreifen sollten durch Neupflanzungen entlang von Fahrradwegen, Feld- und Ortsverbindungswegen sowie als Wind- und Erosionsschutz entwickelt werden. Ein weiteres Ziel ist die Anreicherung der Landschaft mit vielfältigen Gehölzstrukturen.

In der Diskussion wurde gefragt, ob Ausgleichszahlungen (z.B. bei Straßenausbaumaßnahmen) für die Anlage von KUPs nutzbar seien. Auch im Rahmen der Flurneuordnung im Zuge von Straßenbaumaßnahmen könnte sich eine Finanzierungsmöglichkeit ergeben, z.B. beim Ausbau der Bundesstraße 4. Es wurde herausgestellt, dass sich die planungsrechtliche Sicherung landwirtschaftlicher Flächen durch KUPs nicht ändert, wenn nach 20 Jahren ihre Rodung erfolgt.

Aktuell werden KUPs nicht als wirtschaftlich angesehen, da sich zu viel Holz durch Sturmschäden und Schädlingsbefall auf dem Markt befindet (Momentaufnahme).

Anregung des Gestaltungsbeirats

Die landschaftliche Gestaltung mittels KUPs und anderer linearer Gehölzstreifen wird begrüßt. Weiterführende Fragen zur Umsetzung der KUPs und der linearen Gehölzstreifen müssen noch geklärt werden.

Waldmehrung und CO₂-Bindung

Zunächst wurden die folgenden, vielfältigen Funktionen des Waldes erläutert:

- wirtschaftliche: Bereitstellung von Rohstoffen (Holz als Material und Energieträger)
- ökologische: Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen (Naturschutz)
- Erholungsfunktion/Landschaftsbild
- Kohlenstoffsенke im Sinne des Klimaschutzes.

Diese sollten nicht gegeneinander ausgespielt werden. Eine nachhaltige Waldwirtschaft hat alle genannten Aspekte ausgewogen zu berücksichtigen. Vor allem ist eine Waldmehrung zur verstärkten Kohlenstoffbindung und zur Bereitstellung des Energieträgers Holz sinnvoll. Ein aktuelles Problem in der Praxis ist jedoch, dass Flächen für die Aufforstung nicht zur Verfügung stehen. Auch fehlen Anreize durch Erstaufforstungsprämien. In der Forstwirtschaft hat aktuell die Sicherung bzw. der Neuaufbau des Bestands Vorrang insbesondere vor dem Hintergrund des aktuellen Massensterbens von Fichten.

In der Diskussion wurde eine Waldmehrung insbesondere durch Arrondierung bestehender Splitterwaldflächen als sinnvoll erachtet sowie die Ausbildung von „Trittstein“-Waldflächen. Auch Sukzessions-, Landwirtschafts- und Grünflächen könnten genutzt werden. Potentialflächen der Waldmehrung konkurrieren andererseits mit dem Flächenbedarf des Naturschutzes. Der geltende Regionalplan Nordthüringen stellt Vorbehaltsgebiete für die Waldmehrung als Grundsatz dar, in denen die Waldmehrung aber nicht verpflichtend ist. Waldmehrung kann auch außerhalb dieser Gebiete erfolgen.

Anregungen des Gestaltungsbeirats

Waldmehrung soll weiter angestrebt und in die Raumentwicklung des Klima-Gestaltungsplans aufgenommen werden. Die Waldmehrungsflächen sollten planungsrechtlich gesichert werden.

Bei der nationalen Kompensation von Treibhausgas-Emissionen durch Aufforstung sollten auch in den örtlichen Landschaftsplänen entsprechende Flächen vorgesehen werden, wodurch finanzielle Anreize für die Waldmehrung auf diesen Flächen entstünden.

7.4.3 Workshop „Weiterentwicklung der Gestaltungsleitlinien im Klima-Gestaltungsplan“ und 3. Sitzung des Gestaltungsbeirats am 03.07.2019

Vorstellung der Ergebnisse der Energieszenarien

Im Forschungsprojekt wird davon ausgegangen, dass bis 2050 ein klimaneutrales Energiesystem mit Nutzung eines hohen Anteils erneuerbarer Energien zu organisieren ist.

Es werden zwei Szenarien unterschieden, ein raumbilderhaltendes Szenario sowie ein raumbildgestaltendes Szenario. In beiden Szenarien gelingt es, den Strombedarf im Landkreis Nordhausen durch erneuerbare Energieanlagen zu decken. Beim Wärmebedarf bleibt ein Defizit, das durch Maßnahmen der Sektorenkopplung reduzierbar ist. Noch größer stellt sich das Defizit bei der Deckung des Treibstoffbedarfs dar.

Das raumbilderhaltende Szenario nimmt beim Ausbau der erneuerbaren Energien insofern Rücksicht auf das Orts- und Landschaftsbild, als die Potentiale in sensiblen Bereichen geringer ausgeschöpft werden. Das raumbildgestaltende Szenario treibt den Ausbau der erneuerbaren Energien zwar stark voran, jedoch werden gleichzeitig Kriterien und Empfehlungen zur Raumgestaltung sowie für Teilbereiche Raumbilder entwickelt. Das gilt z.B. für die energetische Nutzung von Gebäudedächern und von Großparkplatz-Überdachungen oder auch von Randstreifen der Autobahn und der Schienenwege. Schwimmende PV-Anlagen auf den Kiesseen sind nur im raumbildgestaltenden Szenario vorgesehen. Der Umfang des Energiepflanzenanbaus und von Kurzumtriebsplantagen verdoppelt sich im raumbildgestaltenden Szenario.

Es wurde diskutiert, ob die mit den Szenarien verbundenen Handlungserfordernisse durchaus drastisch vermittelt werden sollten, um eine schnellere Umsetzung als bei den bisher existierenden Klimaschutzkonzepten zu erreichen.

Anregungen des Gestaltungsbeirats

Die Szenarien und ihre Rechenmodelle sollten für die öffentliche Diskussion leicht verständlich aufbereitet werden.

Die einzelnen Szenarien-Bestandteile sollten hinsichtlich ihrer Dringlichkeit differenziert bewertet sowie das Stadt-Umland-Verhältnis mit betrachtet werden.

Potential von Kurzumtriebsplantagen (KUPs) als Kompensationsmaßnahme

Eingriffe in Natur und Landschaft müssen durch Maßnahmen zur Verbesserung des Ökosystems ausgeglichen werden. Produktionsintegrierte Kompensationen finden auf landwirtschaftlichen Flächen statt. Die Flächen werden für die Kompensation naturschutzfachlich aufgewertet, aber dennoch weiter landwirtschaftlich genutzt. Mindererträge oder höhere Aufwendungen werden ausgeglichen. Eine solche Aufwertung kann durch Kurzumtriebsplantagen geschehen, die als Biomasse energetisch nutzbare Energiepflanzen produzieren.

Herr Prof. Peters erläuterte das Konzept der KUPs als produktionsintegrierte Kompensation. Als Standorte sollen geringwertige Flächen gewählt werden. Die Erntetermine sollen gestaffelt organisiert sein. Für die Landschaftsgestaltung sollen abwechslungsreiche Streifen an den Ortsrändern entstehen. Herr Prof. Peters zeigte den Entwurf der Hochschule Eberswalde zu KUP-Streifen zur Ortsrandgestaltung von Großwechungen.

Die Vertreter der Unteren Naturschutzbehörde könnten sich die KUPs als Kompensationsmaßnahme für die Eingriffe z.B. durch Windkraftanlagen gut vorstellen. Auch dürfte es Landwirte in der Region geben, die an produktionsintegrierten Kompensationen interessiert sind. Die UNB-Vertreter wiesen darauf hin, dass die KUPs jeweils solange betrieben werden müssen, wie auch die ausgleichende Anlage besteht.

Ausgleichsmaßnahme „Abriss des Lehrwerks Universalbeton Heringen“

Des Weiteren wurde die Ausgleichsmaßnahme „Abriss des Lehrwerks Universalbeton Heringen“ als positives Beispiel für die Nutzung von Kompensationsmaßnahmen für Abbruch- und Entsiegelungsmaßnahmen vorgestellt. Es wurde diskutiert, ob zukünftig auch weitere Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel für Kompensationen genutzt werden können.

Planerische Herausforderungen bei der Nutzung von stehenden Gewässern zur Gewinnung und Speicherung von regenerativer Energie

Herr Momberg trug die Ergebnisse einer Ausarbeitung für die Hochschule Nordhausen vor. Die bestehenden Kieseeseen im Raum Nordhausen stehen größtenteils noch unter Bergrecht. Die Rekultivierung erfolgt nach abgestimmten Rekultivierungsplänen. Für neu aufzuschließende Abbaufächen werden ebenfalls nach Bergrecht Rahmenbetriebspläne aufgestellt, die es zulassen, Rekultivierungsziele frühzeitig festzulegen. Da in der bergrechtlichen Rekultivierungsplanung die bestehenden und zukünftigen Kieseeseen unterschiedliche Funktionen haben, wie z.B. Tourismus, Naherholung und Naturschutz, die mit einer energetischen Nutzung nur teilweise vereinbar sind, sind frühzeitige Abstimmungen und Planungen notwendig.

Vorstellung der überarbeiteten Gestaltungsleitlinien

Abschließend stellte das Projektteam die nach den Anregungen des Gestaltungsbeirates weiterentwickelten Gestaltungsleitlinien vor.

Anregungen des Gestaltungsbeirats

Die Mitglieder des Gestaltungsbeirates regen an, an den Anfang der Gestaltungsrichtlinien eine Präambel zu setzen und die Leitlinien um ein Kompendium mit positiven Beispielen aller erneuerbaren Energien zu ergänzen.

Die Gestaltungsleitlinien sollten sich auch zu einzelnen Stadtraumtypen/Landschaftsraumtypen äußern.

Visualisierung erneuerbarer Energieanlagen an konkreten Standorten

Im Folgenden wurde eine Sammlung von Abbildungen möglicher Gestaltungsansätze der Integration von eE-Anlagen in den Stadt- und Landschaftsraum gezeigt, die näher diskutiert wurden:

Solarthermisches Kollektorfeld in Nordhausen-Ost in unmittelbarer Nachbarschaft zum vorhandenen Blockheizkraftwerk

Anregung des Gestaltungsbeirats:

Der funktionale Zusammenhang mit dem BHKW sollte erkennbar sein.

Das Kollektorfeld sollte durch Hecken strukturiert und gut in Szene gesetzt werden.

PVA auf Kiesgewässern

Anregung des Gestaltungsbeirats:

Die Anlagen könnten als touristische Attraktion präsentiert werden (Beispiel Christo – the floating piers).

Rekultivierungspläne sollten gemeinsam mit der Unteren Naturschutzbehörde erarbeitet und geprüft werden. Die beispielhafte Errichtung von PV-Anlagen auf Kiesgewässern sollte als Pilotprojekt in die Leitlinien aufgenommen werden.

PVA auf Parkplätzen

Anregung des Gestaltungsbeirats

PV-Anlagen auf Parkplätzen werden durchweg positiv bewertet, es wird auch Zustimmung von der Bevölkerung erwartet.

PVA an der Autobahn

Anregungen des Gestaltungsbeirats:

Die BAB 38 ist nach dem Fernstraßengesetz planfestgestellt, die PV-Anlagen wären durch einen Bebauungsplan umsetzbar, im Regionalplan sollten sie als textliche Regelung aufgenommen werden.

Mit der deutschen Bahn sollten Gespräche bzgl. deren Akzeptanz und der Identifizierung möglicher Flächen entlang der Schienenwege geführt werden. Dies wird als gute Möglichkeit bewertet, Potentiale an vorhandenen Infrastrukturtrassen zu nutzen.

Solardach-Gestaltungsfibel für den Landkreis Nordhausen

Frau Prof. Everding erläuterte das Dokument mit den Kernaussagen für eine Solardach-Gestaltungsfibel für den Landkreis Nordhausen. Die Kernaussagen stellen zunächst eine Zusammenstellung aus zwei existierenden Leitfäden der Städte Wien und Zürich dar, die

Anforderungen zur gestalterischen Integration von Solaranlagen in die Dachlandschaft formulieren.

Anregung des Gestaltungsbeirats:

Die Mitglieder des Gestaltungsbeirats regen eine Weiterentwicklung der Anforderungen im Entwurf der Solardach-Gestaltungsfibel an, die auf die spezifischen Gebäudebestände im Landkreis Nordhausen zugeschnitten sind.

Vorstellung des Bebauungsplans „Windpark Wipperdorf“

Herr Meißner vom Planungsbüro Meißner und Dumjahn in Nordhausen berichtete von der Aufstellung des Bebauungsplans für den Windpark Wipperdorf, die letztendlich nicht zu Ende geführt wurde.

Mit Hilfe des Bebauungsplans wollte die Gemeinde eine effiziente Auslastung der Fläche erreichen. Gestalterische Anforderungen waren in dem Bebauungsplan nicht enthalten. Auch ohne die Erlangung der Rechtskraft hatte der Bebauungsplan nach Einschätzung von Herrn Meißner positive Auswirkungen. Der Windpark ist relativ kompakt angelegt und hat ein geordnetes Erscheinungsbild. Herr Meißner problematisierte die im Baugesetzbuch enthaltene Privilegierung der Windkraft, da sie dazu führe, dass kaum planerische Ziele bei den Windparks verfolgt würden.

Anregung des Gestaltungsbeirats:

Die Mitglieder des Gestaltungsbeirats befürworteten die Aufstellung von Bebauungsplänen als Genehmigungsvoraussetzung für neue Windparks bzw. für erhebliche Erweiterungen von bestehenden Windparks. Über das Bebauungsplanverfahren wäre auch die Beteiligung der Bürger gesichert.

7.4.4 Workshop „Klimawandel/Klimawandelanpassung“ und 4. Sitzung des Gestaltungsbeirates am 20.11.2019

Vorstellung der Vorgehensweise bei der Ermittlung der klimatischen Veränderungen und der Klimawirkungen (Betroffenheiten) in der Stadt und im Landkreis Nordhausen



Abbildung 7.8: Diskussion von Experten und Mitgliedern des Gestaltungsbeirates im Rahmen des 3. Workshops am 20.11.2019 (Foto: Klare 2019)

Herr Maercker stellt die Vorgehensweise zur Ermittlung der klimatischen Veränderungen und der Klimawirkungen (Betroffenheiten) in der Stadt und im Landkreis Nordhausen dar. Er weist darauf hin, dass die Zahl der Eis- und Frosttage abnehmen, die der Sommer- und Heißen Tage aber teilweise deutlich zunehmen werden. Beim Niederschlag ist mit häufigeren und stärkeren Niederschlagsereignissen zu rechnen. Herr Prof. Große merkte an, dass sich der Heizbedarf reduzieren wird und die Zahl der Kühlgradtage aber ansteigen wird.

Der kalendarische Beginn des Pflanzenwachstums wird sich zukünftig nach vorn verlagern, was Änderungen in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zur Folge hat. Während der Temperaturanstieg relativ sicher projizierbar ist, bestehen bei den Niederschlagsprojektionen mehr Unsicherheiten.

Bei der Präsentation der Analysekarten wurde deutlich, dass der Landkreis Nordhausen besonders im südöstlichen Bereich (Gemeinde Heringen) auf häufigsten von Hitzebelastung betroffen ist. Höhere Temperaturen bedingen auch eine höhere Verdunstung, welches mit einer verstärkten Trockenheit auf Ackerflächen einhergeht.

Anhand einer Überflutungsanalyse für ein beispielhaftes Stadtgebiet von Nordhausen zeigt Herr Maercker wie das Niederschlagswasser nach einem Starkregenereignis abfließt. Mit dieser Analyseverfahren kann auf Gefährdungen beim Wasserabfluss hingewiesen werden. In der Simulation kann bei Bedarf das Fassungsvermögen der Kanalisation berücksichtigt werden.

Anregungen des Gestaltungsbeirats:

Es wird angemerkt, dass die Stadt- und Raumplanung rechtzeitig den Szenarien von Hitzebelastung, Grundwasserabsenkung und Überflutungen mit entsprechenden Maßnahmen, die auch raumgestalterisch umgesetzt werden sollten, entgegenwirken muss.

In der Diskussion wurde über weitere Auswirkungen in den Betroffenheitszonen nachgedacht, z.B. in Bezug auf Boden- und Immobilienpreise, Versicherungspolicen etc. Der Begriff der „Umweltgerechtigkeit“ wurde aufgeworfen, d.h. in welchen Zonen sind Maßnahmen zur Klimaanpassung gewollt und auch finanzierbar.

Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel

Herr Gerwien, Landschaftsplaner aus dem Amt für Stadtentwicklung - Sachgebiet Umwelt und Grünordnung - der Stadt Nordhausen, stellte die Erfahrungen in der Stadt Nordhausen bzgl. der Stadt- und Straßenbäume dar. Auffällig ist, dass die dauergestressten Stadtbäume, beispielsweise an Straßenzügen, scheinbar resistenter auf den Trockenstress reagieren. Es wird vermutet, dass die Straßenbäume sich an ihre Umgebung und den Wurzelraum angepasst haben und somit auf Wasserentzug besser reagieren können als Parkbäume. Im Stadtpark sterben z. Zt. 100-jährige Buchen ab. Bei Neupflanzungen von Bäumen greift die Stadt Nordhausen auf die Empfehlungen des FLL - Empfehlungen für Baumpflanzungen zurück. In Nordhausen werden nur dann Bäume nachgepflanzt, wenn sichergestellt werden kann, dass es zwischen 3-6 m² Wurzelraum geben kann. Begonnen wurde mit der Erarbeitung eines Baumentwicklungskonzepts. Bei den Grünflächen hat man begonnen, kurz geschnittene Rasenflächen durch Langgraswiesen zu ersetzen, da letztere eine höhere Stressresistenz aufweisen.

Anregungen:

Bei Neupflanzungen sollte die Sicherung des Wurzelraums beachtet werden, z.B. durch die Verwendung überbaubarer Substrate. Nachpflanzungen bei Straßenumbauten sollten den Erhalt des Stadtbildes berücksichtigen. Die Aufstellung eines Baumentwicklungskonzepts wird begrüßt. Gut wären unter anderem quantitative Ziele im Baumentwicklungskonzept, z.B. xxx Bäume zusätzlich bis zum Jahr 2030.

Es wurde das Beispiel der Stadt Magdeburg genannt, wo mit „Stadtklimatischen Baubeschränkungsbereichen“ im Flächennutzungsplan (der sich aktuell in Aufstellung befindet) Grünflächen und Frischluftschneisen festgelegt werden. Erklärtes Ziel ist dort, die Folgen des Klimawandels lokal zu lindern.

Trockenheit auf landwirtschaftlichen Flächen

Herr Guddat, der als Vertreter des Thüringer Landesamtes für Landwirtschaft und Ländlichen Raum (TLLLR) sprach, erläuterte, wie auf Agrarflächen mit Trockenheit umgegangen wird. Die Trockenperioden liegen besonders in den Wachstumszeiten der Pflanzen. Die Landwirte reagieren auf die veränderten Bedingungen, indem Sie in den Pflanzenarten variieren.

Auch eine Verschiebung der Aussattermine und die Aussaat von Zwischenfrüchten hilft den Landwirten, die Folgen der Hitzeperioden in den Griff zu bekommen.

Ein großer Konflikt herrscht beim Pflugeinsatz. Einerseits führt ein verringerter Pflugeinsatz zu weniger Erosionsrisiken und weniger Treibhausgas-Emissionen, andererseits bieten die nicht gepflügten Ackerflächen großes Potential für Schädlinge und Unkräuter. Um die Ernteausfälle gering zu halten, wird zu Herbiziden gegriffen.

Die TLLLR erachtet KUPs und Gehölzanzpflanzungen für sinnvoll, da sie besonders gegen Erosionen und Wind Schutz bieten und die Verdunstung auf den Flächen verlangsamen. Das Problem der Landwirte ist allerdings häufig, dass sie bisher den Maschinenfuhrpark zur Bewirtschaftung von Energiegehölzen nicht besitzen und außerdem überwiegend Pachtflächen bewirtschaften.

Anregung:

Im laufenden Forschungsprojekt soll zu möglichen Organisations- bzw. Geschäftsmodellen zur Bewirtschaftung von Energiegehölzen recherchiert werden.

Entwurf der Leitlinien für die gestalterische Integration von Maßnahmen zur Klimawandelanpassung

Herr Dr. Mann (ThINK) erläuterte den Entwurf der Leitlinien zur Integration von Maßnahmen der Anpassung an den Klimawandel. Der Entwurf löste eine lebhafte Diskussion aus, in der die Mitglieder des Gestaltungsbeirats Anregungen gaben.

Vorrang der Innenentwicklung

Die Formulierung, dass die städtische Innenentwicklung Vorrang vor der Ausweisung neuer Baugebiete am Siedlungsrand haben soll und mit der stärkeren Durchgrünung innerstädtischer Räume kollidiere, wofür optimierte Lösungen im Einzelfall zu erarbeiten seien, wurde kontrovers diskutiert. Hingewiesen wurde auf viele interessante bauliche Nachverdichtungsmaßnahmen, z.B. in der Altstadt von Nordhausen.

Es sollte vor allem auf eine doppelte Innenverdichtung geachtet werden, bei der die baulichen Maßnahmen mit Grünmaßnahmen (Dach-, Fassadenbegrünung und Entsiegelung) verbunden werden.

Anregungen:

Empfohlen wird, den Vorrang der Innenentwicklung beizubehalten, aber auf klimafreundliche Weise umzusetzen, also in einem rücksichtnehmenden Umfang sowie in Verbindung mit Entsiegelung sowie Dach- und Fassadenbegrünung.

Das ist in vielen Städten als wohnungsnaher Freiraum in m^2 pro Einwohner (m^2/EW) festgelegt (z.B. $6 \text{ m}^2/\text{EW}$ in Berlin).

Speziell die Nordhäuser Altstadt und auch andere mittelalterliche Ortskerne im Landkreis sollten in ihren mittelalterlichen Strukturen erhalten bleiben, d. h. dass Neubauten diese Strukturen wiederaufnehmen.

Kalt- und Frischluftbahnen

Der Leitlinien-Entwurf formuliert, dass dem Erhalt von Kaltluftentstehungsgebieten und von Kalt- und Frischluftbahnen in Richtung der Stadtzentren besondere Bedeutung zukommt. Obwohl diese Vorgaben gängige Praxis sein sollten, werden sie in den Planungen leider oft nicht berücksichtigt.

Anregungen:

Es soll auf bekannte Lösungsansätze in Städten zur Freihaltung der Kalt- und Frischluftbahnen hingewiesen werden, da die Leitlinien später auch auf andere Landkreise übertragbar sein sollen.

Konkretisierung und Visualisierung der Leitlinien

Die Leitlinien werden vom Gestaltungsbeirat als sehr allgemein empfunden.

Anregungen:

Die Leitlinien sollten konkretisiert und es sollten spezifische Maßnahmen abgeleitet werden. Ebenso sollten Grenzwerte/Zielwerte nach Siedlungskategorien in den Leitlinien zu finden sein, die diese spezifizieren, beispielsweise Bäume pro Hektar, Anteil Grünflächen, etc. Die Werte sollen nach Stadtraumtypen variieren. Zu integrieren ist auch die Benennung der Verantwortlichkeiten und des Zeithorizonts.

Der Klimaschutz muss deutlicher in der Bauleitplanung wiederzufinden sein. Dazu ist es wichtig, dass die Flächennutzungsplanung flächendeckend erfolgt und an neue Anforderungen angepasst wird.

In den Leitlinien sollen die rechtlichen Umsetzungsinstrumente (z.B. Bauleitplanung, Satzungen) erläutert werden.

Eine Gestaltungsfibel soll sowohl Klimaanpassungsmaßnahmen visualisieren als auch mögliche Kompensationslösungen.

Allgemein wird empfohlen, Klimaschutzthemen nicht als Zwangsinstrumente zu kommunizieren, sondern als Zukunftsthemen zu vermitteln. Das kann mit Begriffen der „Smarten Stadt“ der „Neuen Gartenstadt“ o.ä. geschehen.

7.4.5 Zusammenfassung der Empfehlungen des Gestaltungsbeirates

In Tabelle 7.8 werden die allgemeinen Empfehlungen des Gestaltungsbeirates aus allen Sitzungen nach Themenfeldern geordnet, zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 7.8: Empfehlungen des Gestaltungsbeirates

Adressiertes Themenfeld	Empfehlung
Entwicklung und Umsetzung der Energieszenarien	Die Szenarien und ihre Rechenmodelle sollten für die öffentliche Diskussion leicht verständlich aufbereitet werden.
	Die einzelnen Szenarien-Bestandteile sollten hinsichtlich ihrer Dringlichkeit differenziert bewertet sowie das Stadt-Umland-Verhältnis mit betrachtet werden.
Ausbau der Windkraft	Im Regionalplan sollen ergänzend zur Flächenvorsorge für die Windenergie, Anforderungen an die Gestaltqualität von Windparks und Windenergieanlagen festgelegt werden.
	Die Aufstellung von Bebauungsplänen als Genehmigungsvoraussetzung für neue Windparks bzw. für erhebliche Erweiterungen von bestehenden Windparks wird empfohlen. Über das Bebauungsplanverfahren wäre auch die Beteiligung der Bürger gesichert.
PV im Stadt- und Landschaftsraum	Die Nutzung der PV-Flächenpotentialen an Verkehrswegen wird positiv gesehen.
	Zur Eignung der Flächen unterhalb von Windkraftanlagen für die Installation von PV-Freianlagen sollten bestehende Studien ausgewertet, Flächenpotentiale beispielhaft ermittelt sowie Vor- und Nachteile dargestellt werden.
	Die Nutzung von Dachflächenpotentialen für eine Solarenergienutzung in sensiblen Räumen (historische Altstadt- und Ortskernbereiche) ist nicht unbedingt notwendig, wenn alle anderen nutzbaren EE-Optionen genutzt werden.
	PV-Anlagen auf Kiesgewässern könnten als touristische Attraktion präsentiert werden (Beispiel Christo – the floating piers).
	Rekultivierungspläne für die Kiesseen sollten gemeinsam mit der Unteren Naturschutzbehörde erarbeitet und geprüft werden. Die beispielhafte Errichtung von PV-Anlagen auf Kiesgewässern sollte als Pilotprojekt in die Leitlinien aufgenommen werden.
	PV-Anlagen auf Parkplätzen werden durchweg positiv bewertet und empfohlen.
	PV-Anlagen an der Autobahn sind durch einen Bebauungsplan umsetzbar, im Regionalplan sollten sie als textliche Regelung aufgenommen werden.
	PV-Freiflächenanlagen an Schienenwegen sind eine gute Möglichkeit, Potentiale an bereits bebauten Bereichen zu nutzen. Die Kommunikation mit der Bahn zur Identifizierung geeigneter Flächen sollte intensiviert werden.
Landschaftsgestaltung und Energiegewinnung durch KUPs und andere lineare Gehölzstreifen	Die landschaftliche Gestaltung mittels KUPs und anderer linearer Gehölzstreifen wird begrüßt. Weiterführende Fragen zur Umsetzung der KUPs und der linearen Gehölzstreifen müssen noch geklärt werden.
	Es sollten mögliche Organisations- bzw. Geschäftsmodelle zur Bewirtschaftung von Energiegehölzen recherchiert und kommuniziert werden.

Adressiertes Themenfeld	Empfehlung
Erarbeitung von Klimaanpassungsmaßnahmen	Waldmehrung soll weiter angestrebt und in ein positives Energie-Raum-Leitbild eingebunden werden. Die Waldmehrungsflächen sollten planungsrechtlich gesichert werden.
	Zur Kompensation von Treibhausgas-Emissionen durch Aufforstung sollten, z.B. durch Flächenpools, auf regionaler Ebene Anreize für die Waldmehrung geschaffen werden.
	Den Auswirkungen von zunehmender Hitzebelastung, Grundwasserabsenkung und Überflutungen sollte rechtzeitig mit entsprechenden Maßnahmen, die auch raumgestalterisch umgesetzt werden sollten, entgegenwirkt werden.
	Nachpflanzungen bei Straßenumbauten sollten den Erhalt des Stadtbildes berücksichtigen.
	Die Aufstellung eines Baumentwicklungskonzepts mit der Integration von quantitativen Zielen, z.B. der Verpflichtung zur zusätzlichen Pflanzung von Bäumen bis 2030, wird befürwortet.
	Die Einführung von „Stadtklimatischen Baubeschränkungs-bereichen“ im Flächennutzungsplan zur Sicherung von Grünflächen und Frischluftschneisen wird empfohlen.
	Der Klimaschutz muss deutlicher in der Bauleitplanung wiederzufinden sein. Dazu ist es wichtig, dass die Flächennutzungsplanung flächendeckend erfolgt und an neue Anforderungen angepasst wird.
Erarbeitung der Gestaltungsleitlinien	An den Anfang der Gestaltungsrichtlinien sollte eine Präambel gesetzt und die Leitlinien um ein Kompendium mit positiven Beispielen aller erneuerbaren Energien ergänzen werden.
	Die Gestaltungsleitlinien sollten sich auch zu den einzelnen Stadtraumtypen/Landschaftsraumtypen äußern.
	Die Solardach-Gestaltungsfibel sollte auf die spezifischen Gebäudebestände im Landkreis Nordhausen zugeschnitten werden.
	Empfohlen wird, den Vorrang der Innenentwicklung beizubehalten, aber auf klimafreundliche Weise umzusetzen, also in einem rücksichtnehmenden Umfang sowie in Verbindung mit Entsiegelung sowie Dach- und Fassadenbegrünung. Das ist in vielen Städten als wohnungsnaher Freiraum in m ² pro Einwohner (m ² /EW) festgelegt (z.B. 6 m ² /EW in Berlin).
	Speziell die Nordhäuser Altstadt und auch andere mittelalterliche Ortskerne im Landkreis sollten in ihren mittelalterlichen Strukturen erhalten bleiben, d. h. dass Neubauten diese Strukturen wiederaufnehmen.
	Es soll auf bekannte Lösungsansätze in Städten zur Freihaltung der Kalt- und Frischluftbahnen hingewiesen werden, da die Leitlinien später auch auf andere Landkreise übertragbar sein sollen.
	Die Leitlinien sollten konkretisiert und es sollten spezifische Maßnahmen abgeleitet werden. Ebenso sollten Grenzwerte/Zielwerte nach Siedlungskategorien in den Leitlinien zu finden sein, die diese spezifizieren, beispielsweise Bäume pro Hektar, Anteil Grünflächen, etc. Die Werte sollen nach Stadtraumtypen variieren. Zu integrieren ist auch die Benennung der Verantwortlichkeiten und des Zeithorizonts.
	In den Leitlinien sollen die rechtlichen Umsetzungsinstrumente (z.B. Bauleitplanung, Satzungen) erläutert werden.
	Eine Gestaltungsfibel soll sowohl Klimaanpassungsmaßnahmen visualisieren als auch mögliche Kompensationslösungen.

7.5 Fachtagung „Anforderungen an das Planungsinstrument“

Am 12. Februar 2020 fand im Bürgerhaus der Stadt Nordhausen die Fachtagung „Klima-Gestaltungsplan – Anforderungen an das Planungsinstrument“ mit ca. 80 Teilnehmern statt.

Mit Fachbeiträgen rund um das zukünftige Energiesystem, den nachhaltigen Stadtbau, zur Anpassung an den Klimawandel sowie planungsrechtliche Anforderungen diente die Tagung als Informationsveranstaltung für thematisch Interessierte sowie der Vorstellung und Diskussion der ersten Ergebnisse des Forschungsprojektes.



Abbildung 7.9: Frau Prof. Ariane Ruff stellt erste Ergebnisse des Forschungsprojekts vor (Foto: Spangenberg 2020)

7.5.1 Input durch die Fachvorträge

Einführende Vorträge hielten

- Dr. Christina Sager-Klauß (Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE), Kassel)
- Dr. Carlo W. Becker (bgmr Landschaftsarchitekten Berlin)
- Dr. Matthias Sandrock (Hamburg Institut) und
- Prof. Dr. Dagmar Everding gemeinsam mit Prof. Dr. Ariane Ruff (HS Nordhausen).

Frau Dr. Sager-Klauß: Vision des zukünftigen Energiesystems und Veränderungen in den Stadtregionen

Frau Dr. Sager-Klauß weist zunächst darauf hin, dass die Rolle der Städte zur Erreichung der Klimaziele nicht explizit definiert ist. Dies bedeutet für die Städte eine Herausforderung, weil die lokale Gebäudewärme aufgrund der Größe und der Langlebigkeit der Infrastrukturen einen entscheidenden Hebel für Klimaschutzmaßnahmen darstellt.

Um im klimaschutzrelevanten Gebäudesektor voran zu kommen, müsse die Wirtschaftlichkeit der Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien erhöht werden.

Dazu gehören unter anderem Anreize zum Energieträgerwechsel. Auch stehen die Städte vor der Aufgabe, Wärmenetze als Sammelschienen für Wärme auf Basis erneuerbarer Energien auszubauen. Im ersten Schritt gilt es, für diesen Ausbau mit kommunaler Wärmeplanung den ‚Rahmen‘ zu setzen. Entscheidender Indikator bei dieser Rahmenplanung sollen die jeweiligen Treibhausgas-Emissionen der Versorgungslösungen darstellen. Für die kommunale Wärmeplanung und ihre Umsetzung müssen sowohl die Datenverfügbarkeit als auch die Koordination der Akteure verbessert werden.



Abbildung 7.10: Dr. Christina Sager-Klauß stellt die Vision zur Umsetzung von nachhaltigen klimaschutzkonformen Energieversorgungs-lösungen auf den verschiedenen räumlichen Ebenen vor. (Foto: Klare 2020)

Frau Dr. Sager-Klauß hält systemische Ansätze für Quartiersversorgungen für erforderlich. In den Stadtquartieren bzw. in den Ortsteilen soll mittels erneuerbarer Energien Strom für den Eigenbedarf produziert werden, insbesondere durch Photovoltaikanlagen. Um eine gute Deckungsquote für den Eigenbedarf zu erreichen, muss eE-Strom in Quartiersanlagen gespeichert werden. Mit einer effizienten Speicherung verbunden ist die Steuerung von Strom- und Wärmelasten auf Quartiersebene. Lokal erzeugter eE-Strom soll flexibel im Quartier selbst oder auf kommunaler bzw. Kreisebene vermarktet werden können. Hierfür werden passende Geschäftsmodelle benötigt. Bei der Speicherung und der flexiblen Vermarktung lokal erzeugten eE-Stroms wird sich herausstellen, in welchen Formen die Kopplung der Infrastrukturen (Strom, Wärme, Gas) zukunftsfähig werden kann.

Wichtig für die kommunale Wärmeplanung wie auch für die Standorte erneuerbarer Energieanlagen ist eine vorausschauende planerische Vorsorge: Flächennutzungspläne (FNP)/Bebauungspläne (B-Plan) haben einen langen Vorlauf. Auch Belange des Klimawandels müssen frühzeitig in den Plänen berücksichtigt werden.

Zusammengefasst spricht sich Frau Dr. Sager-Klauß für den Einsatz eines Instrumenten-Mix aus Verboten und Geboten für die Umsetzung von nachhaltigen klimaschutzkonformen Energieversorgungs-lösungen auf den verschiedenen räumlichen Ebenen aus (Verhandlungslösungen, planerische Konzepte, marktwirtschaftliche Instrumente, Förderinstrumente).

Herr Dr. Carlo W. Becker: Stadtbau zur Anpassung an den Klimawandel

Zur Einführung zeigte Herr Dr. Becker in einer Fotomontage, wie Berlin vor 20.000 Jahren im Packeis verschwand. Die Durchschnittstemperatur lag damals nur 5-7°C unter der heutigen. Daher sei klar, dass auch eine Temperaturerhöhung von „nur“ 2°C erhebliche Auswirkungen auf das Stadtklima haben werde.

Der Hitzesommer von 2018 mit über 40°C an vielen Tagen wird laut Potsdam Institut (PIK) 2075 der Regelsommer sein. Klimaanpassungsstrategien sind daher für Berlin, aber ebenso für alle Städte in Deutschland, eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben. Die kompakte, dicht bebaute Stadt hat viele Vorteile: geringer Flächenverbrauch, ÖPNV-Erreichbarkeit, Energieeffizienz u.v.m., aber sie ist sensibler gegenüber Überhitzung als die durchgrünten, locker bebauten Siedlungsstrukturen.



Abbildung 7.11: Dr. Carlo Becker erläutert verschiedene Strategien zur Anpassung an den Klimawandel (Foto: Klare 2020)

Es gilt daher, Kompaktheit und Klimaanpassung zu verbinden. Graue Infrastruktur muss grüner werden, Multicodierung von Flächen ist dabei ein Lösungsansatz. Dies betrifft Dächer, Straßen, Stellplätze und Fassaden, aber auch Regenrückhaltebecken. Leitthemen der Zukunft sind die wassersensible Stadtentwicklung und die hitzeangepasste Stadt.

Über Zielformulierungen und Zielvereinbarungen sollen sich alle Akteure der Stadtentwicklung auf Maßnahmenkonzepte zur Klimaanpassung verständigen. Wichtige Instrumente sind die Sensibilisierung, Zielformulierungen und der Wissenstransfer.

Gebäudeflächen bieten gute Möglichkeiten für Klimaanpassung. Das Leitbild ist die „Schwammstadt“. Die Stadt saugt das Regenwasser auf und gibt es durch Verdunstung wieder ab. Die Evapotranspiration erzeugt Verdunstungskälte, welche einen Temperaturrückgang bewirkt. Ziel ist es, 70 % des Niederschlages in Berlin zur Verdunstung zu bringen und 30 % am Ort zu versickern, sodass kein Regenwasser über die Kanalisation direkt in die nächste Vorflut abgeleitet wird. Retentions- und Versickerungsmulden, die auch Starkregen zurückhalten, sind hierfür wichtig.

Herr Dr. Becker zeigte aktuelle Planungsbeispiele u.a. aus Berlin-Tegel, München und Paris. Ziel ist es in jedem Fall, die graue Infrastruktur grüner zu machen und mit Wasser und Pflanzen Verdunstungskälte zu produzieren.

Ein weiteres wichtiges Thema ist die Multicodierung: Dächer, Straßen und technische Infrastrukturen können mehrere Funktionen gleichzeitig übernehmen, wie z.B. als Träger für PV-Anlagen, Förderung der Aufnahme von Regenwasser etc. Ein Beispiel stellt die Müllverbrennungsanlage in Kopenhagen dar, die gleichzeitig als Hang zum Skifahren genutzt wird. Neue Grünanlagen sollten tiefergelegt und so gestaltet werden, dass sie in der Lage sind, große Wassermengen zwischenspeichern.

Notwendig wäre eine Änderung der Planzeichenverordnung in der Bauleitplanung, so dass Multicodierungen ermöglicht werden, aktuell haben Flächen oft eine Monofunktion. In Zukunft sind die Klimaanpassungskonzepte bei der Flächenzuordnung immer mitzudenken. Die sektoralen Zuständigkeiten mit speziellen Regelwerken erschweren jedoch zu oft noch eine multicodierte Planung. Ein Beispiel bildet die RSt 06 (Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen), sie verhindert Elemente, die sinnvoll sind, um das Regenwasser zu speichern. Ein Aufbrechen dieser Regelwerke ist erforderlich, damit das Konzept der „Blue Street“ gelingt.

Die Berliner Senatsverwaltung denkt über die Weiterentwicklung des Biotopflächenfaktors zu einem Grünflächenfaktor oder Klimafaktor (analog zu Geschossflächenzahl und Grundflächenzahl) in der Bauleitplanung nach. Dieser beinhaltet Festlegungen für ein Baugebiet, wieviel Prozent des Regenwassers vor Ort versickern oder zur Verdunstung gebracht werden müssen, bzw. wieviel Grünflächen/Gebäudebegrünung angelegt werden müssen.

Zusammengefasst fokussiert Herr Dr. Becker auf 4 übergeordnete Strategien zur Anpassung der Stadt an den Klimawandel:

- 1.) die Sensibilisierung der Akteure für den notwendigen Wandel
- 2.) die Erarbeitung von Klimaanpassungskonzepten
- 3.) eine frühzeitige Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in gesamtstädtische Freiraumkonzepte und
- 4.) den Umbau der grauen Infrastruktur zu einer grünen Infrastruktur über eine Multicodierung/Mehrfachnutzung von Flächen im Stadt- und Landschaftsraum.

Es gilt, alle verfügbaren Instrumente zur Verankerung der Klimaanpassung in der Stadtentwicklung zu nutzen, diese anzupassen und weiterzuentwickeln.

Herr Dr. Sandrock: Kommunaler Klimaschutz und Planungsrecht

Im Rahmen seiner Beratungs- und Forschungstätigkeiten für die Energiewende beim Hamburg Institut befasst sich Herr Dr. Sandrock hauptsächlich mit der kommunalen Wärmeplanung. Innerhalb der verschiedenen Energiesektoren zeigt sich der Wärmesektor bzw. Gebäudesektor derzeit noch sehr unterentwickelt. Für dringend notwendig hält Herr Dr. Sandrock die Konzentration auf die Ausdehnung der Nah- und Fernwärmenetze und deren Energieträger-Umstellung auf erneuerbare Energien. Als dezentrale zukünftige Energietechnik für Gebäude sieht er Wärmepumpen in Kombination mit Photovoltaikanlagen (PVA). Diese Kombination dürfte einen hohen Anteil an der zukünftigen Wärmeerzeugung haben.



Abbildung 7.12: Dr. Matthias Sandrock referiert zum Thema „Kommunaler Klimaschutz und Planungsrecht“ (Foto: Klare 2020)

Die Photovoltaikanlagen wie auch die Solarthermie-Kollektoren benötigen Platz auf Dachflächen, Freiflächen, Parkplätzen. Diese Flächen für die Solarenergienutzung müssen planungsrechtlich bestimmt und gesichert werden. In den Flächennutzungsplänen sind diese Flächen darzustellen und für ihre Umsetzung in Bebauungsplänen vorzusehen. Diese planungsrechtliche Sicherung ist ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung.

Um eine verbindliche kommunale Wärmeplanung auf kommunaler Ebene zu finanzieren, hat beispielsweise Dänemark eine Steuer auf Erdgas (3 Cent pro Kilowattstunde) eingeführt. Dieses Steuereinkommen wird genutzt, um eine verbindliche Wärmeplanung auf kommunaler Ebene zu finanzieren.

Herr Dr. Sandrock sieht in der Raumordnung sowie in den kommunalen Plänen die Notwendigkeit, Anpassungen zur Unterstützung der Energiewende und zum Erreichen der Klimaschutz-Ziele vorzunehmen. In den Regionalplänen sollen nicht nur Windvorranggebiete festgelegt werden, sondern auch Vorranggebiete für PV-Freiflächenanlagen und großflächige solarthermische Kollektorfelder. Eventuell bedarf es auch der planerischen Vorsorge für die Trassen von solaren Kollektorfeldern zu einem Fernwärme-Netz.

Die Flächennutzungspläne der Kommunen sollen, ergänzend zu den Windparkgebieten, Flächen für Solarthermie und PV-Freiflächenanlagen darstellen. Die rechtlich verbindliche Festsetzung der Flächen erfolgt in Bebauungsplänen.

Als übergeordnetes Fazit führt Herr Dr. Sandrock aus, dass eine Verpflichtung der Kommunen zur Wärmeplanung nur über die Länder durchgesetzt werden kann und es neben der Schaffung der rechtlichen und planerischen Voraussetzungen einer Koordination der Schnittstellen über alle räumlichen Planungsebenen bedarf (Mehr-Ebenen-Wärmeplanung).

Frau Prof. Everding und Frau Prof. Ruff: Anforderungen an das Planungsinstrument Klima-Gestaltungsplan

Zunächst erläutert Frau Prof. Ruff die beiden Szenarien, die im Forschungsprojekt für die erneuerbare Energieversorgung des Jahres 2050 im Landkreis Nordhausen entwickelt wurden. Das Szenario „Raumbilderhaltend“ weist bei der erneuerbaren Wärmegewinnung eine Deckungslücke Wärme, teilweise mit Power to X „auffüllbar“, auf. Eine noch größere Lücke ist bis 2050 bei der regionalen Treibstoffbereitstellung zu erwarten, die mit Power to X nicht vollständig „auffüllbar“ sein dürfte. Die CO₂-Emissionen der Energieversorgung erreichen in diesem Szenario ca. 0,3 t CO₂/(EW*a), d. h. die Klimaneutralität des Landkreises Nordhausen ist 2050 fast erreicht! Allerdings wird es in diesem Szenario nicht möglich sein, erneuerbare Energie für Verdichtungsräume zu produzieren (Aufgabenstellung „Plus-Region“ nicht erfüllt).

Im Szenario „Raumbildgestaltend“ stellt sich die Deckungslücke bei der erneuerbaren Wärme als bedeutend geringer dar. Die Deckungslücke ist so minimal, dass sie mit Power to X „auffüllbar“ sein wird. In diesem Szenario wird die Klimaneutralität des Landkreises Nordhausen im Jahr 2050 zu 100 Prozent erreicht. Die CO₂-Emissionen betragen 0,0 t CO₂/(EW*a). Zwar ist auch dieses Szenario mit einer größeren Lücke bei der regionalen Treibstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien verbunden, jedoch ist die Lücke mit Power to X vollständig „auffüllbar“. Zusätzlich kann erneuerbare Energie aus dem ländlich strukturierten Landkreis Nordhausen in energiehungrige Verdichtungsräume exportiert werden (Aufgabenstellung „Plus-Region“ erfüllt).

Tabelle 7.9: Möglicher fachlicher Beitrag des Klima-Gestaltungsplans für verschiedene räumliche Planungsinstrumente/Entwicklungspläne.

Instrumente/ fachlicher Beitrag Klima- Gestaltungsplan	Land- schafts- pläne	Regional- pläne	Städte- bauliche Rahmen- pläne	Flächen- nutzungs- pläne	Bebau- ungs- pläne	Orts- satzun- gen
Textliche Ziele und Grundsätze: z.B. Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel Landschaftsgestaltung	X	X	X			
Räumliche Ziele: z.B. Flächenvorsorge für raumbe- deutsame EE-Anlagen	X	X		X		
Standort- und Flächensicherung: z.B. eE-Anlagen, Fernwärme, Klimaausgleichsflächen				X	X	X
Steuerung des naturschutzfach- lichen Ausgleichs in Verbindung mit Gestaltungsvorgaben	X			X	X	
Vorgaben zur Minimierung der stadtklimatischen Belastung, z.B. Ziele zur Flachdachbegrünung, Ausweisung von ökologischen Baubeschränkungsbereichen, etc.				X	X	X

Die Projektpartner des Forschungsprojekts Klima-Gestaltungsplan entschieden, das raumbildgestaltende Szenario der weiteren Forschungsarbeit zugrunde zu legen, weil mit diesem Szenario die Klimaziele erreicht werden.

Des Weiteren wurden das methodische Vorgehen zur Erstellung des Klima-Gestaltungsplans für den Landkreis Nordhausen sowie erste Ergebnisse, die aus der Analyse und Überlagerung der Schwerpunktthemen abgeleitet wurden, erläutert.

In ihrem Vortrag stellt Frau Prof. Everding Empfehlungen zur planungsrechtlichen Umsetzung des Klima-Gestaltungsplans zur Diskussion (siehe Tabelle 7.9).

Landschaftspläne

Im Landkreis Nordhausen stellt die Untere Naturschutzbehörde Landschaftspläne auf, z.B. den Landschaftsplan „Harzvorland“. Bei den Landschaftsplänen in Thüringen handelt es sich um informelle Fachpläne, die die Grundlage für Stellungnahmen der Unteren Naturschutzbehörde bilden. Der Klima-Gestaltungsplan soll deshalb Empfehlungen für die Landschaftspläne enthalten. Empfohlen werden können z.B. landschaftsgestaltende Bepflanzungen, deren Umsetzung im Rahmen von Ausgleichsmaßnahmen sukzessive erfolgt.

Regionalpläne

Wird der Klima-Gestaltungsplan von den kommunalen Räten beschlossen, ist die Grundlage geschaffen, um im Rahmen der kommunalen Mitwirkung am Regionalplan Nordthüringen textliche Ziele und Grundsätze zum Klimaschutz, zur Anpassung an den Klimawandel und zur Raumgestaltung vorzuschlagen. In Konsequenz können diese Vorschläge zu Festlegungen im Regionalplan führen, insbesondere für den Landschaftsraum. So können z.B. für die Errichtung raumbedeutsamer Anlagen erneuerbarer Energien zukünftig Bebauungspläne vorgeschrieben werden. Gleichzeitig stellt der Klima-Gestaltungsplan einen Fachbeitrag zum Regionalplan dar, d.h. seine sachlichen Informationen über die Raumentwicklung des Landkreises Nordhausen werden von der Regionalen Planungsstelle bei der Erarbeitung des Regionalplans genutzt.

Städtebauliche Rahmenpläne

Bei der Aufstellung von städtebaulichen Rahmenplänen für den Umbau, die Erneuerung und Sanierung von Stadtquartieren oder Ortsteilen soll der Klima-Gestaltungsplan als Fachbeitrag fachlichen Input mit Planungszielen für den grünsolaren Stadtumbau leisten, z.B. zur Begrünung von Flachdächern und Großparkplätzen, zur Integration von Solaranlagen auf Dächern und an Fassaden in ausgewählten Gebieten, zum Ausbau der Fernwärmeversorgung sowie zur Errichtung von Mobilitätsstationen.

Flächennutzungspläne

Damit der Klima-Gestaltungsplan eine hohe planungsrechtliche Wirkung entfaltet, hält das Forschungsteam es für notwendig, dass die Gemeinde- und Stadträte im Landkreis Nordhausen diesen informellen Plan beschließen und seine Standort- und Flächenfestlegungen in den Flächennutzungsplänen der Kommunen übernommen werden.

Die Darstellungen in den Flächennutzungsplänen betreffen sowohl den Innen- als auch den Außenbereich. Es handelt sich z.B. um die Flächensicherung für die Anpassung an den Klimawandel, für Erneuerbare-Energie-Anlagen sowie zentrale Anlagen für Wärmeversorgungsgebiete. Die Darstellungen in den Flächennutzungsplänen dienen auch als Grundlage für die Ableitung von Bebauungsplänen für Teilgebiete, in denen eine bauliche Entwicklung erfolgen soll.

Ortssatzungen

Der Klima-Gestaltungsplan soll Empfehlungen für die Weiterentwicklung von Ortssatzungen enthalten, beispielsweise

- für die räumliche Ausweitung der Versorgungsgebiete der Nah- und Fernwärme mit Fernwärmesatzungen (Anschluss- und Benutzungszwang)
- für die Ausgestaltung von Stellplatzsatzungen (Zahl der notwendigen Stellplätze, Versickerung, Begrünung)
- für die Anpassung der Baumschutzsatzungen an den Klimawandel (Baumarten, Ersatzpflanzungen, Pflege).

Naturschutzrechtlicher Ausgleich

Eingriffe in Natur und Landschaft, beispielsweise durch den Straßenbau, werden im § 14 Bundesnaturschutzgesetz definiert als „(...) Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können.“

Auch der Bau von Windenergie- und PV-Freiflächenanlagen sind Eingriffe, die insbesondere die Schutzgüter Landschaftsbild und Fauna betreffen. Als geeignete Ausgleichsmaßnahmen bieten sich vor allem Gehölzpflanzungen in der freien Landschaft an. Diese dienen der Verbesserung und Neugestaltung des Landschaftsbildes, sie können auch gestalterisch eingesetzt werden, um Ortsränder zu schließen und eine Sichtverschattung entlang von Erholungswegen zu erreichen. Hecken haben hierbei eine mehrfache Funktion. Sie strukturieren die Landschaft und dienen als biotopvernetzende Elemente. Außerdem haben sie eine klimatische Wirkung, da sie Winderosion mindern und durch den Verdunstungseffekt einer Überhitzung des Landschaftsraumes entgegenwirken.

Die Etablierung von Gehölzstreifen entlang der Fließgewässer ist eine weitere wichtige Ausgleichsmaßnahme. Die damit verbundene Befestigung der Ufer und die Verschattung der Gewässerflächen entsprechen den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie, einen „guten ökologischen Zustand“ für natürliche Gewässer herzustellen.

Auch bei der Auskiesung und Gestaltung von Kiesseen ist die Eingriffsregelung anzuwenden. Hier stellt die Neugestaltung der Uferzonen mit der Schaffung naturnaher Biotope, einschließlich eines Gehölzstreifens, eine geeignete Ausgleichsmaßnahme dar.

In jedem Fall sind hierbei standortgerechte Gehölzarten aus gebietsheimischer Pflanzware zu verwenden.

7.5.2 Arbeitsgruppen

Nach den Vorträgen teilten sich die rund 80 Teilnehmenden aus der planenden Verwaltung, aus Architektur- und Planungsbüros, Hochschulen, Wohnungsgesellschaften, Energieversorgern und sonstigen Unternehmen in drei Arbeitsgruppen auf, um über die Anforderungen an das Planungsinstrument zu beraten:

- Gruppe 1: „Landschaftsraum“ (Moderation: Prof. Jürgen Peters) (siehe Abbildung 7.14)
- Gruppe 2: „kleine bis mittelgroße Orte“ (Moderation: Prof. Rainer Große)
- Gruppe 3: „städtischer Raum“ (Moderation: Dr. Matthias Mann) (siehe Abbildung 7.11).



Abbildung 7.13: Dr. Matthias Mann moderiert die Arbeitsgruppe „Städtischer Raum“ (Foto: Klare 2020)

Den Arbeitsgruppen lag ein von den Forschungsnehmern erstelltes Thesenpapier vor, das den Leitfaden für die Diskussion bildete. Die Thesen beschäftigten sich mit der Frage, welche Inhalte des Klima-Gestaltungsplan auf welche Weise in die vorhandenen Planungsinstrumente integriert werden können (siehe Vortrag „Anforderungen an das Planungsinstrument Klima-Gestaltungsplan“).

Der Klima-Gestaltungsplan zeigt städtebaulich und landschaftlich relevante Standorte der zukünftigen Energienutzung sowie der Anpassung an den Klimawandel. Er definiert Gebiete mit Zielvorgaben, Maßnahmenpaketen und Qualitätsanforderungen.

Diskussionsthema: Worin unterscheidet sich in diesem Fall Eure Planung als Instrument von herkömmlichen Energie- und Klimaschutzkonzepten?

In den verschiedenen Arbeitsgruppen wurden die Erwartungen und Anforderungen an das neu zu entwickelnde Planungsinstrument „Klima-Gestaltungsplan“ sehr intensiv, z. T. auch kontrovers, von den Vertretern der unterschiedlichsten Fachdisziplinen diskutiert. Im Ergebnis liegen zahlreiche Hinweise und Anregungen zur weiteren Arbeit im Forschungsvorhaben und zur Optimierung der vorliegenden Kartenentwürfe vor.



Abbildung 7.14: Prof. Jürgen Peters stellt die Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Landschaftsraum“ vor (Foto: Klare 2020)

7.5.3 Auswertung der Fachtagung

Ein wesentliches Ergebnis der Beratungen in den Arbeitsgruppen stellt die positive Bewertung des Mehrwertes dar, der durch die planerische Befassung mit dem überkommunalen Planungsraum des Landkreises entsteht. Die unterschiedlichen Potentiale der Siedlungsräume und Landschaftsräume werden zusammengeführt. Hieraus lassen sich Empfehlungen für den Regionalplan und die Flächennutzungspläne ableiten.

Für notwendig erachtet wird eine räumlich vertiefende Betrachtung der Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, der zu installierenden erneuerbaren Energieanlagen sowie der Wärmenetze und der landschaftsgestaltenden Maßnahmen. Diese räumlich vertiefende Planung greift Inhalte von Energie- und Klimaschutzkonzepten auf, geht allerdings weit darüber hinaus, da sie sich auch mit der Raumgestaltung und mit auftretenden Raumnutzungskonflikten befasst.

Als Beispiele für die Befassung mit Raumnutzungskonflikten im Klima-Gestaltungsplan seien genannt:

- Optische Bedrängung von Siedlungsgebieten durch Windkraftanlagen
- Flächenkonkurrenz zwischen PV-Freiflächenanlagen und landwirtschaftlicher Nutzung der Flächen
- Beeinträchtigung des Orts- und Stadtbildes durch gestalterisch nicht integrierte Solaranlagen an Gebäuden.

Verfolgt werden soll der Ansatz des Schaffens multifunktionaler Flächen (Multicodierung). Hierfür eignen sich in besonderer Weise die in Planung befindlichen Kurzumtriebsplantagen. Diese Anpflanzungen dienen sowohl der Gewinnung energetisch verwertbarer Biomasse als auch dem Schutz landwirtschaftlicher Flächen vor Erosionen.

Im Klima-Gestaltungsplan werden sie auch zur Ortsrandgestaltung eingesetzt. Zusätzlich tragen sie zur Erhöhung der Biodiversität bei. Weitere Beispiele multifunktionaler Flächen stellen Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen in Stadträumen dar, solare Überdachungen von großen Parkplätzen und die Biogasproduktion aus landwirtschaftlichen Rest- und Abfallprodukten.

Die Umsetzung des Klima-Gestaltungsplans liegt vor allem bei den Kommunen als Träger der Planungshoheit. Neben der Aufstellung bzw. Änderung der Flächennutzungspläne sind sie auch gefordert bei der Aufstellung von Bebauungsplänen und Ortssatzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien und für Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Deshalb soll der Klima-Gestaltungsplan den Kommunen hierfür konkrete Hilfestellung geben, z.B. durch Textvorschläge für entsprechende Festsetzungen und Regelungen.

Die möglichen Beiträge der Kommunen zum Erreichen einer klimaneutralen Energieversorgung im Landkreis Nordhausen unterscheiden sich nach ihrer Lage im Raum, nach ihrer Siedlungsstruktur und nach ihren bisherigen Aktivitäten. Vergleichbares gilt für die Anpassung an den Klimawandel und für die Gestaltung des Orts- und Landschaftsbilds. Für die Mitwirkung der Kommunen an der Umsetzung des Klima-Gestaltungsplans soll ihnen ein auf sie speziell zugeschnittener Zielkatalog zur Verfügung gestellt werden.

Die im Klima-Gestaltungsplan vorgesehenen Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien und von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel müssen sich an klare Adressaten wenden. Diese sind zum einen die Kommunen, wenn es um die Aufstellung von Bauleitplänen und Ortssatzungen geht, zum anderen verschiedene Fachbehörden, z.B. die Untere Naturschutzbehörde, die Landschaftspläne erarbeitet.

7.6 Bericht zur Wanderausstellung

Damit der Klima-Gestaltungsplan eine hohe Bindungswirkung in den politischen Gremien der Stadt und des Landkreises Nordhausen entfaltet, benötigt der Plan eine breite Akzeptanz.

Wesentliche Akteure aus Stadt und Landkreis Nordhausen wurden bereits im Rahmen der Erarbeitung des Klima-Gestaltungsplans über die Experten-Workshops und die Fachtagung einbezogen (siehe Kapitel 7.4 und 7.5).

Ergänzend wurden die Themen und Inhalte des Entwurfes des Klima- und Gestaltungsplans als Wanderausstellung aufbereitet, welche den Bürgern im Vorfeld der geplanten Beteiligungsveranstaltungen eine ruhige Beschäftigung mit den Aussagen des Plans ermöglichen sollte.

Die Wanderausstellung wurde trotz der Corona-bedingten Einschränkungen vorbereitet und konnte in vier Kommunen des Landkreises ausgestellt werden (siehe Kapitel 7.6.1). Die Bürger wurden gebeten, ihre Anregungen und ihre Kritik am Entwurf des Klima-Gestaltungsplans per Telefon oder schriftlich mitzuteilen.

Leider konnten die geplanten Beteiligungsveranstaltungen aufgrund der Corona-Pandemie nicht wie geplant durchgeführt werden.

7.6.1 Standortauswahl der Veranstaltungen

Die Wanderausstellung richtete sich an die Bürger der Städte und Gemeinden des Landkreises Nordhausen. Der Landkreis ist untergliedert in folgende 8 Verwaltungseinheiten (siehe Karte 1.1. im Kartenwerk):

- Stadt Nordhausen
- Stadt Bleicherode (erfüllende Gemeinde)
- Landgemeinde Harztor
- Stadt Ellrich
- Stadt Heringen/Helme (erfüllende Gemeinde)
- Gemeinde Werther
- Gemeinde Sollstedt
- Gemeinde Hohenstein.

Es war vorgesehen, die Veranstaltungen vor Ort möglichst nah zu den Bürgern durchzuführen und jeweils die spezifischen teilträumlichen Aussagen des Klima-Gestaltungsplans in den Vordergrund zu stellen. Ursprünglich sollte die Wanderausstellung in allen Teilräumen des Landkreises Nordhausen präsentiert werden. Leider konnten dann aber aufgrund der Corona-bedingten Auflagen lediglich an 4 Standorten Räumlichkeiten für die Präsentation der Wanderausstellung gefunden werden. Alle anderen Anfragen wurden mit dem Verweis auf die Corona-Pandemie und ggf. notwendige nur schwer umsetzbare Hygienekonzepte und Auflagen negativ beschieden.

Im Ergebnis konnte die Wanderausstellung an folgenden 4 Standorten gezeigt werden:

- Werther (21.09. - 04.10.2020)
- Bleicherode (21.09. - 02.11.2020)
- Heringen (05.10.-18.10.2020)
- Nordhausen (19.10. bis 02.11.2020).

7.6.2 Konzeption der Wanderausstellung

Insgesamt umfasst die Wanderausstellung 17 Plakate jeweils im A1-Format und eine Landkreiskarte im A0-Format.

Davon wurden 9 Karten als „Allgemeiner Teil“ mit näheren Informationen zum Forschungsprojekt, zum methodischen Vorgehen sowie möglichen Maßnahmen/Empfehlungen entworfen und umgesetzt sowie weitere 8 Karten als ortsspezifische Vertiefungskarten. Zusätzlich wurde eine Landkreiskarte im Format A0 als Gesamtplan erstellt (siehe Anhang). Somit hat die Wanderausstellung eine „logische Reihenfolge“ der Einzelplakate, die die Aufgabenstellung und Umsetzung des Forschungsvorhabens anschaulich und leicht nachvollziehbar abbildet. Ein Beispielplakat zeigt Abbildung 7.15.



Leuchtturmprojekt in der Stadt und im Landkreis Nordhausen zur Anpassung an den Klimawandel

Klima-Gestaltungsplan als Entwicklungsplan Energie, Klima und Raumgestaltung

Förderprogramm:	Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels des Bundesministeriums für Umwelt, Natur, Bau und Reaktorsicherheit
Förderschwerpunkt:	Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen (Förderschwerpunkt 3)
Projektlaufzeit:	1. Januar 2018 bis 31. Dezember 2020
Verbundprojekt der Hochschule Nordhausen mit dem Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz und der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde	

Zielstellung

Übergeordnetes Ziel ist es, die Planungen, die für die notwendigen Anpassungen an den Klimawandel und zur Umsetzung der Klimaschutzziele relevant sind zusammenzuführen. Dies soll unter Berücksichtigung der baukulturellen Gestaltung und Entwicklung der Kulturlandschaft erfolgen. Das Forschungsvorhabens verknüpft die Themen wie folgt miteinander:



Ergebnis

Mit dem Klima-Gestaltungsplan wird ein informelles Planungsinstrument entwickelt, dass in der formalen Planung Anwendung finden soll. Dazu werden Synergien und Konflikte zwischen den Themenschwerpunkten herausgearbeitet und Handlungsmaßnahmen aufgezeigt.

Folgen des Klimawandels






Maßnahmen für den Klimaschutz, die Anpassung an den Klimawandel und zur Raumgestaltung






Analysen zum Klimawandel



Abgrenzung von Stadt- und Landschaftsraumtypen



Abgrenzung von Landschaftsraumtypen





HOCHSCHULE NORDHAUSEN
University of Applied Sciences



THINK
Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz



Hochschule für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde

Gefördert durch:



Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz und nukleare Sicherheit
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Abbildung 7.15: Plakat Nr. 1 - Vorstellung des Forschungsvorhabens - der Wanderausstellung (siehe Anhang).

In Tabelle 7.10 werden die einzelnen Plakate inkl. der wesentlichen Inhalte zusammenfassend aufgeführt:

Tabelle 7.10: Plakatübersicht Wanderausstellung Klima-Gestaltungsplan Landkreis Nordhausen

Allgemeiner Teil (Format A1)	
Karte 1	Angaben zum Forschungsprojekt, Problemstellung, Zielstellung, erwartete Ergebnisse
Karte 2	Methodik zur Erstellung der Potentialkarten
Karte 3	Planungsrechtliche Umsetzung der Klima-Gestaltung
Karte 4	Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Energie I: Methodik und Ergebnisse zur Erarbeitung der Energievarianten
Karte 5	Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Energie II: Entwurf der Landkreiskarte als Klima-Gestaltungsplan (eE-Potentiale)
Karte 6	Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Klimawandelanpassung: Methodik: Darstellung der methodischen Grundlagen zur Ableitung von Maßnahmen zur Klimawandelanpassung
Karte 7	Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Klimawandelanpassung Empfehlungen
Karte 8	Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Raumgestaltung: methodische Konzeption, Gestaltungsideen für Beispielräume
Karte 9	Erläuterungen zur Übersichtskarte Landkreis Nordhausen, Vorstellung Klimasonne
Karte 10 (Format A0)	Klima-Gestaltungsplan: Landkreisübersicht Nordhausen A0
Ortsspezifischer Teil (Format A1)	
Karte 11	Potentialkarte: Heringen
Karte 12	Potentialkarte: Werther
Karte 13	Potentialkarte: Wipperdorf
Karte 14	Potentialkarte: Großwechungen
Karte 15	Potentialkarte: Bleicherode
Karte 16	Potentialkarte: Stadt Nordhausen
Karte 17	Potentialkarte: Nordhausen Nord
Karte 18	Potentialkarte: Kieseßen „Goldene Aue“

7.6.3 Umsetzung der Wanderausstellung

Die Einzelplakate im A1-Format wurden jeweils in standstabile Posterrahmen-Ständer integriert und konnten so am Ausstellungsort individuell platziert werden. Die A0-Landkreiskarte wurde laminiert und an einer normalen Stellwand angepinnt. Die Abbildungen 7.16 und 7.17 zeigen die Ausstellungsorte in Heringen und Werther.

An zwei Standorten wurden aufgrund besonderer Vor-Ort-Bedingungen Speziallösungen gesucht und gefunden. In einem leerstehenden Ladenlokal in Bleicherode und in der Stadtbibliothek Nordhausen wurden die Plakate in die Fenster gehängt, um eine Sicht- und Lesbarkeit von der Straßen- bzw. Außenseite der Gebäude zu gewährleisten (siehe Abbildung 7.18).



Abbildung 7.16: Wanderausstellung im Schloss Heringen (Foto: Klare 2020)



Abbildung 7.17: Wanderausstellung im Gemeindehaus in Werther (Foto: Klare 2020)



Abbildung 7.18: Wanderausstellung in den Fenstern eines nicht genutzten Ladengeschäftes in Bleicherode (Foto: Ruff 2020)

Die einzelnen Wanderausstellungstermine wurden über eine Pressemeldung und Anzeigen in der lokalen Presse, wie z.B. der Thüringer Allgemeinen, dem Bleicheröder Echo (siehe Abbildung 7.19) der NNZ Online (siehe Abbildung 7.20) sowie auf verschiedenen Internetseiten, z.B. des Schlossmuseums Heringen und den Internetseiten der Kommunen bekanntgegeben. Es wurde um telefonische oder schriftliche Rückmeldungen/ Anregungen unter den genannten Kontaktdaten gebeten.



Abbildung 7.19: Artikel im Bleicheröder Echo v. 30.09.2020 zur Wanderausstellung in der Innenstadt von Bleicherode. (Foto: Bleicheröder Echo 2020)

Im Zuge der Wanderausstellung wurde allen Interessierten die Möglichkeit gegeben, sich unter den angegebenen Kontaktdaten zu melden, weitere Informationen zu erhalten und Fragen zu stellen.

Auf die ausgestellten Pläne reagierten nur wenige Bürger, so dass keine aussagekräftige Auswertung möglich war.

Von der Stadt Nordhausen wurde diese Möglichkeit durch den Klimaschutzmanager Johannes Götting in Anspruch genommen. Seine Fragen wurden im Rahmen der Fortschreibung einer Online-Sitzung ausführlich beantwortet. Die Fragen wurden aus den diversen Fachgebieten der Stadt zusammengetragen und umfassten somit ein breites Fragenspektrum. Es wurden Themen zur Fernwärmeerweiterung, den Stadtraumtypen, der Methodik der Ermittlung der Stadtbäume, Starkregen sowie Flächenversiegelung angesprochen. Aus dem Gespräch mit Herrn Götting lässt sich sagen, dass die Stadt insbesondere an den angewendeten und entwickelten Methoden und deren Monitoring durch die Stadt interessiert ist.

nnz-online

HOCHSCHULE NORDHAUSEN PRÄSENTIERT IN DER STADTBIBLIOTHEK

Wanderausstellung Klima Gestaltungsplan

Mittwoch, 21. Oktober 2020, 12:26 Uhr

Im Zeitraum vom 19. Oktober bis 2. November wird in den Fenstern der Stadtbibliothek Nordhausen „Rudolf Hagebötinger“ eine Wanderausstellung der Hochschule Nordhausen und ihrem Projektpartnern, der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und dem THÜinger Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz, präsentiert...



Die Ausstellung zeigt Ergebnisse des Forschungsprojektes „Klima-Gestaltungsplan für die Stadt und den Landkreis Nordhausen“. Weitere Stationen der Wanderausstellung sind bzw. waren Werther und Becherode.

Im Projekt Klima-Gestaltungsplan vereint das Projektteam erstmals drei in der Stadtplanung bisher parallel laufende Themen in einem informellen Planungsinstrument. Die Schwerpunkte liegen auf dem Ausbau der erneuerbaren Energien, der Klimawandelanpassung und der Gestaltung von Landschaft und Ortsbildern (Raumgestaltung).

Im Nachgang zur Wanderausstellung war eine Beteiligungsveranstaltung geplant. Aufgrund der aktuellen Corona-Situation kann diese leider nicht stattfinden. Es können bei Interesse jedoch individuelle Gespräche vereinbart werden.

Das Projektteam freut sich auf Ihre Hinweise und Anmerkungen, die Sie an die zentrale Ansprechpartnerin Sarah Klare telefonisch (03631-420-741) oder per Mail (sarah.klare@hns-nordhausen.de) übermitteln können.

Abbildung 7.20: Artikel in der Neuen Nordhäuser Zeitung (NNZ-Online) v. 21.10.2020 zur Wanderausstellung in den Fenstern der Stadtbibliothek Nordhausen. (Foto: NNZ Online, 2020)

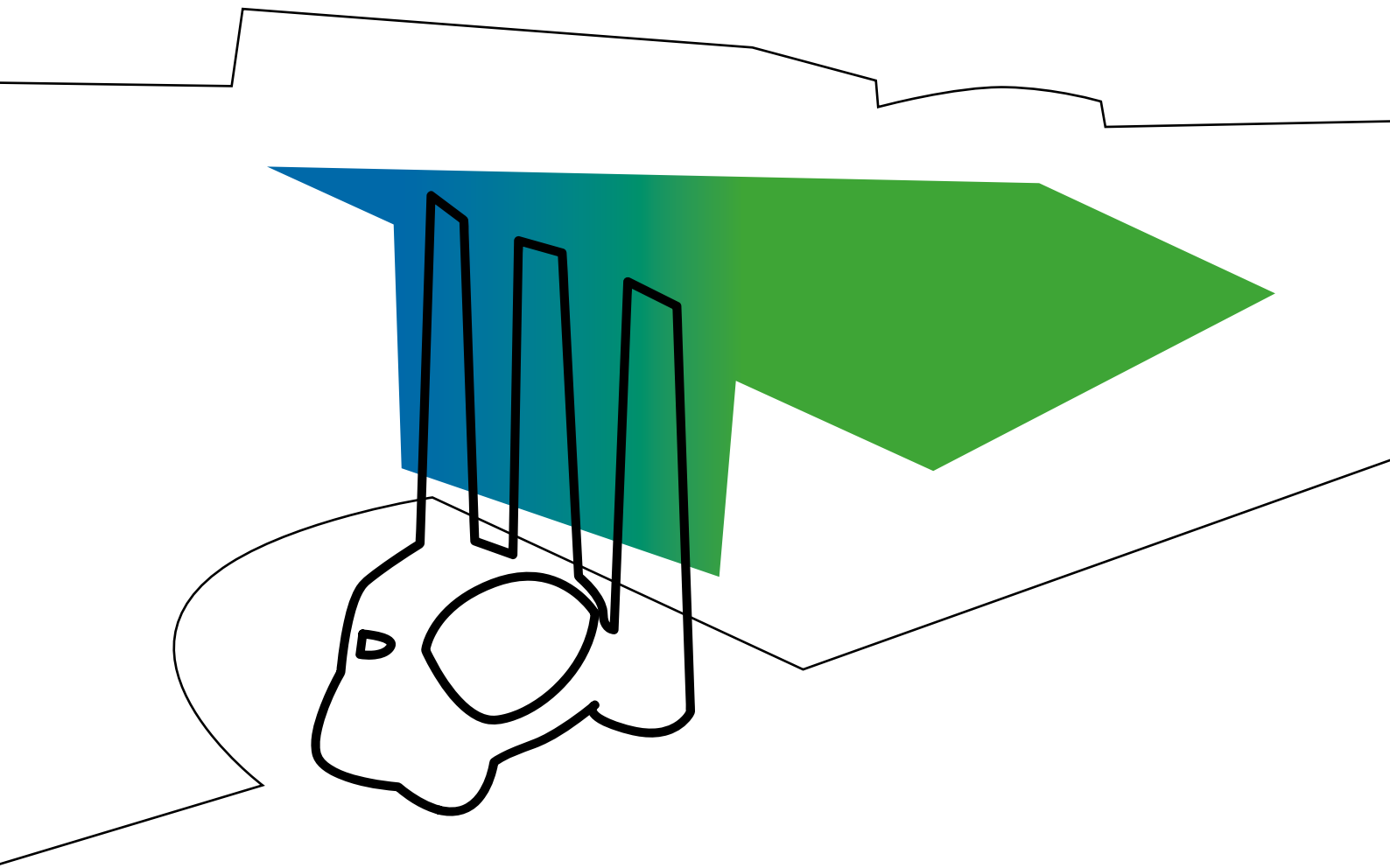
Es ist geplant, im Jahr 2021 eine Abschlussveranstaltung durchzuführen, die alle Ergebnisse zusammengefasst präsentiert und noch einmal Möglichkeiten zum Dialog mit den Akteuren sowie interessierten Bürgern gibt.

Von dieser Veranstaltung sollen u. a. zwei Impulse ausgehen,

1. dass die Kommunen im Landkreis Nordhausen sich mit der Aufstellung bzw. Weiterentwicklung ihrer Flächennutzungspläne zur Umsetzung des Klima-Gestaltungsplans befassen und
2. die Regionale Planungsgemeinschaft sich mit den Empfehlungen des Klima-Gestaltungsplans zum Regionalplan Nordthüringen bei den Arbeiten an der Novellierung des Regionalplans auseinandersetzt.

Kapitel 8

Entwurf des Klima-Gestaltungsplans



8.1 Einführung in den Klima-Gestaltungsplan

Der Klima-Gestaltungsplan ist ein informeller Entwicklungsplan, dessen Inhalte in die Abwägung formeller Planaufstellungen einfließen sollen. Auch stellt er eine Orientierung für eine Vielzahl von notwendigen Erneuerungsprozessen im Siedlungsraum und in der Landschaft dar. Damit er eine hohe und nachhaltige Wirksamkeit entfaltet, bedarf es sowohl der Beschlussfassung durch den Kreistag als auch durch die Räte der Städte Nordhausen, Ellrich und Heringen sowie durch die Gemeinderäte im Landkreis. Diesen Beschlüssen soll ein intensiver Beteiligungsprozess vorgelagert sein. Zum Klima-Gestaltungsplan gehört auch die Vorbereitung einer wiederholten Evaluation und eines laufenden Monitorings.

Der im Forschungsprojekt erarbeitete Entwurf des Klima-Gestaltungsplans setzt sich aus vier Bausteinen zusammen (siehe Abbildung 8.1):

Räumlicher Entwicklungsplan - Karten und textliche Festlegungen

Zielwerte des Klima-Gestaltungsplans für die kommunalen Verwaltungseinheiten (Klimasonnen)

Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild sowie zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel

Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen und die vorbereitende Bauleitplanung sowie für kommunale Satzungen, Festsetzungen in Bebauungsplänen und Klimavereinbarungen mit kommunalen Akteuren

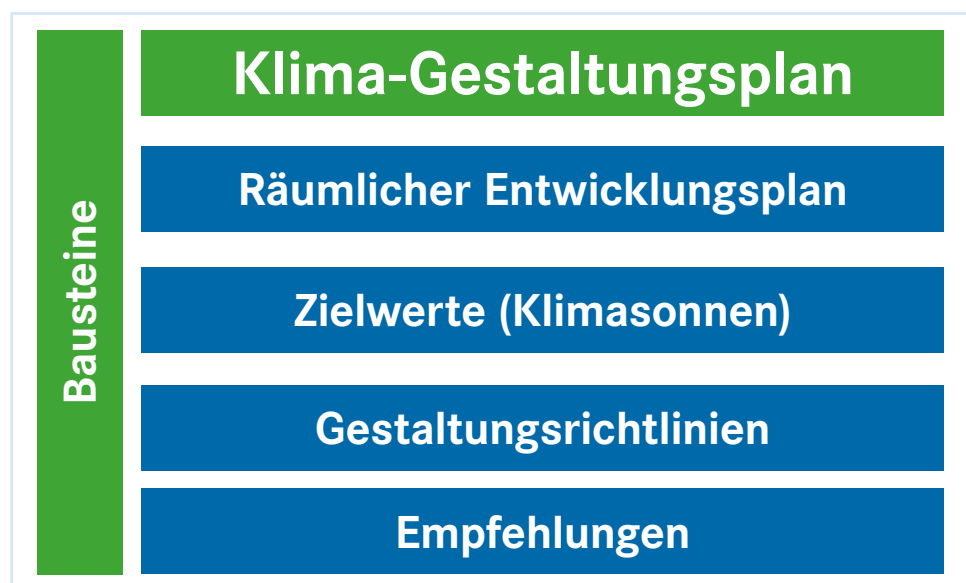


Abbildung 8.1: Bausteine des Klima-Gestaltungsplans

Der räumliche Entwicklungsplan zeigt die empfohlenen Veränderungen im Landschaftsraum sowie - soweit in der Maßstabsebene möglich - auch im Siedlungsraum, die mit den energetischen, klimatischen und raumgestalterischen Zielen für das Jahr 2050 verbunden sind. Die Karte im Maßstab 1:50.000 (A0) erlaubt die Darstellung von strukturellen Veränderungen, thematische Vertiefungen im Maßstabsbereich 1:5.000 bis 1:15.000 erfolgen beispielhaft zu folgenden Zielen:

- Landschaftliche Integration erneuerbarer Energieanlagen am Beispiel Wipperdorf
- Erosionsvermeidung und PV-Freiflächenanlagen am Beispiel Werther
- Ortsrandgestaltung durch Gehölzpflanzungen am Beispiel Großwechungen
- Grünsolarer Stadtumbau am Beispiel Nordhausen-Nord
- Energetische Nutzung stehender Gewässer am Beispiel der Kiesseen „Goldene Aue“
- Energetische Sanierung und Erosionsvermeidung am Beispiel Bleicherode

Die räumliche Planung wird durch verortete und textliche Ziele konkretisiert und in geeigneten Bereichen, vor allem in der Energieplanung, quantifiziert. Der Verortung des geplanten Ausbaus erneuerbarer Energiegewinnung für einen klimaneutralen Landkreis Nordhausen im Jahr 2050 liegt die Abstimmung mit den Zielen der Anpassung an den Klimawandel und der Raumgestaltung zu Grunde.

Die Zielwerte des Klima-Gestaltungsplans dienen als Orientierungsrahmen für die Zielerreichung. Hauptverantwortlich für die Zielerreichung ist die kommunale Selbstverwaltung im Landkreis Nordhausen, die von den Stadt- und Gemeinderäten sowie vom Kreistag getragen wird. Die Zielwerte beinhalten neben der Angabe des zu erreichenden Endzustands im Jahr 2050 die Information über die jeweilige Ausgangslage. Aus der Differenz leitet sich der Handlungsbedarf ab.

Zielwerte, die ein praktikables Monitoring erlauben, sind in einer *Klimasonne* zusammengefasst. Jeder kommunalen Verwaltungseinheit im Landkreis Nordhausen ist eine eigene Klimasonne zugeordnet. Aus ihr ergibt sich der spezifische örtliche Handlungsbedarf, der u.a. in Verbindung mit den naturräumlichen und siedlungsgeografischen Besonderheiten eines Teilraums steht.

Die Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild sowie zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel wurden in Zusammenarbeit mit einem das Forschungsvorhaben begleitenden Gestaltungsbeirat entwickelt (siehe Kapitel 8.8 und 8.9). Neben den abgestimmten Empfehlungen enthalten die Leitlinien auch Hinweise zur rechtlichen Umsetzung.

Die Empfehlungen zur Integration erneuerbarer Energien in das Landschaftsbild und in die Ortsbilder werden getrennt nach Energieträgern dargelegt:

- Biomasse (Holz aus Forst- und Landwirtschaft, Biomasse aus Landschaftspflege, Energiepflanzen)
- Windenergie (raumbedeutsame Windkraftanlagen, Windparks)
- Solarenergie (PV-Freiflächenanlagen, PV-Überdachungen, Solardächer auf Gebäuden, gebäudeintegrierte Photovoltaik).

Ergänzend gibt eine Solardach-Gestaltungsfibel für den Landkreis Nordhausen Empfehlungen zur qualitativ hochwertigen und integrierten Gestaltung von Solardächern und vermittelt positive Beispiele.

Die Leitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel geben Empfehlungen zur Bewältigung folgender Herausforderungen:

- Hitze/Wärmebelastung im Sommerhalbjahr
- zunehmende Trockenheit
- Gefährdungen durch Starkregen und Stürme.

Bei einer verstärkten Innenentwicklung sehen die Leitlinien eine Intensivierung der empfohlenen Maßnahmen vor, um klimatische Belastungen auszugleichen.

Die Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen und die vorbereitende Bauleitplanung sowie für kommunale Satzungen, u.a. Festsetzungen in Bebauungsplänen und Klimavereinbarungen mit kommunalen Akteuren, befassen sich mit den rechtlichen Möglichkeiten verschiedener öffentlicher Akteure zur Umsetzung der dargestellten Ziele.

Die Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen zum Ausbau erneuerbarer Energien enthalten konkrete Vorschläge für Grundsätze und Ziele der Raumordnung:

- zur Erweiterung der Windvorranggebiete sowie zu den Anforderungen an diese und an das Repowering in bestehenden Gebieten zur Flächenvorsorge für die solare Strom- und Wärmegewinnung im Umfang, der durch den Regionalplanentwurf 2018 vorgegeben wird
- zum Energiepflanzenanbau in erosionsgefährdeten Ackerlandgebieten sowie
- zur Waldmehrung.

Den Kommunen im Landkreis Nordhausen wird eine gemeinschaftliche Aufstellung von Flächennutzungsplänen empfohlen. Die Flächennutzungspläne sollen vor allem der Vorsorge für die Anpassung an den Klimawandel Rechnung tragen, z.B. durch die Ausweisung von ökologischen Baubeschränkungsbereichen, Waldmehrungsgebieten und Gebieten für die Dachbegrünung.

Von der Vielzahl der kommunalen Satzungen sind folgende Satzungen für den Klimaschutz, die Anpassung an den Klimawandel und die gestalterische Einbindung der vorgenannten Maßnahmenbereiche besonders relevant:

- Baumschutzsatzungen
- Entwässerungssatzungen
- Gestaltungssatzungen.

Als Festsetzungen in Bebauungsplänen werden die Flächenvorsorge für solartechnisch geeignete Dachflächen sowie in klimatisch stark belasteten Gebieten die Begrünung von Flachdächern empfohlen.

Die Bundesländer beschließen Gesetze zur Umsetzung von Klimaschutzzielen und zur Anpassung an den Klimawandel. Zum Instrumentenkasten gehören die Solarpflicht bei Gebäuden sowie das Abschließen von Klimaschutzvereinbarungen mit lokalen Akteuren.

8.2 Räumlicher Entwicklungsplan „Klima-Landschaft“

Der Landkreis Nordhausen soll im Jahr 2050 seinen Energiebedarf klimaneutral decken und dabei gleichzeitig die Belange der Anpassung an den Klimawandel und der Raumgestaltung beim energetischen Wandel berücksichtigen.

Der räumliche Entwicklungsplan „Klima-Landschaft“ setzt sich aus in Karten dargestellten Zielen sowie aus textlichen Zielen zusammen (siehe Abbildung 8.2 und Karte 8.1 im Kartenwerk). Neben den Zielen für das Gebiet des gesamten Landkreises liegen für beispielhafte Gebiete vertiefende Karten und textliche Ziele vor (siehe Kapitel 8.3).

Die Karte Räumlicher Entwicklungsplan Stadt und Landkreis Nordhausen (Karte 8.1 im Kartenwerk) zeigt für den gesamten Landkreis die für das Jahr 2050 angestrebte räumliche Verortung

- der erneuerbaren Energiegewinnung
- der Fernwärmeversorgung
- des gestalterisch wirksamen Energiepflanzenanbaus
- landschaftsgestaltender Pflanzungen
- der Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftleitbahnen
- der erosionsgefährdeten Flächen
- des Handlungsbedarfs zum Waldumbau.

Ziele sollen möglichst quantifizierbar sein, damit der Grad der Zielerreichung messbar ist. Neben der räumlichen Zuordnung der angestrebten Entwicklung werden in den folgenden Tabellen auch die hiermit verbundenen Mengen, Leistungen etc. genannt.

Die genannten Ziele im Bereich Klimaschutz ergeben sich aus den Steckbriefen für den Stadt- und Landschaftsraum (siehe Kapitel 7.6) sowie aus dem „Raumgestaltenden“ Szenario der klimaneutralen Energieversorgung (siehe Kapitel 7).

Die Ermittlung des Flächenbedarfs ist besonders für die Freiflächen in der offenen Landschaft relevant, da hier immer auch Flächenkonkurrenzen zu bestehenden Nutzungen zu berücksichtigen sind.

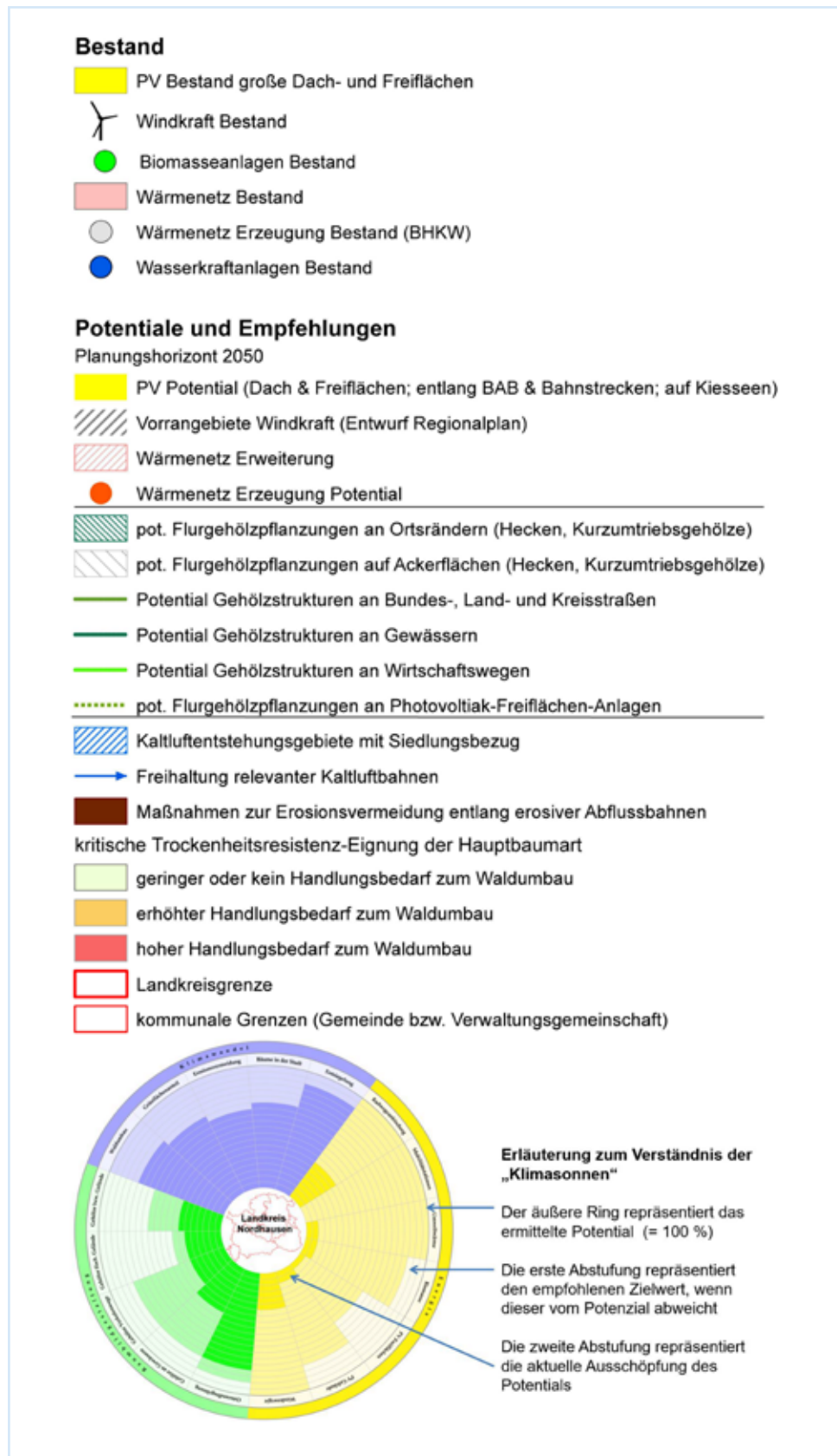


Abbildung 8.2: Legende des Klima-Gestaltungsplans für den Landkreis Nordhausen (Karte 8.1 im Kartenwerk)

Tabelle 8.1: Ziele Klimaschutz

Klimaschutz					
Teilziel	wirksam in Bezug auf	Flächenbedarf ha	Installierte Leistung MW	Jährlicher Energieertrag GWh	Signatur in Karten
Windkraft-Ausbau	Stromerzeugung	556	222	533	
Photovoltaik auf Dächern und Fassaden	Stromerzeugung	ohne	370	352	
PV auf stehenden Gewässern	Stromerzeugung	287	260	247	
PV auf Freiflächen	Stromerzeugung	389	156	148	
PV in der Überdachung von Verkehrsanlagen	Stromerzeugung	ohne	3	3	
Regenerative Ergänzung der Fernwärme	Strom- und Wärmeerzeugung	10	-	36	
Solarthermie in der Überdachung von Verkehrsanlagen	Wärmeerzeugung (Integration in Wärmenetze)	ohne	-	5	
Solarthermie auf Dächern und Fassaden	Wärmeerzeugung	ohne	-	11	ohne
Erweiterung der Fernwärmegebiete	Höherer Anteil regenerativer Wärme über Wärmenetze	ohne	-	-	
Biomasse	Wärmeerzeugung (geringfügig auch Stromerzeugung)	8.700	-	530	
		Menge/ Anzahl	Wirkung	Einsparung GWh	
Energetische Gebäudesanierung	Energieeinsparung durch Reduktion des Wärmebedarfs	jährliche Sanierungsquote 1 %	Wärmebedarf zwischen 60 und 100 kWh/(m²*a)	750	ohne
Verbreitung der Elektromobilität	Einsparung fossiler Energie	50 % Anteil batterieelektrische Fahrzeuge (BEV)	Reduktion fossiler Kraftstoffe	473	ohne
Mobilitätsstationen (Kategorien A und B)	Energieeinsparung durch Reduktion des Individualverkehrs mit PKW (MIV)	21 Stationen	verstärkte Nutzung ÖPNV, E-Mobilität und Carsharing	-	
Radwegeanbindungen	Energieeinsparung durch Reduktion des Individualverkehrs mit PKW (MIV)	84 Radwege	Reduktion MIV	-	








Tabelle 8.2: Ziele Anpassung an den Klimawandel

Ziel	wirksam in Bezug auf	Flächen Bestand ha	Flächen zusätzlich bis Zielwert ha	Flächen entsprechend Zielwert ha	Signatur in Karte
regionale und lokale Kaltluftleitbahnen erhalten	Wärmebelastung für Bevölkerung minimieren	k.A.	k.A.	k.A.	
siedlungsbezogene Kaltluftentstehungsgebiete erhalten	Wärmebelastung für Bevölkerung minimieren	k.A.	k.A.	k.A.	
Baumbestand in Siedlungsgebieten schützen und mehr	Wärmebelastung für Bevölkerung minimieren (Schatten/ Verdunstung)	ca. 20.400 Bäume	ca. 8.100 Bäume	ca. 28.500 Bäume	keine
Grünflächen in Siedlungsgebieten schützen und mehr	Wärmebelastung für Bevölkerung minimieren (Verdunstung), Versickerungsförderung	1.794	685	2.479	keine
Entsiegelung (vor allem in Siedlungsgebieten)	Versickerungsförderung Vermeidung von Starkabflüssen	2.398	255	2.653	keine
lineare Grünstrukturen im bewegten Gelände erhalten und mehr	Vermeidung erosiver Sturzfluten	191	96	287	
Waldumbau zu mehr klimaresilienten Baumbeständen	langfristiger Erhalt des Waldbestandes	14.054	4.972	19.026	

Nicht alle Ziele im Bereich der Klimaanpassung lassen sich sicher quantifizieren. Zum Beispiel ist eine scharfe Abgrenzung von Kaltluftentstehungsgebieten und Kaltluftleitbahnen nur sehr schwer möglich, so dass hier konkrete Flächenangaben eine Genauigkeit für potenzielle Planungen vortäuschen würden, die seriös nicht belegbar wäre.

Andere Ziele lassen sich durchaus quantifizieren und hier ist es deutlich einfacher möglich, den Grad der Zielerreichung zu beobachten. Die entsprechenden Angaben finden sich in der Tabelle 8.2.

Tabelle 8.3: Ziele Raumgestaltung

Raumgestaltung							
Ziel	wirksam in Bezug auf	Flächen Bestand ha	Flächen zusätzliches Potential ha	Flächen gesamt Potential ha	Bio-masse-potential t_{TM}/a	Jährlicher Energieertrag GWh/a	Signatur in Karten
Gehölzpflanzungen auf Offenlandflächen mit flachem Gelände	Strukturierung der Landschaft, Gewinnung von Biomasse	60	20	80	400	1,6	
Gehölzpflanzungen auf Offenlandflächen mit bewegtem Gelände	Strukturierung der Landschaft, Gewinnung von Biomasse	66	47	113	565	2,3	
Kurzumtriebsplantagen (KUP)	Strukturierung der Landschaft, Gewinnung von Biomasse	-	1.938	1.938	15.504	62	 
Gehölzpflanzungen an Straßen und Wegen	Strukturierung der Landschaft, Gewinnung von Biomasse	190	338	528	2.640	10,6	 
Gehölzpflanzungen entlang von Fließgewässern	Strukturierung der Landschaft, Gewinnung von Biomasse	131	135	266	1.330	5,3	

Für lineare Gehölzstrukturen an Straßen und Wegen, im Offenland und entlang von Fließgewässern wurden sowohl die Längen der bereits bestehenden Gehölzbestände als auch die Längen der potentiell zu pflanzenden Gehölze, beruhend auf den Zielwerten (vgl. Kapitel 8.4.4), ermittelt. Der Berechnung der Flächenpotentiale liegt die Annahme zu Grunde, dass die linearen Gehölzstrukturen eine durchschnittliche Breite von 5 m ohne Saum aufweisen. (TLL, 2008)

Das durch Pflege der Gehölzstrukturen gewonnene Biomassepotential wurde mit 5 t TM/ha/a (Uckert et al., zitiert Schumacher et. al, 2010) ermittelt. Kurzumtriebsplantagen sollten ergänzend zu den Gehölzen im Offenland auf 5 % der Offenlandfläche (siehe Tabelle 8.3) ebenfalls zur Strukturierung und Biomassegewinnung beitragen. Für KUPs wird ein Biomassepotential von durchschnittlich 8 t TM/ha/a (Schumacher et. al, 2010) angenommen. Der Energieinhalt von trockenem Holz beträgt ca. 5 MWh/ t_{TM} . Berücksichtigt man den Nutzungsgrad bei der Umwandlung zur Endenergie Wärme wird als Energieertrag ein Wert von 4 MWh/ t_{TM} unterstellt.

Das Gesamtpotential aus der gewonnenen Biomasse beträgt ca. 82 GWh. Damit könnte ca. 11 % des Wärmebedarfes 2050 (763 GWh) gedeckt werden.

8.3 Thematische Vertiefungen des räumlichen Entwicklungsplans in Beispiel-Gebieten

Das Zusammenwirken der drei Fachplanungen Energie, Anpassung an den Klimawandel und Raumgestaltung wird in einer näheren teilgebietsbezogenen Betrachtung deutlicher als in der Karte des gesamten Landkreises im Maßstab 1:50.000 (A0).

Wie die folgenden thematischen Vertiefungen in sechs Teilgebieten zeigen, besteht das Zusammenwirken der drei Fachplanungen vor allem in der Nutzung von Synergien und in der Erzeugung von Mehrfachnutzen sowie dem frühzeitigen Erkennen und Vermeiden von Konflikten. So lässt sich mit Energiepflanzenanbau sowohl energetisch verwertbare Biomasse gewinnen, der Landschaftsraum gliedern und Erosion der Ackerböden vermeiden. Die Begrünung von Flachdächern verbessert sowohl das Kleinklima, die Regenwasserrückhaltung und das Ortsbild als auch die Leistung der auf dem Gründach installierten Photovoltaik-Module. Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen dienen der Verbesserung des lokalen Klimas und werten das Ortsbild auf.

Die thematischen Vertiefungen im Maßstab 1:5.000 bis 1:15.000 erfolgen beispielhaft zu verschiedenen Zielen in den Kapiteln 8.3.1 bis 8.3.6.

8.3.1 Landschaftliche Integration von Erneuerbare-Energie-Anlagen am Beispiel Wipperford

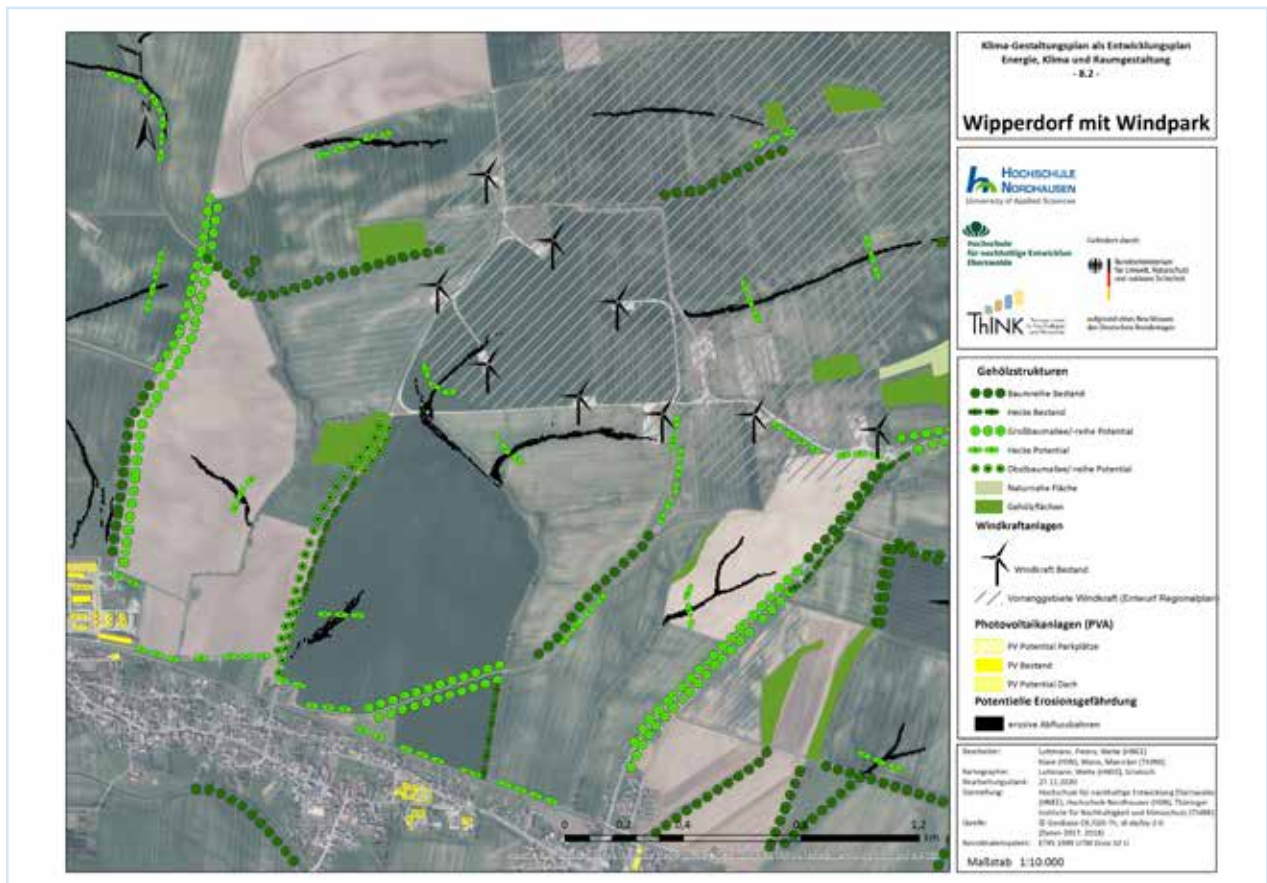


Abbildung 8.3: Wipperford mit Windpark (Karte 8.2 im Kartenwerk)

Ausgangssituation

Der Windpark Wipperdorf/Werther besteht aus neun Windkraftanlagen. Entsprechend des Entwurfs des Regionalplanes Nordthüringen ist eine Erweiterung des Vorranggebietes Windkraft vorgesehen. Am Ortsrand Wipperdorf befinden sich keine ausreichenden Gehölzstrukturen, um die Sicht auf die bestehenden Anlagen zu verschatten. Straßen, Wege und Fließgewässer sind nur zum Teil begrünt und bieten ebenfalls keine ausreichende Sichtverschattung der Windkraftanlagen. Die Offenlandflächen sind wenig strukturiert und teilweise erosionsgefährdet. Große Dachflächen öffentlicher Gebäude stehen für die Installation von Photovoltaikanlagen zur Verfügung.

Ziele des Klima-Gestaltungsplans

Landschaftliche Integration der Windkraftanlagen durch Gehölze an Ortsrändern

Gehölzpflanzungen zur Sichtverschattung von Windkraftanlagen führen an den betroffenen Ortsrändern zu einer besseren optischen Verträglichkeit und Integration der Windkraftanlagen.

Eine ergänzende Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Gehölzpflanzungen an Verkehrswegen und Fließgewässern

Großbaumalleen/-reihen, Obstbaumreihen und Heckenstrukturen an Verkehrswegen und Fließgewässern strukturieren die Landschaft, werten das Landschaftsbild optisch auf und verringern die Erosionsgefahr.

Sie wirken aus der Perspektive der Erholungssuchenden, Fahrradfahrer, Spaziergänger und Autofahrer als Sichtverschattung der Windkraftanlagen.

Eine zusätzliche Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Gehölzpflanzungen in der offenen Agrarlandschaft

Heckenstrukturen gliedern die Landschaft und werten das Landschaftsbild auf. Sie reduzieren die Winderosion und vermindern, höhenlinienparallel angelegt, die Wassererosion auf den Flächen.

Eine Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Installation von Photovoltaikanlagen auf großen Dachflächen

Große zusammenhängende Dachflächen bieten sich besonders an, um kurzfristig neue Photovoltaikanlagen zu installieren.

Auch öffentliche Parkplatzflächen bieten Potentiale und können mit Photovoltaik-Modulen überdacht werden. Das hat auch den Vorteil einer Verschattung der Parkplätze.

Verweise

Steckbrief des Landschaftsraumtyps A-R2 Ackergeprägtes Gebiete mit welligem Gelände (siehe Kapitel 7.2 und Anhang)

Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild plus Solardachfibel (siehe Kapitel 8.8)

Gestaltungsleitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (siehe Kapitel 8.9)

8.3.2 Erosionsvermeidung und PV-Freiflächenanlagen am Beispiel Werther

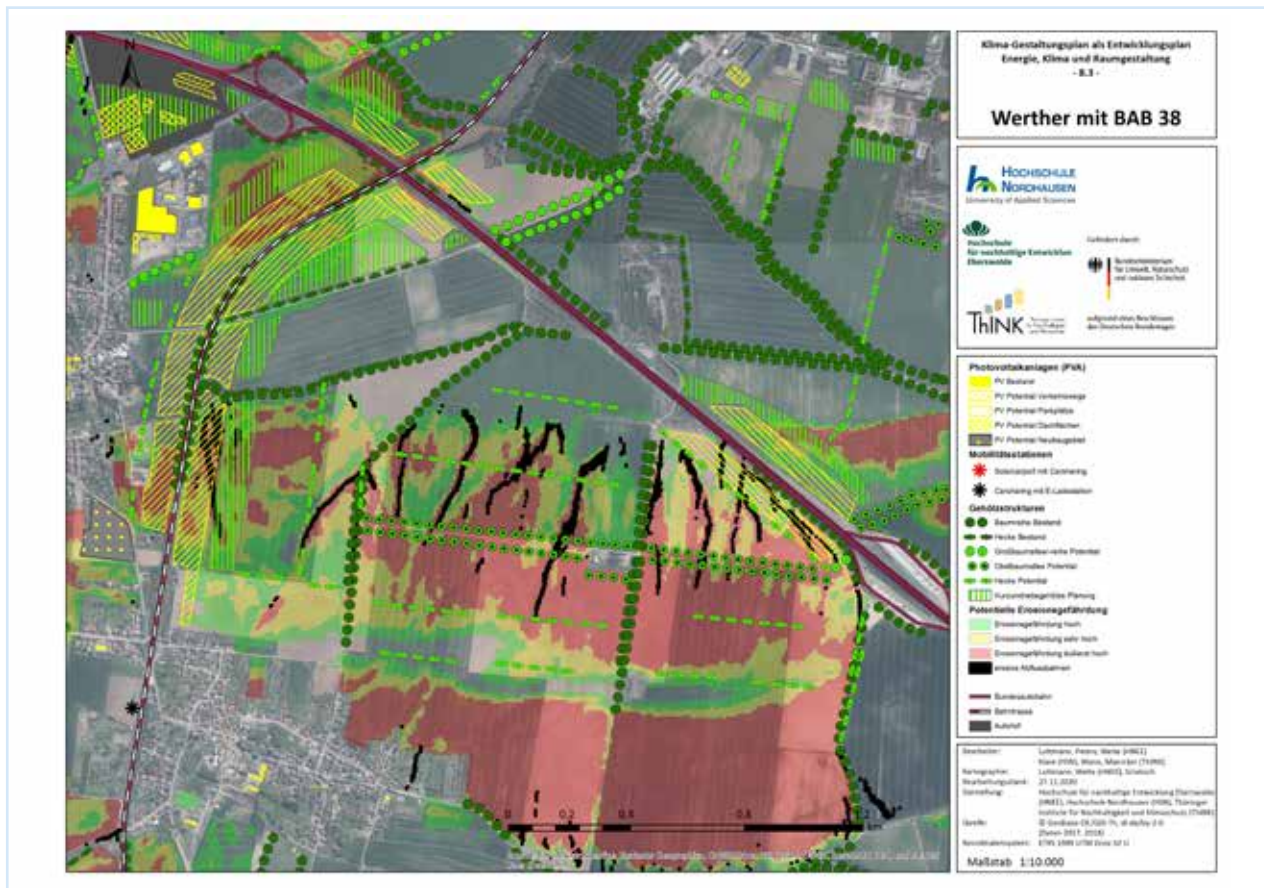


Abbildung 8.4: Werther mit BAB 38 (Karte 8.3 im Kartenwerk)

Ausgangssituation

Östlich der Ortslage Werther und der Bahntrasse sowie südlich der Bundesautobahn 38 befinden sich großflächige, ackerbaulich genutzte Offenlandflächen auf stark erosionsgefährdeten und kaum strukturierten Flächen. Erfahrungen mit flächigem Bodenabtrag und Beeinträchtigung der Infrastruktur (Autobahn) durch Sedimentablagerungen machen die Dringlichkeit von Maßnahmen deutlich.

Entlang der Bundesautobahn 38 und der Bahntrasse verlaufen nur vereinzelt Gehölzstrukturen. Alle weiteren Straßen, Wege und Fließgewässer sind zumindest zum Teil begrünt, bedürfen jedoch an einigen Stellen der Ergänzung von Gehölzstrukturen.

Die Ortsränder sind zum Großteil nicht oder nur unzureichend eingegrünt. Am Gemeinدهaus befindet sich ein Solarcarport mit Carsharing-Station. Weitere große Dachflächen gewerblich und landwirtschaftlich genutzter Gebäude stehen für die Installation von Photovoltaikanlagen zur Verfügung.

Ziele des Klima-GestaltungsplansGehölzpflanzungen in der offenen Agrarlandschaft

Heckenstrukturen gliedern die Landschaft und werten das Landschaftsbild auf. Sie reduzieren die Winderosion und vermindern, höhenlinienparallel angelegt, die Wassererosion auf den Flächen.

Eine Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Gehölzpflanzungen an Verkehrswegen und Fließgewässern

Großbaumalleen/-reihen, Obstbaumreihen und Heckenstrukturen an Verkehrswegen und Fließgewässern strukturieren die Landschaft, werten das Landschaftsbild optisch auf und verringern die Erosionsgefahr.

Sie wirken für Erholungssuchende, Fahrradfahrer, Spaziergänger und Autofahrer als Schattenspender und verbessern das landschaftliche Erleben.

Eine zusätzliche Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Landschaftliche Integration der Ortsränder durch die Pflanzung von Gehölzen

Gehölzpflanzungen in Form von Großbaum- und Obstbaumreihen sowie Heckenstrukturen an den Ortsrändern führen zu einem harmonischen Übergang und einer besseren optischen Integration der Siedlungsflächen in die Landschaft.

Eine ergänzende Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich. Kurzumtriebsplantagen können eine weitere, zukunftsweisende Möglichkeit der Kombination von Ortsrandgestaltung und Energiegewinnung sein.

Installation von Photovoltaikanlagen auf großen Dachflächen

Große zusammenhängende Dachflächen auf gewerblich genutzten Flächen bieten sich besonders an, um kurzfristig neue Photovoltaikanlagen zu installieren. Neuerschließungen von Baugebieten sollten grundsätzlich unter Berücksichtigung von Photovoltaikanlagen erfolgen.

Installation von Photovoltaikanlagen entlang der Autobahn und Bahntrasse

Großflächige Photovoltaikanlagen entlang der Bundesautobahn und der Bahntrassen dienen neben der Energieerzeugung teilweise auch als Lärmschutz für benachbarte Ortsgebiete. Kurzumtriebsplantagen fördern die gestalterische Einbindung der genannten Photovoltaikanlagen und können für die Biomassegewinnung abschnittsweise genutzt werden.

Mobilitätsstationen an zentralen Orten

Errichtung einer Mobilitätsstation am Bahnhof im Ortsteil Werther, um das Umsteigen von einem Verkehrsmittel auf ein anderes möglichst komfortabel zu gestalten und den Individualverkehr zu reduzieren.

Verweise

Steckbrief des Landschaftsraumtyps A-R2 Ackergeprägtes Gebiete mit welligem Gelände (siehe Kapitel 7.2 und Anhang)

Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild plus Solardachfibel (siehe Kapitel 8.8)

Gestaltungsleitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (siehe Kapitel 8.9)

8.3.3 Ortsrandgestaltung durch Gehölzpflanzungen am Beispiel Großwechungen

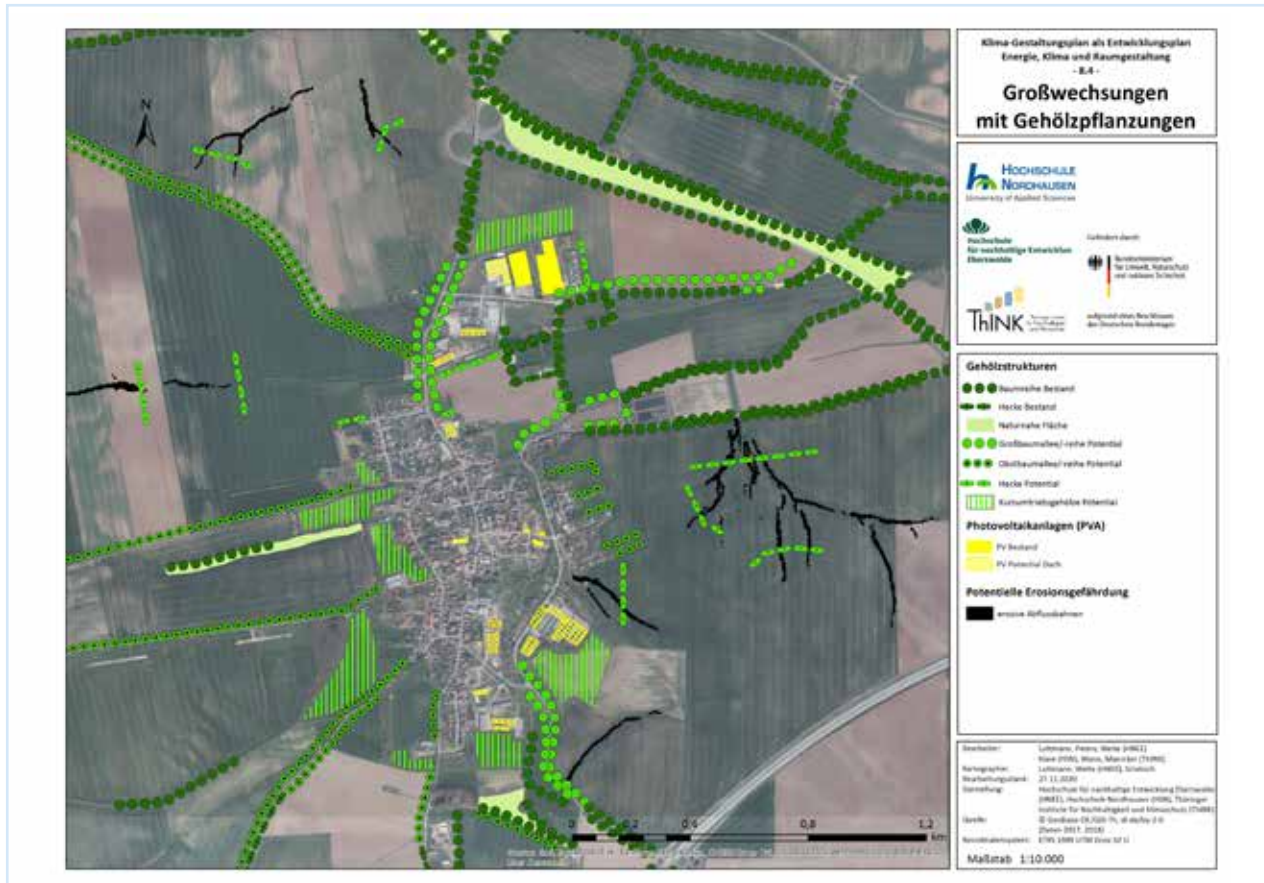


Abbildung 8.5: Großwechungen mit Gehölzpflanzungen (Karte 8.4 im Kartenwerk)

Ausgangssituation

Der Ortsteil Großwechungen gehört zur Gemeinde Werther. Die Ortsränder von Großwechungen sind zum Großteil nicht oder nur unzureichend eingegrünt. Besonders an landwirtschaftlichen Betrieben und großen Gewerbeflächen fehlen Grünstrukturen. Der Übergang zwischen Landschaft und Siedlung ist daher unharmonisch. Straßen, Wege und Fließgewässer sind nur zum Teil begrünt und dadurch unzureichend in die Landschaft integriert. Die Offenlandflächen sind wenig strukturiert und teilweise erosionsgefährdet. Auf großen Dachflächen gewerblich genutzter Gebäude sind Photovoltaikanlagen installiert. Weitere große Dachflächen gewerblich und landwirtschaftlich genutzter Gebäude stehen für die Installation von Photovoltaikanlagen zur Verfügung.

Ziele des Klima-Gestaltungsplans

Landschaftliche Integration der Ortsränder durch die Pflanzung von Gehölzen

Gehölzpflanzungen in Form von Großbaum- und Obstbaumreihen sowie Heckenstrukturen an den betroffenen Ortsrändern führen zu einem harmonischen Übergang und einer besseren optischen Integration der Siedlungsflächen in die Landschaft.

Eine ergänzende Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Kurzumtriebsplantagen dienen als weitere, zukunftsweisende Möglichkeit der Ortsrandgestaltung und gleichzeitig der Energiegewinnung.

Gehölzpflanzungen an Verkehrswegen und Fließgewässern

Großbaumalleen/-reihen, Obstbaumreihen und Heckenstrukturen an Verkehrswegen und Fließgewässern strukturieren die Landschaft, werten das Landschaftsbild optisch auf und verringern die Erosionsgefahr.

Sie wirken für Erholungssuchende, Fahrradfahrer, Spaziergänger und Autofahrer als Schattenspender und verbessern das landschaftliche Erleben.

Eine zusätzliche Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Gehölzpflanzungen in der offenen Agrarlandschaft

Heckenstrukturen gliedern die Landschaft und werten das Landschaftsbild auf. Sie reduzieren die Winderosion und vermindern, höhenlinienparallel angelegt, die Wassererosion auf den Flächen.

Eine Nutzung des energetischen Potentials aus der durch Pflege gewonnenen Biomasse ist möglich.

Installation von Photovoltaikanlagen auf großen Dachflächen

Große zusammenhängende Dachflächen auf gewerblich und landwirtschaftlich genutzten Flächen bieten sich besonders an, um kurzfristig neue Photovoltaikanlagen zu installieren.

Verweise

Steckbrief des Landschaftsraumtyps A-R2 Ackergeprägtes Gebiete mit welligem Gelände (siehe Kapitel 7.2 und Anhang)

Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild plus Solardachfibel (siehe Kapitel 8.8)

Gestaltungsleitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (siehe Kapitel 8.9)

8.3.4 Grünsolarer Stadtumbau am Beispiel Nordhausen-Nord

Ausgangssituation

Die Plattenbausiedlung am nördlichen Rand der Stadt Nordhausen entstand Anfang der achtziger Jahre. Gemeinsam mit dem Südharzkrankenhaus ist sie über die Straßenbahn an das ÖPNV-Netz sehr gut angebunden. Ein Blockheizkraftwerk speist das eigene Fernwärmenetz. Auch mit sozialer Infrastruktur, mit Einkaufsmöglichkeiten und Gastronomie ist das Quartier gut ausgestattet. Um das Wohngebiet mit einem derzeit hohen Anteil älterer Bewohner auch für jüngere Bewohnergruppen attraktiv zu machen sowie Gebäudebestände und Freiflächen an moderne Anforderungen anzupassen, hat die Stadt Nordhausen gemeinsam mit der IBA Thüringen, der Städtischen Wohnungsgesellschaft (SWG) und der WBG Südharz einen Rahmenplan für den Umbau des Quartiers erstellen lassen, der 2018 vom Stadtrat beschlossen wurde und schrittweise umgesetzt wird (IBA Thüringen, 2017).

Ziele des Klima-Gestaltungsplans

Vorsorge vor zunehmender Hitzebelastung in städtischen Bereichen

Der Kaltluftstrom in Richtung Nordhäuser Innenstadt soll gesichert werden.

Stark versiegelte Bereiche sollen entsiegelt werden, z.B. durch den Austausch der Beläge.

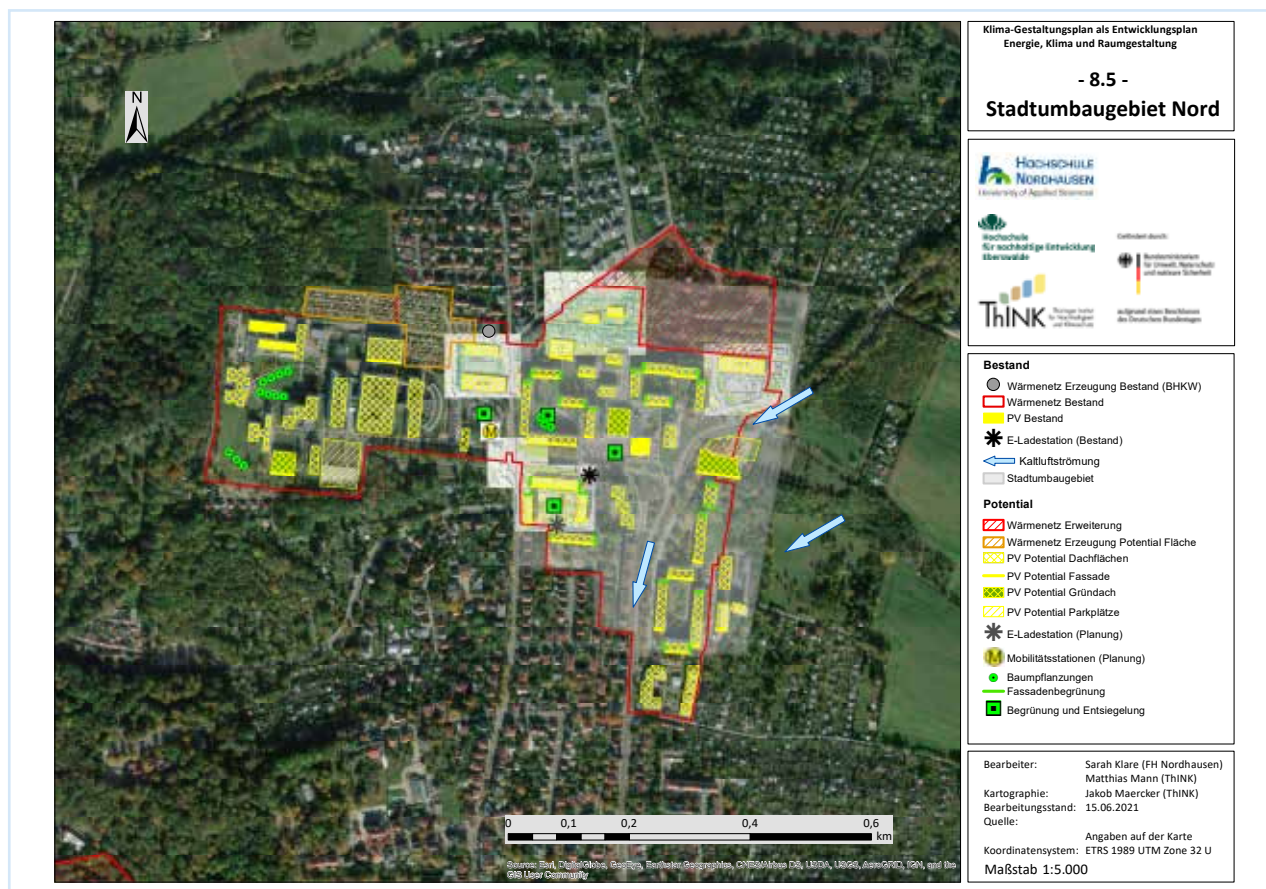


Abbildung 8.6: Stadtumbaugebiet Nord (Karte 8.5 im Kartenwerk)

Der Bestand an Großbäumen soll gepflegt und erweitert werden. Entfallende Großbäume sollen möglichst durch Neupflanzungen an gleicher Stelle oder in unmittelbarer Umgebung ersetzt werden. Ist dies tatsächlich nicht möglich, stellen Dach- und Fassadenbegrünung vertretbare Ersatzmaßnahmen dar.

Für eine klimaneutrale Energieversorgung des Quartiers im Jahr 2050

Bei anstehenden Gebäudesanierungen soll der Wärmebedarf auf $60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ gesenkt werden.

Die bestehenden Photovoltaik-Dachanlagen sollen um weitere Anlagen auf großen Dachflächen ergänzt werden, auf niedrigen Flachbauten sollen Gründächer mit Photovoltaik kombiniert werden. Fensterlose Fassaden an Hochhäusern mit Sonneneinstrahlung sollen Photovoltaik-Elemente erhalten.

Jedes Neubauvorhaben in dem Quartier soll mit Solardächern und/oder gebäudeintegrierter Solarenergie geplant und realisiert werden.

Der an den Gebäuden gewonnene Solarstrom soll den Mietern zum Eigenverbrauch günstig angeboten werden.

Öffentliche Parkplatzflächen sollen mit Photovoltaik-Modulen überdacht werden.

Das bestehende Fernwärmeversorgungsgebiet soll nach Norden (geplantes Neubaugebiet) erweitert werden.

Durch Überdachung eines Großparkplatzes mit Solarkollektoren soll der Fernwärme solare Wärme zugeführt werden.

Für eine umweltfreundliche Mobilität

Im Quartier sollen Carsharing-Plätze in Verbindung mit E-Ladestationen eingerichtet und zusätzlich weitere E-Ladestationen installiert werden.

Der bestehende Radweg entlang der Stolberger Straße soll nach Norden in Richtung Petersdorf verlängert werden.

In der Nähe der Straßenbahnhaltestelle soll eine Mobilitätsstation geschaffen werden.

Für eine Aufwertung des Stadtbildes

Die Eingrünung der Ortsränder soll ergänzt werden, z.B. durch Streuobstwiesen.

Die solaren Überdachungen von Großparkplätzen sollen zur Verschattung beitragen, gleichzeitig aber auch ein ausreichendes Maß an Transparenz aufweisen. Die Überdachungen sollen Regenwasserversickerung und Begrünungsmaßnahmen nicht ausschließen.

Solaranlagen an Fassaden und solare Überdachungen sollen anspruchsvoll gestaltet werden.

Verweise

Klimagerechte Quartiersentwicklung Nordhausen-Nord im Rahmen der IBA Thüringen, Städtebauliche Rahmenstudie 2017 (IBA Thüringen, 2017)

Steckbrief des Stadtraumtyps VII Industrieller Geschosswohnungsbau der 1970/1980er Jahre (siehe Kapitel 7.2 und Anhang)

Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild plus Solardachfibel (siehe Kapitel 8.8)

Gestaltungsleitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (siehe Kapitel 8.9)

8.3.5 Energetische Nutzung stehender Gewässer am Beispiel der Kieseen „Goldene Aue“

Ausgangssituation

Auf dem Weg zu einem klimaneutralen Landkreis Nordhausen kann die Nutzung der stehenden Gewässer der Goldenen Aue als Standorte für PV-Freiflächenanlagen einen wesentlichen Beitrag zur Erzeugung regenerativer Energie und zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes der Stadt und des Landkreises leisten. Voraussetzung hierfür ist, dass ein Kompromiss zwischen dem Naturschutz und der Wasserwirtschaft auf der einen und der Genehmigung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie auf der anderen Seite gefunden wird. Der Entwurf des Regionalplans Nordthüringen legt bei erneuerbarer Energie besonderes Gewicht auf dezentrale und verbrauchernahe Erzeugerstandorte. Auf nicht mehr genutzten, durch Kiesabbau entstandenen, größeren Wasserflächen sollen großflächige Photovoltaikanlagen realisiert werden, auch um durch eine Konzentration von raumbedeutsamen Photovoltaikanlagen eine Konkurrenz mit freiraumrelevanten Flächennutzungen zu vermeiden. Gleichzeitig sieht der Plan vor, dass Vorranggebiete für die Rohstoffsicherung und -gewinnung nach der Nutzung als Vorbehaltsgebiete für eine touristische Nutzung ausgewiesen werden, wenn diese Nutzung keiner anderen Nutzungsart widerspricht.

Der Flächennutzungsplan Nordhausen bestimmt das Gebiet der Kieselseen als Vorhaltegebiete für eine vorrangige Nutzung für touristische Aktivitäten. Er weist Sonderbauflächen für Wochenend-, Ferienhaus- und Campingplatzgebiete aus.

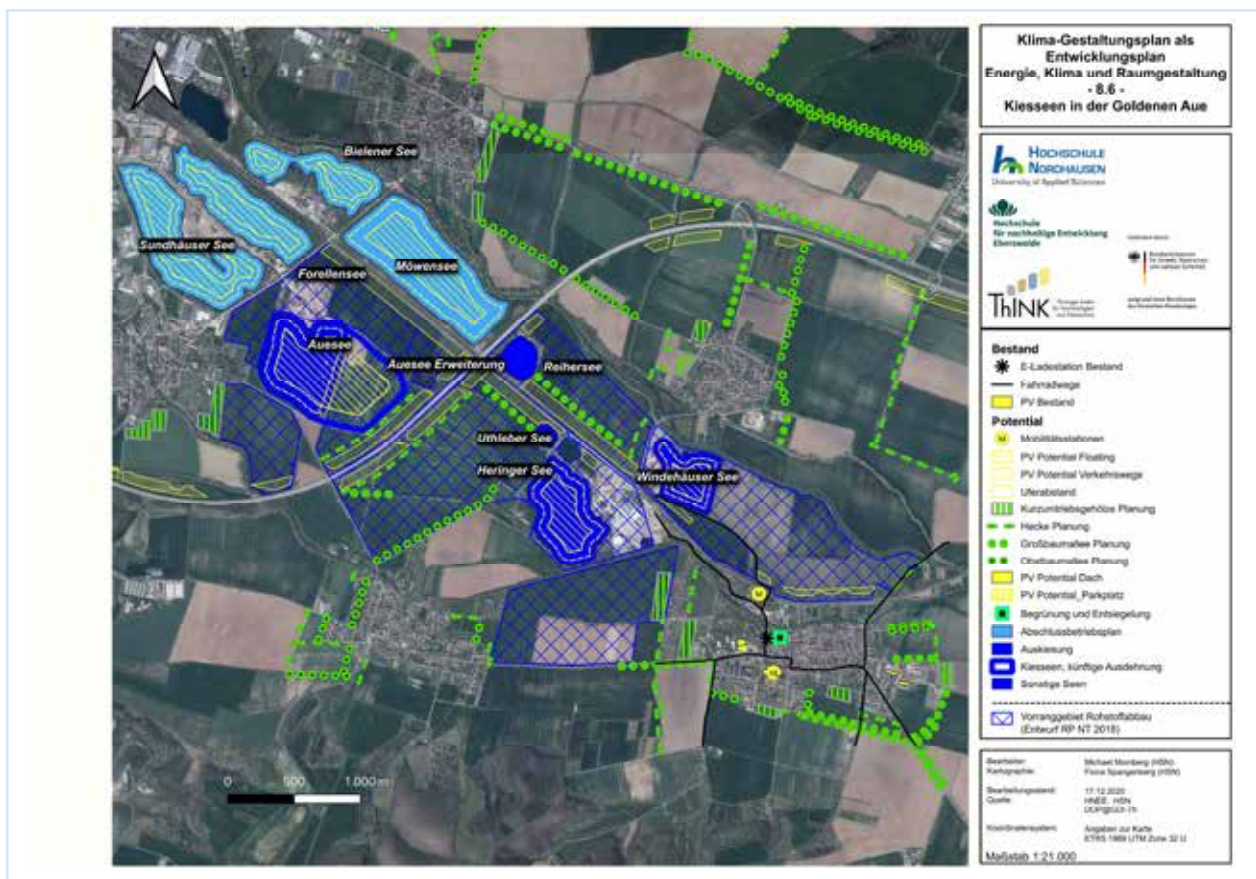


Abbildung 8.7: Kieselseen in der Goldenen Aue (Karte 8.6 im Kartenwerk)

Ziele des Klima-Gestaltungsplans

Für eine klimaneutrale Energieversorgung des Landkreises Nordhausen im Jahr 2050
Der Klima-Gestaltungsplan sieht eine Nutzung von 50 Prozent der definierten Potentialflächen auf den Seen für PV-Anlagen vor.

Einbezogen werden folgende bereits bestehende Kieselseen mit einer Gesamtwasserfläche von 251 ha:

- Möwensee
- Forellensee
- Sundhäuser See
- Windehäuser See
- Auensee
- Heringer See.

Das Gebiet der Kieselseen der Goldenen Aue liegt in einem Vorranggebiet für die Rohstoffgewinnung, in dem weitere Auskiesungen mit der Folgenutzung von Kieselseen erfolgen werden.

Dieses Vorranggebiet bietet während seiner Nutzung zur Rohstoffgewinnung und auch nach erfolgter Auskiesung ebenfalls Potentialflächen für die Nutzung durch PV-Anlagen. Diese Potentialflächen haben eine Ausdehnung von 567 ha. Insgesamt bieten die bestehenden und künftigen Kiesseen eine potentielle Fläche von 818 ha, deren teilweise Nutzung für die Gewinnung von erneuerbarem Strom aus PV-Anlagen für notwendig erachtet wird, um die Klimaziele des Landkreises bis zum Jahr 2050 erreichen zu können.

Die Beschränkung auf 50 Prozent der Potentialflächen ist der Abwägung mit Belangen des Naturschutzes und der Naherholung und des Tourismus geschuldet. Der Gestaltungsbeirat ist der Auffassung, dass die Nutzung der Kiesgewässer für schwimmende Photovoltaik grundsätzlich mit den Zielen des Naturschutzes vereinbar sein muss.

Der Gestaltungsbeirat empfiehlt, in einem Pilotprojekt sowohl naturnahe Einbindungen der Anlagen, z.B. in Schilfinseln, als auch künstlerische Inszenierungen mit touristischem Mehrwert zu erproben. Er schlägt hierfür die Durchführung eines Wettbewerbs vor.

Verweise

Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild plus Solardachfibel (siehe Kapitel 8.8)

Entwurf des Regionalplans Nordthüringen 2018

8.3.6 Energetische Sanierung und Erosionsvermeidung am Beispiel Bleicherode

Ausgangssituation

Die fast 900 Jahre alte Stadt Bleicherode (heute ca. 10.300 Einwohner) liegt an den Bleicheröder Bergen zwischen Harz, Hainleite und Goldener Aue. Die historische Altstadt mit ihren vielen Fachwerkhäusern steht unter Denkmalschutz, zum einen als Denkmalensemble, zum anderen mit Einzeldenkmälern. Die Altstadt leidet unter Leerständen. Der Kalibergbau hat Halden, Brachflächen und Rückstandsseen hinterlassen. Die Ackerflächen des Nordthüringer Hügellandes sind teilweise erosionsgefährdet. Die Stadt ist über die Bahnlinie Halle – Kassel auch an das Mittelzentrum Nordhausen angebunden. Der Bahnhof Bleicherode-Ost befindet sich in einer Randlage der Stadt.

Ziele des Klima-Gestaltungsplans

Einbindung in die Landschaft und Vorsorge vor zunehmender Erosionsgefährdung

Auf Ackerflächen am Ortsrand sollen Kurzumtriebsplantagen angelegt und energetisch bewirtschaftet werden, welche die Erosionsgefahr vermindern und zur Gestaltung der Ortsränder beitragen.

Entlang landwirtschaftlicher Wege und Straßen sollen Obstbaumalleen gepflanzt werden. Ackerflächen sollen durch Hecken gegliedert bzw. vor Winderosion geschützt werden.

Vorsorge vor zunehmender Hitzebelastung in städtischen Bereichen

Stark versiegelte Bereiche sollen entsiegelt werden, z.B. durch den Austausch der Beläge. Der Bestand an Großbäumen soll gepflegt und erweitert werden. Entfallende Großbäume sollen möglichst durch Neupflanzungen an gleicher Stelle oder in unmittelbarer Umgebung ersetzt werden.

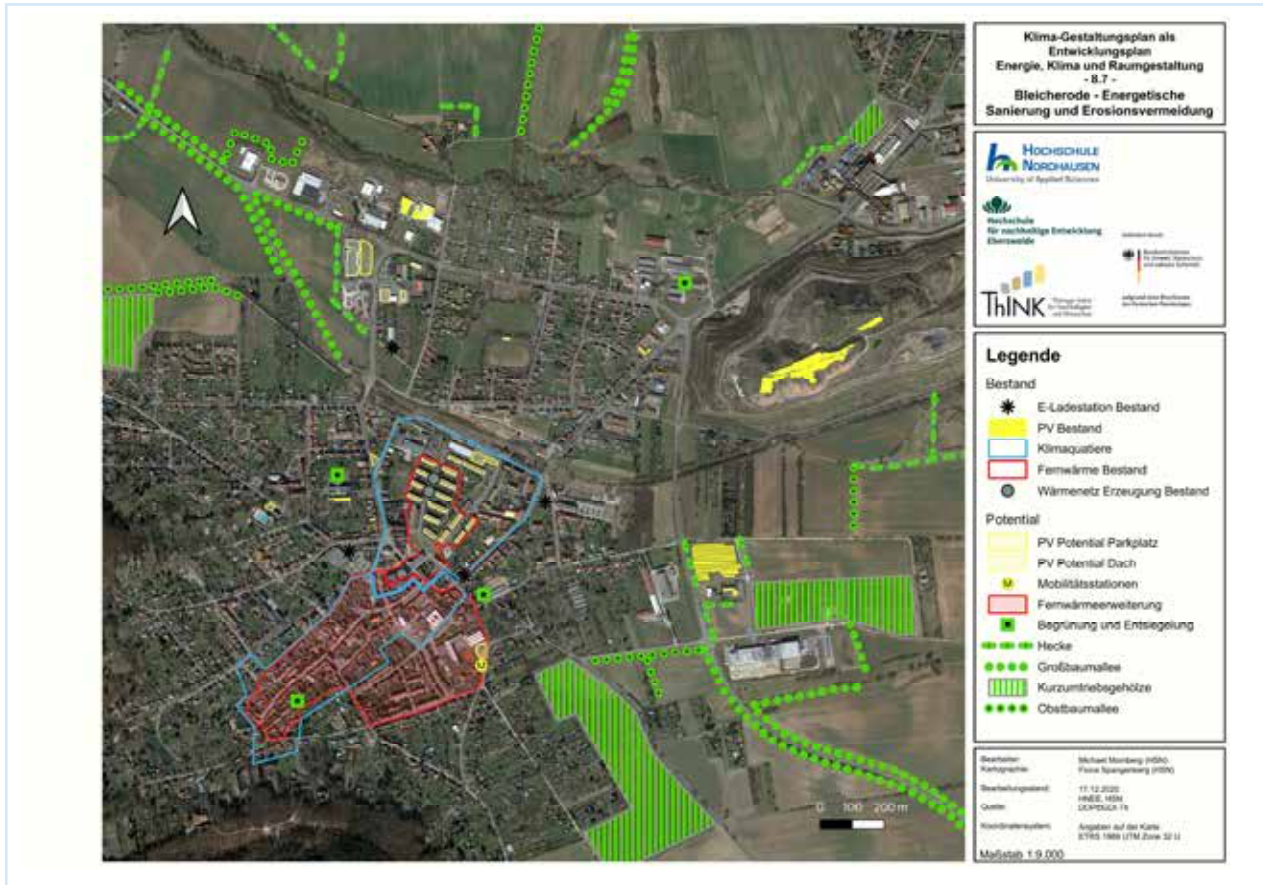


Abbildung 8.8: Bleicherode - Energetische Sanierung und Erosionsvermeidung (Karte 8.7 im Kartenwerk)

Ist dies tatsächlich nicht möglich, stellen Dach- und Fassadenbegrünung vertretbare Ersatzmaßnahmen dar.

Erhalt und Umbau der Fachwerk-Quartiere

Leerstehende Fachwerkhäuser sollen zu größeren Einheiten zusammengefasst und überwiegend einer Wohnnutzung zugeführt werden.

Im Gebiet der historischen Altstadt sollen Solaranlagen nur unter sorgfältiger Berücksichtigung des Stadtbildes zum Einsatz kommen.

Klimaneutrale Energieversorgung im Jahr 2050

Bei anstehenden Gebäudesanierungen soll der Wärmebedarf auf $60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, im Bereich der historischen Altstadt auf $100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ gesenkt werden.

Das bestehende Fernwärmeversorgungsgebiet soll um das Gebiet der historischen Altstadt erweitert werden.

Die bestehenden Photovoltaik-Dachanlagen sollen um weitere Anlagen auf großen Dachflächen ergänzt werden, auf niedrigen Flachbauten sollen Gründächer mit Photovoltaik kombiniert werden.

Jedes Neubauvorhaben in dem Quartier soll mit Solardächern und/oder gebäudeintegrierter Solarenergie geplant und realisiert werden.

Der an den Gebäuden gewonnene Solarstrom soll den Mietern zum Eigenverbrauch günstig angeboten werden.

Größere öffentliche Parkplatzflächen sollen mit Photovoltaik-Modulen überdacht werden.

Für eine umweltfreundliche Mobilität

Im Stadtzentrum sollen Carsharing-Plätze in Verbindung mit E-Ladestationen eingerichtet und im übrigen Stadtgebiet zusätzlich weitere E-Ladestationen installiert werden. Vom Stadtzentrum soll eine Radwegeverbindung nach Nordhausen geschaffen werden. Am Bahnhof Bleicherode-Ost und im Stadtzentrum soll jeweils eine Mobilitätsstation mit Umsteigeoptionen zwischen mehreren Verkehrsmitteln geschaffen werden.

Verweise

Integriertes Energetisches Quartierskonzept „Nördliche Kernstadt“ Bleicherode (DSK, 2016)

Integriertes Energetisches Quartierskonzept „KlimaQuartier Stadtkern“ Bleicherode (DSK, 2015)

Steckbrief des Stadtraumtyps I Altstädte/Dorfkerne (siehe Kapitel 7.2 und Anhang)

Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild plus Solardachfibel (siehe Kapitel 8.8)

Gestaltungsleitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (siehe Kapitel 8.9)

8.4 Zielwerte des Klima-Gestaltungsplans

Im Kapitel 7.2 wurden die Auswahl der Zielwerte und die Methodik der Klimasonne vorgestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Kennzahlen jeweils mit dem eigentlichen Zielwert, dem Konzept und methodischen Vorgehen, den Datengrundlagen sowie dem aktuellen Ergebnis im Untersuchungsraum erläutert. Der in der Visualisierung „Klimasonne“ verwendete Kurztext steht in Klammern.

8.4.1 Zielwerte im Bereich Energie und Mobilität

Stromerzeugung aus Windkraft (Windenergie)

Zielwert: Auf 100 % der Potentialflächen (Windvorranggebiete) sind Windkraftanlagen (WKA) errichtet.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Der Zielwert entspricht dem Potential. Das Potential ist aus den Windvorrangflächen im Entwurf des Regionalplanes für Nordthüringen 2018 abgeleitet. Es wird davon ausgegangen, dass 2050 sowohl auf den Bestandsflächen (Repowering) als auch den zusätzlichen Flächen WKA nach dem Stand der Technik installiert werden.

Zielwert und Kennzahl werden nicht für die einzelnen politischen Gemeinden ermittelt, sondern nur für den Landkreis dargestellt, da eine einzelne Gemeinde nur begrenzte Möglichkeiten hat, den Windkraftausbau eigenverantwortlich zu gestalten. Messgröße für Potential, Ist- und Zielwert ist die Stromerzeugung in Gigawattstunden pro Jahr (GWh/a).

Datengrundlage: Istwerte werden durch Netzbetreiber auf Anfrage zur Verfügung gestellt. Eine weitere Datenquelle ist das bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) geführte Marktstammdatenregister (MaStR). Das MaStR liefert allerdings nur die installierte Leistung ¹.

Ergebnis: Aktuell nutzt der Landkreis Nordhausen sein Potential bzw. erreicht den Zielwert zu 28 % (Tabelle 8.5).

Tabelle 8.5: Potential, Ziel- und Istwert Windkraft (nur Landkreis)

Landkreis Nordhausen		
Potential	533 GWh	
Zielwert	533 GWh	
Istwert	150 GWh	28 %

¹ Das MaStR ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes noch lücken- und fehlerhaft. Mit Stand vom 08. Juni 2020 sind hier 28 WKA mit einer installierten Leistung von 67,9 MW angegeben. Recherchen der Autoren ergeben allerdings 33 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 82,2 MW. Für die Kennzahlermittlung wurde der reale höhere Wert verwendet.

² Ebenfalls im PV-Bereich zeigt das MaStR aktuell noch Schwächen. Zum Beispiel gibt der Stromnetzbetreiber Nordhausen Netz GmbH für das Stadtgebiet Nordhausen eine installierte PV-Leistung von 25,66 MW_p an. Das MaStR erfasst für den selben Netzbereich und etwa gleichen Zeitpunkt 20,69 MW_p. Es ist allerdings zu erwarten, dass die Erfassungsqualität zeitnah verbessert wird. Deshalb empfehlen die Autoren die Nutzung dieser Quelle.

Stromerzeugung von PV-Anlagen an Gebäuden (PV Gebäude)

Zielwert: Auf 80 % der Potentialflächen an und auf Gebäuden sind PV-Anlagen installiert.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Die Potentialflächen umfassen Dächer und Fassaden von Gebäuden. Dies sind sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäude. Die mit PV-Anlagen belegbaren Flächen werden mit der STEM-Methodik ermittelt (vgl. Kap. 5.1).

Aus den ermittelten Flächen werden unter Berücksichtigung des spezifischen Flächenbedarfes von PV-Anlagen (6 m²/kW_p im Jahr 2050) die Potenziale des jeweiligen Stadtraumtyps und über die Summe aller Stadtraumtypen die Potenziale des gesamten Betrachtungsraumes ermittelt. Für die Potentialermittlung wird unterstellt, dass die heute ermittelten Flächen auch im Jahr 2050 Bestand haben.

Messgröße für Potential, Ist- und Zielwert ist die installierte (installierbare) PV-Leistung in MW_p.

Datengrundlage: Die Istwerte für die installierte Leistung von PV-Anlagen auf und an Gebäuden liefert das MaStR ². Von dort können mit Hilfe von Filtern (Suche über Gemeindefname, Gemeindefschlüssel-Nr. oder PLZ) gemeindefscharfe Daten exportiert werden. Die Werte können ebenfalls durch den Stromnetzbetreiber auf Anfrage zur Verfügung gestellt.

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.6 dargestellt. Die Potentialausnutzung liegt gegenwärtig zwischen 2 % (Sollstedt) und 20 % (Hohenstein). Der Landkreiswert liegt bei 5 %.

Tabelle 8.6: Potential, Ziel- und Istwert PV-Anlagen an Gebäuden

Bleicherode	MW _p	Ergebnis	Nordhausen	MW _p	Ergebnis
Potential	101		Potential	200	
Zielwert	81		Zielwert	160	
Istwert	3	3 %	Istwert	10	5 %
Ellrich			Sollstedt		
Potential	27		Potential	19	
Zielwert	21		Zielwert	15	
Istwert	2	7 %	Istwert	0,4	2 %
Harztor			Werther		
Potential	43		Potential	21	
Zielwert	35		Zielwert	17	
Istwert	2	4 %	Istwert	3	12 %
Heringen					
Potential	32				
Zielwert	25				
Istwert	2	5 %			
Hohenstein			Landkreis Nordhausen		
Potential	20		Potential	463	
Zielwert	16		Zielwert	370	
Istwert	4	20 %	Istwert	24	5 %

Stromerzeugung von PV-Anlagen auf Freiflächen inkl. Gewässern (PV Freiflächen)

Zielwert: Auf 80 % der Potentialflächen für Freiflächen und 50 % der Potentialflächen auf Gewässern sind PV-Anlagen installiert.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Die Potentialflächen umfassen Freiflächen, wie Konversionsflächen (Halden, Deponien etc.), Randstreifen von Verkehrsflächen und Gewässerflächen (im Wesentlichen Kiesseen).

Der Zielwert setzt sich aus Teilzielwerten zusammen. Diese unterscheiden sich für verschiedene Potentialflächentypen. Begründet ist dies damit, dass je Flächentyp sowohl unterschiedliche Nutzungsfaktoren (z.B. 50 % der Gewässerfläche und 80 % der Randstreifen der Verkehrswege) angestrebt werden, als auch - technologisch bedingt - sich unterschiedliche Flächenbedarfe je installierter PV-Modulleistung ergeben. Im Einzelnen sind die Annahmen im Kapitel 7.1 und in Tabelle 7.3 Stellschrauben Photovoltaik beschrieben. Im Mittel entspricht der Zielwert für den gesamten Landkreis Nordhausen einer 60 %-igen Nutzung aller Potentialflächen.

Messgröße für Potential, Ist- und Zielwert ist die installierte (installierbare) PV-Leistung in MW_p.

Datengrundlage: Die Istwerte für die installierte Leistung von PV-Anlagen auf Freiflächen liefert das MaStR. Die Werte können ebenfalls durch den Stromnetzbetreiber auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.7 dargestellt. Die Potentialausnutzung liegt gegenwärtig zwischen 0 % (Heringen und Hohenstein) und 38 % (Ellrich). Der Landkreiswert liegt bei 4 %.

Tabelle 8.7: Potential, Ziel- und Istwert PV-Anlagen auf Freiflächen

Bleicherode	MW _p	Ergebnis	Nordhausen	MW _p	Ergebnis
Potential	60		Potential	128	
Zielwert	48		Zielwert	76	
Istwert	6	11 %	Istwert	12	9 %
Ellrich			Sollstedt		
Potential	8		Potential	20	
Zielwert	6		Zielwert	16	
Istwert	3	38 %	Istwert	3	15 %
Harztor			Werther		
Potential	6		Potential	30	
Zielwert	5		Zielwert	24	
Istwert	1	19 %	Istwert	2	5 %
Heringen					
Potential	463				
Zielwert	241				
Istwert	0	0 %			
Hohenstein			Landkreis Nordhausen		
Potential	0		Potential	715	
Zielwert	0		Zielwert	416	
Istwert	0	0 %	Istwert	27	4 %

Wärmeerzeugung aus Biomasse (Biomasse)

³ Aus Biomasse kann auch Strom erzeugt werden. Dies hängt vom gewählten Technologiepfad ab. Die Stromerzeugung geht nicht in die Kennzahl ein, wird aber in der Gesamtbetrachtung berücksichtigt.

Zielwert: Auf 20 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen werden Energiepflanzen angebaut. Darüber hinaus werden jeweils 50 % des Aufkommens an Waldrestholz und Stroh für die lokale Wärmeerzeugung ³ genutzt.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Für die Ermittlung dieser Kennzahl werden die dominierenden (> 90 %) Quellen für Biomasse: Waldrestholz, Energiepflanzen inkl. KUPs und Stroh betrachtet.

Die weiteren Biomassequellen, wie Landschaftspflegeholz, Grünabfall, Speise- und Lebensmittelreste, Klärschlamm etc. werden in der Kennzahl nicht berücksichtigt.

Gründe dafür sind, daß eine Fortschreibung bzw. ein Monitoring mit einem extremen Aufwand verbunden sind, aber auch weil nicht durchgängig eine lokale Nutzung gegeben ist. In der Gesamtbetrachtung der Energiepotentiale sind diese Quellen miterfasst. Für jeden Betrachtungsraum (Verwaltungseinheit) wurden die Wald- und Landwirtschaftsflächen ermittelt und mit den bereits in Kapitel 5 angegebenen Energieerträgen verknüpft. Messgröße für Potential, Ist- und Zielwert ist die Wärmeerzeugung in GWh/a.

Datengrundlage: Die Ermittlung der Istwerte basiert auf Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger sowie Angaben von Wärmenetzbetreibern und Agrarunternehmen. Die Datenermittlung ist nicht etabliert und zudem aufwendiger als bei vorstehenden Kennwerten.

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.8 dargestellt. Die Potentialausnutzung liegt gegenwärtig zwischen 7 % (Hohenstein) und 24 % (Nordhausen). Der Landkreiswert liegt bei 13 %.

Tabelle 8.8: Potential, Ziel- und Istwert für Wärmeerzeugung aus Biomasse

Bleicherode	GWh	Ergebnis	Nordhausen	GWh	Ergebnis
Potential	172		Potential	91	
Zielwert	128		Zielwert	69	
Istwert	19	11 %	Istwert	22	24 %
Ellrich			Sollstedt		
Potential	45		Potential	19	
Zielwert	32		Zielwert	13	
Istwert	7	16 %	Istwert	3	14 %
Harztor			Werther		
Potential	59		Potential	77	
Zielwert	39		Zielwert	58	
Istwert	9	15 %	Istwert	7	10 %
Heringen					
Potential	102				
Zielwert	77				
Istwert	9	8 %			
Hohenstein			Landkreis Nordhausen		
Potential	66		Potential	631	
Zielwert	50		Zielwert	467	
Istwert	5	7 %	Istwert	80	13 %

Wärmeerzeugung aus Umweltwärme (Umweltwärme)

Zielwert: 2050 werden 15 % des Wärmebedarfes mittels Wärmepumpen (WP) aus Umweltwärme gedeckt.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Die Kennzahl bezieht sich auf WP-beheizte Gebäude, die als Wärmequellen Umweltwärme (Luft, oberflächennahe Geothermie, Grundwasser) nutzen.

Die Potentiale aus Abwärme, Abwasserwärme sowie Oberflächenwasser sind nicht Bestandteil der Kennzahl. Diese Potentiale werden vorrangig für Wärmenetze genutzt.

Das Potential der oben beschriebenen Wärmepumpenanwendungen zur Deckung des gesamten Wärmebedarfes 2050 beträgt 15 % und wurde über Annahmen zu Anzahl, Leistung und jährlicher Benutzungsdauer von WP-Anlagen definiert. Kernannahme ist, dass die sich Anzahl der WP um den Faktor 12 gegenüber dem Iststand erhöhen wird. Die Autoren folgen hierbei Annahmen, die auch in aktuellen Studien verwendet werden (dena, 2017; Prognos u.a., 2020).

Der Zielwert entspricht dem Potential. Die Messgröße ist die Wärmeerzeugung in GWh/a.

Datengrundlage: Für die Ermittlung der Wärmeerzeugung sind die Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger (Anzahl, installierte Leistung) und Daten der Stromnetzbetreiber (Stromverbrauch im Wärmepumpentarif) zu verknüpfen.

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.9 dargestellt. Die Potentialausnutzung liegt gegenwärtig im Landkreis durchgängig bei 9 %. Die fehlende Differenzierung zwischen den Gemeinden ist der aktuell mangelhaften Datengrundlage geschuldet.

Tabelle 8.9: Potential, Ziel- und Istwert für Wärmeerzeugung aus Umweltwärme

Bleicherode	GWh	Ergebnis	Nordhausen	GWh	Ergebnis
Potential	16		Potential	66	
Zielwert	16		Zielwert	66	
Istwert	1	9 %	Istwert	6	9 %
Ellrich			Sollstedt		
Potential	6		Potential	3	
Zielwert	6		Zielwert	3	
Istwert	1	9 %	Istwert	0,3	9 %
Harztor			Werther		
Potential	9		Potential	4	
Zielwert	9		Zielwert	3	
Istwert	1	9 %	Istwert	0,3	8 %
Heringen					
Potential	8				
Zielwert	8				
Istwert	1	9 %			
Hohenstein			Landkreis Nordhausen		
Potential	3		Potential	115	
Zielwert	3		Zielwert	115	
Istwert	0,2	8 %	Istwert	10	9 %

Einrichtung von Mobilitätsstationen (Mobilitätsstationen)

Zielwert: Die wesentlichen Orte des Landkreises sollen mit Mobilitätsstationen ausgestattet werden. Vorgesehen sind Stationen an Bahnhöfen und Schulen. Der Zielwert entspricht dem Potentialwert.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Um einen nennenswerten Umstieg der Bevölkerung auf nachhaltige Verkehrsträger wie Bahn, Bus, Straßenbahn, Elektroauto, Fahrrad, E-Bike usw. zu beschleunigen und den Umstieg zwischen diesen Verkehrsträgern zu erleichtern bzw. überhaupt erst zu ermöglichen, ist die Einrichtung von Mobilitätsstationen in möglichst vielen Ortschaften erforderlich. Dafür bieten sich in erster Linie vorhandene Bahnstationen und Schulen, die klassische Ziele von Mobilitätsbewegungen sind, an.

Datengrundlage: Die Grundschulen und Bahnhöfe des Landkreises wurden über Karten aus dem Internet identifiziert und festgelegt.

Ergebnis: Die Ergebnisse zeigt Tabelle 8.10. Aktuell existieren keine Mobilitätsstationen, die den im Kapitel 5.4.3 beschriebenen Anforderungen genügen.

Tabelle 8.10: Potential, Ziel- und Istwert für Mobilitätsstationen

Bleicherode	Anzahl	Typ	Ergebnis	Nordhausen	Anzahl	Typ	Ergebnis
Potential	8	A+ B		Potential	9	A + B	
Zielwert	8	A+ B		Zielwert	9	A + B	
Istwert	0		0 %	Istwert	0		0 %
Ellrich				Sollstedt			
Potential	3	A+ B		Potential	1	B	
Zielwert	3	A+ B		Zielwert	1	B	
Istwert	0		0 %	Istwert	0		0 %
Harztor				Werther			
Potential	5	B		Potential	2	B	
Zielwert	5	B		Zielwert	2	B	
Istwert	0		0 %	Istwert	0		0 %
Heringen							
Potential	5	A+ B					
Zielwert	5	A+ B					
Istwert	0		0 %				
Hohenstein				Landkreis Nordhausen			
Potential	1	B		Potential	34		
Zielwert	1	B		Zielwert	34		
Istwert	0		0 %	Istwert	0		0 %

Radwegeanbindungen an das Mittelzentrum (Radwegeanbindung)

Zielwert: Alle Orte des Landkreises haben eine Radwegeanbindung.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Die Kennzahl beschreibt einen Teilaspekt des Ausbaus des Radwegenetzes. Es geht dabei um die Wegeverbindungen, die es den Einwohnern ermöglichen, auf direktem Weg zu einem zentralen Ort (Grundzentrum, Sitz der Verwaltung, Schule, Grundversorgung, Arzt, Mobilitätsstation etc.) gelangen zu können. Diese Wege müssen nicht explizit ausgewiesene Radwege sein, sollten aber in Bezug auf Topologie, Oberflächenbeschaffenheit und Nutzung durch andere Verkehrsarten geeignet sein. Der Begriff Ort meint in diesem Kontext Siedlungen, Stadtteile, Ortschaften, Ortsteile und Weiler. Es wird zunächst die Anzahl der Orte je Gemeinde bestimmt und anschließend ermittelt, wieviel davon eine unmittelbare Radwegeanbindung zu einem zentralen Ort mit o.g. genannter Definition besitzen.

Datengrundlage: Kenntnisstand der jeweiligen Gemeindeverwaltung. Darüber hinaus sind die bestehenden Radwege im Geodatenportal des Freistaates Thüringen recherchierbar.

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.11 dargestellt. Im Landkreis Nordhausen sind 25 % des Zielwertes erreicht. Allerdings gibt es eine ausgeprägte Differenzierung. Während alle Ortsteile bzw. erfüllten Gemeinden von Heringen über Radwege erreicht werden können, fehlen diese nahezu vollständig in Bleicherode, Hohenstein, Sollstedt und Werther.

Tabelle 8.11: Potential, Ziel- und Istwert für Radwege

Bleicherode	Anzahl	Ergebnis	Nordhausen	Anzahl	Ergebnis
Potential	27		Potential	18	
Zielwert	27		Zielwert	18	
Istwert	0	0 %	Istwert	11	61 %
Ellrich			Sollstedt		
Potential	8		Potential	4	
Zielwert	8		Zielwert	4	
Istwert	1	13 %	Istwert	0	0 %
Harztor			Werther		
Potential	8		Potential	7	
Zielwert	8		Zielwert	7	
Istwert	4	50 %	Istwert	0	0 %
Heringen					
Potential	6				
Zielwert	6				
Istwert	6	100 %			
Hohenstein			Landkreis Nordhausen		
Potential	10		Potential	88	
Zielwert	10		Zielwert	88	
Istwert	0	0 %	Istwert	22	25 %

8.4.2 Zielwerte im Bereich Klimawandel

Anpassung des Waldbestandes (Waldumbau)

Zielwert: Ziel ist es, dass mittel- bis langfristig der gesamte Waldbestand (100 %) umgebaut wird zu einer Bestockung, die gut bis sehr gut an die absehbaren klimatischen Veränderungen im Betrachtungsraum (Temperaturanstieg und Verschlechterung der klimatischen Wasserbilanz vor allem in der Vegetationsperiode) angepasst ist.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Ausgewertet wurden die forstlichen Erfassungen der Hauptbaumarten im Landkreis Nordhausen. Diese Hauptbaumarten wurden hinsichtlich ihrer klimatischen Eignung in Bezug auf die Klima-Arten-Matrix (KLAM) bewertet. Die Flächenanteile mit Hauptbaumarten, die gut bis sehr gut an die absehbaren klimatischen Veränderungen angepasst sind, werden ins Verhältnis zur Gesamtwaldfläche gesetzt.

Datengrundlage: Aktuelle flächenhafte forstliche Kartierung der Hauptbaumarten (Quelle: Thüringen Forst AÖR, FFK Gotha) in Verbindung mit Klima-Arten-Matrix (KLAM-Wald, Roloff & Grundmann 2008).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.12 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Istwerte in einem Bereich zwischen 63 % (Gemeinde Harztor) und 90 % (Bleicherode) liegen. Der Landkreiswert liegt bei 74 %.

Aus diesen Werten lassen sich keinerlei Aussagen zur Größe der Waldflächen ableiten, für die ein Waldumbau empfohlen wird. Die Waldfläche in den einzelnen Gemeinden bzw. Verwaltungseinheiten unterscheiden sich erheblich hinsichtlich ihrer absoluten Größe. Während in der Gemeinde Harztor fast 73 km² Waldflächen existieren, sind dies in Werther nur reichlich 2 km².

**Tabelle 8.12: Istwerte der Anpassung des Waldbestandes an Klimaveränderungen
(Zielwert jeweils gesamte Waldfläche)**

Bleicherode	Fläche in km²	Ergebnis
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	34,99	
Gesamtwaldfläche	38,99	89,7 %
Ellrich		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	25,87	
Gesamtwaldfläche	34,02	76,0 %
Harztor		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	46,26	
Gesamtwaldfläche	72,93	63,4 %
Heringen		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	8,73	
Gesamtwaldfläche	11,86	73,6 %
Hohenstein		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	5,36	
Gesamtwaldfläche	6,77	79,2 %
Nordhausen		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	9,67	
Gesamtwaldfläche	13,78	70,2 %
Sollstedt		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	7,83	
Gesamtwaldfläche	9,77	80,2 %
Werther		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	1,83	
Gesamtwaldfläche	2,14	85,6 %
Landkreis Nordhausen		
Waldfläche mit Hauptbaumarten, die sich an Klimaveränderung anpassen	140,54	
Gesamtwaldfläche	190,26	73,9 %

Grünflächenanteil im Siedlungsbereich (Grünflächenanteil)

Zielwert: Für den Siedlungsbereich wird als Zielwert ein „Grünflächenanteil“ von 50 % angestrebt. Wie der Begriff der „Grünfläche“ hierbei in diesem Kontext definiert werden soll, wird im folgenden Abschnitt erläutert.

Konzept und methodische Vorgehensweise: In der Regel liegt keine flächendeckende Kartierung aller Grünflächen in einer Kommune vor. Selbst wenn diese vorläge, wäre damit oftmals keine qualitative Aussage zur ökologischen bzw. mikroklimatischen Wirkung dieser Flächen möglich.

Es wurde hier daher auf ein Näherungsverfahren ausgewichen. Es wurde dabei auf eine Auswertung von multispektralen Satellitenaufnahmen (Sentinel 2) zurückgegriffen, mit deren Hilfe der NDV-Index (NDVI = Normalized Difference Vegetation Index) ermittelt wurde. Der NDVI ist ein Ausdruck für die Vitalität der Vegetation. Oberhalb eines Schwellenwertes von 0,48 (Wertebereich des NDVI beträgt -1 bis 1) kann davon ausgegangen werden, dass an dieser Stelle vitale Vegetation vorhanden ist. Da es sich bei den Primärdaten um Fernerkundungsdaten handelt, kann nicht unterschieden werden, ob es sich um eine Rasen- bzw. Grünlandfläche handelt oder ob die entsprechenden Fernerkundungssignale z.B. auf Heckenstrukturen oder gar Großbäume zurückzuführen sind. Tatsächlich ist die ökologische bzw. mikroklimatische Wirkung einer Fläche mehr von der Vitalität der Vegetation auf dieser Fläche abhängig als von der Art und Weise ihrer Bepflanzung. Vitale Großbäume unter denen sich (teilweise) versiegelte Flächen befinden, sind vor allem in der mikroklimatischen Wirkung mindestens ähnlich positiv zu bewerten, wie vitale Rasenflächen. Insofern kann der NDVI als eine gute Annäherung an den Anteil der „Grünflächen“ verstanden werden, von denen positive ökologische bzw. mikroklimatische Wirkungen ausgehen.

Datengrundlage: Sentinel 2 Satellitenaufnahmen vom 1.7.2018, bezogen über Copernicus-Plattform (digitaler Download möglich).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.13 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Istwerte in einem Bereich zwischen 52 % (Erfüllende Gemeinde Stadt Heringen/Helme) und 97 % (Stadt Ellrich) liegen. Der Landkreiswert liegt bei 72 %.

Tabelle 8.13: Ziel- und Istwert für „Grünflächen“

Ort	Fläche in ha	Ergebnis
Bleicherode		
„Grünflächen“ nach NDVI	447,6	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	541,7	82,6 %
Ellrich		
„Grünflächen“ nach NDVI	168,9	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	174,3	96,9 %
Harztor		
„Grünflächen“ nach NDVI	153,4	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	203,4	75,4 %
Heringen		
„Grünflächen“ nach NDVI	111,3	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	211,9	52,5 %
Hohenstein		
„Grünflächen“ nach NDVI	94,4	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	104,0	90,7 %
Nordhausen		
„Grünflächen“ nach NDVI	639,0	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	1.019,7	62,7 %
Sollstedt		
„Grünflächen“ nach NDVI	64,3	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	84,9	75,7 %
Werther		
„Grünflächen“ nach NDVI	114,8	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	139,3	82,4 %
Landkreis Nordhausen		
„Grünflächen“ nach NDVI	1.793,6	
Zielwert (50 % der Siedlungsfläche)	2.479,4	72,3 %

Erosionsvermeidung auf Ackerflächen (Erosionsvermeidung)

Zielwert: Lineare Grünstrukturen, wie vor allem Heckenstrukturen (möglichst im rechten Winkel zur Falllinie des Geländes, also hangparallel), sind ein wichtiges Element der Vermeidung von Erosion. Auf erosionsgefährdeten, landwirtschaftlich genutzten Flächen besitzen diese Strukturen nicht nur eine Funktion zur Gliederung des offenen Landschaftsraumes, sondern eine unverzichtbare Aufgabe bei der Vermeidung von Bodenabtrag. Als Zielwert wurde ein Wert von 2,4 km/km² in Ansatz gebracht. Dies ist eine Verdopplung des Wertes von 1,2 km/km² für bewegtes Gelände (vgl. Kap. 8.4.4).

Diese Verdopplung erscheint gerechtfertigt, da hier keine Beschränkung auf die Flurgehölze erfolgte, sondern alle linearen Grünstrukturen in die Betrachtung einbezogen wurden, denen eine gewisse Funktion bei der Erosionsminderung zugeschrieben werden kann. In diesem Kontext werden Gehölze an Straßen, Wegen und Fließgewässern ebenso herangezogen.

Konzept und methodische Vorgehensweise: In die Betrachtung einbezogen werden alle linearen Grünstrukturen außerhalb der Ortslagen einschließlich der straßenbegleitenden Grünstrukturen und der Gewässerbegrünung.

Datengrundlage: Erosionsgefährdete Flächen – Abflussbahnen, Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) Referat 83 Hydrogeologie, Bodenkunde.

Die Daten zu den linearen Grünstrukturen wurden den Erfassungen der Flurgehölze, der Gehölze an Straßen und Wegen und der Gehölze entlang von Fließgewässern, die im Rahmen der Analyse des Landschaftsraumes durch die Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde erfolgten, entnommen (vgl. Kap. 8.4.3).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.14 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Istwerte in einem Bereich zwischen 48 % (Gemeinde Werther) und 100 % (Stadt Nordhausen, Stadt Ellrich) liegen. Der Landkreiswert liegt bei 67 %.

Die Erreichung des Zielwertes spricht dafür, dass in den beiden o.g. Kommunen bereits heute lineare Grünstrukturen in erheblichem Umfang existieren, aber er lässt nicht den Schluss zu, dass nicht punktuell weitere Pflanzungen von linearen Grünstrukturen im Sinne der Erosionsvermeidung angezeigt sein können. Hier wird deutlich, dass diese Kennwerte nur summarische Effekte widerspiegeln und kein Kriterium für Einzelentscheidungen sein können.

Tabelle 8.14: Istwerte für Gesamtlänge Grünstrukturen (Zielwert 2,4 km/km²)

Bleicherode		Ergebnis
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	95,7 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	71,58 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	1,34 km/km ²	55,8 %
Ellrich		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	32,3 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	12,13 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	2,67 km/km ²	> 100 %
Harztor		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	21,5 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	10,97 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	1,96 km/km ²	81,7 %
Heringen		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	44,5 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	28,37 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	1,57 km/km ²	65,4 %
Hohenstein		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	47,2 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	28,6 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	0,83 km/km ²	56,7 %
Nordhausen		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	85,8 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	35,30 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	2,43 km/km ²	> 100 %
Sollstedt		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	9,9 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	6,35 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	1,55 km/km ²	64,6 %
Werther		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	46,0 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	39,86 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	1,15 km/km ²	47,9 %
Landkreis Nordhausen		
Gesamtlänge linearer Grünstrukturen	383 km	
Erosionsgefährdete Ackerflächen	239,3 km ²	
Grünstrukturen/erosionsgefährdete Ackerfläche	1,60 km/km ²	66,7 %

Baumbestand im Siedlungsbereich (Bäume in der Stadt)

Zielwert: Betrachtet wurden bei diesem Zielwert ausschließlich die Siedlungsbereiche bzw. der Baumbestand in den Siedlungsbereichen. Hinzu kommt, dass Daten bezüglich des öffentlichen Baumbestands (Straßenbäume und Bäume in Parkanlagen und dergleichen) nur für die Stadt Nordhausen vorlagen und für alle anderen Kommunen im Landkreis hätten erhoben werden müssen. Die Aussagen beziehen sich also nur auf den Baumbestand der nichtöffentlichen Flächen. Zielwerte wurden für jede Gemeinde individuell festgelegt.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Die gemeindespezifischen Zielwerte wurden aus der Flächenverteilung der einzelnen Stadtraumtypen in der jeweiligen Gemeinde errechnet. Dabei wurde für jeden Stadtraumtyp als Zielwert die höchste im Betrachtungsraum (Landkreis Nordhausen) festgestellte Dichte des Baumbestandes (in Bäume je Hektar) zugrunde gelegt. Diese höchste Dichte des Baumbestandes multipliziert mit dem Flächenanteil des jeweiligen Stadtraumtyps in der Gemeinde ergibt den Zielwert bezüglich der Bäume für den jeweiligen Stadtraumtyp und in der Summe den „Zielwert“ für die Bäume im Siedlungsraum der jeweiligen Gemeinde.

Datengrundlage: Die flächenmäßige Verteilung der Stadtraumtypen in den einzelnen Gemeinden wurde aus den flächendeckenden Erhebungen der Hochschule Nordhausen für den Landkreis Nordhausen als GIS-Daten übernommen.

Die Erfassung des Baumbestandes in den Siedlungsflächen erfolgte durch Luftbilddauswertung im GIS.

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.15 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Istwerte in einem Bereich zwischen 38 % (Gemeinde Harztor) und 82 % (Gemeinde Sollstedt) liegen. Der Landkreiswert liegt bei 72 %.

Tabelle 8.15: Ziel- und Istwert für Baumbestand

Bleicherode	Anzahl	Ergebnis
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	5.194	
„Zielwert“ Baumbestand	6.859	75,7 %
Ellrich		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	1.479	
„Zielwert“ Baumbestand	2.033	72,8 %
Harztor		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	1.022	
„Zielwert“ Baumbestand	2.659	38,4 %
Heringen		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	1.332	
„Zielwert“ Baumbestand	2.314	57,6 %
Hohenstein		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	1.154	
„Zielwert“ Baumbestand	1.459	79,1 %
Nordhausen		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	8.464	
„Zielwert“ Baumbestand	10.893	77,7 %
Sollstedt		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	734	
„Zielwert“ Baumbestand	892	82,3 %
Werther		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	1.051	
„Zielwert“ Baumbestand	1.412	74,4 %
Landkreis Nordhausen		
Bäume auf nichtöffentlichen Flächen	20.430	
„Zielwert“ Baumbestand	28.520	71,6 %

Entsiegelung im Siedlungsbereich (Entsiegelung)

Zielwert: Betrachtet wurden bei diesem Zielwert ausschließlich die Siedlungsbereiche bzw. die Versiegelung in den Siedlungsbereichen. Für die Ermittlung der zulässigen Versiegelung wurden die nach Baunutzungsverordnung (BauNV) zulässigen Grundflächenzahlen (GRZ) herangezogen. Als entsiegelte Flächen gelten alle Flächen, die nicht versiegelt, d.h. überbaut sind bzw. überbaut werden dürfen. Zielwerte wurden für jede Gemeinde individuell festgelegt.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Die gemeindespezifischen Zielwerte wurden aus der Flächenverteilung der einzelnen Stadtraumtypen in der jeweiligen Gemeinde errechnet. Dabei wurde für jeden Stadtraumtyp als Zielwert die gemäß BauNV zulässige Überbauung herangezogen. Die nicht überbaute Grundstücksfläche wird als entsiegelt betrachtet.

Die zulässige Überbauung jedes Stadtraumtyps multipliziert mit dem Flächenanteil des jeweiligen Stadtraumtyps in der Gemeinde ergibt den Zielwert bezüglich der zulässigen Versiegelung. Der Zielwert der entsiegelten Fläche ist die Differenz zwischen gesamten Siedlungsfläche und der zulässigen versiegelten Flächen.

Bei der Ermittlung der tatsächlichen Versiegelung (bzw. im Umkehrschluss der Entsiegelung) wurde wiederum auf Fernerkundungsdaten zurückgegriffen. Herangezogen wurde hierzu ein Versiegelungsgradraster der europäischen Umweltagentur mit einer Auflösung von 20 m x 20 m aus dem Jahr 2015.

Datengrundlage:

Die flächenmäßige Verteilung der Stadtraumtypen in den einzelnen Gemeinden wurde aus den flächendeckenden Erhebungen der Hochschule Nordhausen für den Landkreis Nordhausen als GIS-Daten übernommen.

Die Daten hinsichtlich der tatsächlichen Versiegelung stammen aus einem Versiegelungsgradraster der europäischen Umweltagentur (Copernicus Land Monitoring Service - High Resolution Layers - Imperviousness; European Environment Agency (EEA)).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.16 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Istwerte in einem Bereich zwischen 83 % (Erfüllende Gemeinde Stadt Heringen/Helme) und > 100 % (Gemeinde Hohnstein) liegen. Der Landkreiswert liegt bei 90 %.

Bezogen auf die einzelnen Stadtraumtypen zeigt sich, dass in Wohngebieten oftmals die Versiegelung höher ist als gemäß BauNV für die jeweiligen Nutzungen vorgegeben. Dagegen ist die Versiegelung in gewerblich oder industriell genutzten Arealen i.d.R. niedriger als zulässig (bis 80 % zulässig).

Tabelle 8.16: Ziel- und Istwert für Entsiegelung

Bleicherode	Fläche in ha	Ergebnis
Entsiegelte Flächen	553,9	
Zielwert Entsiegelung	587,0	94,2 %
Ellrich		
Entsiegelte Flächen	195,0	
Zielwert Entsiegelung	205,1	95,1 %
Harztor		
Entsiegelte Flächen	217,6	
Zielwert Entsiegelung	250,2	86,9 %
Heringen		
Entsiegelte Flächen	194,9	
Zielwert Entsiegelung	234,5	83,1 %
Hohenstein		
Entsiegelte Flächen	115,1	
Zielwert Entsiegelung	113,8	> 100 %
Nordhausen		
Entsiegelte Flächen	895,3	
Zielwert Entsiegelung	1.012,8	88,4 %
Sollstedt		
Entsiegelte Flächen	79,2	
Zielwert Entsiegelung	85,0	93,2 %
Werther		
Entsiegelte Flächen	148,1	
Zielwert Entsiegelung	164,1	90,2 %
Landkreis Nordhausen		
Entsiegelte Flächen	2.398,1	
Zielwert Entsiegelung	2.652,5	90,4 %

8.4.3 Zielwerte im Bereich Raumbildgestaltung

Flurgehölze (zwei Werte - Gehölze flaches und Gehölze bewegtes Gelände)

Zielwerte: Der Zielwert für flaches Gelände (Reliefstufen 1 und 2) beträgt 0,8 km pro km² und 1,2 km pro km² für bewegtes Gelände (Reliefstufen 3 und 4). Diese Zielwerte wurden anhand von Luftbildanalysen und der Identifizierung von besonders gut strukturierten Bereichen (Best-Practice) ermittelt.

Methodische Vorgehensweise: Flurgehölze sind alle Gehölze in der Feldflur, mit Ausnahme der Gehölze an Straßen, Wegen und Fließgewässern. Auch Waldbestände und die Gehölze im Siedlungsbereich zählen nicht zu den Flurgehölzen. Um die Flurgehölze GIS-technisch zu ermitteln, wurden Puffer um Straßen und Wege (30 m), Autobahn (80 m), Fließgewässer (20 m) und Ortsränder (60 m) gelegt. Alle Gehölze, die nicht innerhalb dieser Puffer liegen, wurden als Flurgehölze erfasst. Diese so ermittelten Flurgehölze wurden ins Verhältnis zum Offenland gesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass es sich nicht um das gesamte Offenland handelt, sondern auch hier die genannten Pufferflächen abgezogen wurden. Die Puffer dienen dazu, Doppelzählungen zu vermeiden, da die Potentiale der Ortsränder, Straßen und Wege separat betrachtet wurden. Diese Vorgehensweise ermöglicht somit eine klare Abgrenzung zu den Gehölzen an Straßen/Wegen und Fließgewässern sowie Gehölzen zur Ortsrandgestaltung. Es wurden sowohl lineare als auch flächige Gehölze ermittelt. Eine Einbeziehung flächiger Gehölzbereiche (Gehölzinseln) in die Berechnung konnte nicht erfolgen, da die Lage in den Geodaten nicht hinreichend genau erkennbar ist und Doppelzählungen zu den linearen Gehölzstrukturen nicht ausgeschlossen werden können. Die flächigen Anteile sind allerdings generell gering, so dass eine Vernachlässigung dieser Gehölzabschnitte tolerabel erscheint. Die Gehölzdichte gibt an, welche Flurgehölzlänge pro Quadratkilometer im Durchschnitt innerhalb der Verwaltungseinheit vorhanden ist.

Datengrundlage: ATKIS Daten (Geoportal Thüringen, 2018).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.17 dargestellt. Es zeigt sich eine große Varianz, die von 0,4 km/km² (Hohenstein) bis 1,7 km/km² (Ellrich) reicht. Insbesondere innerhalb der Flächen mit bewegtem Gelände ist die Differenz zwischen dem Ist- und Zielwert groß. Der Landkreiswert liegt im flachen Gelände bei 0,6 km/km² und im bewegten Gelände bei 0,7 km/km².

Tabelle 8.17: Ziel- und Istwerte für Flurgehölze

Bleicherode		Ergebnis niedrige Reliefstufe			Ergebnis hohe Reliefstufe
Offenlandfläche	106,1 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	69,4 km ²		Offenland mit hohem Relief	36,7 km ²	
Länge der linearen Gehölze	38,4 km		Länge der linearen Gehölze	35,8 km	
Länge der flächigen Gehölze	1,4 km ²		Länge der flächigen Gehölze	1,4 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	0,55 km/km ²	0,6 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,98 km/km ²	1 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,02 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,04 km ² /km ²	
Ellrich					
Offenlandfläche	22,8 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	1,4 km ²		Offenland mit hohem Relief	21,4 km ²	
Länge der linearen Gehölze	2,4 km		Länge der linearen Gehölze	20,1 km	
Länge der flächigen Gehölze	0,07 km ²		Länge der flächigen Gehölze	1,2 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	1,71 km/km ²	1,7 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,94 km/km ²	0,9 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,05 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,06 km ² /km ²	
Harztor					
Offenlandfläche	21,3 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	0 km ²		Offenland mit hohem Relief	21,3 km ²	
			Länge der linearen Gehölze	9,8 km	
			Länge der flächigen Gehölze	1,1 km ²	
			Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,46 km/km ²	0,5 km/km²
			Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,05 km ² /km ²	

Heringen		Ergebnis niedrige Reliefstufe			Ergebnis hohe Reliefstufe
Offenlandfläche	69,7 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	33,4 km ²		Offenland mit hohem Relief	36,3 km ²	
Länge der linearen Gehölze	23,8 km		Länge der linearen Gehölze	23,2 km	
Länge der flächigen Gehölze	1,2 km ²		Länge der flächigen Gehölze	2,6 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	0,71 km/km ²	0,7 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,64 km/km ²	0,6 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,04 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,07 km ² /km ²	
Hohenstein					
Offenlandfläche	46,6 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	32,4 km ²		Offenland mit hohem Relief	14,2 km ²	
Länge der linearen Gehölze	11,9 km		Länge der linearen Gehölze	7,1 km	
Länge der flächigen Gehölze	0,2 km ²		Länge der flächigen Gehölze	0,2 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	0,37 km/km ²	0,4 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,50 km/km ²	0,5 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,01 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,01 km ² /km ²	
Nordhausen					
Offenlandfläche	59 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	19,7 km ²		Offenland mit hohem Relief	39,3 km ²	
Länge der linearen Gehölze	17 km		Länge der linearen Gehölze	21,8 km	
Länge der flächigen Gehölze	0,7 km ²		Länge der flächigen Gehölze	2,1 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	0,86 km/km ²	0,9 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,55 km/km ²	0,6 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,04 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,05 km ² /km ²	

Sollstedt		Ergebnis niedrige Reliefstufe			Ergebnis hohe Reliefstufe
Offenlandfläche	11,3 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	7,5 km ²		Offenland mit hohem Relief	3,8 km ²	
Länge der linearen Gehölze	7,6 km		Länge der linearen Gehölze	4,1 km	
Länge der flächigen Gehölze	0,3 km ²		Länge der flächigen Gehölze	0,1 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	1,01 km ² /km ²	1 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	1,08 km/km ²	1,1 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,04 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,03 km ² /km ²	
Werther					
Offenlandfläche	50,8 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	35,3 km ²		Offenland mit hohem Relief	15,5 km ²	
Länge der linearen Gehölze	22,3 km		Länge der linearen Gehölze	7,6 km	
Länge der flächigen Gehölze	0,3 km ²		Länge der flächigen Gehölze	0,5 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	0,63 km/km ²	0,6 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,49 km/km ²	0,5 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,01 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,03 km ² /km ²	
Landkreis Nordhausen					
Offenlandfläche	387,6 km ²				
Offenland mit niedrigem Relief	199,1 km ²		Offenland mit hohem Relief	188,5 km ²	
Länge der linearen Gehölze	123,4 km ²		Länge der linearen Gehölze	129,5 km ²	
Länge der flächigen Gehölze	4,2 km ²		Länge der flächigen Gehölze	9,2 km ²	
Gehölze l/ Offenland n. Relief	0,62 km/km ²	0,6 km/km²	Gehölze l/ Offenland h. Relief	0,68 km/km ²	0,7 km/km²
Gehölze f/ Offenland n. Relief	0,02 km ² /km ²		Gehölze f/ Offenland h. Relief	0,05 km ² /km ²	

Gehölze an Straßen und Wegen (Gehölze Verkehrswege)

Zielwert: 80 % der Straßen und Wege im Offenland innerhalb der Verwaltungseinheiten sollen mit Gehölzen bepflanzt werden.

Konzept und methodische Vorgehensweise: In diese Kategorie fallen lineare Gehölzbestände entlang von Straßen und Wegen, die in der Regel im Zusammenhang mit dem Ausbau der Wege oder nachträglich aus gestalterischen und oder ökologischen Gründen im Randstreifen zwischen Straße und angrenzender Flächennutzung gepflanzt wurden. Relevant sind hierbei nur Gehölze, die sich außerhalb von Siedlungsflächen und Wäldern befinden.

Zur Ermittlung der Istwerte wurden die Straßen und Wege mit einem Puffer von 30 m (inklusive Straßenbreite) und die Autobahnen mit einem 80 m Puffer (inklusive Straßenbreite) betrachtet.

Die ermittelte Länge der Gehölzstreifen innerhalb dieses Puffers wurden ins Verhältnis zur Gesamtlänge (abzüglich der Wald- und Siedlungsbereiche) der Straßen und Wege gesetzt.

Der Istwert gibt an, wie viel Prozent aller Straßen und Wege (abzüglich des Anteils in den Wald- und Siedlungsbereichen) in der Verwaltungseinheit mit Gehölzen bestanden sind. Eine Einbeziehung flächiger Gehölzbereiche (Gehölzinseln) konnte nicht erfolgen, da die Lage in den Geodaten nicht hinreichend genau erkennbar ist und Doppelzählungen zu den linearen Gehölzstrukturen nicht ausgeschlossen werden können.

Die flächigen Anteile sind allerdings generell gering, so dass eine Vernachlässigung dieser Gehölzabschnitte tolerabel erscheint.

Datengrundlage: ATKIS Daten (Geoportal Thüringen, 2018).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.18 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Istwerte zwischen 9 % (Sollstedt) und 45 % (Nordhausen) erheblich variieren. Der Landkreiswert liegt bei 29 %.

Tabelle 8.18: Ziel- und Istwerte für Gehölze an Wegen und Straßen

Bleicherode		Ergebnis
Länge der Verkehrswege im Offenland	330,9 km	
Länge der Gehölze	76,4 km	
Fläche der Gehölze	0,6 km ²	
Gehölze l/Straße	0,23 km/km	23 %
Gehölze f/Straße	0,0018 km ² /km	
Ellrich		
Länge der Verkehrswege im Offenland	100,9 km	
Länge der Gehölze	31,9 km	
Fläche der Gehölze	0,3 km ²	
Gehölze l/Straße	0,32 km/km	32 %
Gehölze f/Straße	0,0030 km ² /km	

Harztor		Ergebnis
Länge der Verkehrswege im Offenland	93,8 km	
Länge der Gehölze	29,6 km	
Fläche der Gehölze	0,3 km ²	
Gehölze l/Straße	0,32 km/km	32 %
Gehölze f/Straße	0,0032 km ² /km	
Heringen		
Länge der Verkehrswege im Offenland	229,8 km	
Länge der Gehölze	53,1 km	
Fläche der Gehölze	1 km ²	
Gehölze l/Straße	0,23 km/km	23 %
Gehölze f/Straße	0,0044 km ² /km	
Hohenstein		
Länge der Verkehrswege im Offenland	109,8 km	
Länge der Gehölze	46,4 km	
Fläche der Gehölze	0,05 km ²	
Gehölze l/Straße	0,42 km/km	42 %
Gehölze f/Straße	0,00046 km ² /km	
Nordhausen		
Länge der Verkehrswege im Offenland	248,1 km	
Länge der Gehölze	112,1 km	
Fläche der Gehölze	0,8 km ²	
Gehölze l/Straße	0,45 km/km	45 %
Gehölze f/Straße	0,0032 km ² /km	
Sollstedt		
Länge der Verkehrswege im Offenland	56,4 km	
Länge der Gehölze	5,2 km	
Fläche der Gehölze	0,2 km ²	
Gehölze l/Straße	0,09 km/km	9 %
Gehölze f/Straße	0,0035 km ² /km	
Werther		
Länge der Verkehrswege im Offenland	150,2 km	
Länge der Gehölze	42,5 km	
Fläche der Gehölze	0,1 km ²	
Gehölze l/Straße	0,28 km/km	28 %
Gehölze f/Straße	0,00053 km ² /km	
Landkreis Nordhausen		
Länge der Verkehrswege im Offenland	1319,9 km	
Länge der Gehölze	380,2 km	
Fläche der Gehölze	2,21 km ²	
Gehölze l/Straße	0,29 km/km	29 %
Gehölze f/Straße	0,0058 km ² /km	

Gehölze entlang von Fließgewässern (Gehölze an Gewässern)

Zielwert: 80 % aller Fließgewässer im Offenland innerhalb der Verwaltungseinheiten sollen mit Gehölzen bepflanzt werden.

Konzept und methodische Vorgehensweise: In dieser Kategorie wurden alle Gehölzreihen oder Gehölzflächen betrachtet, die unmittelbar im Zusammenhang mit Fließgewässern der I. oder II. Ordnung im Offenland stehen. Siedlungsbereiche und Wälder wurden in dieser Analyse ausgegrenzt.

Zur Ermittlung der Istwerte wurden die Fließgewässer mit einem Puffer von 20 m (inklusive des Gewässers) analysiert.

Es wurden sämtliche lineare Gehölzstrukturen erfasst. Eine Einbeziehung flächiger Gehölzbereiche (Gehölzinseln) in die Berechnung konnte nicht erfolgen, da die Lage in den Geodaten nicht hinreichend genau erkennbar ist und Doppelzählungen zu den linearen Gehölzstrukturen nicht ausgeschlossen werden können. Die flächigen Anteile sind allerdings generell gering, so dass eine Vernachlässigung dieser Gehölzabschnitte tolerabel erscheint.

Die ermittelten Längen der linearen Gehölze wurde ins Verhältnis zur Gesamtlänge der Fließgewässer (abzüglich des Anteils in den Wald- und Siedlungsbereichen) gesetzt.

Der Istwert gibt somit an, wie viel Prozent aller Offenland-Fließgewässer in der Verwaltungseinheit mit Gehölzen bewachsen sind.

Datengrundlage: ATKIS Daten (Geoportal Thüringen, 2018).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.19 dargestellt. Es zeigt sich eine große Varianz, die von 22 % (Sollstedt) bis 79 % (Harztor) reicht. Der Landkreiswert beträgt 39 %.

Tabelle 8.19: Ziel- und Istwert für Gehölze entlang von Fließgewässern

Bleicherode		Ergebnis
Länge der Gewässer im Offenland	197,8 km	
Länge der Gehölze	54,9 km	
Fläche der Gehölze	0,2 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,28 km/km	28 %
Gehölze f/Gewässer	0,0010 km ² /km	
Ellrich		
Länge der Gewässer im Offenland	51,2 km	
Länge der Gehölze	27,4 km	
Fläche der Gehölze	0,4 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,54 km/km	54 %
Gehölze f/Gewässer	0,0078 km ² /km	

Harztor		Ergebnis
Länge der Gewässer im Offenland	32,1 km	
Länge der Gehölze	25,2 km	
Fläche der Gehölze	0,2 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,79 km/km	79 %
Gehölze f/Gewässer	0,0062 km ² /km	
Heringen		
Länge der Gewässer im Offenland	128,3 km	
Länge der Gehölze	30,1 km	
Fläche der Gehölze	0,6 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,23 km/km	23 %
Gehölze f/Gewässer	0,0047 km ² /km	
Hohenstein		
Länge der Gewässer im Offenland	75,8 km	
Länge der Gehölze	40,5 km	
Fläche der Gehölze	0,01 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,53 km/km	53 %
Gehölze f/Gewässer	0,00013 km ² /km	
Nordhausen		
Länge der Gewässer im Offenland	68,6 km	
Länge der Gehölze	40,3 km	
Fläche der Gehölze	0,5 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,59 km/km	59 %
Gehölze f/Gewässer	0,0073 km ² /km	
Sollstedt		
Länge der Gewässer im Offenland	21,3 km	
Länge der Gehölze	4,6 km	
Fläche der Gehölze	0,01 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,22 km/km	22 %
Gehölze f/Gewässer	0,00047 km ² /km	
Werther		
Länge der Gewässer im Offenland	88,7 km	
Länge der Gehölze	38,9 km	
Fläche der Gehölze	0,08 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,44 km/km	44 %
Gehölze f/Gewässer	0,00084 km ² /km	
Landkreis Nordhausen		
Länge der Gewässer im Offenland	663,8 km	
Länge der Gehölze	261,9 km	
Fläche der Gehölze	2 km ²	
Gehölze l/Gewässer	0,39 km/km	39 %
Gehölze f/Gewässer	0,0030 km ² /km	

Gehölze zur Ortsrandgestaltung (Ortsrandbegrünung)

Zielwert: 90 % des Ortsrandes sollte mit Gehölzen eingegrünt sein, um einen harmonischen Übergang zwischen Ortschaft und offener Landschaft zu gestalten. Dieser Wert ergibt sich als realistischer Wert aus einer vergleichenden Analyse der im Landkreis vorhandenen Ortsränder.

Konzept und methodische Vorgehensweise: Unter dem Begriff „Gehölze zur Ortsrandgestaltung“ werden Obstgehölze auf privaten Grundstücken im Übergang zur offenen Landschaft sowie Baumgruppen, Baumreihen und Hecken am Ortsrand sowie an die Siedlungsflächen angrenzende Waldflächen verstanden. Die Gehölze wurden in einer Sichtbarkeitsanalyse im Randbereich der Siedlungen (60 m Korridor) mit Hilfe von Satellitenfotos ermittelt. Die Längenteile der Gehölzbereiche wurden in einer GIS-Analyse ins Verhältnis zum Gesamtumfang aller Siedlungsflächen innerhalb der Verwaltungseinheiten gesetzt.

Datengrundlage: ATKIS Daten (Geoportal Thüringen, 2018; Satellitenbilddauswertung (Google (Hrsg.): Google Maps. Screenshot Landkreis Nordhausen. Online: <http://maps.google.com/maps>).

Ergebnis: Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.20 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Istwerte in einem Varianzbereich zwischen 56 % (Sollstedt) und 91 % (Ellrich) liegen. Der Landkreiswert liegt bei 78 %.

Tabelle 8.20: Ziel- und Istwerte für Gehölze zur Ortsrandgestaltung

Bleicherode		Ergebnis
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	134,1 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	103,3 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,77 km/km	77 %
Ellrich		
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	42,9 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	39,2 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,91 km/km	91 %
Harztor		
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	42,7 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	35,8 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,84 km/km	84 %

Heringen		Ergebnis
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	44,6 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	24,7 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,56 km/km	56 %
Hohenstein		
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	34,2 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	28,6 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,83 km/km	83 %
Nordhausen		
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	98,5 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	77,0 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,78 km/km	78 %
Sollstedt		
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	18,6 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	15,8 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,85 km/km	85 %
Werther		
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	38,4 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	30,3 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,79 km/km	79 %
Landkreis Nordhausen		
Länge des Gesamtumfangs der Siedlungsflächen	454 km	
Länge des mit Gehölzen bewachsenen Siedlungsrandes	354,7 km	
Gehölze/Gesamtsiedlungsumfang	0,78 km/km	78 %

8.5 Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen und die Vorbereitende Bauleitplanung

Der Regionalplan Nordthüringen setzt die allgemeinen Grundsätze des Raumordnungsgesetzes des Bundes sowie die Leitlinien des Landesentwicklungsprogramms Thüringen in der Region Nordthüringen um. Die Regionale Planungsgemeinschaft Nordthüringen, in der die Landkreise und Städte der Region vertreten sind, legt die Ziele und Grundsätze des Regionalplans fest.

Der Fokus der Regionalplanung liegt auf überörtlichen Steuerungsaufgaben in der Raumentwicklung und damit vorrangig im Landschaftsraum. Neben der Festlegung der Raumstruktur koordiniert die Regionalplanung die Flächennutzungen im Raum und trifft dabei Vorsorge für die Zukunft des Lebens- und Wirtschaftsraums ebenso wie für die Sicherung der Lebensgrundlagen. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel stellen dabei wichtige Belange dar.

Die Flächennutzungspläne der Kommunen enthalten eine differenziertere Darstellung der angestrebten Flächennutzungen als der Regionalplan. Im Wesentlichen stimmen allerdings die Flächennutzungen im Regionalplan und in den Flächennutzungsplänen überein, weil beide Pläne im Gegenstromprinzip entwickelt werden, d.h. die kommunale Bauleitplanung muss sich an die Ziele des Regionalplans anpassen und der Regionalplan muss die kommunalen Planungen berücksichtigen.

Der Klimaschutz muss deutlicher in der kommunalen Bauleitplanung wiederzufinden sein. Dazu ist es wichtig, dass die Flächennutzungsplanung flächendeckend erfolgt und an neue Anforderungen angepasst wird.

8.5.1 Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen zum Ausbau erneuerbarer Energien

Windenergie

- Die im Entwurf zur Änderung des Regionalplans Nordthüringen von 2018 vorgesehene flächenmäßige Erweiterung der Windvorranggebiete, u.a. auch im Landkreis Nordhausen, gibt der Windenergie den gemäß der Rechtsprechung notwendigen substantiellen Raum.
- Die im Regionalplan Nordthüringen dargestellten Windvorranggebiete sollen abschnittsweise entwickelt werden, um ein technologisch und gestalterisch einheitliches Erscheinungsbild zu ermöglichen.
- Es wird empfohlen, für die neuen Abschnitte der Windvorranggebiete sowie für Repowering-Gebiete die Aufstellung von Bebauungsplänen durch die Kommunen zu fordern, bei denen berücksichtigt wird, dass die Abstände eingehalten werden und dennoch die höchste Anzahl an Anlagen auf der Fläche installiert werden können.
- Technologisch soll innerhalb eines Windfeldes auf einheitliche Windkraftanlagen-Typen (Modell, Verhältnis Höhe zu Rotordurchmesser, Gesamthöhe, Gondel) geachtet werden.
- Bei der gestalterischen Anordnung von Windkraftanlagen in einem Windpark sollen die Struktur und Integration in das Raumgefüge sowie die Orientierung an landschaftstypischen Strukturen (Relief, Waldrand etc.) berücksichtigt werden.

- Beim zukünftig anstehenden Repowering von Windkraftanlagen sollen die Chancen einer Verbesserung des Erscheinungsbildes genutzt werden. Über das Bebauungsplanverfahren wäre auch die Beteiligung der Bürger gesichert.

Solarstrom

- Es wird empfohlen, im Regionalplan für den Ausbau der Photovoltaik eine dem Windenergieausbau vergleichbare Vorgehensweise zu wählen, indem der Gewinnung von Solarstrom der notwendige substantielle Raum gegeben wird.
- Ergänzend zu den Potentialen der Photovoltaik im Siedlungsraum sollen auch im Landschaftsraum ausreichend Potentialflächen für die solare Stromgewinnung in den Landkreisen benannt werden. Im Landkreis Nordhausen sollen im Regionalplan beispielhaft genannt werden:
 - * Ehemalige Deponie Nentzelsrode
 - * Kalihalde Bleicherode
 - * Kiesseen in Nordhausen und Heringen
 - * Flächen entlang der Bundesautobahn BAB 38
 - * Flächen entlang der Bahnstrecke von Nordhausen nach Erfurt sowie der Verbindung Halle - Kassel

Die beispielhafte Nennung bedeutet, dass auch außerhalb der genannten Flächen Photovoltaik-Freiflächenanlagen geplant werden können, soweit sie den Anforderungen des Regionalplans entsprechen.

Biomasse

- Der Regionalplan soll sich für die verstärkte Energiegewinnung aus dem Energiepflanzenanbau aussprechen und die großen erosionsgefährdeten Ackerlandgebiete beispielhaft als Flächenpotentiale für die Anlage von Gehölzstreifen mit energetischer Nutzung benennen.
- Der Regionalplan soll den Grundsatz enthalten, dass die Flächeninanspruchnahme für den Anbau von Energiepflanzen, zur Produktion von Biogas und Biotreibstoff, 20 Prozent der Ackerfläche nicht überschreiten soll.

8.5.2 Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen zur Freiraumsicherung

- Auch wenn der Regionalplan Nordthüringen den Aufgaben des Klimaschutzes bzw. der Klimaanpassung in hohem Maße gerecht wird, sollte er diese Aspekte explizit herausarbeiten.
- Regional bedeutsame Kaltluftströme sollen in einem Beiplan zum Regionalplan dargestellt werden.
- Das Ziel der Waldmehrung innerhalb der Vorbehaltsgebiete Freiraumpotenzial soll durch die Benennung räumlicher Schwerpunkte konkretisiert werden.

Freiraumsicherung unter dem Gesichtspunkt der Klimaanpassung besitzt vor allem dort eine große Bedeutung, wo Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftleitbahnen die Frischluft- bzw. Kaltluftbereitstellung für überwärmte Siedlungsräume (Wärmeinseleffekt) auch in Zukunft sichern sollen. Derartige Flächen sind in der Karte 8.1 im Kartenwerk als „Kaltluftentstehungsgebiete mit Siedlungsbezug“ und als Kaltluftleitbahnen dargestellt. Im Landkreis Nordhausen existieren weitere Kaltluftentstehungsgebiete, bei denen es sich z.B. in der Goldenen Aue jedoch um stagnierende Kaltluft handelt, deren Wirkung auf angrenzende Siedlungsräume eher gering ist. Dort aber, wo Kaltluft auf freien, leicht geneigten Flächen entsteht und diese Kaltluft gravitativ in tiefer liegende Siedlungsflächen abfließen kann, besitzt diese Kaltluft eine Bedeutung für die Minimierung der Wärmebelastung für die Bevölkerung im Siedlungsraum. Je größer der zusammenhängende Siedlungsraum ist, desto deutlicher ist der Wärmeinseleffekt ausgeprägt und umso größer ist die Bedeutung der Erhaltung bzw. Freihaltung der Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftleitbahnen. Allerdings sind diese Aspekte, wenn sie ihre Wirkung entfalten sollen, zwingend in der kommunalen Flächennutzung umzusetzen, was i.d.R. einen Verzicht auf weitere Versiegelung und Bebauung bedeutet.

Die als wichtige Kaltluftentstehungsgebiete im Untersuchungsgebiet erkannten Flächen sind im aktuellen Entwurf des Regionalplans als Flächen der Freiraumsicherung, mindestens als Vorrang- bzw. Vorbehaltsflächen für Landwirtschaft (was ebenfalls eine Versiegelung und Bebauung regionalplanerisch verhindert) ausgewiesen, jedoch ist diese Funktion dem Regionalplan nicht unmittelbar zu entnehmen.

Ein spezieller Fall im Rahmen der Freiraumsicherung stellt die Sicherung und Mehrung des Waldbestandes dar. Hinsichtlich Klimaschutz und Klimaanpassung sei auf ihre Funktion als Kalt- bzw. Frischluftentstehungsgebiete und auf ihre Funktion als Holzproduzent und damit als Kohlenstoffspeicher verwiesen. Der aktuell geltende Regionalplan für Nordthüringen von 2012 weist noch explizit „Vorbehaltsgebiete Waldmehrung“ aus.

Im Entwurf des neuen Regionalplans taucht diese Kategorie nicht mehr auf, sondern ist in der Kategorie „Vorbehaltsgebiete Freiraumpotenzial“ aufgegangen, wobei für die Mehrzahl dieser Flächen Waldmehrung als Ziel benannt wird.

8.5.3 Empfehlungen für die Vorbereitende Bauleitplanung der Kommunen (Flächennutzungsplanung)

- Empfohlen wird die Zusammenarbeit jeweils mehrerer Kommunen zur Aufstellung gemeinsamer Flächennutzungspläne (FNP), vor allem um gemeindeübergreifende Problemstellungen, wie Fragen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung, sachgerechter bearbeiten zu können und um das Gebiet des gesamten Landkreises mit vorbereitenden Bauleitplänen abzudecken.
- Wichtige Kaltluftentstehungsgebiete, Frischluftschneisen und Kaltluftbahnen sollen in den Flächennutzungsplänen von der Siedlungsentwicklung entweder gänzlich ausgenommen werden (wichtig für Kaltluftentstehungsgebiete) oder mindestens nur eingeschränkt bebaubar sein. Durch Beipläne und textliche Festsetzungen könnten derartige Festlegungen bereits auf Ebene des Flächennutzungsplans (Ökologische Baubeschränkungsgebiete) definiert werden.
- Für den Hochwasserschutz notwendige Gewässerauen sollen in den Flächennutzungsplänen von der Siedlungsentwicklung ausgenommen werden, möglichst auch über die festgesetzten Überschwemmungsgebiete hinaus.

- Waldmehrungsflächen sollen in den Flächennutzungsplänen planungsrechtlich gesichert werden (12.2 Fläche für Wald: Farbe blaugrün gemäß PlanZV).
- In Gebieten mit hoher stadtklimatischer Belastung sollen die Flächennutzungspläne in den textlichen Festsetzungen das Entwicklungsziel einer notwendigen Flachdachbegrünung enthalten (umzusetzen durch Bebauungspläne und Baugenehmigungen).
- Freiflächen für die Gewinnung von Energie mittels Windkraft, Photovoltaik und Solarthermie sollen in den Flächennutzungsplänen als Sonderbauflächen (7. Flächen für Versorgungsanlagen ... : Farbe Gelb hell gemäß PlanZV), Regenerative Energien mit der jeweiligen Zweckbestimmung („EE“ in Kreis gemäß PlanZV) planungsrechtlich gesichert werden.

Die Aufnahme ökologischer Baubeschränkungsbereiche für die Anpassung an den Klimawandel sowie für den Hochwasserschutz in den Flächennutzungsplan sieht z.B. der seit 2011 in Neuauflage befindliche Flächennutzungsplan der Stadt Magdeburg vor.

Infolge stadtklimatischer Untersuchungen wurden die hierfür notwendigen Flächen in einem Beiplan definiert.

Da hier z.T. innerstädtische potentielle Bauflächen von einer Bebauung freigehalten werden sollten, waren diese Überlegungen fachlich und vor allem politisch sehr umstritten. Die Überlegungen liefen am Ende darauf hinaus, im Bereich von Kaltluftleitbahnen dann doch eine, allerdings nur reduzierte Bebauung zuzulassen. Gebäudehöhen und Gebäudeausrichtungen sollten der weitgehenden Sicherung der Kaltluftströmung Rechnung tragen. Auf der Ebene des Flächennutzungsplanes wurden diese Überlegungen in einem Beiplan und in textlichen Festsetzungen fixiert.

Die Stadt Essen als „Grüne Hauptstadt Europas 2017“ hat für ihren stadtklimatisch stark belasteten Innenstadtbereich einen Bebauungsplan zur extensiven Begrünung der Flachdächer (Dachneigung < 15°) von Gebäuden sowie zur intensiven Begrünung der nicht überbauten Decken von Tiefgaragen aufgestellt.

Dem Bebauungsplan liegen der Regionale Flächennutzungsplan der Planungsgemeinschaft Städteregion Ruhr (RFNP) sowie ausführliche Klimaanalysen zugrunde.

Grundsätzlich wird empfohlen, das Instrument des Flächennutzungsplanes in allen Gemeinden konsequent im Sinne der kommunalen Planungshoheit anzuwenden. Aktuell wurde festgestellt, dass im Landkreis Nordhausen in 8 von 15 Kommunen noch kein rechtsgültiger Flächennutzungsplan vorliegt (Abbildung 8.9).

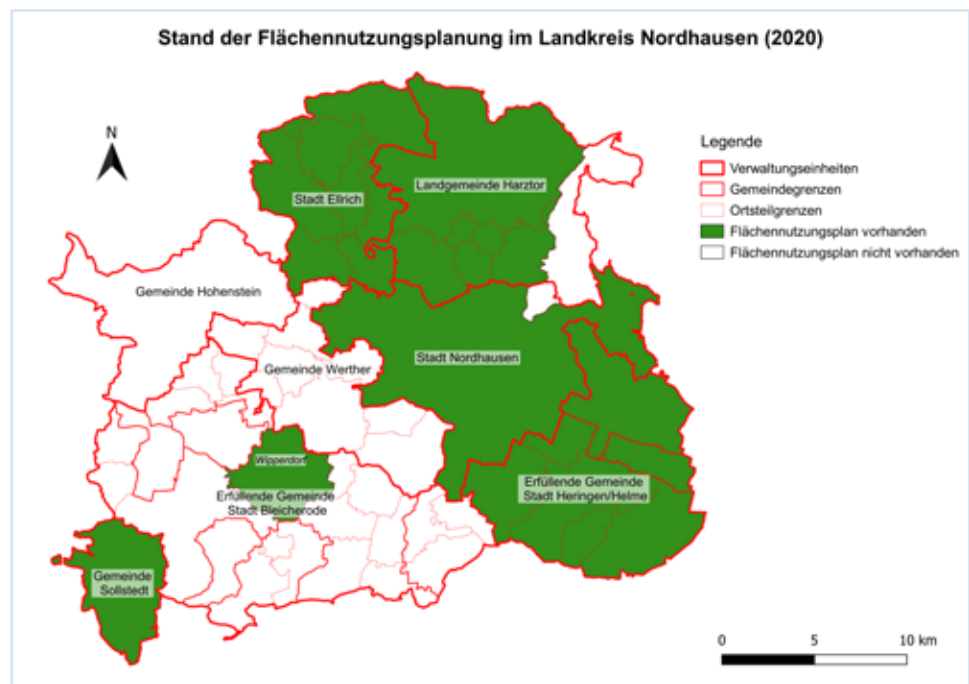


Abbildung 8.9: Stand der Flächennutzungsplanung im Landkreis Nordhausen (Stand: 2020).

8.6 Empfehlungen für kommunale Satzungen, u.a. Festsetzungen in Bebauungsplänen

Während Ortssatzungen Regelungen für das gesamte Gemeindegebiet treffen, werden Bebauungspläne für räumlich abgegrenzte Gebiete aufgestellt, in denen die Gemeinde eine Entwicklung (Neubau oder Erneuerung) anstößt und steuert. Grundlage der starken Steuerungsmöglichkeiten durch Ortssatzungen bildet die Planungshoheit, die den Gemeinden im Rahmen ihres Selbstverwaltungsrechts gegeben ist.

Als Festsetzungen in Bebauungsplänen werden die Flächenvorsorge für solartechnisch geeignete Dachflächen sowie in klimatisch stark belasteten Gebieten die Begrünung von Flachdächern empfohlen.

Die Kommunen haben die Möglichkeit, über eine Verabschiedung kommunaler Satzungen Ortsrecht zu schaffen und damit Festlegungen zu treffen, die die Aspekte des Klimaschutzes und der Klimaanpassung unterstützen und befördern können. Es werden Empfehlungen gegeben zu Baumschutzsatzungen, Entwässerungssatzungen bzw. Gebührensatzungen zu den jeweiligen Entwässerungssatzungen und zu Fernwärmesatzungen.

8.6.1 Textliche Festsetzungen in Bebauungsplänen zu solartechnisch geeigneten Dachflächen

Für die Erschließung neuer Baugebiete und für wesentliche städtebauliche Änderungen in Baugebieten ist die Aufstellung von Bebauungsplänen erforderlich. Das Baugesetzbuch enthält im § 9 einen Festsetzungskatalog, aus dem die Regelungsmöglichkeiten von Bebauungsplänen hervorgehen.

Grundsätzlich müssen die Festsetzungen städtebaulich begründet sein. Klimatisch besonders relevante Festsetzungsmöglichkeiten zeigt Tabelle 8.21.

Tabelle 8.21: Klimatisch besonders relevante Festsetzungsmöglichkeiten des § 9 BauGB

§ 9 BauGB	Festsetzungsmöglichkeiten
Abs. 1 Nr. 1	die Bauweise, die überbaubaren und die nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen
Abs. 1 Nr. 12	die Versorgungsflächen, einschließlich der Flächen für Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung
Abs. 1 Nr. 14	die Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, sowie für Ablagerungen
Abs. 1 Nr. 15	die öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe
Abs. 1 Nr. 16	c) Gebiete, in denen bei der Errichtung baulicher Anlagen bestimmte bauliche oder technische Maßnahmen getroffen werden müssen, die der Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden einschließlich Schäden durch Starkregen dienen, sowie die Art dieser Maßnahmen, d) die Flächen, die auf einem Baugrundstück für die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen freigehalten werden müssen, um insbesondere Hochwasserschäden, einschließlich Schäden durch Starkregen, vorzubeugen
Abs. 1 Nr. 20	die Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft
Abs. 1 Nr. 23 b)	Gebiete, in denen bei der Errichtung von Gebäuden oder bestimmten sonstigen baulichen Anlagen bestimmte bauliche und sonstige technische Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung getroffen werden müssen
Abs. 1 Nr. 25	für einzelne Flächen oder für ein Bbauungsplangebiet oder Teile davon sowie für Teile baulicher Anlagen mit Ausnahme der für landwirtschaftliche Nutzungen oder Wald festgesetzten Flächen a) das Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen, b) Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern

An Bebauungspläne werden hohe rechtliche Anforderungen gestellt, so dass die Kommunen sehr genau abwägen, welche und wie viele Regelungen sie für ein neues Baugebiet treffen.

8.6.2 Textliche Festsetzungen zu solartechnisch geeigneten Dachflächen

Das Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Thüringer Klimagesetz - ThürKlimaG -) formuliert als Ziel, den Energiebedarf in Thüringen ab dem Jahr 2040 bilanziell durch einen Mix aus erneuerbaren Energien aus eigenen Quellen decken zu können. Dazu soll neben anderen erneuerbaren Energien auch die Solarenergie in einem wesentlichen Umfang beitragen. Gemäß den Vorgaben der Raumordnung (siehe Kapitel 8.3) sind vorrangig die Potentiale im Siedlungsraum, insbesondere im Gebäudesektor, zu nutzen.

Die folgenden Vorschläge von Festsetzungen in Bebauungsplänen beschränken sich auf die vorsorgliche Sicherung geeigneter Flächen für die Solarenergienutzung durch eine entsprechende Bauweise. Festsetzungen zur Anschaffung und zum Betrieb von Solaranlagen dürften sich kaum städtebaulich begründen lassen, es fehlt für sie im Planungsrecht die Rechtsgrundlage.

Einige Bundesländer bereiten eine Solarpflicht für Gebäudeeigentümer vor. Diese Regelungen sind Bestandteil von Klima- bzw. Klimaschutzgesetzen, z.B. der Hansestadt Hamburg und des Landes Baden-Württemberg.

Wohngebäude verfügen über eine Lebensdauer von sechzig und mehr Jahren. Mit den Festsetzungen zu solartechnisch geeigneten Dachflächen soll vermieden werden, dass z.B. verschattende Elemente sowie Gauben, Erker und technische Aufbauten auf Dauer eine Solarenergienutzung auf den besonnten Dachflächen verhindern. Bei der solartechnisch geeigneten Dachfläche handelt es sich um eine Fläche, auf der sich Solarkollektoren oder Photovoltaikmodule mit einem wirtschaftlichen Energieertrag installieren lassen. Auch wenn der erste Eigentümer eine solche Absicht nicht verfolgt, wird nachfolgenden Eigentümern eine solche Option nicht verwehrt.

Vorschlag einer textlichen Festsetzung in Wohngebieten auf der Grundlage des § 9 (1) Nr. 23 b Baugesetzbuch

Bei neu zu errichtenden Wohngebäuden mit höchstens zwei Wohneinheiten ist eine solartechnisch nutzbare Dachfläche von mindestens sieben Prozent der Wohnfläche vorzusehen, bei Wohngebäuden mit mehr als zwei Wohneinheiten von mindestens 6 Prozent.

Erläuterung

Im Sinne einer vorsorglichen Sicherung von Dachflächen für eine potentielle Nutzung der Solarenergie, entweder für eine solare Warmwasserbereitung, eine solare Unterstützung der Heizung oder für eine Gewinnung von Solarstrom, soll von der Festsetzungsmöglichkeit des § 23 b BauGB Gebrauch gemacht werden.

Die in der Festsetzung vorgegebene Mindestfläche orientiert sich am Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz des Bundes. Das Gesetz enthält für Neubauten eine Nutzungspflicht erneuerbarer Energien bei der Wärme- bzw. Kälteversorgung. Hinsichtlich Art und Technik der Nutzung eröffnet das Gesetz dem Bauherrn zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten. Diese Möglichkeiten werden durch die empfohlene Festsetzung nicht eingeschränkt.

Wählt der Bauherr die Nutzung solarer Strahlungsenergie, müssen mindestens fünfzehn Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs des Gebäudes hieraus gedeckt werden. Das entspricht bei Einfamilienhäusern einer solartechnisch nutzbaren Dachfläche von sieben Prozent der Wohnfläche bzw. 6 Prozent bei Mehrfamilienhäusern (in Anlehnung an eine Regelung des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes (EWärmeG) 2015 des Landes Baden-Württemberg). Der Anteil von 15 Prozent leitet sich aus dem Energiebedarf einer solaren Warmwasserbereitung ab. Diese lässt sich mit anderen Energieträgern kombinieren, z.B. Gas, Öl, Holz oder auch mit der Nutzung von Umweltwärme.

Vorschlag einer textlichen Festsetzung in Gewerbe- und sonstigen Sondergebieten auf der Grundlage des § 9 (1) Nr. 23 b Baugesetzbuch

Bei neu zu errichtenden Gewerbegebäuden und ähnlichen Zweckgebäuden ist mindestens 50 Prozent der Dachfläche als solartechnisch nutzbare Fläche vorzusehen.

Erläuterung

Wie die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts zeigen, bewegt sich die solare Gütezahl Dach (BGF) in den bestehenden Gewerbe- und Sondergebieten im Landkreis Nordhausen zwischen 0,22 und 0,30, d. h. 22 bis 30 Prozent der Bruttogeschossfläche der Gebäude steht als Potential der Solarenergienutzung zur Verfügung. Auf den Dächern der Gebäude in diesen Gebieten lassen sich Solaranlagen besonders wirtschaftlich realisieren, weil die Dächer große zusammenhängende Flächen bieten können, wenn nicht technische Aufbauten und andere Hemmnisse die Installation behindern. Die Berücksichtigung der o. g. Anforderungen der Solarenergienutzung bei der Planung der Gebäude verursacht kaum Mehrkosten.

8.6.3 Textliche Festsetzung zu begrünten Dachflächen (Flachdächer)

Die Stadt Essen hat als erste Stadt in Deutschland einen Bebauungsplan für ein klimatisch besonders betroffenes Gebiet (Innenstadtbereich) aufgestellt, um die klimatische Situation durch die Begrünung von Flachdächern zu verbessern. Die planungsrechtlichen Festsetzungen beruhen auf § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB: Bäume, Sträucher und sonstige Bepflanzungen.

Festsetzungstext des Bebauungsplans für ein definiertes Gebiet in der Essener Innenstadt:

Um die stadtklimatischen, entwässerungstechnischen und ökologischen Auswirkungen einer baulichen Inanspruchnahme des Plangebietes zu minimieren, trifft der Bebauungsplan die nachfolgenden textlichen Festsetzungen zur extensiven Begrünung der Flachdächer (Dachneigung < 15°) von Gebäuden sowie zur intensiven Begrünung der nicht überbauten Decken von Tiefgaragen:

■ Begrünung von Flachdächern:

Dachflächen mit einer max. Neigung von bis zu 15° sind mindestens extensiv zu begrünen. Die Mindeststärke der Drän-, Filter- und Vegetationstragschicht beträgt 6 cm. Die Begrünung ist dauerhaft zu erhalten. Davon ausgenommen sind Dachflächenbereiche bis zu 30 % der Dachfläche, die für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen, für erforderliche haustechnische Einrichtungen, Tageslicht-Beleuchtungselemente oder für Dachterrassen genutzt werden. Die Begrünungspflicht entsteht, wenn durch baugenehmigungspflichtige Maßnahmen Dachflächen im o. g. Sinne neu geschaffen werden.

Ausnahmen von der Dachbegrünungspflicht können zugelassen werden, wenn die Anforderungen nur mit einem unverhältnismäßigen wirtschaftlichen Mehraufwand erfüllt werden können. Hierunter fallen zum Beispiel Hallen als Gebäude mit einem überwiegend nicht weiter unterteilten Innenraum, bei denen aufgrund ihrer Leichtbauweise (z.B. Trapezblech) eine Dachbegrünung wegen der statischen Mehrlast wirtschaftlich unzumutbar ist.

■ Begrünung von Tiefgaragen:

Die nicht überbauten Decken von Tiefgaragen sind intensiv zu begrünen soweit sie nicht für eine andere zulässige Verwendung benötigt werden. Die Mindeststärke der Drän-, Filter- und Vegetationstragschicht beträgt 35 cm. Die Begrünung ist dauerhaft zu erhalten.

Die Begrünungspflicht gilt auch für Dächer von Nebenanlagen i. S. d. Baunutzungsverordnung NRW und für Kleingaragen i. S. d. Garagenverordnung NRW.

Ausnahmen von der Dachbegrünungspflicht sind nach Art und Umfang ganz oder teilweise möglich, wenn die Anforderungen nur mit einem unverhältnismäßigen wirtschaftlichen Mehraufwand erfüllt werden können.

Erläuterung (Textauszug aus dem Bebauungsplan der Stadt Essen)

Die Teilverdunstung auf den dachbegrünten Flächen bewirkt Kühlungseffekte der Umgebungsluft im Sommer, was sich im bebauten Umfeld positiv auf das Mikroklima auswirken kann. Ebenso reduzieren Gründächer die Wärmeabstrahlung im Sommer, was die Aufheizung in bebauten und versiegelten Bereichen wirksam minimiert. In heißen, wie auch in kühlen Jahreszeiten leisten Gründächer einen zusätzlichen Dämmeffekt, was sich kostenreduzierend auf Energieaufwendungen zum Heizen oder Kühlen auswirkt. Mit Gründächern kann in Teilen den Aspekten der Klimaanpassung Rechnung getragen werden.

Gründächer leisten gleichzeitig einen Beitrag zur Rückhaltung bzw. Abflussverlangsamung des anfallenden Niederschlagswassers, was der Entlastung des Kanalnetzes zu Gute kommt. Dadurch dämpfen sie die Auswirkungen von Überflutungsgefahren. Gründächer ermöglichen die Pflanzung von Blühstauden. Damit steigern sie das Nahrungsangebot für Insekten- und Vogelarten und können somit ansatzweise den funktionalen Verlust an Freiraum minimieren.

Über die mikroklimatischen Vorteile hinaus entwickeln begrünte Dachflächen eine optische Wohlfahrtswirkung für den Menschen, sobald diese Dachflächen einsehbar sind. Die Flachdachfläche ist zu mindestens 70 % extensiv zu begrünen. Die festgesetzte Dachbegrünung wird nicht zu 100 % vorgegeben, um den eventuellen Bau von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen, für erforderliche haustechnische Einrichtungen, Tageslicht-Beleuchtungselemente oder für Dachterrassen zu ermöglichen.

8.6.4 Textliche Festsetzung zu Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-Freiflächenanlagen) sind bauliche Anlagen im Sinne des § 29 Baugesetzbuch (BauGB). Für diese besteht im Außenbereich grundsätzlich kein Baurecht. Das erforderliche Baurecht wird in der Regel durch die Aufstellung eines qualifizierten Bebauungsplanes geschaffen. In einem qualifizierten Bebauungsplan, der auch als vorhabenbezogener Bebauungsplan durch den Investor vorbereitet werden kann, können Festsetzungen zur landschaftsgerechten Integration der PV-Freiflächenanlage getroffen werden.

Entlang von Autobahnen und Schienenwegen hat der Gesetzgeber im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2017 einen 110 Meter Randstreifen beidseitig als förderungswürdigen Standort für PV-Freiflächenanlagen festgelegt.

Bestandteil des qualifizierten Bebauungsplans ist ein Umweltbericht, der nach § 2 Abs. 4 in Verbindung mit § 2a BauGB zu erstellen ist. Der Umweltbericht beschreibt die umweltrelevanten Wirkungen der PV-Freiflächenanlage. Hieraus leiten sich die erforderlichen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen ab.

Im Sinne klimatisch positiver Wirkungen für die Landschaft und um die Akzeptanz der PV-Freiflächenanlagen in der Landschaft zu erhöhen, sind insbesondere Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung der Landschaft im Bebauungsplan festzusetzen. Hierbei handelt es sich in der Regel hauptsächlich um Pflanzgebote, die dazu dienen, das Solarfeld in die Landschaft zu integrieren und gegenüber der offenen Landschaft abzapuffern. Hierbei ist zu beachten, dass der Gehölzstreifen nicht zu einer Verschattung der Module führt, aber gleichzeitig aus den relevanten Sichtbezügen heraus die Solaranlage gut integriert. Besonders geeignet sind gebietsheimische Gehölze, die auch für die Fauna eine hohe Bedeutung haben und zusätzliche Lebensräume bieten.

Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung der Landschaft nach § 9 Abs. 1 Ziff. 25 BauGB sollten plangrafisch im Bebauungsplan als Umgrenzung von Flächen zum Erhalt von Bäumen und Sträuchern und als Umgrenzung von Flächen zur Gestaltung von Grünflächen und zur Pflanzung von Gehölzen dargestellt werden. Es empfiehlt sich darüber hinaus, die Art der Gehölze im Bebauungsplan festzusetzen, um sicherzustellen, dass klimatisch angepasste, regionaltypische Gehölze ausgewählt werden.

Ebenfalls unter klimatischen Gesichtspunkten, um die Verdunstungsfähigkeit und Versickerungsfähigkeit der Fläche zu erhalten, sollte der Versiegelungsgrad auf ein Minimum beschränkt werden.

Textliche Festsetzung zur Minimierung der Versiegelung

Auf Betonpunktfundamente ist zu verzichten. Die Solarmodule sind mit eingeramten Stahlprofilen im Boden zu verankern. Der Gesamtumfang der Versiegelung sollte maximal 5 % der Gesamtfläche betragen (Demuth & Maack, 2018).

Textliche Festsetzungen zur landschaftsgerechten Einbindung durch Gehölze

Die PV-Freiflächenanlage ist mit einem Heckenstreifen mit einer Breite von mindestens 5 Metern einzugrenzen. Hierfür sind einheimische, regionaltypische Gehölze zu verwenden. Die Gehölzarten sind mit der unteren Naturschutzbehörde abzustimmen.

8.6.5 Textliche Festsetzung zur Gestaltung von Windparks

Die Windenergie ist neben dem Ausbau der Photovoltaik ein wichtiger Meilenstein in der Transformation der Energiesysteme hin zu erneuerbaren Energien. Sie ist eine besonders effiziente Form der Energieproduktion. Die Auswahl der Standorte für Windenergieanlagen erfolgt in Thüringen durch die Auswahl von Vorranggebieten nach § 7 Abs. 1 Ziff. 1 Raumordnungsgesetz (ROG).

In anderen Bundesländern, wie z.B. Brandenburg, erfolgt dies auch durch die Ausweisung von Eignungsgebieten nach § 7 Abs. 1 Ziff. 3 ROG. Der Gesetzgeber fördert die Windenergienutzung als privilegiertes Vorhaben im Außenbereich gemäß § 35 Abs. 1 Ziff. 5 Baugesetzbuch (BauGB).

Durch die Ausweisung von Vorrang- oder Eignungsgebieten in der Regionalplanung soll gewährleistet werden, dass die Windenergieanlagen auf bestimmte Flächen konzentriert werden, um besonders schutzwürdige Landschaftsräume und ortsnahen Landschaften zu schützen. Dennoch gehen von den Windenergieanlagen erhebliche Eingriffe, insbesondere auf das Landschaftsbild und auf die Vogelwelt aus.

Mit der Aufstellung eines Bebauungsplanes gemäß §§ 8,9 BauGB haben die Kommunen die Möglichkeit, Einfluss auf die Gestaltung der Windenergieanlagen und deren unmittelbaren Umgebung zu nehmen. Ein Grundsatz hierbei sollte sein, Maßnahmen der Minimierung, der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zu nutzen, um das Landschaftsbild im unmittelbaren Umfeld der Windenergieanlagen zu verbessern.

Es zeigt sich, dass die Akzeptanz für Windenergieanlagen deutlich erhöht werden kann, wenn die Bewohner der umliegenden Ortschaften in die Frage der landschaftsgerechten Ausgleichsmaßnahmen einbezogen werden. Es ist daher zu empfehlen, in einer gemeinsamen Beratung, Standorte der Bepflanzung von Ortsrändern und/oder landwirtschaftlichen Wegen gemeinsam mit Vertretern der Ortslagen zu entscheiden.

Vorschlag einer textlichen Festsetzung für einen Bebauungsplan Sondergebiet „Windpark“.

Um eine Teilsichtverschattung zu gewährleisten, sind die Flurwege xy und die Ortsränder der umliegenden Ortslagen xy durch Gehölzpflanzungen, bestehend aus den nachfolgend genannten Gehölzarten (s. Liste x) dauerhaft zu bepflanzen. Die Breite der Heckenpflanzung sollte mindestens drei Meter betragen.

Hinweis:

Dem Bebauungsplan sind unter Zugrundelegung des § 9 Abs 1 Ziff. 20 BauGB Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zugeordnet. Diese Maßnahmen sollten im Zuge des Verfahrens nach § 4 Abs 1 BauGB (Beteiligung der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange) mit der Gemeinde x und den zuständigen Umweltbehörden abgestimmt werden. Die Kompensationsmaßnahmen sind im Umweltbericht in Kapitel x dokumentiert.

Die Festlegung der Gehölzarten sollte in Abstimmung mit den zuständigen Naturschutzbehörden erfolgen. Hierbei sollten gebietsheimische Gehölze gem. § 40 BNatSchG gewählt werden. Die Festsetzung erfolgt in einer Kombination aus Plangrafik und textlicher Festsetzung im Bebauungsplan.

8.6.6 Weiterentwicklung von Ortssatzungen

Baumschutzsatzungen

Jede - auch kleinere - Gemeinde sollte über eine Baumschutzsatzung zum Schutz des innerörtlichen Baumschutzes verfügen. Für den Vollzug der Satzung, der für die Wirksamkeit entscheidend ist, sollte eine funktionierende Arbeitsstruktur geschaffen werden.

Historisch gesehen, sind Baumschutzsatzungen vor allem aus naturschutzfachlichen Überlegungen bzw. Ansätzen heraus entstanden. Ziel dieser Satzungen ist es, den innerstädtischen bzw. innerörtlichen Baumbestand vor Beeinträchtigungen oder ungerechtfertigter Beseitigung zu schützen. Die Wohlfahrtswirkungen, die vom Großgrün ebenso im Bereich der Klimawandelanpassung ausgehen, werden durch einen Schutz des Baumbestandes im Siedlungsgebiet einer Kommune verständlicherweise gleichfalls aufrechterhalten.

Im Landkreis Nordhausen verfügen alle größeren Orte über eine Baumschutzsatzung. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Baumschutzsatzungen (in mehreren Kommunen sind Bäume ab einem Stammumfang von 60 cm geschützt, in anderen bereits bei 50 cm) dürften eine geringere Bedeutung haben als der tatsächliche Vollzug der Baumschutzsatzung in der täglichen Verwaltungspraxis der jeweiligen Kommune. Kleinere Kommunen verfügen deutlich seltener über eine Baumschutzsatzung. Dieses Defizit sollte behoben werden.

Entwässerungssatzungen bzw. Gebührensatzungen zu den jeweiligen Entwässerungssatzungen

Die finanziellen Anreize der Gebührensatzungen zur Nutzung und Versickerung von Regenwasserung auf dem Grundstück sollten in den gegebenen gebührenrechtlichen Spielräumen erhöht werden.

Die Entwässerungssatzungen der im Gebiet des Landkreises Nordhausen tätigen Abwasserentsorger (i.d.R. Zweckverbände) enthalten Formulierungen, die auf einen Verbleib des Niederschlagswassers auf dem Grundstück orientieren (§ 4 Anschluss- und Benutzungsrecht der Stadt Nordhausen, Abs. 4: „Unbeschadet des Absatzes 3 besteht ein Benutzungsrecht nicht, soweit eine Versickerung oder anderweitige Beseitigung von Niederschlagswasser ordnungsgemäß möglich ist. Die Stadt kann hiervon Ausnahmen zulassen oder bestimmen, wenn die Ableitung von Niederschlagswasser aus betriebstechnischen Gründen erforderlich ist.“). In ähnlicher Weise ist auch in den Satzungen der anderen Träger der Abwasserbeseitigung geregelt, dass es kein Anschluss- und Benutzungsrecht für die Ableitung des auf dem Grundstück anfallenden Niederschlagswassers gibt. Dies bedeutet aber in der Regel nicht, dass nicht trotzdem – und sei es aus der Gestaltung der Anlagen der Abwasserableitung in der Vergangenheit heraus – Niederschlagswasser abgeleitet wird. Es ist vielmehr so, dass das auf den einzelnen Grundstücken anfallende Niederschlagswasser in den meisten Fällen über die öffentliche Kanalisation abgeleitet wird. Die o.g. Regelung in den Entwässerungssatzungen eröffnet den Entwässerungsbetrieben zwar die Möglichkeit, die Ableitung von Niederschlagswasser abzulehnen und eine Versickerung auf dem Grundstück „soweit eine Versickerung oder anderweitige Beseitigung von Niederschlagswasser ordnungsgemäß möglich ist“ vom Grundstückseigentümer einzufordern. Dies dürfte jedoch nirgendwo gelebte Praxis sein.

In diesem Sinne schaffen vielmehr die Beitrags- und Gebührensatzungen zu den Entwässerungssatzungen der einzelnen Entsorgungsträger einen finanziellen Anreiz für die einzelnen Grundstückseigentümer, eine Versickerung von Niederschlagswasser auf dem eigenen Grundstück umzusetzen. Es ist heute allgemeine Praxis, dass die Abwassergebühren in eine Grundgebühr, eine Schmutzwassergebühr und eine Niederschlagswassergebühr unterteilt werden. Die Höhe der Niederschlagswassergebühr wird, da das Volumen des abfließenden Niederschlagswassers nicht mit vertretbarem Aufwand gemessen werden kann, anhand der Größe der versiegelten und an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Grundstücksfläche bestimmt. Nur teilweise versiegelte Flächen (z.B. Pflasterflächen mit großen Fugen) werden dabei mit einem Gewichtungsfaktor < 1,0 multipliziert, so dass diese Fläche nur anteilig bei der Berechnung der Niederschlagswassergebühr herangezogen wird. Befestigte Flächen, von denen das Niederschlagswasser nicht in die Kanalisation abfließt, sondern auf dem eigenen Grundstück verbleibt (z.B. in den Garten abfließt und dort versickert) werden überhaupt nicht gebührenwirksam.

Mit dieser Gebührengestaltung motiviert der Entwässerungsbetrieb die Grundstückseigentümer dazu, möglichst viel Niederschlagswasser auf dem eigenen Grundstück zu versickern. Der Vorteil für den Entwässerungsbetrieb besteht in der Verringerung der Gefahr der Überlastung des Abwassersystems bei Starkniederschlagsereignissen und der Vermeidung von baulichen Maßnahmen zur gefahrenlosen Bewältigung solcher Ereignisse. Die Vorteile für die Grundstückseigentümer liegen in den Möglichkeiten durch (zum Teil geringe) bauliche Veränderungen auf ihren Grundstücken die Gebührenlast zu minimieren.

Die Vorteile für den Naturhaushalt liegen in einer erhöhten Versickerung und damit einer stärkeren Grundwasserneubildung bei gleichzeitiger Vermeidung von Abflussspitzen in den jeweiligen Vorflutern.

Wird bei den baulichen Maßnahmen auf den Grundstücken nur die Ableitung von Niederschlagswasser von versiegelten Flächen in die Kanalisation vermieden, wird in der Regel noch keine Entsiegelung erreicht und die Bodenfunktion nicht wiederhergestellt. Erst wenn bauliche Anlagen und Versiegelungen tatsächlich rückgebaut oder abgebrochen werden, kann langfristig auch eine Wiederherstellung der Bodenfunktionen erreicht werden.

Verständlich ist dabei, dass mit höheren spezifischen Niederschlagswassergebühren (in Eurocent/m² versiegelter Fläche) der Anreiz steigt, die Einleitung von Niederschlagswasser in die Kanalisation zu vermeiden und Entsiegelungsmaßnahmen durchzuführen. Im Landkreis Nordhausen sind deutlich unterschiedliche Niederschlagswassergebühren von 0,27 €/m² bis 0,70 €/m² zu konstatieren, so dass davon auszugehen ist, dass in Entsorgungsgebieten mit hohen Gebührensätzen vermutlich eher solche baulichen Veränderungen durch die Grundstückseigentümer angegangen werden.

Fernwärmesatzungen

Satzungen des Anschluss- und Benutzungszwangs an Wärmenetze sollten hinsichtlich ihrer Beiträge zum Klimaschutz, der Voraussetzung eines kostengünstigen Wärmepreises und der erzielbaren regionalen Wertschöpfung fortgeschrieben werden.

Der Bestand und der Ausbau der Fernwärme soll vor allem durch überzeugende konkurrenzfähige Angebote bewahrt bzw. gefördert werden.

Fernwärmesatzungen waren zunächst Instrumente zur Vermeidung von Emissionen aus Heizungsanlagen in Innenstädten. Mit dem Erneuerbare-Wärme-Gesetz (im Jahr 2020 aufgegangen im Gebäudeenergiegesetz) wurde klargestellt, dass die Fernwärme auch aus Gründen des Klimaschutzes und des Ressourcenschutzes vorgeschrieben werden darf. Die Satzungen legen fest, dass in Teilen des Stadtgebietes die Wärmeversorgung mit Fernwärme zu erfolgen hat. Der räumliche Geltungsbereich ist regelmäßig als Lageplan beigelegt und wird als Fernwärmevorranggebiet bezeichnet. Grundstückseigentümer unterliegen in diesem Gebiet einem Anschluss- und Benutzungszwang.

Die Errichtung und die Benutzung von Feuerungsanlagen mit festen, gasförmigen und flüssigen Brennstoffen sind nicht gestattet. Fristen, Ausnahmen und die Konsequenzen der Nichtbefolgung ergänzen die Satzungen. Im Landkreis Nordhausen existieren solche Satzungen in der Stadt Nordhausen seit 2010 (zuletzt geändert 2018) und in Sollstedt seit 2003.

Eine Fernwärmesatzung als Ortssatzung ist nicht unumstritten. Grundstückseigentümer beklagen diese Satzung vor Gerichten. Im Gegensatz zu anderen leitungsgebundenen Energieträgern wie Strom und Erdgas, aber auch zu Heizöl, Holz und Flüssiggas, gibt es bei der Fernwärme ein Monopol. Somit kann eine Fernwärmesatzung auch als Instrument der Absatzsicherung des meist kommunalen Fernwärmerversorgungsunternehmens verstanden werden.

Wenn die Fernwärme aufgrund der geforderten Preise oder der CO₂-Emissionen der Fernwärmeerzeugung gegenüber alternativen Lösungen nachteilig ist, wird eine solche Satzung dauerhaft ihren Zweck verfehlen. Bereits aktuell zugelassene Ausnahmen, wie z.B. der Einsatz von Wärmepumpen würde bei vermehrtem Einsatz die Wirtschaftlichkeit der Netze reduzieren. Strittig wird ebenfalls sein, wie man mit diesem Instrument den Wasserstoffeinsatz in Brennstoffzellenheizungen verhindern kann, da ja hierbei ausschließlich Wasserdampf emittiert wird.

Eine zeitnahe Weiterentwicklung der Fernwärmesatzungen ist geboten, leider aber nicht trivial. Vor allem Ausnahmeregelungen, also die Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang, sind entsprechend dem fortschreitenden Stand der Rahmenbedingungen und der Technik nur schwer juristisch sicher zu beschreiben.

8.7 Klimaschutzvereinbarungen der Kommunen mit örtlichen Akteuren

Dem Landkreis Nordhausen wird empfohlen, mit relevanten Gebäudeeigentümern in seinem Gebiet Klimaschutzvereinbarungen zu verhandeln und abzuschließen:

- WohnungsBauGenossenschaft eG (WBG) Südharz (ca. 8.000 Wohnungen)
- Städtische Wohnungsbaugesellschaft mbH (SWG) Nordhausen (ca. 5.000 Wohnungen)
- JugendSozialWerk Nordhausen e. V.
- Diakonieverbund Nordhausen
- Caritasregion Eichsfeld – Nordthüringen
- Arbeiterwohlfahrt (AWO) Kreisverband Nordhausen e. V.
- Nordthüringer Lebenshilfe gemeinnützige GmbH.

Weitere Partner von Klimaschutzvereinbarungen können im Landkreis ansässige Unternehmen sein, die sich dem Thüringer Nachhaltigkeitsabkommen angeschlossen haben, z.B.

- CASEA GmbH, Ellrich
- FEUER powertrain GmbH & Co. KG, Nordhausen
- F. C. Nüdling Betonelemente GmbH + Co. KG, Heringen
- mtm plastics GmbH, Niedergebra
- PK-Systems GmbH, Nordhausen
- TPS-Innovat GmbH, Bleicherode.

Bestandteil der Klimaschutzvereinbarungen sollten bei Mietwohnungen und sozialen Einrichtungen auch eventuell entstehende Finanzprobleme von Mietern bzw. Einrichtungsträgern und Einrichtungsnutzern und Lösungen für diese Probleme sein.

Erläuterung:

Der Gebäudesektor trägt in Deutschland ungefähr zu einem Drittel zu den CO₂-Emissionen bei (BMU, 2016). Um den im Klimaschutzplan der Bundesregierung bis 2050 angestrebten klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, muss der Primärenergiebedarf des Gebäudebestands durch eine Kombination aus Energieeinsparung und dem Einsatz erneuerbarer Energien bis 2050 in der Größenordnung von 80 Prozent gegenüber 2008 gesenkt werden (BMWi, 2014).

Die bestehenden Baugesetze, das Baugesetzbuch und die Landesbauordnungen sind aus rechtlichen Gründen weder in der Lage, dem Gebäudeeigentümer die energetische Sanierung seiner Gebäude, einen über das Gebäudeenergiegesetz hinausgehenden Energiestandard, noch den Betrieb von solaren Stromerzeugungsanlagen vorzuschreiben. In den letzten Jahren haben mehr und mehr Bundesländer Gesetze zur Umsetzung von Klimaschutzzielen und zur Anpassung an den Klimawandel beschlossen, sogenannte Klimagesetze oder Klimaschutzgesetze. Zum Instrumentenkasten solcher Landesgesetze gehören unter anderem das Abschließen von Klimaschutzvereinbarungen mit lokalen Akteuren sowie die Solarpflicht bei Gebäuden.

Die im Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln) von 2016 sowie im Klimaschutzgesetz des Landes Baden-Württemberg (KSG BW) seit 2020 vorgesehenen Klimaschutzvereinbarungen beruhen auf der rechtlichen Möglichkeit freiwilliger Selbstverpflichtungen von Unternehmen und Organisationen. Solche Selbstverpflichtungen sind grundsätzlich rechtlich nicht bindend, im Rahmen von Vereinbarungen erhalten sie jedoch Vertragscharakter. Die in den Vereinbarungen von allen Vertragspartnern übernommenen Pflichten sind zu erfüllen, bei Nichterfüllung können Kompensationen vereinbart werden.

Klimaschutzvereinbarungen sollen gemäß Berliner Energiewendegesetz eine Laufzeit von mindestens zehn Jahren haben und folgende Mindestbestandteile enthalten:

- für das Bezugsjahr eine Darstellung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Kohlendioxidemissionen anhand der Emissionsfaktoren der amtlichen Energie- und Kohlendioxidbilanz des Landes Berlin
- ein Zwischen- und ein Gesamtziel zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Kohlendioxidemissionen
- eine Darstellung von Maßnahmen, mit denen diese Ziele erreicht werden sollen, insbesondere Maßnahmen, die der Einsparung von Energie, der Erhöhung der Energieeffizienz sowie der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Energiemix des Landes Berlin dienen
- eine Darstellung, wie die Umsetzung dieser Maßnahmen kontrolliert wird
- ein Verfahren zur Anpassung der Vereinbarung einschließlich der Ziele und Maßnahmen, wenn nach Vorlage des Zwischenberichts gemäß Absatz 2 erkennbar wird, dass die Ziele nach Nummer 2 mit den geplanten Maßnahmen nach Nummer 3 entweder nicht oder frühzeitig erreicht werden.

Vereinbart werden müssen die Perioden der Berichterstattung an die zuständige Behörde. Die unterzeichneten Klimaschutzvereinbarungen sind zu veröffentlichen. Dies erfolgt in der Regel in einem Zielvereinbarungsregister.

Als Beispiel sei die Klimaschutzvereinbarung des Berliner Senats mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) aus dem Jahr 2016 genannt, in der sich die HTW verpflichtet, ihre CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2025 um 20 Prozent zu senken (Berliner Senatsverwaltung, 2016).

8.8 Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild

Präambel

Diese Leitlinien enthalten fachlich begründete Empfehlungen für die gestalterische Integration erneuerbarer Energieanlagen in die Landschaft und die Ortsbilder des Landkreises Nordhausen. Die Erarbeitung der Empfehlungen im Forschungsprojekt „Klima-Gestaltungsplan als Entwicklungsplan Energie, Klima, Raumgestaltung“ wurde von einem hierzu einberufenen Gestaltungsbeirat unterstützt.

Die Empfehlungen sind auf die Landschaftsraumtypen und Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen zugeschnitten. In vielen Fällen lassen sie sich auf vergleichbare Landschafts- und Stadträume in anderen Regionen übertragen.

Die Möglichkeiten der rechtlichen Umsetzung dieser Empfehlungen sind unterschiedlich. Wo möglich, werden Hinweise gegeben.

Grundsätze

Die Landschaft des Landkreises Nordhausen setzt sich zusammen aus:

- den Hängen des walddreichen Harzvorlandes
- der Karstlandschaft des Südharz
- den Ebenen der Goldenen Aue
- der Hügellandschaft von Hainleite und Windleite.

Das gegenwärtige Erscheinungsbild dieser Landschaftsteile ist mehr oder weniger durch menschliche Aktivitäten geprägt, seien es die industrialisierte Landwirtschaft in der Goldenen Aue, die Begradigungen der Flusstäler von Helme und Zorge oder die forstwirtschaftlich geprägten Wälder. Zerschnitten wird die Landschaft von Industriebändern und großflächigen Infrastrukturanlagen.

Die geplante Umstellung des Energiesystems auf dezentrale erneuerbare Energien entlastet die Standorte zentraler Großproduktion und führt zu vielen kleineren Standorten in bisher nicht für die Energieproduktion genutzten regionalen Landschaften. Hier stoßen die Erneuerbare-Energieanlagen auf Konflikte, z.B. mit dem Naturschutz und mit den Erholungsbedürfnissen der Bevölkerung.

Die erneuerbaren Energien (eE) haben einen wachsenden Einfluss auf die Landschaftsentwicklung und die Ortsbilder. Sie müssen deshalb als landschaftsgestaltende und ortsbildgestaltende Faktoren verstanden werden und eine dementsprechende Beachtung erfahren. Die Qualität des Landschaftsbildes und der Ortsbilder ist wesentlich für die Lebensqualität der Bevölkerung. Daher ist eine ästhetisch hochwertige Integration von erneuerbaren Energien in die Landschaft und in die Orte von hoher Bedeutung.

Grundlegend soll sich die Integration der eE an den landschaftstypischen Strukturen und Elementen sowie an den allgemeingültigen Regeln der Gestaltung und an den Bedürfnissen der Bevölkerung vor Ort orientieren. Eingriffe in Natur und Landschaft sind auf das für den Ausbau der eE erforderliche Maß zu beschränken. Naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahmen sollen genutzt werden, um Landschaftsqualitäten neu zu schaffen. In den Orten sollen sich Solaranlagen in die vorhandene Dachlandschaft einfügen und sich mit den notwendigen Dachbegrünungen verknüpfen. Großflächige Potentiale auf Dächern und Parkplätzen in Gewerbegebieten sowie auf Verkehrsflächen sollen mit Vorrang für die solare Energiegewinnung erschlossen werden.

Energieträger

Biomasse (Holz aus Forst- und Landwirtschaft, Biomasse aus Landschaftspflege, Energiepflanzen)

Herausforderungen

- Generell ist die industrialisierte Landwirtschaft mit großen Schlägen verbunden, die eine ausgeräumte und für Erosionen anfällige Landschaft bewirken.
- Der hohe Bedarf der Landwirtschaft an großen zusammenhängenden Flächen führt zur Vernachlässigung von Wegeverbindungen für Einheimische und Touristen (Ortsverbindungswege und Fahrradwege) sowie zu einer mangelhaften Integration von Ortsrändern in die Landschaft und zu eng gefassten Gewässerräumen mit schmalen, oft gehölzfreien Randstreifen.
- Die geringe Diversität der hauptsächlich angebauten Energiepflanzen Mais und Raps hat eine Monotonie der Ackerkulturen zur Folge.
- Ein Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen, der über den bisherigen Anbau von Raps und Silomais hinausgeht, steht in Konkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln. Ungenutzte Potenziale der Biomasse sind daher vorrangig in der Landschaftspflege (Nährstoffentzug aus Biotopflächen) und in der Pflege von Straßen- und Wegerandstreifen zu sehen.
- Technische Anlagen (Biogasanlagen, Pelletbunker etc.) fügen sich weder in Landschafts- noch in Ortszusammenhänge ein.
- Der große Anteil monotoner Fichtenwaldbestände setzt den Wald erheblichen Kalamitäten aus.
- In der Hainleite und Windleite ist der Waldanteil niedrig.
- Entlang der Gewässer Helme und Zorge sind in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche Auenwälder verloren gegangen.

Empfehlungen

für ackergeprägte Landschaftsraumtypen:

- Zur landschaftsräumlichen Strukturierung ausgeräumter Agrarlandschaften bieten das aktuelle und das **historische Wegenetz** ein wichtiges Grundgerüst zur Pflanzung von Alleen, Baumreihen, Hecken und KUP-Streifen. Ein solches Netz linearer Gehölzstreifen erfüllt wichtige klimaregulierende und ökologische Funktionen (Erosionsschutz, Biotopfunktion). Es verbessert auch die Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft und leistet einen Beitrag zur Erholungsfunktion. Die Schaffung zusätzlicher Wegebeziehungen kann die Lebensqualität der Bewohner nachhaltig verbessern. Entsprechende unbefestigte Wege, wie sie früher traditionell üblich waren, sind zweckmäßig und wenig kostenintensiv.
- **Gestaltung des Übergangs zwischen Siedlung und offener Landschaft** durch KUP-Streifen mit breitgefassetem Spektrum standortangepasster Gehölze. Sofern sich der typische Übergang „Siedlung – Streuobstgarten“ auflöst oder bereits fehlt, könnten KUPs eine wichtige Ersatzfunktion für die Eingrünung von Siedlungen und landwirtschaftlichen Einzelhöfen übernehmen.
- Biomasse soll vorrangig landschaftsgestaltend zur Gliederung großräumiger Ackererschläge ausgebaut werden. **Kurzumtriebsplantagen (KUPs)** können als **heckenartige Strukturen** - ergänzend zu den vorhandenen Hecken - ausgeräumte Landschaften gliedern und neben ihrer energetischen Ertragsfunktion landschaftsästhetische und ökologische (Biotopverbund) Wirkungen entfalten.
- Die Flächeninanspruchnahme für den Anbau von Energiepflanzen zur Produktion von Biogas und Biotreibstoff soll **20 Prozent der Ackerfläche** nicht überschreiten.
- Eine **Diversifizierung landwirtschaftlicher** Kulturen soll zur ästhetischen und ökologischen Aufwertung der ackergeprägten Landschaftsräume beitragen.
- **Blühstreifen** sollen vorzugsweise entlang der Wegeverbindungen und schlagteilend angelegt werden.
- **Feuerungsanlagen** und deren Vorratsgebäude (Holzhackschnitzel, Stroh, Miscanthus usw.) sollen in den städtebaulichen Kontext (Gewerbe- und Industriegebiete) integriert werden. Zur Lagerung von Biomaterialien ist die Nutzung leerstehender Gebäude zu bevorzugen.
- Durch Gebäude- und Umfeldgestaltung sollen **Betriebsanlagen** (z.B. Biogasanlagen) gestalterisch in den Landschaftszusammenhang integriert werden. Dabei helfen die Anlage einer dauerhaften Begrünung der Gebäude, die Etablierung von Heckenstrukturen, Streuobstwiesen oder KUPs.

für den waldgeprägten Landschaftsraumtyp und Gewässer:

- Waldmehrung zur Erweiterung kleinerer Waldgebiete, um diese zu stabilisieren.
- Für den Erhalt und die teilweise Wiederherstellung der Auenwälder an Helme und Zorge sollen Flächen gesichert und Naturschutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Rechtliche Umsetzung

Landschaftspläne mit Konzepten für Standorte und Vorhaben von Ausgleichsmaßnahmen, Flächennutzungspläne zur planerischen Sicherung von Flächen der Waldmehrung.

Positive Beispiele



Kurzumtriebsanlage bei Bornim (©Jürgen Peters)



Energiehof Weitenau (©Juliane Vees)



Gut eingegrünte Ortsränder in Neustadt/Harz (©Katharina Luttmann)



Streuobstwiese (©Sebastian Welte)

Windenergie (raumbedeutsame Windkraftanlagen, Windparks)

Herausforderungen

- Die wachsende Zahl von weithin sichtbaren Windkraftanlagen auf den Kuppenlagen verändert das Landschaftsbild.
- Die bisher im Landkreis Nordhausen realisierten Windparks orientieren sich bei der Anordnung der Anlagen überwiegend nicht an landschaftlichen Strukturen.
- Durch die heterogene Verwendung verschiedener Anlagentypen und Anlagenhöhen innerhalb von Windparks entsteht der Eindruck von Wildwuchs.
- Die Nachtkennzeichnung von Windkraftanlagen durch rotes blinkendes Rundstrahlfeuer wird von der Bevölkerung als störend wahrgenommen.

Empfehlungen

für Windparks auf windhöffigen Kuppenlagen:

- Städte und Gemeinden sollen mit Hilfe von Bebauungsplänen mit integriertem Gestaltungskonzept für ein technologisch und gestalterisch einheitliches Erscheinungsbild der Windparks Sorge tragen und dabei die charakteristischen Eigenschaften der Landschaft bei der Planung berücksichtigen (entspricht dem Regionalplan für Nordthüringen).
- Die im Regionalplan Nordthüringen dargestellten Windvorranggebiete sollen abschnittsweise entwickelt werden, um ein technologisch und gestalterisch einheitliches Erscheinungsbild zu ermöglichen.
- Technologisch soll innerhalb eines Windfeldes auf einheitliche Windkraftanlagentypen (Modell, Verhältnis Höhe zu Rotordurchmesser, Gesamthöhe, Gondel) geachtet werden.
- Bei der gestalterischen Anordnung von Windkraftanlagen in einem Windpark sollen die Struktur und Integration ins Raumgefüge sowie die Orientierung an landschaftstypischen Strukturen (Relief, Waldrand etc.) berücksichtigt werden.
- Beim zukünftig anstehenden Repowering von Windkraftanlagen sollen die Chancen einer Verbesserung des Erscheinungsbildes genutzt werden.
- Die Entwürfe der o. g. Gestaltungskonzepte sollen durch Visualisierung in partizipativen Verfahren öffentlich zur Diskussion gestellt werden.
- Die bedarfsgerechte Nachtbefeuerung soll bei bestehenden Windkraftanlagen nachgerüstet werden.
- Städte und Gemeinden sollten bürgerschaftliche und kommunale Investitions- und Betriebsmodelle beim Windkraftausbau anregen und fördern.
- Ein auszuwählender Windpark soll als Naherholungsgebiet mit touristischen Angeboten und Umweltbildungsmaßnahmen gestaltet werden (Vorschlag: Wettbewerb).
- Die Chancen der Direktvermarktung von Windkraftstrom im Landkreis sollen für Gewerbebetriebe, Gewerbeansiedlungen sowie für Schnellladestationen (Elektromobilität) genutzt werden.

Rechtliche Umsetzung

Umsetzung des Grundsatzes 3 – 28 im Entwurf des Regionalplans Nordthüringen durch die Städte und Gemeinden im Landkreis Nordhausen.

Positive Beispiele



Windpark Wipperdorf (©vsb.energy)



Energie-Erlebnis-Tour Windpark Weilrod (©ABO Wind)

Solarenergie (Photovoltaik-Freiflächenanlagen, PV-Überdachungen, Solardächer auf Gebäuden, gebäudeintegrierte Photovoltaik)

Herausforderungen

- Zahlreiche Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf für die Gewerbeansiedlung gedachten Flächen an den Rändern von Siedlungen beeinträchtigen die Ortsbilder.
- Künftiger zusätzlicher Flächenbedarf von solarthermischen Kollektorfeldern innerhalb bzw. in unmittelbarer Nachbarschaft von Ortsteilen mit Nah- und Fernwärmeversorgung.
- Isolierte PV-Freiflächenanlagen im Landschaftsraum wirken teilweise wie Fremdkörper. Viele Anlagenfelder vermitteln sich weder in ihrer Standortfunktionalität noch nehmen sie Bezug auf die sie umgebende Landschaft.
- Im Siedlungsraum wurden und werden auf den Dächern von Gebäuden Photovoltaikanlagen nur nach technischen und ökonomischen Gesichtspunkten installiert, wodurch gut sichtbare mit PV bestückte Satteldächer im Ortsbild disharmonisch wirken.
- Flachdächer von Gewerbegebäuden, von Gebäuden des großflächigen Einzelhandels und von Einrichtungen der sozialen Infrastruktur benötigen an Standorten mit Hitzebelastungsproblemen Gründächer. Die Nutzung der Photovoltaik darf die Begrünung der Dächer nicht behindern.

Empfehlungen für solare Freiflächenanlagen im Landschaftsraum

- Die Inanspruchnahme von nur gering durch technische Infrastruktur vorgeprägten Landschaftsbereichen durch solare Freiflächenanlagen (Photovoltaik und Solarthermie) ist zu vermeiden.
- Für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen bieten sich Brach- und Konversionsflächen, Deponiekörper sowie Schlamm-, Asche- und Rückstandshalden des Kalibergbaus an (siehe Regionalplan).
- Einen Mehrfachnutzen verspricht die Gestaltung von begehbaren Solarparks, die künstlerisch gestaltet sind und der Naherholung bzw. auch dem Tourismus dienen (Vorschlag: Wettbewerb).

- Die Nutzung von ausgewählten Kiesgewässern für schwimmende Photovoltaik-Anlagen muss mit den Zielen des Naturschutzes vereinbar sein. In einem Pilotprojekt sollen sowohl naturnahe Einbindungen der Anlagen, z.B. in Schilfinseln, als auch künstlerische Inszenierungen mit touristischem Mehrwert erprobt werden (Vorschlag: Wettbewerb).
- Das Potential für Photovoltaikanlagen beidseits der Autobahn BAB 38 und der Schienenwege soll durch Lösungen genutzt werden, die sich den besonderen Anforderungen verschiedener Abschnitte anpassen. Zu bevorzugen sind Lösungen mit Mehrfachnutzen wie solare Lärmschutzwände.
- Für die bessere Einbindung älterer bestehender PV-Freiflächenanlagen sollen naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahmen genutzt werden, z.B. für das Pflanzen von Heckenstreifen o.ä.
- Städte und Gemeinden sollen bürgerschaftliche und kommunale Investitions- und Betriebsmodelle für PV-Freiflächenanlagen anregen und fördern.
- Großflächige solarthermische Kollektorfelder zur Unterstützung von Nah- und Fernwärmeversorgungen müssen aus technischen Gründen in unmittelbarer räumlicher Nähe der jeweiligen Wärmeerzeugungsanlagen platziert werden und verdeutlichen damit auch den funktionalen Bezug.



Windkraftanlage-Anlage vor der Deponie Nentzelsrode (©Ariane Ruff)



PV-Anlage auf der Kalihalde Bleicherode (©Sylvia Spehr)

Positive Beispiele

für Solardächer auf Neubauten in allen Stadträumen

- Jedes Neubauvorhaben soll zwingend mit Solardächern und/oder gebäudeintegrierter Solarenergie geplant und realisiert werden.

für Solardächer auf Bestandsgebäuden in historischen Stadt- und Ortskernen

- Historische Stadt- und Ortskerne stellen generell keine geeigneten Standorte für solare Dachanlagen dar. Kompensationen sind z.B. auf Nebenanlagen und an rückwärtigen Gebäudeteilen bzw. Nebengebäuden möglich. Anstelle solarthermischer Warmwasserbereitung bietet sich in den Stadt- und Ortskernen die Wärmeversorgung mit Nah- und Fernwärme an.

für Solardächer auf Bestandsgebäuden und über Großparkplätzen in Wohn-, Misch-, Gewerbe- und Sondergebieten

- Das Potential auf Großdächern (Gewerbe, großflächiger Einzelhandel, Zweckgebäude usw.) soll zügig zur Nutzung gebracht werden. Zusammenhängende Systeme sind hier möglich.
- Flachdächer in hitzebelasteten und durch einen hohen Versiegelungsgrad geprägten Stadtraum sollen sowohl eine Begrünung als auch hierauf aufgeständerte Solaranlagen erhalten.
- Großparkplätze können durch solare Überdachung verschattet werden. Die Überdachung sollte mit Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen kombiniert werden.
- Eine Solardach-Gestaltungsfibel für den Landkreis Nordhausen gibt Empfehlungen zur rücksichtsvollen Gestaltung von Solardächern und vermittelt positive Beispiele anschaulich.

Rechtliche Umsetzung

- Bebauungspläne für solare Freiflächenanlagen
- Festsetzung der Solarenergienutzung in Bebauungsplänen für Neubaugebiete
- Gestaltungssatzungen auf der Grundlage der Solardach-Gestaltungsfibel
- Änderung der Landesbauordnung zu verpflichtenden Solardächern und/oder gebäudeintegrierter Solarenergienutzung (auch im Rahmen des Landes-Klimaschutzgesetzes möglich).

Solardach-Gestaltungsfibel

Die Dächer von Gebäuden bilden ihre fünfte Fassade. Sie werden von den Straßenräumen aus ebenso wahrgenommen wie von höher gelegenen Aussichtspunkten. Eine sorgfältig gestaltete Dachlandschaft leistet einen relevanten Beitrag zu ansprechenden Stadt- und Ortsbildern. Jedes einzelne Gebäude trägt zum Gesamtbild der Dachlandschaft bei, sei es ein Bestandsgebäude oder ein Neubau.

Je nach ihrer Entstehungszeit und ihrer Funktion weisen städtische Quartiere, Ortsteile und Dörfer spezifische Prägungen ihrer Dachgestalt auf. Allerdings sind im Landkreis Nordhausen einheitliche Dachlandschaften nicht (mehr) erlebbar.

Generell bieten Neubauten die Möglichkeit, Kollektorfelder zur Wärmeengewinnung und Solarmodule zur Stromerzeugung bei der Planung der Dachgestalt und Dacheindeckung von Anfang an zu berücksichtigen. Je nach architektonischem Konzept lässt sich die Solartechnik stolz präsentieren oder unscheinbar einordnen, d. h. technische und gestalterische Anliegen lassen sich miteinander verbinden.

Mittlerweile steht den Architekten und Bauherren ein großer und weiter wachsender Baukasten an Gestaltungsformen von Solaranlagen und solaren Bauteilen zur Verfügung. Im Gebäudebestand sollte dieser Baukasten nur ohne Verletzung der vorhandenen Gestaltqualitäten eingesetzt werden.



SMA-Gewerbepbau in Niestetal (©Dagmar Everding)



Sonnenhaus in Straubing (©Sonnenhaus Institut e.V.)

Generelle Empfehlungen zu Solaranlagen auf Bestandsgebäuden im Landkreis Nordhausen

Fast die Hälfte des heutigen Gebäudebestandes im Landkreis Nordhausen entstand vor dem 2. Weltkrieg (Schätzung auf Basis der erhobenen Stadtraumtypen, da keine Statistik des Gebäudealters vorliegt). Die Kriegszerstörungen betreffen in besonders hohem Maße die Stadt Nordhausen. Große Teile der Altstadt fielen den Bombardierungen zum Opfer. Weitere Bestände wurden in den Nachkriegsjahrzehnten aufgegeben, um Infrastruktur zu errichten und moderne Wohnquartiere zu schaffen (siehe Abbildung 8.10).

Die erhaltenen Gebäudebestände aus dem 18. und 19. Jahrhundert sowie aus der Gründer- und Vorkriegszeit weisen eine relativ hohe Eingriffsempfindlichkeit auf, die bei ihrer Sanierung bzw. bei der Installation von Solaranlagen zu berücksichtigen ist. Für den Einsatz der Solarenergie im Rahmen der Sanierung gibt es positive Beispiele, die sich jedoch nicht generalisieren lassen. **Es müssen jeweils angemessene Einzellösungen mit individueller Prüfung der Eingriffsempfindlichkeit gefunden werden.**

Beim Wiederaufbau nach dem 2. Weltkrieg entstanden öffentliche Gebäude und Wohnensembles im klassischen Stil, die heute unter Denkmalschutz stehen. In der ersten Notzeit wurden auch einfache Wohn- und Zweckgebäude errichtet. Später folgten staatliche Wohnbauprogramme, die zunächst mehrgeschossige Zeilenbauten mit Satteldach entstehen ließen sowie ab den 1970er Jahren Plattenbauten in industrieller Vorfertigungstechnik mit Flachdach. Den Wohnkomplexen wurden eingeschossige Versorgungszentren mit Flachdach zugeordnet. Auch bei den öffentlichen Einrichtungen wie Schulen, Behörden und vieles mehr handelte es sich überwiegend um Plattenbauten mit Flachdach.

Die Nachkriegsbestände in Zeilenbauweise als auch in Plattenbautechnik weisen einen hohen Grad an Gleichförmigkeit und Standardisierung auf. Die Eingriffsempfindlichkeit ist geringer als in den Vorkriegsbeständen. **Gebäude aus der Nachkriegszeit sind prinzipiell für solarenergetische Maßnahmen geeignet. Dennoch lassen auch diese Bestände nicht alle Maßnahmen zu.** Die charakteristischen Eigenschaften der bestehenden Gebäudesubstanz sollten Ausgangspunkt aller Sanierungsmaßnahmen sein. Schlichte Gebäude des Wiederaufbaus vertragen am besten solare Dachanlagen, welche die Gesamtdachfläche abdecken.

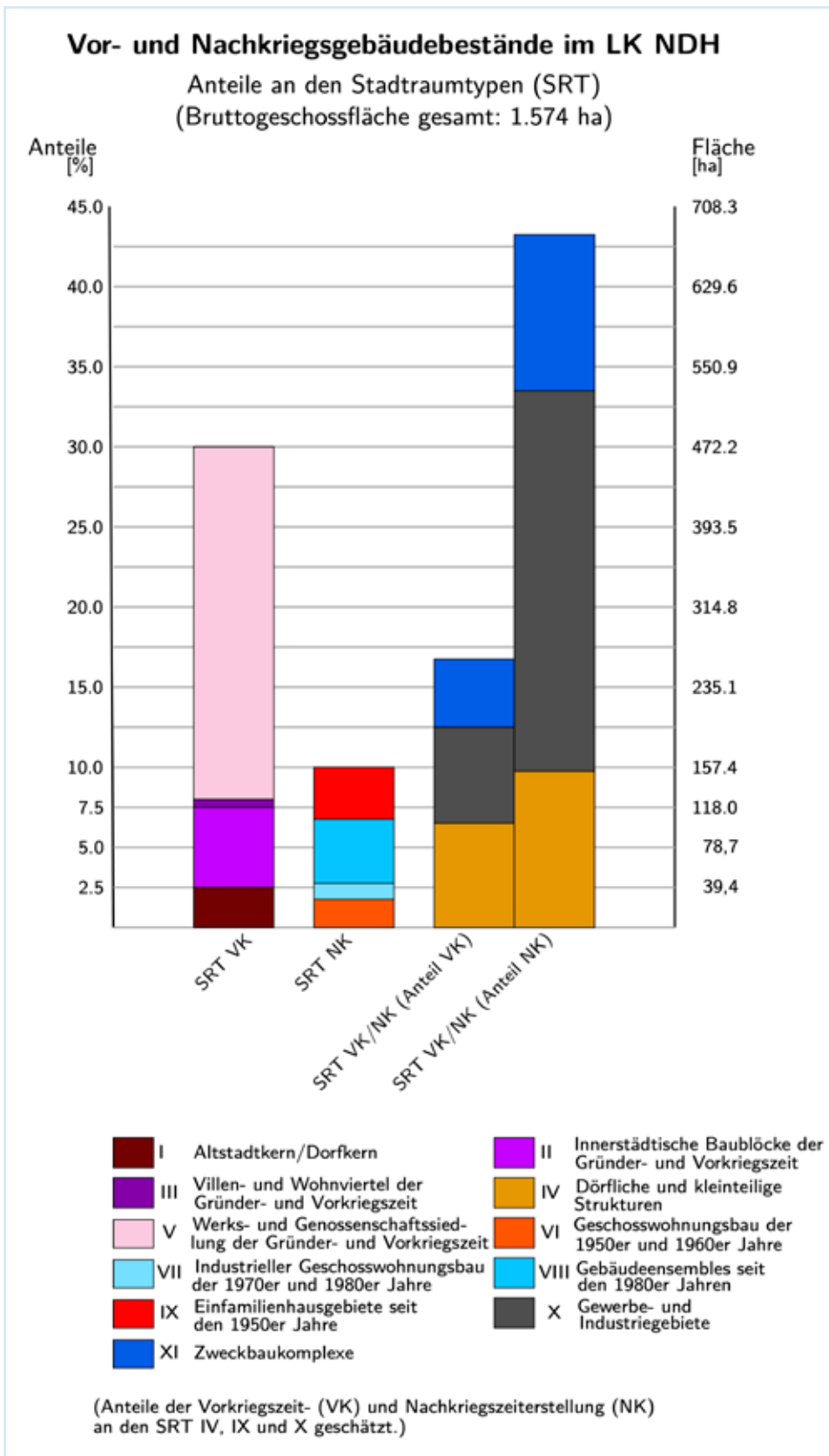


Abbildung 8.10: Stadtraumtypen und ihre Anteile im Landkreis Nordhausen

Bei der Sanierung von Plattenbausiedlungen zeigen Beispiele, dass die Solarenergie-Elemente zur Aufwertung der Bestände beitragen können. Gerade in durch den Klimawandel zunehmend hitzebelasteten Stadträumen mit hohem Versiegelungsgrad (dicht bebaute zentrale Lagen, Einkaufszentren und Gewerbegebiete) ist es notwendig, die Flachdächer zu begrünen, asphaltierte Großparkplätze teilweise zu entsiegeln und zu verschatten. Solaranlagen lassen sich gut mit der Begrünung der Dächer kombinieren. Solare Überdachungen tragen zur Verschattung von Großparkplätzen bei.

Gestalterische Empfehlungen zu Solaranlagen auf Flachdächern von Bestandsgebäuden

Flachdächer und flach geneigte Dächer bieten gute Voraussetzungen für die Nutzung der Sonnenenergie. Diese Dächer sind vom Straßenraum in der Regel nicht einsehbar, wenn eine ausreichend niedrige Konstruktion gewählt wird. Sieht man von oben auf die Dächer, sind die in einem Winkel von 30 bis 45° aufgeständerten Solaranlagen als selbstständige Applikation erkennbar.

Die Solarmodule bzw. Kollektoren sollten rechteckig angeordnet, in Feldern oder Gruppen zusammengefasst und möglichst parallel zur Gebäudegeometrie ausgerichtet sein. Vom Dachrand sollten sie zurückgesetzt sein sowie freie Randzonen oder einen Dachrand ausbilden (Stadt Zürich, 2009). Als Randabstand ist die doppelte (senkrecht gemessene) Modulhöhe einzuhalten (Stadt Wien, 2014).

Diese Empfehlungen gelten gleichermaßen für Solaranlagen auf begrünten Flachdächern. Bei der Konstruktion ist Wert darauf zu legen, dass die Begrünung dauerhaft erhalten wird (Stadt Essen, 2018).



PV auf Flachdach in Nordhausen-Nord (©Dagmar Everding)



Gründach mit PV der Fa. Bauder (©Bauder GmbH & Co.KG)

Gestalterische Empfehlungen zu Solaranlagen als Überdachung von Großparkplätzen

Die Tragkonstruktionen von solaren Überdachungen von Großparkplätzen sollen sich städtebaulich einfügen. Neben der Verschattung soll auch die Transparenz berücksichtigt werden. Auf Regenwasserversickerung und Begrünungsmaßnahmen muss nicht verzichtet werden.



Solare Überdachung in Bad Wörishofen (©Dagmar Everding)



Solarcarport mit Ladesäulen in Hilden (©Bäckerei Schüren)

Gestalterische Empfehlungen zu Solaranlagen auf Satteldächern von Bestandsgebäuden

Solaranlagen stellen neue zusätzliche Elemente dar, die sich auf die Gesamtansicht von Fassade und Dach von Gebäuden auswirken. Die Charakteristik eines Gebäudes soll durch die zusätzliche Applikation so wenig wie möglich verändert werden. Auch müssen sich die Photovoltaik- und Solarwärme-Anlagen in Proportion und Maßstab an die vorhandenen architektonischen Gegebenheiten des Gebäudes angleichen. Das gilt insbesondere für die Gebäudeseite zum öffentlichen Raum (Straße, Platz, Park). Die Installation von Solaranlagen auf der Gebäudeseite zum Hof bzw. zum Garten zu bevorzugen.

Grundsätzlich sollen die Module bzw. Kollektoren parallel zur Dachneigung sowie in einfachen Gruppen oder Serien zusammenhängend auf den Dächern installiert werden. Das Gleiche gilt für Indachlösungen.

Die Farbe der Module bzw. Kollektoren soll der Dachdeckung angepasst sein. Ist bei Aufdachsystemen ein Rahmen erforderlich, ist dieser an die Farbe der Paneeloberflächen anzugleichen. Eine Reflexion der Oberflächen ist soweit möglich zu vermeiden. L-, T-, U- oder C-förmige Anordnungen von Solarpaneelen auf Steildächern sind zu vermeiden.

Werden unterschiedliche Paneele (z.B. PV und Solarthermie) kombiniert, dann sind diese entweder mit denselben Außenabmessungen oder in einem gestalterischen Raster integriert auszuführen. Einzelne Elemente, wie Solarpaneele und/oder Dachflächenfenster, sind zu gestalteten Einheiten zusammenzufassen. (Stadt Wien, 2014)



**Haus mit Solardachziegeln der Firma Nelskamp
(©Dachziegelwerke Nelskamp GmbH)**



**Dach-PV-Anlage in Nordhausen, Grimmelallee
(©Dagmar Everding)**



**Solardächer in Nordhausen, Am Hagentor
(©Dagmar Everding)**



**Haus mit Indach-Solaranlage der Fa. Axsun (©AxSun
Solar - www.axsun.de)**

Gestalterische Empfehlungen zu Solaranlagen auf Dächern von denkmalgeschützten Gebäuden

Für die Installation von Solaranlagen auf den Dächern von Denkmälern müssen besondere Gründe bzw. Anlässe gegeben sein. Das bedeutet, dass eine Eignung für eine solche Nutzung der Solarenergie nur in Einzelfällen besteht.

Als generelle Orientierung lässt sich eine Eignungshierarchie beschreiben:

- Mehr Eignungschancen bestehen bei Industriegebäuden, da hier die technische Installation weniger störend wirkt.
- Weniger Eignungschancen sind bei öffentlichen Gebäuden aufgrund ihres repräsentativen Charakters zu finden.

Auch die jeweilige Dachform gibt allgemeine Hinweise zur möglichen Eignung für eine Solarenergienutzung:

- Mehr Eignungschancen bestehen bei Flachdächern, insbesondere in den Fällen, in denen die Module bzw. Kollektoren vom öffentlichen Raum nicht sichtbar sind.
- Weniger Eignungschancen bieten Satteldächer und Mansarddächer.

Da sich die Außenwände denkmalgeschützter Gebäude in der Regel empfindlich gegen eine Dämmung von außen zeigen, empfiehlt sich eine regenerative Wärmeversorgung solcher Gebäude (Anschluss an die Nah- oder Fernwärme, Einsatz eines Blockheizkraftwerks oder einer Wärmepumpe).

8.9 Gestaltungsleitlinien zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel

Präambel

Für drei als wesentlich für den Landkreis Nordhausen angesehenen klimawandelbedingte Problemlagen werden die Herausforderungen durch den fortschreitenden Klimawandel beschrieben. Die Leitlinien nennen Empfehlungen zu deren Bewältigung und illustrieren diese anhand von Beispielen. Auch werden Hinweise zur rechtlichen Umsetzung gegeben, soweit dies möglich ist.

Grundsätze

Der anthropogen verursachte Klimawandel ist bereits heute Realität. Die Veränderungen im Klima der letzten Jahrzehnte lassen sich durch meteorologische Langzeitbeobachtungen inzwischen zweifelsfrei belegen. Durch verschiedene Klimavorausberechnungen sind die künftigen klimatischen Veränderungen relativ belastbar vorhersagbar. Daraus lässt sich ableiten, dass selbst bei massiven globalen Klimaschutzbemühungen der Klimawandel nicht gänzlich aufzuhalten sein wird.

Neben den Veränderungen für die Landschafts- und Ortsbilder durch die Errichtung von Anlagen der erneuerbaren Energien (siehe Kapitel 8.8 Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild), die ein wesentliches Standbein der Klimaschutzbemühungen darstellen, werden auch vorsorgende Maßnahmen der Klimaanpassung notwendig sein, die ebenfalls teilweise Auswirkungen auf Orts- und Landschaftsbilder haben werden.

Maßnahmen der Klimaanpassung in den Städten und Gemeinden des Landkreises Nordhausen sind somit zunehmend in die Stadt- und Regionalplanung zu integrieren und sollten so gestaltet sein, dass andere berechnete Belange, wie z.B. Natur- und Denkmalschutz, aber auch bewährte stadt- und landschaftsplanerische Grundsätze und natürlich die Ansätze des Klimaschutzes nicht konterkariert werden.

Das städtebauliche Prinzip des Vorrangs der städtischen Innenentwicklung vor der Ausweisung neuer Baugebiete am Siedlungsrand kollidiert allerdings mit dem begründeten Ansatz der stärkeren Durchgrünung innerstädtischer Räume. Deshalb ist die notwendige Innenentwicklung mit Maßnahmen der Entsiegelung, intensiven Begrünung der verbleibenden Freiflächen sowie von Gebäudeteilen sowie weiteren stadtklimatischen Verbesserungen zu verknüpfen (doppelte Innenentwicklung).

Hitze/Wärmebelastung im Sommerhalbjahr bewältigen

Herausforderungen

- Die steigenden sommerlichen Temperaturen verstärken den städtischen Wärmeinsellekt zusätzlich und führen zu verstärkten **Hitzebelastungen für die Bevölkerung** vor allem in den urbanen Räumen. Extreme Hitzeereignisse können auch grüne und blaue Infrastrukturen bis hin zur Verkehrsinfrastruktur in Mitleidenschaft ziehen.
- Die flächenmäßige Ausdehnung der Stadträume und die Nachverdichtung verstärkt den Wärmeinsellekt, **beeinträchtigt oder beseitigt Kaltluftentstehungsgebiete** und **erschwert den Kaltluft- und Frischluftstrom** in die verdichteten innerstädtischen Räume.
- Hitzebelastungen erfordern zusätzliche Maßnahmen, vor allem zu Präventionen für **sensible Bevölkerungsgruppen** (kleine Kinder, Grundschüler, ältere Menschen, Kranke etc.).
- Für den Aufenthalt von Menschen im Sommer im Freien sind Vorkehrungen zur Minimierung der Hitzebelastung und der unmittelbaren Exposition gegenüber der Sonneneinstrahlung erforderlich.

Empfehlungen

- Die Vermeidung der sommerlichen Überhitzung städtischer Räume kann durch **Verdunstungsförderung** in dichter bebauten Quartieren und durch gezielte **Verschattungen** von Bereichen, in denen sich Menschen aufhalten, erreicht werden. Diese Aspekte sind mit dem Erhalt und der Förderung des innerstädtischen Baumbestandes zu verbinden.
- Nachpflanzungen bei Straßenumbauten sollen den Erhalt des Stadtbildes berücksichtigen.
- Dort wo Baumpflanzungen nicht (mehr) möglich sind, sollten auch andere innerstädtische Grünstrukturen erhalten und wenn möglich vermehrt werden.
- **Flächenversiegelung** ist zu **vermeiden** (Rasenflächen besitzen hinsichtlich des Mikroklimas eine bessere Wirkung als teilweise oder vollständig versiegelte Flächen in der Stadt).
- Dort wo Versiegelungen nicht zu vermeiden sind, ist auf ein **hohes Albedo der Oberflächen** (glatte Flächen in hellen Farben) zu achten, dies gilt auch bei Hochbauten.
- Dem **Erhalt von Kaltluftentstehungsgebieten** und von Kalt- und Frischluftbahnen in Richtung der Stadt- und Ortszentren kommt besondere Bedeutung zu.
- Bei Um- und Neubauvorhaben im Hochbau ist auf eine **klimaangepasste Bauweise** zu achten, bei der die Ausrichtung der Gebäude, Dach- und Fassadenbegrünung sowie technische Verschattungsanlagen einzubeziehen sind.

Rechtliche Umsetzung

- Flächennutzungsplan mit stadtklimatischen Baubeschränkungsbereichen zum Erhalt von Kaltluftentstehungsgebieten und von Kalt- und Frischluftbahnen
- Baumentwicklungskonzept und Baumschutzsatzung
- Bebauungspläne mit Grünordnungsplänen, Bebauungspläne zur Dachbegrünung im Bestand.

Positive Beispiele



Vorbildliche Platzgestaltung im Zentrum von Ellrich
(©THINK 2019)



Rasengleis als Entsiegelung/Begrünung in Nordhausen (©THINK 2019)

Trockenheit bekämpfen

Herausforderungen

- Steigende sommerliche Temperaturen (stärkere Verdunstung!) in Verbindung mit (teilweise) geringeren sommerlichen Niederschlagsmengen führen zu einer deutlichen **Verschlechterung der klimatischen Wasserbilanz**.
- Besonders problematisch ist dies, wenn derartige Effekte jahreszeitlich mit der Wachstumsperiode der Vegetation zusammenfallen. Hier ist mit massiven Beeinträchtigungen für Land- und Forstwirtschaft sowie der grünen Infrastrukturen (Stadtwälder, Parkanlagen, Grünflächen (inkl. Sportanlagen), Straßenbegleitgrün) in den Städten zu rechnen.
- Längere Trockenperioden können zu deutlichen Ertragseinbußen und verschiedenen Sekundäreffekten (verstärkter Schädlingsbefall, Waldbrandgefahr) führen.
- Das von vornherein einem gewissen Stress unterliegende Stadtgrün (vorrangig Stadt- und Straßenbäume) ist besonders gefährdet.

Empfehlungen

- **Niederschlagswasser „in der Fläche halten“**, indem der oberirdische Abfluss minimiert, Niederschlagswasser ggf. zwischengespeichert und ein Maximum an Versickerung vor Ort ermöglicht wird.
- In den Siedlungsbereichen bedeutet dies vorrangig **Maßnahmen zur Entsiegelung** und Anlage von Grün- und Pflanzflächen sowie die Anlage zusätzlicher Versickerungsflächen.
- Die Entwicklung und Stärkung **grünblauer Strukturen** ist voranzutreiben.
- Neue Bewässerungskonzepte für Stadtgrün (unterirdische Bewässerung, Nachrüstung mit Bewässerungssäcken) sind zu etablieren.

- Es ist verstärkt auf eine Auswahl geeigneter, verstärkt trockenheitsresistenter Arten in der Land- und Forstwirtschaft und beim Stadtgrün zu achten. Während die Landwirtschaft durch die jährlichen Fruchtwechsel schneller reagieren kann, stellt der **Waldumbau** (längerfristige Planungen), der sich an den voraussichtlichen Verhältnissen in der ferneren Zukunft orientieren muss, stellt eine größere Herausforderung dar. Es ist auf die Anpflanzung von (fremdländischen) trockenheitsresistenten Baumarten zu orientieren, mit dem Ziel **klimaresiliente (Misch-)Wälder** zu schaffen.

Rechtliche Umsetzung

- Entwässerungssatzung mit Anreiz zur Entsiegelung und Regenwasserrückhaltung
- Bebauungspläne mit Grünordnungsplänen, Bebauungspläne zur Dachbegrünung im Bestand
- Gestaltungssatzungen mit integrierter Grüngestaltung,
- konsequente Umsetzung des Thüringer Waldgesetzes § 18 ff (Bewirtschaftung des Waldes).

Positive Beispiele



Fließgewässer als blau-grüne Strukturen entwickeln
(©ThiNK 2020)



Waldumbau zu Laub-Mischwäldern vorantreiben
(©ThiNK 2020)

Gefährdungen durch Starkregen und Stürme entgegenwirken

Herausforderungen

- Die voraussichtlich häufigeren und stärkeren **Starkniederschlagsereignisse** stellen sowohl für städtische Strukturen als auch im offenen Landschaftsraum eine Herausforderung dar.
- Innerstädtisch sind (sehr lokale und fast nicht voraussagbare) Überschwemmungen mit Schädigungen öffentlicher Infrastruktur und Schäden an Gebäuden zu befürchten.
- Im ländlichen Raum können Starkniederschlagsereignisse, neben der direkten Schädigung der auf den landwirtschaftlichen Flächen angebauten Kulturen, zu erheblichen **Erosionen** auf den Flächen und Überschwemmungen mit Ablagerungen des mitgeführten Sedimentmaterials an tieferliegenden Stellen und in den Ortslagen sowie zu einer **Schädigung der technischen, vor allem der Verkehrsinfrastruktur** führen.
- Stürme und Niederschlag in Form von Hagel verstärken die möglichen Gefährdungen und Schäden.

Empfehlungen

- Innerstädtisch sind Maßnahmen zur Ertüchtigung des Abwassernetzes erforderlich. Dort wo dies technisch oder finanziell nicht vertretbar ist, sind Notwasserwege über öffentliche Flächen vorzusehen und ggf. auszubauen, die sicherstellen, dass der Starkniederschlagsabfluss möglichst schadlos erfolgen kann. Ergänzend sind Flächen zum kurzfristigen Rückhalt und zur Pufferung des Niederschlagswassers zu schaffen.
- Im ländlichen Raum sollte die Erosionsvermeidung durch Verkürzung der Hanglängen – und dies vor allem durch stärkere Gliederung des Landschaftsraumes – im Vordergrund stehen.

Rechtliche Umsetzung

- Entwässerungssatzung mit Anreiz zur Entsiegelung und Regenwasserrückhaltung und zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung
- Bebauungspläne mit Festsetzungen zur Regenwasserrückhaltung
- Flurbereinigungsplanung für die Erosionsvermeidung.

Positive Beispiele



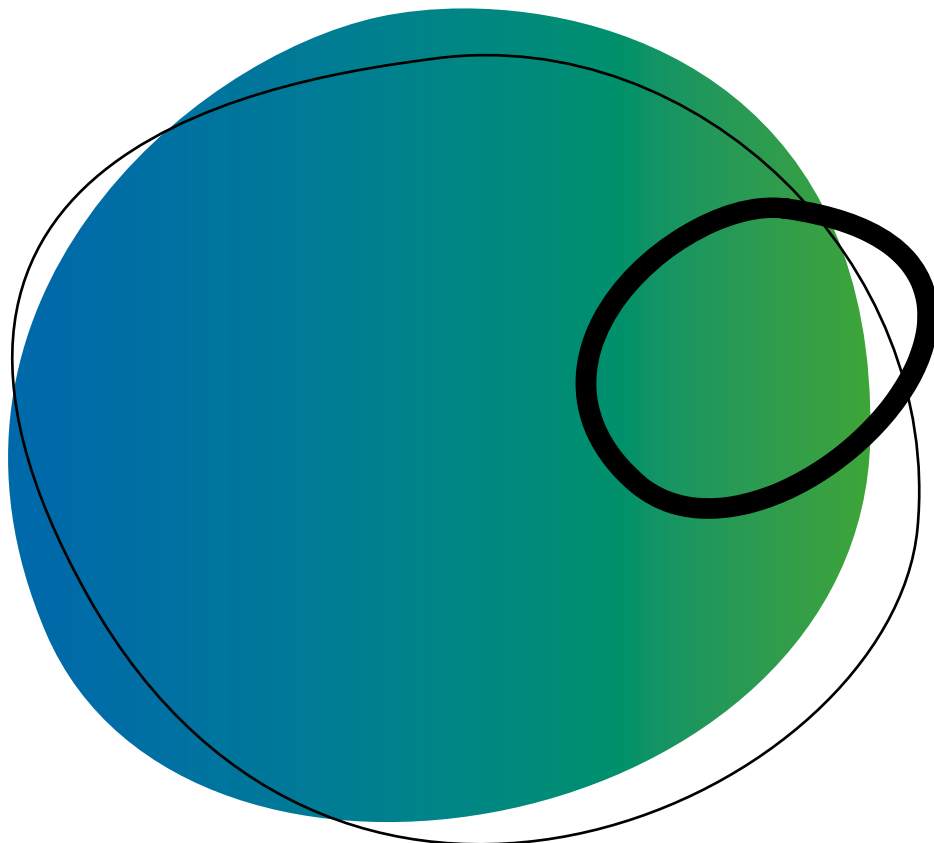
Eine Gliederung des Landschaftsraums durch Grünstrukturen wirkt auch erosionsvermeidend
(©ThINK 2020)



Bei notwendigen Befestigungen von Flächen sichern Rasengittersteine die Versickerung auf der Fläche und bewirken einen geringen oberirdischen Abfluss
(©ThINK 2020)

Kapitel 9

Zusammenfassung der Forschungsergebnisse und Ausblick



Am Beispiel des Landkreises Nordhausen weist die Forschungsarbeit den Weg zu einem Planungsinstrument, das gleichzeitig die Belange der Anpassung an den Klimawandel und der Raumgestaltung beim energetischen Wandel berücksichtigt. Ausgegangen wird von dem Ziel, dass der Landkreis Nordhausen im Jahr 2050 seinen Energiebedarf klimaneutral deckt.

Der Klima-Gestaltungsplan ist ein informeller Entwicklungsplan, dessen Inhalte in die Abwägung formeller Planaufstellungen einfließen sollen. Auch stellt er eine Orientierung für eine Vielzahl von notwendigen Erneuerungsprozessen im Siedlungsraum und in der Landschaft dar. Damit er eine hohe und nachhaltige Wirksamkeit entfaltet, bedarf es der Beschlussfassung durch den Kreistag als auch durch die Räte der Städte Nordhausen, Ellrich und Heringen sowie durch die Gemeinderäte im Landkreis. Zur Vorbereitung dieser Beschlüsse bedarf der nun vorliegende Entwurf des Klima-Gestaltungsplans noch eines intensiven Beteiligungsprozesses.

9.1 Wesentliche Forschungsergebnisse

Der im Forschungsprojekt erarbeitete Entwurf des Klima-Gestaltungsplans setzt sich aus vier Bausteinen zusammen (siehe Abbildung 9.1):

- Räumlicher Entwicklungsplan - Karten und textliche Festlegungen
- Zielwerte des Klima-Gestaltungsplans für die kommunalen Verwaltungseinheiten (Klimasonnen)
- Gestaltungsleitlinien zur Integration erneuerbarer Energien in die Ortsbilder und das Landschaftsbild sowie zur Integration von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel
- Empfehlungen für den Regionalplan Nordthüringen und die vorbereitende Bauleitplanung sowie für kommunale Satzungen, Festsetzungen in Bebauungsplänen und Klimavereinbarungen mit kommunalen Akteuren.

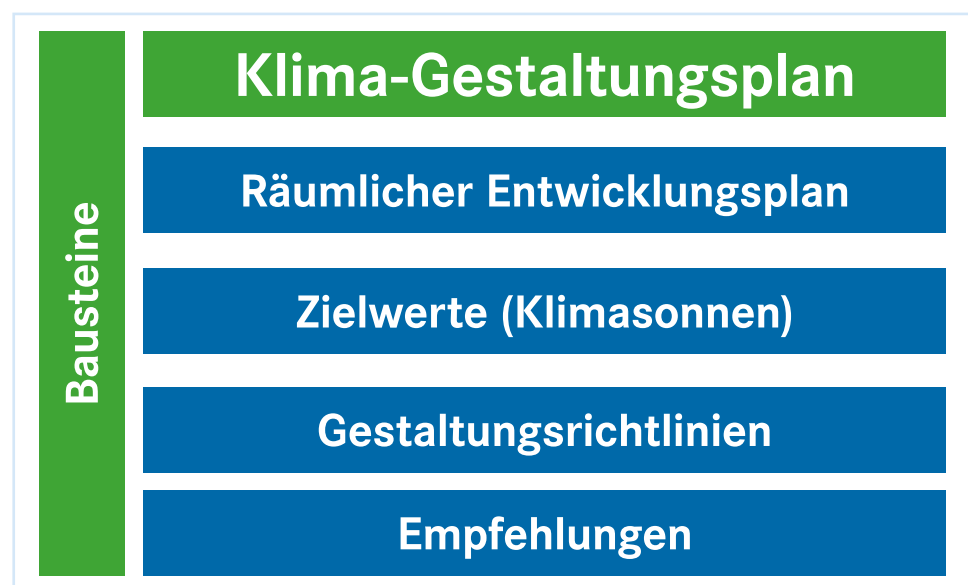


Abbildung 9.1: Bausteine des Klima-Gestaltungsplans

Den Aussagen der vier Bausteine des Klima-Gestaltungsplans liegen die Ergebnisse des Vergleichs eines raumbilderhaltenden und eines raumbildgestaltenden Szenarios der Energieeinsparung und des Ausbaus erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2050 zugrunde.

Die Ergebnisse des Szenarien-Vergleichs lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Klima-Neutralität der Energieversorgung (gleichzusetzen mit einer Nullemission von Treibhausgasen) ist nur mit deutlichen Veränderungen des Stadt- und Raumbildes zu erreichen.
- Die Veränderungen im Landschaftsraum (Umland) werden stärker ausgeprägt sein als die im städtischen Raum.
- Der Strombedarf kann vollständig gedeckt werden. Das gilt, obwohl der Wandel der Mobilität hin zu vollständig auf Strom basierten Antriebskonzepten einen deutlichen Mehrbedarf generiert.
- Für eine ausreichende Stromerzeugung ist die Installation von PV-Anlagen auf stehenden Gewässern erforderlich.
- Der Wärmebedarf kann mit keinem der gewählten Szenarien gedeckt werden. Der unterstellte maximale Anteil an landwirtschaftlichen Nutzflächen für die Erzeugung von Brennstoffen/Energiepflanzen im Umfang von 20 % ist noch zu gering.
- Die Kompensation des „Wärmedefizites“ durch den „Stromüberschuss“ wird notwendig. Ein hoher Anteil von Wärmepumpen an der Wärmeversorgung ist damit geboten.

Allein das Konzept des raumbildgestaltenden Szenarios ist zielführend. Vertiefende Aspekte zur administrativen, technischen und gestalterischen Umsetzung werden in den Energievarianten beschrieben. Die Energievarianten dienen auch zur Unterstützung des noch notwendigen Beteiligungsprozesses.

Vielfache Synergien zwischen den Planungszielen von Energieplanung, Klimafolgenanpassung und Raumgestaltung

Der Klima-Gestaltungsplan für die Stadt und den Landkreis Nordhausen zeigt, wie eine klimaneutrale Transformation eines verzahnten Stadt-Umland-Gebietes aussehen kann. Die Maßnahmen der Erneuerung der Energiesysteme mit dem Ziel einer mindestens 100%igen (Selbst-)Versorgung mit erneuerbaren Energien sind zwangsläufig mit deutlichen bau- und landschaftskulturellen Veränderungsprozessen verbunden. Diese können jedoch landschafts- und stadtraumtypisch mit der notwendigen Sensibilität gestaltet werden, z. B. im Landschaftsraum durch eine Anreicherung offener Agrarlandschaften mit Gehölzen. Im Ergebnis kann eine mit linearen Gehölzstrukturen gestaltete Landschaftsstruktur entstehen, die in der Lage ist, neue technische Elemente der erneuerbaren Energien aufzunehmen, ohne dass diese die Kulturlandschaft in unangemessener Weise dominieren.

Als weitere Synergien zwischen den Planungszielen von Energieplanung, Klimafolgenanpassung und Raumgestaltung haben sich beispielsweise herausgestellt:

- Flurgehölze zur Erosionsvermeidung und Landschaftsgestaltung leisten durch die Entnahme von Biomasse im Rahmen der Pflegeschnitte einen ergänzenden Beitrag zur regenerativen Energieversorgung.
- Kurzumtriebsplantagen zur Biomassegewinnung lassen sich für die Gestaltung von Ortsrändern einsetzen.

- Die Freihaltung von Kaltluftbahnen trägt zur Durchlüftung von Siedlungsbereichen und zur Gliederung der Landschaft bei.
- Eine energetisch sinnvolle städtebauliche Dichte in ausgewählten Stadträumen lässt sich teilweise durch Begrünungen und Entsiegelungen kompensieren.
- Die Begrünung von Flachdächern fördert die Leistungsfähigkeit von Photovoltaik-Dachanlagen.

Konkrete Flächen- und Standortplanung für Anlagen der erneuerbaren Energieerzeugung, Wärmenetze, Klimafolgenanpassung und Landschaftsgrün; Erfolgskontrolle

Der Klima-Gestaltungsplan als räumlicher Entwicklungsplan für die Stadt und den Landkreis Nordhausen zeigt für den gesamten Landkreis die für das Jahr 2050 angestrebte räumliche Verortung

- der erneuerbaren Energiegewinnung
- der Fernwärmeversorgung
- des gestalterisch wirksamen Energiepflanzenanbaus
- landschaftsgestaltender Pflanzungen
- der Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftleitbahnen
- der erosionsgefährdeten Flächen sowie
- des Handlungsbedarfs zum Waldumbau.

Neben der räumlichen Zuordnung der angestrebten Entwicklung werden auch die hiermit verbundenen Mengen, Leistungen etc. genannt. Sie beruhen bei der Energieplanung auf einer Bedarfs- und Potentialanalyse. Die genannten Ziele im Bereich Klimaschutz (siehe Tabelle 8.1) ergeben sich aus den Steckbriefen für den Stadt- und Landschaftsraum sowie aus dem „Raumgestaltenden“ Szenario der klimaneutralen Energieversorgung. Die Ermittlung des Flächenbedarfs ist besonders für die Freiflächen in der offenen Landschaft relevant, da hier immer auch Flächenkonkurrenzen zu bestehenden Nutzungen zu berücksichtigen sind.

Die Darstellungen von Maßnahmen der Klimaanpassung im räumlichen Entwicklungsplan (siehe Tabelle 8.2) beruhen auf Analysen der bereits nachgewiesenen klimatischen Veränderungen sowie von zu erwartenden Klimaprojektionen in der Zukunft (Klimasignal). Die naturräumliche Gliederung des Landkreises mit den Hügelländern im Westen und Süden, den Flussauen vor allem im Osten und dem Übergang ins Mittelgebirge (Harz) im Norden erfordern eine differenzierte Betrachtung. Aus der Überlagerung bzw. Verschneidung des Klimasignals mit der Sensitivität des Betrachtungsraums bzw. den Teilräumen des Betrachtungsraums werden Klimawirkungen (Betroffenheiten) für die einzelnen Teilräume bestimmt. Diese Klimawirkungen stellen den Ausgangspunkt für die Ableitung von Maßnahmen für die Anpassung der einzelnen Teilräume an die Folgen des Klimawandels dar. Dabei wurden folgende Schwerpunktthemen herausgearbeitet: Wärmebelastung für die Bevölkerung, Trockenstress für das Stadtgrün, Trockenheit auf Waldflächen, Erosion durch Starkregen auf Ackerflächen, Wasserknappheit auf Ackerflächen und Hochwassergefahren an Gewässern 1. Ordnung sowie Verschiebungen beim künftigen Heiz- und Kühlenergiebedarf.

Das entwickelte Methodenspektrum am Beispiel des Landkreises Nordhausen hat sich für Planungen auf der Ebene einzelner Kommunen oder auf Ebene des Landkreises als effektiv einsetzbar herausgestellt.

Der räumliche Entwicklungsplan zeigt auch die empfohlenen raumwirksamen Veränderungen, die mit den Klimaanpassungsmaßnahmen und den energetischen Zielen verbunden sind, für den gesamten Landkreis auf (siehe Tabelle 8.3). Maßstabsbedingt sind auf dieser Ebene raumgestalterische Wirkungen nur eingeschränkt darstellbar. In sechs thematischen Vertiefungen wird daher in ausgewählten teilräumlichen Karten beispielhaft dargestellt, wie sich die in den Leitlinien formulierten Ziele raumkonkret zu einem integrativen Gestaltungskonzept verbinden lassen. Auf diese Weise wird demonstriert, wie eine klimagerechte Gestaltung der Landschaft, einschließlich der Siedlungsbereiche, auf Ebene des Landkreises und der Kommunen gelingen kann. In der weiteren Umsetzung bieten sich die Fortschreibungen der Landschaftspläne an, um solche Gestaltungskonzepte kooperativ mit den Flächeneigentümern (Landwirten), Gemeindevertretern und Umweltverbänden zu entwickeln.

Als Instrument zur Erfolgskontrolle auf kommunaler Ebene wird eine **Klimasonne** (siehe Kapitel 7.2) eingeführt. Diese dient der Formulierung messbarer Ziele zur Anpassung an den Klimawandel und zum Ausbau Erneuerbarer Energien. Hierdurch ist es möglich, die Erfolge auf kommunaler Ebene auch im Vergleich zu anderen Kommunen für jedermann sichtbar zu machen. Die Klimasonne besteht aus insgesamt 17 Kennzahlen und bildet die Bereiche Energie und Mobilität, Klimawandelanpassung und Gestaltung von Stadt- und Landschaftsraum gleichrangig ab. Die ausgewählten Kennwerte basieren grundsätzlich auf öffentlich zugänglichen Quellen, können verwaltungsintern (Klimaschutzbeauftragte) ermittelt werden und sind damit für ein wiederkehrendes Monitoring bzw. eine Berichterstattung geeignet. Eine wesentliche Eigenschaft der neu eingeführten gegenüber bisher verwendeten Kennwerten ist, dass sie durchgängig auf die Potentiale des betrachteten Raumes referenzieren und damit anspruchsvolle Ziele bzw. Anreize setzen, die z.B. bei der erneuerbaren Energieproduktion über eine lokale Bedarfsdeckung hinausgehen.

Leitlinien für die gestalterische Integration von Anlagen der erneuerbaren Energieerzeugung und Klimafolgenanpassung

Die erneuerbaren Energien haben einen wachsenden Einfluss auf die Landschaftsentwicklung und die Ortsbilder. Sie müssen deshalb als landschaftsgestaltende und ortsbildgestaltende Faktoren verstanden werden und eine dementsprechende Beachtung erfahren. Die Erarbeitung der Leitlinien für die gestalterische Integration von Anlagen der erneuerbaren Energieerzeugung und die Klimafolgenanpassung wurde von einem hierzu einberufenen Gestaltungsbeirat unterstützt. Die Leitlinien sind auf die Landschaftsraumtypen und Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen zugeschnitten und nach den zu integrierenden Energieträgern geordnet:

- Biomasse (Holz aus Forst- und Landwirtschaft, Biomasse aus Landschaftspflege, Energiepflanzen)
- Windenergie (raumbedeutsame Windkraftanlagen, Windparks)
- Solarenergie (Photovoltaik-Freiflächenanlagen, PV-Überdachungen, Solardächer auf Gebäuden, gebäudeintegrierte Photovoltaik).

In vielen Fällen lassen sie sich auf vergleichbare Landschafts- und Stadträume in anderen Regionen übertragen. Zu den Möglichkeiten der rechtlichen Umsetzung dieser Leitlinien werden jeweils Hinweise gegeben.

Im Siedlungsraum stellt die Nutzung der Dächer für die Installation von Photovoltaik- und Solarkollektoren eine besondere Herausforderung dar. Die Dächer von Gebäuden bilden ihre fünfte Fassade. Eine sorgfältig gestaltete Dachlandschaft leistet einen relevanten Beitrag zu ansprechenden Stadt- und Ortsbildern. Jedes einzelne Gebäude trägt zum Gesamtbild der Dachlandschaft bei, sei es ein Bestandsgebäude oder ein Neubau. Generell bieten Flachdächer und flach geneigte Dächer gute Voraussetzungen für die Nutzung der Sonnenenergie. Auf Satteldächern von Bestandsgebäuden stellen Solaranlagen neue zusätzliche Elemente dar, die sich auf die Gesamtansicht von Fassade und Dach von Gebäuden auswirken. In einer Solardach-Gestaltungsfibel werden gestalterische Empfehlungen zu Solaranlagen auf Dächern von Bestandsgebäuden im Landkreis Nordhausen gegeben. Die Charakteristik eines Gebäudes soll durch die zusätzliche Applikation so wenig wie möglich verändert werden. Auch müssen sich die Photovoltaikmodule und Solarkollektoren in Proportion und Maßstab an die architektonischen Gegebenheiten des Gebäudes angleichen.

Im Landschaftsraum wird bei den raumgestalterischen Zielen der Begriff **Landschaftsgrün** als Pendant zum Stadtgrün eingeführt. Als Landschaftsgrün werden Gehölze in der offenen Agrarlandschaft bezeichnet, die z. B. Fließgewässer oder Wege säumen oder als schlaginterne Hecken Flurstücke teilen. Diese aus Hecken, Kurzumtriebsplantagen (KUPs), Baumreihen und Alleen bestehenden Gehölzbereiche können einen wesentlichen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel leisten. Erhebliche Synergien der ökologischen, sozialen und ästhetischen Leistungen der Landschaft sind zu erwarten: Gehölze führen durch die Evapotranspiration zu Abkühlungseffekten in der offenen Agrarlandschaft und sorgen für lokal erhöhte Niederschläge. Gehölzstrukturen dienen der Erhöhung der Biodiversität und der Erholungsnutzung in der Landschaft. Höhenlinienparallel angelegte Hecken und KUPs mindern die Erosion von Ackerboden durch Wasser und Wind. Sie fördern die Bodenfruchtbarkeit und dienen damit dem Erhalt der dauerhaften Produktivität in der Agrarwirtschaft. Zusätzlich tragen Gehölze dazu bei, unmaßstäbliche Gewerbehallen oder landwirtschaftliche Gebäude gestalterisch in die Landschaft zu integrieren. Auch die Sichtverschattung von Windkraftanlagen durch eine Bepflanzung der Wege und der Ortsränder mit Gehölzreihen dient der besseren Integration der Anlagen in die Landschaft und damit auch der Akzeptanzerhöhung von Windenergie. Gleichzeitig können die Flurgehölze, über die erforderliche Entnahme von Biomasse im Rahmen der Pflegeschritte, einen ergänzenden Beitrag zur Energieversorgung mit Holz als Wärmeträger leisten.

Die Erzeugung erneuerbarer Energien mit schwimmenden PV-Anlagen könnte im Raum Nordhausen mit seinen umfangreichen Kiesabbaugebieten einen wichtigen Beitrag zum Mix der erneuerbaren Energieerzeugung darstellen. Eine integrative multifunktionale Folgenutzung der entstehenden Kiesseen kann auch als Pilotprojekt dienen, um die Verträglichkeit einer Kombination von erneuerbaren Energien, touristischer Nutzung als Badeseen und Naturschutzfunktionen in diesem Raum zu erproben und hieraus Rückschlüsse für die Folgenutzung von Kiesseen in ganz Deutschland zu ziehen.

9.2 Ausblick auf die Anwendung, Umsetzung und Verbreitung

Zum Klima-Gestaltungsplan gehören Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Planungsrechts auf den verschiedenen Ebenen. Mit Ausnahme von konkreten Ortsbezügen lassen sich diese Empfehlungen auf andere Gebietskörperschaften und Regionalplanungsstellen übertragen. Eine Verbreitung der Empfehlungen wird für notwendig gehalten, um die Klimaziele der Bundesrepublik Deutschland und die notwendige Anpassung an den Klimawandel in Übereinstimmung mit örtlichen Entwicklungserfordernissen zu erreichen. In Konsequenz bedeutet dies, dass mit den kommunalen Konzepten für den Klimaschutz und die Klimaanpassung die planungsrechtliche Umsetzung verbunden werden muss. In diese Planungsprozesse ist auch die Raumgestaltung einzubinden.

Fortschreibung des Regionalplans Nordthüringen

Grundsätzlich sollte Aufgabe der Regionalplanung sein, der Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen den notwendigen substantiellen Raum zu geben, wie es bereits für die Windenergie geschieht. Ergänzend zu den Potentialen der Photovoltaik im Siedlungsraum sollen auch im Landschaftsraum des Landkreises Nordhausen ausreichend Potentialflächen für die solare Stromgewinnung im Regionalplan beispielhaft genannt werden:

- Ehemalige Deponie Nentzelsrode
- Kalihalde Bleicherode
- Kieseeseen in Nordhausen und Heringen
- Flächen entlang der Bundesautobahn BAB 38
- Flächen entlang der Bahnstrecke von Nordhausen nach Erfurt sowie der Verbindung Halle – Kassel.

Die beispielhafte Nennung bedeutet, dass auch außerhalb der genannten Flächen PV-Freiflächenanlagen geplant werden können, soweit sie den Anforderungen des Regionalplans entsprechen.

Auf der regionalplanerischen Ebene sollte der Aspekt der Klimaanpassung durch Grundsätze und Ziele vertreten sein, z.B. sind die Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftleitbahnen vor Beeinträchtigungen – vor allem vor Bebauungen – zu schützen. Dieser Aspekt ist umso wichtiger, je kompakter der Siedlungsraum bebaut ist, der durch die zuströmende Kaltluft thermisch entlastet werden kann bzw. muss.

Weiterhin sollte auf regionalplanerischer Ebene dem Waldumbau und der Waldmehrung gebührende Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Wichtig erscheinen darüber hinaus regionalplanerische Festlegungen zum Hochwasserschutz und zur Erosionsvermeidung.

Fortschreibung des Landschaftsplans als Instrument der klimagerechten Gestaltung von Agrarflächen

Eine qualifizierte Landschaftsplanung gewährleistet, dass die Belange von Naturschutz und Landschaftspflege in der räumlichen Gesamtplanung und in den Fachplanungen adäquat berücksichtigt werden können. Hierzu muss die Akzeptanz der Landschaftsplanung bei allen relevanten Akteuren, insbesondere denen der Landwirtschaft, erhöht werden.

Die Restrukturierung und Neugestaltung der Agrarlandschaft mit Landschaftsgehölzen unter Beteiligung der Kommunen, der Flächeneigentümer und der Landwirtschaftsverbände dient der Erhöhung der Biodiversität und der Erholungsfunktion der Landschaft und verbessert gleichzeitig die Klimaresilienz der Landwirtschaft. Bei der Anlage von Flurgehölzen sollte integrativ auch das Ziel der Minderung von Wind- und Wassererosion und der Berücksichtigung von Frischluftbahnen für angrenzende Siedlungsbereiche verfolgt werden.

Der aktuelle Landschaftsplan für den Landkreis Nordhausen datiert noch aus dem Jahre 1999. Er bedarf dringend einer Fortschreibung. In der anstehenden Novellierung des BNatSchG ist eine grundsätzliche Aktualisierung der Landschaftspläne alle 10 Jahre vorgesehen.

Die Finanzierung der landschaftsgestalterischen Maßnahmen durch Landschaftsgrün könnte kombiniert über die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung (auch als Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK)) und über das greening in der EU-Agrarförderung gewährleistet werden.

Flächennutzungsplanung der Kommunen

Im Landkreis Nordhausen liegt in 8 von 15 Kommunen noch kein beschlossener Flächennutzungsplan vor. Deshalb wird die Zusammenarbeit jeweils mehrerer Kommunen zur Aufstellung gemeinsamer Flächennutzungspläne (FNP) empfohlen, vor allem um gemeindeübergreifende Problemstellungen, wie Fragen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung, sachgerechter bearbeiten zu können und um das Gebiet des gesamten Landkreises mit vorbereitenden Bauleitplänen abzudecken.

Wichtige Kaltluftentstehungsgebiete, Frischluftschneisen und Kaltluftbahnen sowie für den Hochwasserschutz notwendige Gewässerauen sollen in den Flächennutzungsplänen von der Siedlungsentwicklung entweder gänzlich ausgenommen werden (wichtig für Kaltluftentstehungsgebiete) oder mindestens nur eingeschränkt bebaubar sein.

Planungsrechtlich gesichert werden sollen in den Flächennutzungsplänen Flächen für die Waldmehrung sowie Freiflächen für die Gewinnung von Energie mittels Windkraft, Photovoltaik und Solarthermie (darzustellen als Sonderbauflächen).

Die im Landschaftsplan in einem partizipativen Verfahren entwickelten landschaftsgestalterischen Maßnahmen zur Klimaanpassung in der Agrarlandschaft werden im Flächennutzungsplan (FNP) durch die Flächensignatur „Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft“ dargestellt.

Bebauungspläne und Ortssatzungen der Kommunen

Bei eintretendem Planungserfordernis sind die im Flächennutzungsplan dargestellten Flächen für erneuerbare Energien und Klimaanpassungsmaßnahmen in Bebauungsplänen zu konkretisieren und rechtssicher festzusetzen. Auf dieser Ebene können auch verbindliche Maßnahmen für private Grundstücke zur Erzeugung regenerativer Energien, zur Dachbegrünung, zur Anpflanzung von Gehölzen und zur Versickerung von Niederschlagswasser formuliert werden. Auch beim weiteren Ausbau und beim Repowering der Windenergie wird die Aufstellung von Bebauungsplänen als notwendig erachtet.

Nur so können landschaftsgestalterische Maßnahmen rechtsverbindlich festgesetzt werden. So kann z. B. eine standortgerechte Bepflanzung von Wegen oder Ortsrändern zur (Teil-)Sichtverschattung über den Bebauungsplan verlässlich geregelt werden. Als Festsetzungen in Bebauungsplänen werden die Flächenvorsorge für solartechnisch geeignete Dachflächen sowie in klimatisch stark belasteten Gebieten die Begrünung von Flachdächern empfohlen.

Änderung von Entwässerungsgebührensatzungen

Die finanziellen Anreize der Gebührensatzungen zur Nutzung und Versickerung von Regenwasser auf dem Grundstück sollten in den gegebenen gebührenrechtlichen Spielräumen erhöht werden.

Fortschreibung der Fernwärmesatzungen

Satzungen des Anschluss- und Benutzungszwangs an Wärmenetze sollten hinsichtlich ihrer Beiträge zum Klimaschutz, der Voraussetzung eines kostengünstigen Wärmepreises und der erzielbaren regionalen Wertschöpfung fortgeschrieben werden.

Solardach-Gestaltungsfibel für Bauherren, Architekten und Kommunen

Die gestalterischen Empfehlungen zu Solaranlagen auf Dächern von Bestandsgebäuden im Landkreis Nordhausen lassen sich zwar in Ortssatzungen in besonders sensiblen Gebieten rechtlich vorschreiben. Dieses Instrument dürfte allerdings in der Planungspraxis in strukturschwachen Regionen kaum zur Anwendung kommen, da solche Vorschriften eher die Bereitschaft zur privaten Investition in eine solare Stromerzeugung bremsen. Eine Möglichkeit zur Verbreitung baukulturell verträglicher solarer Dachanlagen bestünde in der Aufnahme entsprechender Anforderungen in das Erneuerbare-Energien-Gesetz bzw. die Gewährung spezieller Förderkonditionen im Rahmen der KfW-Programme.

9.3 Weiterer Forschungsbedarf

9.3.1 Behebung von Erkenntnis-Defiziten

Akzeptanz der Windenergie erhöhen

Der weitere Ausbau der Windenergie ist neben der Solarenergie ein Eckpfeiler der klimaneutralen Energieversorgung. Während der Projektlaufzeit wurde zeitgleich der Regionalplan Nordthüringen fortgeschrieben. Hierbei ging es im Wesentlichen um eine Erweiterung der Vorranggebiete Windenergie. Um eine parallellaufende Standortsuche zu vermeiden, hat sich die Projektgruppe auf grundsätzliche Vorschläge zur Gestaltung von Windparks durch Sichtschutzpflanzungen und auf die Forderung nach einer Aufstellung qualifizierter Bebauungspläne zur Verbesserung der Beteiligung der Bevölkerung im Genehmigungsverfahren beschränkt (s. Kap. 8.6.5).

Eine weitere entscheidende Voraussetzung für eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung ist neben der Landschaftsästhetik jedoch die Teilhabe an der Wertschöpfung vor Ort. Dies gilt nicht nur für den Landkreis Nordhausen, sondern ebenso für den ländlichen Raum auch in anderen Bundesländern (Gareis, 2019) Mit welchen Instrumenten der Partizipation und der lokalen Wertschöpfung lässt sich die Akzeptanz in der Bevölkerung wesentlich erhöhen? Zur Klärung dieser Frage besteht noch Forschungsbedarf. Ein Ansatz könnte die systematische Auswertung von Best Practice Beispielen sein.

Landschaftsgrün als Biomassepotential

Im Rahmen der Recherchen zu den Biomassepotenzialen aus Landschaftsgrün wurde deutlich, dass es hierzu relativ wenig belastbare Daten gibt. Es sollte daher angeregt werden, in Folgeprojekten landschaftskonkrete Potenzialanalysen durchzuführen und Anstrengungen zu unternehmen, den Anteil des Landschaftsgrüns in der offenen Landschaft deutlich zu erhöhen.

Auch zur Pflege von Gehölzen in der Landschaft besteht Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Dies betrifft sowohl die Gewährleistung der Vereinbarkeit eines effizienten Technologieinsatzes mit den tierökologischen Anforderungen an die Habitatgestaltung, als auch den Aufbau von Wertschöpfungsketten durch Nutzung des Pflegeschnittes als Energieholz.

Kaltluftabflussbahnen

Für verdichtete Siedlungsräume spielt die Kalt- bzw. Frischluftversorgung unter den Bedingungen des Klimawandels eine zunehmend wichtige Rolle. Die numerische Modellierung der Kaltluftströmungen bzw. der Kaltluftabflussbahnen ist heute durchaus möglich, jedoch immer noch mit einem erheblichen Aufwand bei der Vorbereitung und Durchführung der Berechnungen verbunden. Auf der kommunalen Planungsebene müssen diese Berechnungen im Einzelfall extern durch entsprechende Spezialisten durchgeführt werden. Als Alternative verbleiben hier nur qualitative Einschätzungen auf der Grundlage von aktuellen Flächennutzungen und Morphologie. Einerseits wären hier einfacher handhabbare Software-Lösungen für die kommunale Planungspraxis wünschenswert. Andererseits besteht aber durchaus auch noch weiterer Forschungsbedarf inwieweit die vorhandene (oder geplante) Bebauung ebenso wie das Großgrün sich auf den Kaltluftabfluss in die zentralen Bereiche des Siedlungskörpers auswirkt.

Grünastabbrüche - ein neues Phänomen für das Stadtgrün an Hitzetagen

Ein relativ neues und bisher wenig beschriebenes Phänomen ist der Grünastabwurf von Bäumen, der bei extremer Hitze und Trockenheit auftritt (IfB, 2010). Bäume verlieren ohne sichtbare Anzeichen grün belaubte Äste. Dies kann zu Verkehrssicherheitsgefährdungen auch an windstillen Tagen in den Grünanlagen führen. Im Rahmen einer Beteiligungsveranstaltung mit dem Gestaltungsbeirat hat Herr Gerwin, Landschaftsplaner der Stadt Nordhausen, dieses Problem für die Stadt Nordhausen beschrieben (Stadt Nordhausen, 2019). Es besteht Forschungsbedarf, welche Baumarten vom Grünastabwurf besonders betroffen sind und mit welchen Maßnahmen sich das Phänomen durch Pflegemaßnahmen und durch die Baumartenauswahl in der Pflanzung vermeiden ließe.

Floating-PV auf stehenden Gewässern

In Deutschland sind aktuell nur wenige Floating-PV-Anlagen errichtet. Die Mehrzahl der Anlagen befinden sich auf Gewässern, an denen noch ein Kiesabbau stattfindet. Die Genehmigungspraxis ist einzelfallbezogen und individuell. Sollen zukünftig eine Vielzahl von Floating-PV-Anlagen auch auf Wasserflächen installiert werden, die nicht mehr bergbaulich genutzt werden oder die als natürliche stehende Gewässer gelten, muss eine möglichst standardisierte Genehmigungspraxis installiert werden.

Regelmäßig findet man die Situation, dass bereits eine Nutzung für Erholungs- oder Naturschutzzwecke etabliert ist oder zumindest in einem Abschlussbetriebsplan vereinbart wurde. Hier wird der Wunsch nach Installation von Floating-PV-Anlagen Konflikte verursachen. Müssen die genehmigenden Fachbehörden zwischen unterschiedlichen Interessen abwägen, benötigen sie Entscheidungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen bzw. Antworten auf relevante Fragestellungen. Diese Fragen sind z. B.: Welche Auswirkungen haben schwimmende PV-Anlagen unmittelbar auf den Gewässerkörper (Temperatur, Sauerstoffgehalt etc.) und mittelbar auf die Flora und Fauna am und im Gewässer? Welche Belange sind bei der Errichtung (z. B. Befestigung am Ufer), beim Betrieb und beim Rückbau der Anlagen zu berücksichtigen?

Diese Aspekte sind bisher nicht bzw. nur wenig erforscht. Es soll deshalb angeregt werden, in Folgeprojekten Antworten auf die o. g. Fragen zu suchen.

9.3.2 Behebung von Planungs-Defiziten

Nicht nur in Nordthüringen sondern auch in anderen Regionen Deutschlands leiden die kommunalen Planungsverwaltungen unter einer niedrigen Personalausstattung und einem gleichzeitig hohem Planungsbedarf. Die notwendige Flächenvorsorge für den Ausbau erneuerbarer Energien und die Anpassung an den Klimawandel kann nicht ausreichend geleistet werden. Neben der grundsätzlichen Behebung dieses Defizits böte die Aufstellung von Teil-Flächennutzungsplänen eine Möglichkeit für die Verwaltungen, die Themen Klimaschutz, Klimaanpassung und Raumgestaltung zeitlich effizient planungsrechtlich zu bearbeiten. Die Methodik ließe sich standardisieren und benachbarte Kommunen könnten kooperieren.

Die Aufstellung gemeinsamer Flächennutzungspläne benachbarter Kommunen erleichtert die Integration der landschaftsplanerischen Zielaussagen, da auch die Landschaftsplanung in Thüringen einen kommunenüberreifenden Zuschnitt hat. Wesentliche Maßnahmen der Klimaanpassung (Kaltluftbahnen etc.) lassen sich nur in einem größeren landschaftlichen Zusammenhang darstellen.

9.3.3 Weiterentwicklung des Methodenspektrums

Der Klima-Gestaltungsplan Stadt und Landkreis Nordhausen hat an dem konkreten Beispiel dieses Landkreises ein Methodenspektrum erarbeitet und getestet, das die Themen der Energieplanung und damit des Klimaschutzes, der Raumgestaltung und der Klimaanpassung miteinander verbindet. Es konnte damit gezeigt werden, wie sich diese drei Zukunftsaspekte gut und erfolgreich miteinander verknüpfen bzw. verzahnen lassen. Andererseits bestehen punktuell durchaus auch Konfliktpotentiale, die sich vor allem dort manifestieren, wo einzelne Flächen für unterschiedliche Ausgestaltungen bzw. Nutzungen im Spannungsfeld von Klimaschutz und Klimaanpassung bzw. Raumgestaltung in Frage kommen. Das klassische Beispiel ist die bauliche Innenentwicklung der Städte versus Stadtgrün. Der Versuch diese Konflikte zu bewältigen, wird unter dem Begriff der doppelten Innenentwicklung zusammengefasst, wobei hier immer wieder auf die individuelle Lösung im konkreten Fall abgehoben werden muss. Eine Weiterentwicklung und Generalisierung von Lösungsansätzen bei derartigen Konfliktsituationen wäre hier durchaus wünschenswert.

Wünschenswert wäre es weiterhin, die Methoden des Klima-Gestaltungsplans noch weiter zu verallgemeinern, so dass sie tatsächlich auf beliebige Betrachtungsräume in Deutschland ohne größere Probleme anwendbar sind und einfach übertragen werden können. Bestimmte Probleme, z.B. im Flachland oder in stärker morphologisch geprägten (Gebirgs-)Landschaften oder gar an der Küste, konnten anhand des Beispiels des Landkreises Nordhausen natürlich nicht bearbeitet werden. Hier sind noch gewisse Verallgemeinerungen des Methodenspektrums unumgänglich und die Anwendbarkeit auch für Planer, die keine ausgewiesenen Spezialisten auf dem jeweiligen Gebiet sind, wäre zu verbessern bzw. zu erleichtern. In diesem Sinne wurde ein Antrag auf Förderung der Weiterentwicklung des Methodenspektrums in Form eines (Weiter-)Bildungsprojektes gestellt.

Agro-PV	Agro-Photovoltaik (auch Agri-PV) bezeichnet ein Verfahren zur gleichzeitigen Nutzung von Flächen für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion (Photosynthese) und die PV-Stromproduktion (Photovoltaik).
A/V-Verhältnis	Das A/V-Verhältnis ist die Kurzform für Verhältnis zwischen Hüllfläche A und Gebäudevolumen V (1/m) und bezeichnet die Relation von Gebäudehüllfläche zu umschlossenem Volumen. (Baunetz Wissen, 2020).
Bogiebänder	„Bogiebänder sind Stahl- oder Kunststoffbänder, die über die Räder eines Tragschleppers aufgezogen werden. Ihr Zweck ist eine Verbesserung der Traktion und Sicherheit der Maschine am Hang und eine bodenschonendere Befahrung des Waldbodens.“ (Lüscher et al., 2010)
Eistage	Kalendertage in deren Verlauf die Lufttemperatur ganztägig unter dem Gefrierpunkt bleibt ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)
Erosionsrinnen	„Erosionsrinnen sind eine linienhafte Erosionsform. Die Rinnen sind 10 bis 40 Zentimeter tief und orientieren sich meist an Abfluss- und Tiefenlinien sowie den Fahr- und Bearbeitungsspuren und reichen oftmals über mehrere Ackerschläge.“ (UBA, 2020)
extra muros	lat. außerhalb der Mauern, Verwendung im Bericht sinngemäß: außerhalb des Untersuchungsgebietes
Floating-PV	Floating PV bzw. Floating Solar bezeichnet schwimmende Photovoltaikanlagen, d.h. Anlagen, die sich auf einem Gewässer befinden und mittels solarer Strahlungsenergie Strom erzeugen.
Frosttage	Kalendertage in deren Verlauf die Lufttemperatur unter den Gefrierpunkt sinkt ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)
Heiße Tage	Kalendertage in deren Verlauf die Lufttemperatur den Wert von 30°C erreicht oder übersteigt ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)
Heizgradtage	Summe der täglichen Differenz zwischen der Raumtemperatur von 20°C und der Tagesmitteltemperatur über alle Heiztage. Heiztage sind Tage, deren Mitteltemperatur unter der Heizgrenze von 15°C liegt. (Definition nach Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein (SIA))
Hiebsatz	Der Hiebsatz gibt die flächenbezogene nachhaltige jährliche einschlagbare Holzmenge an.
Hohlweg	In das Relief eingeschnittener Weg zwischen hoch ansteigenden Abhängen. (DWDS, 2020a)
Holzpolter	„Als Polter wird in der Forstwirtschaft gelagertes und sortiertes Rundholz bezeichnet, das nach der Holzernte auf einem Sammelplatz zur Abfuhr bereitliegt, zum Beispiel am Rand von Forststraßen.“ (Waldarbeitsschule der BRD (Hrsg.))
intra muros	lat.: innerhalb der Mauern, Verwendung im Bericht sinngemäß: innerhalb des Untersuchungsgebietes
Klimasignal	Das Klimasignal beschreibt die Ausprägung des heutigen Klimas bzw. das einer anderen Zeitebene, wie z.B. der nahen oder fernen Zukunft. Die Differenz des Klimasignals zwischen zwei Zeitebenen ist die Klimaveränderung. (nach Greiving et al., 2015)

Klimawirkung	Die Klimawirkung beschreibt die Wirkung des Klimas auf ein System zu einem Zeitpunkt. Die Differenz der Klimawirkungen zwischen zwei Zeitebenen charakterisiert die potenzielle Auswirkung des Klimawandels. (nach Greiving et al., 2015)
Kühlgradtage	Summe der täglichen Differenz zwischen der Tagesmitteltemperatur und der Kühlgrenztemperatur über alle Kühltag. Kühltag sind Tage, deren Mitteltemperatur über der Kühlgrenze von 18 °C liegt. (Definition nach American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE))
Kurzumtriebsplantage	„Unter Kurzumtriebsplantagen versteht man Anpflanzungen von schnellwachsenden und stockausschlagfähigen Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen mit einer sehr kurzen Umtriebszeit. Die erzeugte Biomasse kann stofflich verwertet werden, beispielsweise in der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie, meist wird sie aber als Holzhackschnitzel zur Energiegewinnung genutzt.“ (LWF, 2020)
Mäander	„Fluss- und Talschlingen mit mehr oder weniger regelmäßig schwingenden Krümmungen, die dort auftreten, wo in einem Fluss nach Ablagerung eines großen Teils des von ihm mitgeführten Sedimentes ein günstiges Verhältnis zwischen Wassermenge, Gefälle und Fracht besteht.“ (MLU, 2009a)
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe sind land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die nicht als Nahrungs- oder Futtermittel Verwendung finden, sondern stofflich oder zur Erzeugung von Wärme, Strom oder Kraftstoffen zum Einsatz kommen.
Reliefenergie	„Maß für die potenzielle Energie, die ein bestimmter Ausschnitt der Erdoberfläche besitzt. Sie berechnet sich aus dem Höhenunterschied zwischen dem höchsten und tiefsten Punkt dieses Ausschnitts und zeigt an, wo reliefreiche und wo flache, reliefarme Gebiete liegen.“ (Burak et al., 2003)
Repowering	„Der Ersatz alter Windenergieanlagen durch neue moderne und leistungsfähigere Anlagen.“ (BWE, 2020)
Rückegasse	„Ca. 4 Meter breite Linie im Bestand ohne Baumbewuchs, auf der das zur Waldbewirtschaftung erforderliche Befahren mit Maschinen (z.B. zum Holzrücken) ausschließlich erfolgt.“ (LZW, 2016)
Rückepferde	Siehe „Rücken“
Rücken	„Transport des geernteten Holzes mit Pferd, Seilwinde oder Rückefahrzeug vom Einschlagsort bis zum Abfuhrweg.“ (LZW, 2016)
Sensitivität	Die Sensitivität beschreibt, wie stark das System, wie z.B. Bevölkerung oder Stadt, auf das Klimasignal einer Zeitebene reagiert. Die Differenz der Sensitivität zweier Zeitebenen kennzeichnet die Veränderung des Systems. (nach Greiving et al., 2015)
Sommertage	Kalendertage in deren Verlauf die Lufttemperatur den Wert von 25° C erreicht oder übersteigt ($T_{\max} \geq 25^\circ \text{C}$)
Substitutionspotential	„Das Substitutionspotenzial gibt an, in welchem Ausmaß Berufe gegenwärtig potenziell durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzbar sind.“ (IAB, 2018)

Sukzession	„Zeitliche Aufeinanderfolge von Arten bzw. Lebensgemeinschaften eines Biotops, hervorgerufen durch Klima, Boden oder die Organismen selbst: primäre Sukzession: erstmalige Besiedlung von neu sich bildenden Flächen (z.B. Vulkaninsel, Gesteinsschutt nach Gletscherrückgang) sekundäre Sukzession: Wiederherstellung des ehemaligen Zustandes nach stärkeren Eingriffen (z.B. Kahlschlag, Brand, Überschwemmung, Beweidung, Ackerbau)“ (MLU, 2009b)
Verjüngungsflächen	„Flächen auf denen eine natürliche oder künstliche Walderneuerung (Generationswechsel von Bäumen) stattfindet.“ (LZW, 2016)
Vulnerabilität	Die Vulnerabilität beschreibt die Anfälligkeit eines Systems gegenüber dem Klimawandel unter Berücksichtigung der Klimasignale, der Sensitivitäten und der Anpassungskapazitäten. (nach Greiving et al., 2015)
Winterung	„im Herbst ausgesäte Feldfrüchte, besonders Wintergetreide, das Gegenwort zu Sommerung.“ (DWDS, 2020b)

Literaturverzeichnis

- AdÖL - Amt der Oberösterreichischen Landesregierung (2013): Flurgehölze – Die unterschätzte Chance für Wertholzproduktion. Online: https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/forst_flurgehoelze.pdf. Zuletzt geöffnet am 11.09.2020.
- AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (2013): Schnittstelle Stadtentwicklung und technische Infrastrukturplanung - Ein Leitfaden von der Praxis für die Praxis. 2. Auflage.
- AHA - Arbeitskreis Hallesche Auenwälder zu Halle Saale e.V. (2019): AHA hält verstärkte Maßnahmen zum Schutz und Entwicklung der Helme für erforderlich. Presseerklärung vom 28.10.2019. Online: <https://www.aha-halle.de/2019/10/>. Zuletzt geöffnet am 24.10.2020.
- Arbeitsgemeinschaft (ARGE) Monitoring PV-Anlagen (2007): Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. Online: https://www.bauberufe.eu/images/doks/pv_leitfaden.pdf. Zuletzt geöffnet am 24.10.2020.
- Arbeitskreis Ästhetische Energielandschaften (2016): Baukultur für Energielandschaften. Zur Landschaftsgestaltung durch Windenergienutzung. Braunschweig. Online: https://www.baukultur-niedersachsen.de/images/land/projekte/Baukultur_Energielandschaften.pdf. Zuletzt geöffnet am 23.10.2020.
- Baunetz Wissen (2020): A/V-Verhältnis. Online: <https://www.baunetzwissen.de/glossar/a/a-v-verhaeltnis-45737>. Zuletzt geöffnet am 24.12.2020.
- bdla - Bund Deutscher Landschaftsarchitekten (2018): Solarfeld Gänsdorf. Online: <http://www.landschaftsarchitektur-heute.de/themen/landschaft-entwickeln/details/1062#>. Zuletzt geöffnet am 18.12.2019.
- Becker, C. W.; Flamm, L. (2015): An den Rändern der Städte. Strategien für die Inwertsetzung von inneren und äußeren Landschaften in Brandenburg. BTU Cottbus. Online: http://www.bgmr.de/system/publications/files/000/000/067/original/2015__An_den_R%C3%A4ndern_der_St%C3%A4dte.pdf?1554734869. Zuletzt geöffnet am 15.09.2020.
- Bemmann, A.; Knust, C. (Hrsg.) (2010): AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Weißensee-Verlag, Berlin.
- Berliner Senatsverwaltung (2011): Stadtentwicklungsplan (StEP) Klima. Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin.
- Berliner Senatsverwaltung (2016): Klimaschutzvereinbarung zwischen dem Land Berlin und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. In Kraft getreten am 01.01.2016. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. Berlin.
- Berliner Senatsverwaltung (2017): Umweltatlas Berlin Versiegelung 2016 (Ausgabe 2017). Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. Berlin.
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2015): Gewässer und Auen - Nutzen für die Gesellschaft. Online: https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/BRgeprGesell_Nutz_Gewaes_Auen_barrirefre.pdf. Zuletzt geöffnet am 07.07.2020.
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2017): Planzeichen für die Landschaftsplanung. Fachlich-methodische Grundlagen. Abschlussbericht des gleichnamigen F+E-Vorhabens. Online: https://www.BfN.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript461_Band1.pdf. Zuletzt geöffnet am 11.07.2019.
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2018): Potential zur naturnahen Auenentwicklung. Bundesweiter Überblick und methodische Empfehlungen für die Herleitung von Entwicklungszielen. BfN-Skript 489. Online: <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript489.pdf>. Zuletzt geöffnet am 18.06.2020.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2009): Auenzustandsbericht. Flussauen in Deutschland. Online: <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/Auenzustandsbericht.pdf>. Zuletzt geöffnet am 18.06.2020.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin.
- BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Sanierungsbedarf im Gebäudebestand. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.

Böhm, C. (Hrsg.) (2017): Bäume in der Land(wirt)schaft – von der Theorie in die Praxis – Tagungsband - Mit Beiträgen des 5. Forums Agroforstsysteme 30.11. bis 01.12.2016 in Senftenberg (OT Brieske). Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Cottbus.

Böhm, C. (2020): Effekt einer artenreichen Feldhecke auf die Windgeschwindigkeit eines angrenzenden Feldes. Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF) e.V.; Online: <https://agroforst-info.de/portfolio-item/forschungsergebnis/>. Zuletzt geöffnet am 01.11.2020.

Burak, A.; Zepp, H. & Zöller, L. (2003): Reliefenergie – wo die Höhenunterschiede am stärksten sind. Institute für Länderkunde, Leipzig. In: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Bd. Relief, Boden und Wasser. Heidelberg, Berlin.

BWE - Bundesverband WindEnergie (2020): Weiterbetrieb und Ersatz von Windenergieanlagen nach Förderende. Online: <https://www.wind-energie.de/themen/politische-arbeit/weiterbetrieb-und-repowering/>. Zuletzt geöffnet am 07.11.2020.

Danish Energy Agency (2009): Wind Turbines in Denmark. Copenhagen. Online: http://www.ingdemurtas.it/wp-content/uploads/2015/11/wind_turbines_in_denmark.pdf. Zuletzt geöffnet am 23.10.2020.

DeFAF - Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (2018): Arten von Agroforstsystemen: Online: <https://agroforst-info.de/arten/baeume-und-acker/>. Zuletzt geöffnet am 28.11.2019.

Demuth, B.; Maack, A. (2018): Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Planung und Installation mit Mehrwert für den Naturschutz. Klima- und Naturschutz: Hand in Hand Ein Handbuch für Kommunen, Regionen, Klimaschutzbeauftragte, Energie-, Stadt- und Landschaftsplanungsbüros, Heft 6.

dena - Deutsche Energie-Agentur GmbH (2017): Gebäudestudie - Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor. Szenario TechnologiemiX zur Ausstattung von Gebäuden mit WP. Online: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Meldungen/dena_Gebaeuestudie.pdf. Zuletzt geöffnet am 08.12.2020.

DSK - Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft (2015): Integriertes Energetisches Quartierskonzept „Klima-Quartier Stadtkern“ Bleicherode. Online: <https://bleicherode-klimaquartier.de/kq-stadtkern/>. Zuletzt geöffnet am 12.12.2019.

DSK - Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft (2016): Integriertes Energetisches Quartierskonzept „Nördliche Kernstadt“ Bleicherode. Online: http://klima-bleicherode.viuweb.de/wp-content/uploads/sites/23/2015/03/KlimaQuartier_NoerdlKernstadt_Bleicherode_161210.pdf. Zuletzt geöffnet am 12.12.2019.

DWDS - Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (2020a): „Hohlweg“, bereitgestellt durch das Digitale Wörterbuch der deutschen Sprache. Online: <https://www.dwds.de/wb/Hohlweg>. Zuletzt geöffnet am 09.11.2020.

DWDS - Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (2020b): „Winterung“, bereitgestellt durch das Digitale Wörterbuch der deutschen Sprache. Online: <https://www.dwds.de/wb/Winterung>. Zuletzt geöffnet am 08.11.2020.

Eberstaller-Fleischanderl, D. et al. (2008): Ufervegetationspflege unter Berücksichtigung schutzwasserwirtschaftlicher und ökologischer Anforderungen. Online: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewiTo7-Z7KDwAhXShPOHHe5ZB18QFjAAegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.bmlrt.gv.at%2Fdam%2Fjcr%3A5d5c70f3-cf09-4fc1-a065-83ba9a0b306c%2F_20_20Handbuch_20Ufervegetationspflege_Gesamtversion_mit_20Titel.pdf&usq=AOvVaw1Te3iq44mwNrBbd5c1QdAp. Zuletzt geöffnet am 28.06.2020.

Ecofys GmbH (2004): Leitbilder und Potentiale eines solaren Städtebaus, Osnabrück.

EKP - Energie-Klima-Plan GmbH (2015): Methodik zur wärmeenergetischen Analyse quartiersbezogener Stadtstrukturen in Thüringen, Nordhausen.

energate GmbH (2019): Windkraft - Regierung hält am Zeitplan für bedarfsgerechte Befeuerung fest. Online: <https://www.energate-messenger.de/news/190484/regierung-haeilt-am-zeitplan-fuer-bedarfsgerechte-befeuerung-fest>. Zuletzt geöffnet am 16.12.2019.

EU - Europäische Kommission (2020): Nachhaltige Bodennutzung (Ökologisierung) – Ziele der Ökologisierung. Online: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/income-support/greening_de#latest. Zuletzt geöffnet am 10.11.2020.

Euring, M. (2019): ENERPIPE Natural Energy Solutions. Präsentation Bürgerversammlung in Mauderode am 03.07.2019.

Evangelische Akademie Abt Jerusalem Braunschweig (Hrsg.) (2014): ENERSCAPE. Entwurfsideen für eine Energielandschaft. Braunschweig. Online: https://www.thzbs.de/uploads/tx_rtgfiles/Enerscape_Broschuer.pdf. Zuletzt geöffnet am 23.10.2020.

- Evangelische Akademie Abt Jerusalem (Hrsg.) (2015): „Windkraft am grünen Band“ Entwurfsstudien zum Landschaftsraum Helmstedt-Marienborn bis Hessen-Mattierzoll. Braunschweig. Online: https://www.thzbs.de/uploads/tx_rtgfiles/12_11_15_broschuere_kleiner.pdf. Zuletzt geöffnet am 23.10.2020.
- Everding, D. (2007): Solarer Städtebau. Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- Everding D.; Genske D.D.; Ruff A. (2020): Methodik des energetisch-ökologischen Stadtumbaus. In: Energiestädte. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-662-44703-1_5-1. Zuletzt geöffnet am 28.04.2021.
- Fenchel, J. et al. (2015): Hinweise zur erfolgreichen Anlage und Pflege mehrjähriger Blühstreifen und Blühflächen mit gebietseigenen Wildarten (mit Hinweisen zu einjährigen Blühstreifen und Blühflächen sowie Schonstreifen) Maßnahmen zur Erhöhung der Biodiversität in Sachsen-Anhalt. Online: http://www.offenlandinfo.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Bluehstreifenbroschuere_klein_19_05_2015.pdf. Zuletzt geöffnet am: 23.10.2020.
- Fleischer, B.; Syrbe R.-U.; Red. (2013): Nachhaltige Nutzung von Energiepflanzen für eine regionale Entwicklung im Landkreis Görlitz – ein Handlungsleitfaden, Internationales Begegnungszentrum St. Marienthal.
- Freistaat Thüringen (2013): Neue Energie für Thüringen - Die Energiewende gestalten, Positionspapier zum zweiten Klimagipfel des Freistaates Thüringen. Online: <https://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1425.pdf>. Zuletzt geöffnet am 28.11.2020.
- Gareis, E. (2019): Akzeptanz von Windenergieanlagen. Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig.
- Geoportal Thüringen (o.J.): <http://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoclient/control> (zuletzt geöffnet am 19.12.2020).
- Geyer, R. (2015): Initiative beautiful power - Farbdesign an Windkraftanlagen und visueller Landschaftsschutz nach Entwurfsstudien von Friedrich Ernst von Garnier. Online: <https://www.beautifulpower.de/>. Zuletzt geöffnet am 31.05.2018.
- Greiving, S., M. Zebisch, S. Schneiderbauer, M. Fleischhauer, C. Lindner, J. Lückenköter, M. Buth, W. Kahlenborn & I. Schauer (2015): A consensus based vulnerability assessment to climate change in Germany. In: International Journal of Climate Change Strategies and Management 7 (3), S. 306-326.
- Günner, P. et al. (2018): Vielfalt statt Einfalt: Das GrünSchatz-Projekt. Potenziale zur Erhöhung der Artenvielfalt im Rahmen konventioneller Landwirtschaft im Münsterland. In: Natur in NRW 4/2018 S. 39-43.
- Gyimothy, Dr. A.; Schumacher, J. (2018): Landschaftspflegeholz Hecken nutzen – Lebensräume erhalten – Landschaften gestalten. Bundesamt für Naturschutz (BfN). Heft 8. Bonn.
- Hartz, A.; Schniedermeier, L. (2011): Kulturlandschaft gestalten! Zum zukünftigen Umgang mit Transformationsprozessen in der Raum- und Landschaftsplanung. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). sdv – Saarländische Druckerei & Verlag GmbH.
- Herrmann, C. (2013): Gestaltung von Energielandschaften. Projektansätze und Konzepte für nachhaltige und ästhetische Lösungen. In: DGGL - Deutsche Gesellschaft für Gartenkunst und Landschaftskultur (Hrsg.) (2013) Energielandschaften. Geschichte und Zukunft der Landnutzung. Verlag Georg D.W. Callwey GmbH & Co. KG, München.
- Hoisl, R.; Nohl, W.; Engelhardt, P. (2000): Naturbezogenen Erholung und Landschaftsbild. Handbuch. KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.). KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.
- IAB - Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (2018): IAB - Kurzbericht - Aktuelle Analysen aus dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 4/2018. Online: <http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0418.pdf>. Zuletzt geöffnet am 10.11.2020.
- IBA Thüringen - Internationale Bauausstellung Thüringen (2017): Klimagerechte Quartiersentwicklung Nordhausen-Nord im Rahmen der IBA Thüringen, Städtebauliche Rahmenstudie 2017.
- Infodienst Landwirtschaft - Ernährung - Ländlicher Raum (2020): Hecken und Feldholzinseln. Online: https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/Lde/3650826_3651464_2304248_2311955. Zuletzt geöffnet am 11.09.2020.
- IfB - Institut für Baumpflege (2010): Grünastabbrüche bei Pappel. In: Niedersächsische Landesforsten: Forstpraxis. <https://www.forstpraxis.de/gruenastabbrueche-pappel/> Zuletzt geöffnet am 6.6.2021.
- INKA BB - Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg Berlin (2013): Alley-Cropping gegen Erosion. Online: <http://project2.zalf.de/inkabb/publikationen/presse/pressemitteilungen/pm-files/130912-pm-inka-bb-alley-cropping-gegen-erosion>. Zuletzt geöffnet am 11.09.2020.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2012): Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IWR - Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2017): Intelligente Windpark-Beleuchtung rückt in den Fokus. Online: <https://www.windbranche.de/news/nachrichten/artikel-34457-intelligente-windpark-beleuchtung-rckt-in-den-fokus>. Zuletzt geöffnet am 16.12.2019.

IWU - Institut für Wohnen und Umwelt (2015): Deutsche Gebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt.

Jessel, B. (2005): Handwörterbuch der Raumordnung. In: Landschaftsplanung. Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hrsg.). Hannover.

Jessel, B. (2014): Vorwort. Den Landschaftswandel gestalten! Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Online: https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/planung/landschaftsplanung/Dokumente/Broschuere_LaWa_Band1.pdf. Zuletzt geöffnet am 19.12.2019.

Joachim, H.-F. & Schrödl, G. (1998): Flurgehölze - Hinweise zur Biotop- und Landschaftspflege. Online: https://www.dvl.org/uploads/tx_ttproducts/datasheet/brb_heft_flurgehoelze.pdf. Zuletzt geöffnet am 11.09.2020.

Kharin, V. V., F. W. Zwiers, X. Zhang & M. Wehner (2013): Changes in temperature and precipitation extremes in the CMIP5 ensemble. In: Climatic Change 119 (2), S. 345–357.

Klimainsky, V. (2019): Konzeptionelle Vorschläge zur Strukturanreicherung ausgeräumter Agrarlandschaften am Beispiel Nord-Ost Thüringens. Masterarbeit an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE).

Knoll, T.; Groiss, M. (2011): Photovoltaik in der Landschaft Steuerungsstrategie für Photovoltaik Freiflächenanlagen aus der Sicht des Naturschutzes und der Raumordnung. Online: <http://www.wua-wien.at/images/stories/publikationen/studie-photovoltaik-landschaft.pdf>. Zuletzt geöffnet am 14.01.2020.

Konold, W. et al. (2000): Gewässerrandstreifen – Aufgaben und Pflege. Online: http://www.salmonidenfreund.de/media/download_gallery/2000-Bach-Gewaesserrandstreifen.pdf. Zuletzt geöffnet am 28.06.2020.

Kronsbein, P. (2018): Japans größtes schwimmendes Solarkraftwerk in Betrieb genommen. Online: <https://www.sonnewindwaerme.de/photovoltaik/japans-groesstes-schwimmendes-solarkraftwerk-betrieb-genommen>. Zuletzt geöffnet am 14.01.2020.

Kühne, O. (2013): Landschaftstheorie und Landschaftspraxis. Eine Einführung aus sozialkonstruktivistischer Perspektive. Springer Fachmedien, Wiesbaden.

Kühne, O.; Schmidt, C. (2018): Landschaftsbild & Energiewende Band 1: Grundlagen Ergebnisse des gleichnamigen Forschungsvorhabens FKZ 3515 82 3400 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn – Bad Godesberg.

Kühne, S. (2018): Hecken und Raine in der Agrarlandschaft - Bedeutung - Anlage - Pflege. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.

Kurz, P; Machatschek, M. (2008): Alleebäume - Wenn Bäume ins Holz, ins Laub und in die Frucht wachsen sollen. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Band 16. Böhlaus Verlag, Wien.

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen, und Naturschutz Baden-Württemberg (2007): Gehölze an Fließgewässern. Karlsruhe.

LWF - Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2020): Kurzumtriebsplantagen. Online: <http://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/biomassennutzung/050535/>. Zuletzt geöffnet am 07.11.2020.

- LWG - Bayerische Anstalt für Weinbau und Gartenbau (2016): Schlussbericht zum Vorhaben Energetische Verwertung von kräuterreichen Ansaaten in der Agrarlandschaft – eine ökologische und wirtschaftliche Alternative bei der Biogasproduktion (Phase 2). Veitshöchheim. Online: https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflege/dateien/energie_aus_wildpflanzen_abschlussber_fnrii_in.pdf. Zuletzt geöffnet am 24.10.2020.
- LZW - Landeszentrum Wald Sachsen-Anhalt (2016): Definitionen wichtiger forstlicher Begriffe. Online: https://landeszentrum-wald.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/Waldbau/Definitionen_wichtiger_forstlicher_Begriffe.pdf. Zuletzt geöffnet am 08.11.2020.
- Krause, A., Dichte, A., Kloiber, J. et al. (2018): Landschaftsrahmenplan Barnim. Eberswalde.
- Landratsamt Nordhausen (2019): FB Bau und Umwelt, FG Wasser-, Boden- und Naturschutz. mündliche Mitteilung.
- LAWA - Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2006): Leitlinien zur Gewässerentwicklung. Ziele und Strategien. Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Mainz. Online: https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlauf-Bericht2006_30.pdf. Zuletzt geöffnet am 06.07.2020.
- Lehmann, I.; Rohde, M. (2006): Alleen in Deutschland – Bedeutung, Pflege, Entwicklung. Seemann und Henschel GmbH & Co, KG. Leipzig.
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2007): Hecken, Feldgehölze und Feldraine in der landwirtschaftlichen Flur. Merkblatt für die Praxis Nr. 42. Online: http://www.lpv-fo.de/media/archive1/Lfl_Bayern_Hecken_Feldgehölze_Feldraine.pdf. Zuletzt geöffnet am 16.09.2020.
- LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (2005): Gehölzpflege und Uferschutz. Arbeitshilfe. Online: https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/gehoeolz_ufer/doc/arbeitsilfe.pdf. Zuletzt geöffnet am 07.07.2020.
- LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) (2010): KLIWA - Einfluss des Klimawandels auf die Fließgewässerqualität – Literaturlauswertungen und erste Vulnerabilitätseinschätzung. Online: https://www.kliwa.de/_download/Literaturstudie_Gewaesserqualitaet.pdf. Zuletzt geöffnet am 07.07.2020.
- Linke, S. (2017): Neue Landschaften und ästhetische Akzeptanzprobleme. In: Kühne, O., Megerle, H., Weber, F. (Hrsg.) (2017) Landschaftsästhetik und Landschaftswandel. Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- Lüscher, P. et al. (2010): Physikalischer Bodenschutz im Wald – Bodenschutz beim Einsatz von Forstmaschinen. Merkblatt für die Praxis. Eidg. Forschungsanstalt WSL (Hrsg.). Nr. 45. 2. Auflage. Birmensdorf.
- Malitz, G. & H. Ertel (2015): KOSTRA-DWD-2010. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (Bezugszeitraum 1951 bis 2010). Abschlussbericht. Offenbach.
- MLU - Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (2009a): Glossardatenbank Mäander. Online: http://mars.geographie.uni-halle.de/mlucampus/geoglossar/terme_datenblatt.php?term. Zuletzt geöffnet am 09.11.2020.
- MLU - Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (2009b): Glossardatenbank Sukzession. Online: http://mars.geographie.uni-halle.de/mlucampus/geoglossar/terme_datenblatt.php?terme=Sukzession. Zuletzt geöffnet am 08.11.2020.
- Meyer, R; Priefer, C. (2012): Ökologischer Landbau und Bioenergieerzeugung – Zielkonflikte und Lösungsansätze. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, Karlsruher Institut für Technologie, Berlin.
- Momberg, M. (2019): Technische und planerische Herausforderungen bei der Nutzung von stehenden Gewässern zur Gewinnung und Speicherung von regenerativer Energie. Bad Sachsa.
- NABU - Naturschutzbund Deutschland und Bosch & Partner GmbH (2015): Naturverträgliche Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (KUP). Online: https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/naturschutz/naturvertra__gliche-anlage-kup.pdf. Zuletzt geöffnet am: 28.11.2019.
- NABU - Naturschutzbund Deutschland (2016): Restnatur am Straßenrand. Online: <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pflanzen/pflanzen-schuetzen/21075.html>. Zuletzt geöffnet am 29.09.2020.
- Niemann, A.; Illgen, M. (2011): Urbane Überflutungsvorsorge. Was die Siedlungsentwässerung vom gewässerseitigen Hochwasserschutz lernen kann. In: Abwasser und Abfall e. V., DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft (Hg.). DWA Regenwassertage. Frankfurt am Main, 10./11. Mai 2011. DWA.

Nohl, W. (2001): Landschaftsplanung. Ästhetische und rekreative Aspekte; Konzepte, Begründungen und Verfahrensweisen auf der Ebene des Landschaftsplans. Patzer Verlag, Berlin / Hannover.

Nohl, W. (2010): Landschaftsästhetische Auswirkungen von Windkraftanlagen. In: Bayerischer Landesverein für Heimatpflege e.V.: Schöner Heimat. Erbe und Auftrag, Bd. 99. München.

Öko-Institut (2019): Die Bedeutung strombasierter Stoffe für den Klimaschutz in Deutschland, Studie online: www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/PtX-Hintergrundpapier.pdf. Zuletzt geöffnet am 28.11.2020.

Peters, J.; Wilitzki, A.; Luttmann, K.; Torkler, F. (2020): Alleen als schützenswerte Landschaftselemente -Bundesweite Erfassung und Sicherung von Alleen. Zwischenbericht zum FuE-Vorhaben; Laufzeit 2019-2021; Projektförderung: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) – bisher unveröffentlicht. Eberswalde

Peters, J., Wilitzki, A., Torkler, Frank (2019): Alleen und Baumreihen an Straßen in Brandenburg - Ergebnisse einer aktuellen Bestandserfassung. Naturschutz und Landschaftsplanung 51 (10). S. 472-477.

Peters, J. (1996): Allein und Pflasterstraßen als kulturgeschichtliche Elemente der brandenburgischen Landschaft. Dissertation am Fachbereich Architektur der Technischen Universität Berlin.

Peters, J. (2012): Fachtagung „Neue Stromtrassen“. Eigene Berechnung nach Bosch & Partner (2006), DENA_Netzstudie (2010), UBA-Studie (2010), Nitsch (2008), Bund in Bayern e.V. (2011), Solarenergie Förderverein Deutschland e.V. (2011). HNE Eberswalde (FH).

Peters, J. (2019): Die Bedeutung der Landschaftsästhetik für das Naturerleben. In: Rein, H. & Schuler, A. (Hrsg.): Handbuch Naturtourismus. UVK Verlagsgesellschaft Konstanz. S. 211-225.

Peters, J.; Torkler, F. et.al. (2011): Entwicklung eines Tools zur Erfassung, Visualisierung und Bewertung von Sichtbeziehungen für mastenartige Eingriffsvorhaben (Windkraftanlagen, Hochspannungsmasten, Funkmasten) als Grundlage für die strategische Umweltprüfung. Unveröffentlichter Projektbericht AZ 3508-11/11 für MWFK Brandenburg. HNE Eberswalde.

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.

RBD - Regierung der Bundesrepublik Deutschland (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen). Online: https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf . Zuletzt geöffnet am 15.07.2020.

RBD - Regierung der Bundesrepublik Deutschland (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen). Online: https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf . Zuletzt geöffnet am 15.07.2020.

Regierung von Oberfranken (2003) Landesentwicklungskonzept (LEK) Oberfranken-Ost. Planungsbüro Blum.

Regionale Aktionsgruppe (RAG) Südharz e.V. (2015): Die Regionale Entwicklungsstrategie (RES) zur Aufnahme in das LEADER-Programm 2014-2020. Online: <https://rag-suedharz.de/fp2014-2020/copy-entwicklungsstrategie/>?. Zuletzt geöffnet am 28.11.2020.

Reichmuth, M.; Schiffler, A. (2012): Energielandschaften – Kulturlandschaften der Zukunft? Technologien zur Produktion regenerativer Energien – Potentiale und Standortanforderungen. Leipziger Institut für Energie. Vilm. Online: <https://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/ina/vortraege/2012/2012-Energielandschaft-Reichmuth-Schiffler.pdf>. Zuletzt geöffnet am 18.12.2019.

Reuter, B. (2017): Bäume in der Kulturlandschaft. Ein Handbuch zur Erhaltung und Gestaltung von Flurgehölzen. oekom verlag. München. Online: https://www.oekom.de/_files_media/titel/leseproben/9783962380090.pdf. Zuletzt geöffnet am 16.09.2020.

Riedl, U. (2013): Biologische und strukturelle Vielfalt. Kernelement der Landschaftsstruktur im Biomasseanbau. In: DGGL Deutsche Gesellschaft für Gartenkunst und Landschaftskultur (Hrsg.) (2013) Energielandschaften. Geschichte und Zukunft der Landnutzung. Verlag Georg D.W. Callwey GmbH & Co. KG, München.

Riedel, W.; Stolz, C. (2015): Monotonisierung von Landschaft - Nutzungswandel und Umweltfolgen des Biogasbooms am Beispiel Schleswig-Holsteins. In: Der Kritische Agrarbericht 23 (2015): 166-170.

- Rodi, M. (2017): Die deutsche Klimaschutzplanung im Lichte einer internationalen „best practice“ Analyse von Klimaschutzgesetzgebung in: Lorenzmeier, S., Folz, H.-P. (Hrsg.) Recht und Realität, S. 750 – 769.
- Roesler, T.; Hassler, M. (2015): TWECOM – Energetische Nutzung von Hecken. In: Bund Heimat und Umwelt in Deutschland (BHU): Land unter Strom. Energiewende als Chance für den ländlichen Raum, S. 97-100.
- Rohloff, A., S. Bonn, S. Gillner (2008): Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. Vorstellung der KLimaArtenMatrix für Stadtbaumarten (KLAM-Stadt). In: Bund deutscher Baumschulen (Hrsg.): Klimawandel und Gehölze. Sonderheft Grün ist Leben. Pinneberg.
- Roth, M. (2012): Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung. Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Validierung von Verfahren zur Bewertung des Landschaftsbildes durch internetgestützte Nutzerbefragung. In: IÖR Schriften Band 59. IÖR – Leibnitz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (Hrsg.). Rhombos-Verlag, Berlin.
- RPG NT - Regionale Planungsgemeinschaft Nordthüringen (2011): Regionales Energie- und Klimakonzept Nordthüringen – Studie im Auftrag der Regionalen Planungsgemeinschaft Nordthüringen 2009-2011. Online: https://regionalplanung.thueringen.de/fileadmin/user_upload/Nordthueringen/Dokumente/n_pdf_regenkonz_bericht.pdf. Zuletzt geöffnet am 28.11.2020.
- SBV.SH - Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (2014): Leitfaden für die fachgerechte Unterhaltungspflege von Gehölzflächen an Straßen. Online: https://www.bund-sh.de/fileadmin/sh/Materialien/Flyer/2014_FLY_Gehoelzpflege_leitfaden.pdf. Zuletzt geöffnet am 29.09.2020.
- Schlesinger, D. (2017): Potentialanalyse für raumbedeutsame Solaranlagen auf Frei- und ausgewählten Dachflächen unter besonderer Berücksichtigung der förderfähigen Möglichkeiten des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes im Landkreis Nordhausen. Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science (M.Sc.). Erfurt.
- Schmidt, C. et al. (2018): Landschaftsbild & Energiewende. Band 1: Grundlagen. Band 2: Handlungsempfehlungen. Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg.
- Schmidt, S. (2019): Gehölzpflanzungen zur Sichtverschattung von Windenergieanlagen. Potentiale der Eingriffsregelung. Masterarbeit an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE).
- Scholtissek, D.E. (2016): Landkreis Barnim – Landschaftsrahmenplan. Konzeptionelle Erarbeitung des Teilplanes Landschaftsbild zur Neuaufstellung des Landschaftsrahmenplanes Barnim. Masterarbeit an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNEE), unveröffentlicht.
- Schöbel, S. (2012): Windenergie und Landschaftsästhetik. Zur landschaftsgerechten Anordnung von Windfarmen. Jovis Verlag GmbH, Berlin.
- Schuler, J. et al. (2017): Kumulative Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. BfN-Skripten 463. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn.
- Schumacher, H., Sieber, S.; Weber, K. (Hrsg.) (2010a): Energiegarten der FH Erfurt. Eine Modellanlage für renewables at University of Applied Sciences und für eine Ästhetik der Nachhaltigkeit. Erfurt. Online: https://www.fh-erfurt.de/lgf/fileadmin/LA/Forschung/EG/Quo_vadis_-_Energiegarten_FH_Erfurt-standard.pdf. Zuletzt geöffnet am: 23.10.2020.
- Schumacher, H. et al. (Hrsg.) (2010b): Versuchs- und Demonstrationspflanzung „Biomassehecke“. Energiegarten der FH Erfurt. Eine Modellanlage für renewables at University of Applied Sciences und für eine Ästhetik der Nachhaltigkeit. Erfurt. Online: https://www.fh-erfurt.de/lgf/fileadmin/LA/Forschung/EG/Forschungsbericht_Biomassehecken_12.2010.pdf. Zuletzt geöffnet am 18.11.2020.
- Scottish Natural Heritage (2017): Siting and Designing Wind Farms in the Landscape. Online: <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/SNH-2017-Siting-Designing-Wind.pdf>. Zuletzt geöffnet am 23.10.2020.
- Spägele, M. (2009): solarLandschaft. Studien zur Integration von Photovoltaikanalgen in die Kulturlandschaft der nördlichen Bodenseeregion. In: LAREG Schriftenreihe des Fachgebietes für Landschaftsarchitektur regionaler Freiräume an der TU München. Verlag edition winterwork, Grimma.
- Stadt Bad Langensalza (2019): Bebauungsplan Sondergebiet „Windpark Wiegleben“ – Entwurf – Teil C –Begründung. Planungsgruppe 91 (Hrsg.). Gotha.
- Stadt Essen (2018): Bebauungsplan 16/16 „Flachdachbegrünung Essener Innenstadt“ in Kraft getreten am 19. Januar 2018.

Stadt Nordhausen (2018): Fernwärmesatzung der Stadt Nordhausen, einschließlich 1. Änderung vom 23. Juli 2018. Stadtverwaltung Nordhausen, 2018. https://www.nordhausen.de/_daten/dokumente/2018/09/7127_0905_73730318.pdf. Zuletzt geöffnet am 07.12.2020.

Stadt Nordhausen - Herr Gerwin, Grünflächenamt (2019): mündliche Mitteilung.

Stadt Wien (2014): Solarleitfaden. Wien.

Stadt Zürich (2009): Leitfaden Dachlandschaften. Zürich.

STMB - Bayerisches Staatsministerium des Innern Oberste Baubehörde (STMB) (1997): Ortsränder. In: Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr. 12. Polling. Online: [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=2044385586&ACTIONxSESSxSHOWPIC\(BILDxKEY:%2703500009%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=2044385586&ACTIONxSESSxSHOWPIC(BILDxKEY:%2703500009%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27)). Zuletzt geöffnet am 15.09.2020.

StMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, ehemals Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1997): Landschaftspflegekonzept Bayern. Hecken und Feldgehölze. Band II.12. Online: https://www.anl.bayern.de/publikationen/landschaftspflegekonzept/doc/lp12_hecken_1997_00_gesamt.pdf. Zuletzt geöffnet am 29.09.2020.

Strohm, K. et al. (2012): Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. Online https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn050857.pdf. Zuletzt geöffnet am 28.11.2019.

Strom-Report (2020): Der deutsche Strommix: Stromerzeugung in Deutschland. Online: <https://strom-report.de/strom/>. Zuletzt geöffnet am 26.11.2020.

ThLG - Thüringer Landesgesellschaft (2019): mündliche Mitteilung.

TLL - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2013): Produktionsintegrierte Kompensation (PIK). Eingriffsregelung und landwirtschaftliche Bodennutzung - Aufwertung durch Nutzung - Modellvorhaben zur innovativen Anwendung der Eingriffsregelung. Online: https://www.netzwerk-laendlicherraum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/Flaechenmanagement/PIK_TLL.pdf. Zuletzt geöffnet am 28.11.2019.

TLUBN - Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (2011): Handbuch zur naturnahen Unterhaltung und zum Ausbau von Fließgewässern. Online: https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/content/wasser/45_handbuch_gewaesserunterhaltung.pdf. Zuletzt geöffnet am 11.06.2019.

TLVWA - Thüringer Landesverwaltungsamt, Obere Naturschutzbehörde (2019): mündliche Mitteilung.

TLL - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2008): Empfehlungen zur Anlage von Hecken im Agrarraum. Online: <http://www.tll.de/www/daten/publikationen/merkblaetter/heck0508.pdf>. Zuletzt geöffnet am 29.09.2020.

TLL - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2010): Regionale Biomassepotenziale zur energetischen Nutzung im Freistaat Thüringen. Online: http://www.tll.de/www/daten/pflanzenproduktion/nawaro/feste_bio/bioe0510.pdf. Zuletzt geöffnet am 29.11.2020.

TLS - Thüringer Landesamt für Statistik (2019): Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung 2014 bis 2035 nach Kreisen in Thüringen. Online: <https://statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=kz000121%7C%7C>. Zuletzt geöffnet am 20.04.2021.

TMIL - Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2019): Richtlinie zur Förderung von kommunaler Verkehrsinfrastruktur in Thüringen (RL-KVI). S. 1820-1824. Online: <https://www.thueringen.de/mam/th9/tlbv/Foerderung/rl-kvi.pdf>. Zuletzt geöffnet am 29.09.2020.

TMUEN - Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz (2017): Förderung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Thüringen (NALAP). S.2. Online: https://www.thueringen.de/mam/th8/tmlfun/naturschutz/foerderung/2017_nalap-anderung_endgultig_23.08.2017.pdf. Zuletzt geöffnet am 29.09.2020.

UBA - Umweltbundesamt (2019): Bioenergie – Ein weites und komplexes Feld. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie#text-part-1>. Zuletzt geöffnet am 28.11.2019.

UBA - Umweltbundesamt (2020): Erosion. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/erosion#bodenerosion-durch-wasser-eine-unterschatzte-gefahr>. Zuletzt geöffnet am 10.11.2020.

Unsel, R. et al. (2011): Leitfaden Agroforstsysteme - Möglichkeiten zur naturschutzgerechten Etablierung von Agroforstsystemen. TU München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, München.

VDI Verlag GmbH (2015): Holländischer Solar-Fahrradweg effektiver als gedacht. Online: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/hollaendischer-solar-fahrradweg-effektiver-gedacht/>. Zuletzt geöffnet am 14.01.2019.

Veste, M.; Böhm, C. (2018): Agrarholz Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft - Biologie - Ökologie - Management. Springer Spektrum.

VM BW - Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2015): Straßenbegleitgrün - Hinweise zur ökologisch orientierten Pflege von Gras- und Gehölzflächen an Straßen. Online: <https://www.bluehendes-bad-camberg.de/download/strassenbegleitgruen.pdf>. Zuletzt geöffnet am 29.09.2020.

Waldarbeitsschule der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2004): Der Forstwirt. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Weigl, T. (2020): Telefoninterview mit Toni Weigl, Produktmanager Floating PV, BayWa r.e. renewable energy GmbH.

Wiehe, J. et al. (2009): Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Landschaft - Am Beispiel des Maisanbaus für die Biogasproduktion in Niedersachsen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 41, S. 107-113.

Wix, N.; Rode, M.; Reich, M. (2018): Blühstreifen - Biodiversität und produktionsintegrierte Kompensation. In: Umwelt und Raum Band 9, Schriftenreihe Institut für Umweltplanung (Hrsg.). Leibniz Universität Hannover.

Wöbse, H. (2004): Definitionen. In: Landschaftsplanung. Haaren, C. v. (Hrsg.), Stuttgart.

Wöbse, H. H. (2003): Landschaftsästhetik: über das Wesen, die Bedeutung und den Umgang mit landschaftlicher Schönheit. Ulmer Verlag, Stuttgart.

Wurbs, Dr. D.; Steinger, Dr. M. (2017): Bodenerosion durch Wind. Sachstand und Handlungsempfehlungen zur Gefahrenabwehr. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/merkblatt_bodenerosion_durch_wind_web.pdf. Zuletzt geöffnet am 16.09.2020.

ZN Mob NRW - Zukunftsnetz Mobilität NRW (Hrsg.) (2017): Handbuch Mobilstationen Nordrhein-Westfalen. Geschäftsstelle NRW, Köln.

Gesetze, Verordnungen, Pläne

des Bundes

BauGB -Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. August 2020.

BauNVO - Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017.

BNatschG - Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009, zuletzt geändert durch Artikel 290 der Verordnung vom 19. Juni 2020.

ROG - Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 15 des Gesetzes vom 20.7.2017.

GEG - Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) vom 8. August 2020.

EEG - Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020.

EnSaG - Energiesammelgesetz vom 17. Dezember 2018.

Klimaschutzplan 2050, hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Stand 2016.

WHG - Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Juni 2020.

der Bundesländer

ThürLPIG - Thüringer Landesplanungsgesetz vom 11. Dezember 2012, zuletzt geändert durch Artikel 44 des Gesetzes vom 18. Dezember 2018.

ThürBO - Thüringer Bauordnung vom 13. März 2014, zuletzt geändert durch Gesetz vom 29. März 2018.

ThürKlimaG - Thüringer Gesetz zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Thüringer Klimagesetz - ThürKlimaG -) vom 18. Dezember 2018.

EWG Bln - Berliner Energiewendegesetz (EWG Bln) vom 22. März 2016, zuletzt geändert durch Gesetz vom 26.10.2017.

KSG BW - Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG BW) vom 23. Juli 2013, zuletzt geändert durch Gesetz vom 15. Oktober 2020.

HmbKliSchG - Hamburgisches Gesetz zum Schutz des Klimas (Hamburgisches Klimaschutzgesetz - HmbKliSchG) vom 20. Februar 2020.

Raumordnungspläne

LEP Thüringen - Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025, in Kraft getreten am 5. 7. 2014.

LRP Barnim - Landschaftsrahmenplan für den Landkreis Barnim, Neuaufstellung von 2018.

LRP Nordthüringen - Landschaftsrahmenplan für Eichsfeld, Kyffhäuserkreis, Nordhausen, Unstrut-Hainich-Kreis, Stand 1994 (veraltet).

Naturparkplan Naturpark Südharz, Handlungsleitfaden für den Naturpark Südharz von 2014.

Regionalplan Nordthüringen 2012, in Kraft getreten am 29.10.2012.

Entwurf zur Änderung des Regionalplans Nordthüringen 2012, Entwurfsstand Mai 2018.

RFNP - Regionaler Flächennutzungsplan der Planungsgemeinschaft Städteregion Ruhr (RFNP) in Kraft getreten am 3.5.2010.

Anhang

A Kartenverzeichnis [Druckexemplar und auf DVD]

- 1.1 Räumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes
- 2.1 Stadtraumtypen im Landkreis Nordhausen
- 3.1 Topografie im Landkreis Nordhausen
- 3.2 Landschaftsraumtypen im Landkreis Nordhausen
- 4.1 Klimatische Entwicklung Heißer Tage
- 4.2 Klimatische Entwicklung Eistage
- 4.3 Klimatische Entwicklung Klimatische Wasserbilanz
- 4.4 Klimatische Entwicklung Kühlgradtage
- 4.5 Klimatische Entwicklung Heizgradtage
- 4.6 Analyse Wärmebelastung für die Bevölkerung
- 4.7 Betroffenheit Wärmebelastung für die Bevölkerung
- 4.8 Analyse Trockenheit auf Waldflächen
- 4.9 Analyse Erosion auf Ackerflächen
- 4.10 Analyse Trockenheit auf Ackerflächen
- 4.11 Analyse Hochwassergefährdung Zorge und Helme
- 4.12 Betroffenheiten in den Schwerpunktthemen
- 5.1 Bestand und Potential Erneuerbare Energien im Landkreis Nordhausen
- 5.2 Verkehrsstrukturen im Landkreis Nordhausen
- 6.1 Gewässer im Landkreis Nordhausen
- 6.2 Gehölzstrukturen im Landkreis Nordhausen
- 6.3 Bestand und Potential Gehölzstrukturen im Landkreis Nordhausen
- 7.1 Photovoltaik auf Gewässern, Beispiel Auesee
- 7.2 PV an Gebäuden – Potential und Gestaltung
- 7.3 PV auf Verkehrsflächen – Potential und Gestaltung
- 7.4 Wärmenetze im Landkreis Nordhausen
- 7.5 Wärmenetze in der Stadt Nordhausen
- 7.6 Heringen - Erneuerbare Energien und Fernwärme
- 7.7 Naturräumliche Gliederung im Landkreis Nordhausen
- 7.8 Historische Kulturlandschaftselemente im Landkreis Nordhausen
- 7.9 Schutzgebiete im Landkreis Nordhausen
- 8.1 Räumlicher Entwicklungsplan Stadt und Landkreis Nordhausen
- 8.2 Wipperdorf mit Windpark
- 8.3 Werther mit BAB 38
- 8.4 Großwechungen mit Gehölzpflanzungen
- 8.5 Stadtumbaugebiet Nord
- 8.6 Kieseeseen in der Goldenen Aue
- 8.7 Bleicherode

B Steckbriefe [nur auf DVD]

STADTRAUMTYPEN

- B1 SRT I Altstädte/Dorfkerne
- B2 SRT II Gründer- und Vorkriegszeit – innerstädtische Bebauung
- B3 SRT III Villen- und Wohnviertel der Gründer- und Vorkriegszeit

- B4 SRT IV Dörfliche und kleinteilige Siedlungsstrukturen
- B5 SRT V Gründer- u. Vorkriegszeit: Werks- und Genossenschaftssiedlungen
- B6 SRT VI Geschosswohnungsbau der 1950 und 1960er Jahre
- B7 SRT VII Industrieller Geschosswohnungsbau der 1970 und 1980er Jahre
- B8 SRT VIII Gebäudeensembles seit den 1980er Jahren
- B9 SRT IX Einfamilienhausgebiete seit den 1950er Jahren
- B10 SRT X Gewerbe- und Industriegebiete
- B11 SRT XI Zweckbaukomplexe

LANDSCHAFTSRAUMTYPEN

- B12 AG-R1 Acker- / grünlandgeprägtes Gebiet mit flachem Gelände
- B13 AG-R2 Acker- / grünlandgeprägtes Gebiet mit welligem Gelände
- B14 AG-R3 Acker- / grünlandgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände
- B15 AG-R4 Acker- / grünlandgeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände
- B16 A-R1 Ackergeprägtes Gebiet mit flachem Gelände
- B17 A-R2 Ackergeprägtes Gebiet mit welligem Gelände
- B18 A-R3 Ackergeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände
- B19 A-R4 Ackergeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände
- B20 GA-R4 Grünland- / ackergeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände
- B21 LW-R2 Laubwaldgeprägtes Gebiet mit welligem Gelände
- B22 LW-R3 Laubwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände
- B23 LW-R4 Laubwaldgeprägtes Gebiet mit bergigem Gelände
- B24 MW-R3 Mischwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände
- B25 MW-R4 Mischwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände
- B26 NW-R3 Nadelwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände
- B27 NW-R4 Nadelwaldgeprägtes Gebiet mit hügeligem Gelände
- B28 W-R1 Gewässergeprägtes Gebiet mit flachem Gelände

KLIMAAANPASSUNG

- B29 Nordhausen, Stadtviertel Gewerbegebiet An der Helme/Darrweg Süd-Ost
- B30 Nordhausen, Stadtviertel Gewerbegebiet Rothenburgstraße
- B31 Nordhausen, Stadtviertel Gewerbegebiet Darrweg Nord
- B32 Nordhausen, Stadtviertel Gewerbegebiet Darrweg Süd-West
- B33 Nordhausen, Stadtviertel Gewerbegebiet Helmestraße/ Heringer Weg
- B34 Nordhausen, Stadtviertel Hinter der Steinmühle/ Tierheim/ Schützenhaus
- B35 Nordhausen, Stadtviertel Niedersalza/ Vogelsiedlung
- B36 Nordhausen, Stadtviertel Bochumer Straße-Nord/ Grenzstraße/ Blumensiedlung
- B37 Nordhausen, Stadtviertel Bochumer Straße-Mitte
- B38 Nordhausen, Stadtviertel Straße der Genossenschaften
- B39 Nordhausen, Stadtviertel IFA-Industriepark
- B40 Nordhausen, Stadtviertel Bochumer Straße-Süd
- B41 Nordhausen, Stadtviertel Bahnhofsviertel
- B42 Nordhausen, Stadtviertel Parkallee
- B43 Nordhausen, Stadtviertel Gumpetal
- B44 Nordhausen, Stadtviertel Oberstadt/ Nordhausen-Nord/ Stollberger Straße-West
- B45 Nordhausen, Stadtviertel Windlücke
- B46 Nordhausen, Stadtviertel Hallesche Straße-Ost
- B47 Nordhausen, Stadtviertel Hallesche Straße-Mitte/ Ammerberg/ Weinberg
- B48 Nordhausen, Stadtviertel Petersberg/ Frauenberg/ Bebelplatz

- B49 Nordhausen, Stadtviertel Stollberger Straße-Ost
- B50 Nordhausen, Stadtviertel Stadtzentrum/ Altstadt
- B51 Nordhausen, Stadtviertel Nordhausen-Ost
- B52 Nordhausen, Stadtviertel Salza
- B53 Nordhausen, Stadtviertel Krimderode
- B54 Nordhausen, Ortsteil Bielen
- B55 Nordhausen, Ortsteil Buchholz
- B56 Nordhausen, Ortsteil Herreden
- B57 Nordhausen, Ortsteil Hesserode
- B58 Nordhausen, Ortsteil Hochstedt
- B59 Nordhausen, Ortsteil Hörningen
- B60 Nordhausen, Ortsteil Leimbach
- B61 Nordhausen, Ortsteil Petersdorf
- B62 Nordhausen, Ortsteil Rodishain
- B63 Nordhausen, Ortsteil Rüdigsdorf
- B64 Nordhausen, Ortsteil Steigerthal
- B65 Nordhausen, Ortsteil Steinbrücken
- B66 Nordhausen, Ortsteil Stempeda
- B67 Nordhausen, Ortsteil Sundhausen
- B68 Stadt Ellrich
- B69 Gemeinde Görzbach
- B70 Gemeinde Großlohra
- B71 Gemeinde Kehmstedt
- B72 Gemeinde Kleinfurra
- B73 Gemeinde Lipprechterode
- B74 Gemeinde Niedergebra
- B75 Gemeinde Sohlstedt
- B76 Gemeinde Urbach
- B77 Gemeinde Hohenstein
- B78 Gemeinde Werther
- B79 Gemeinde Heringen/Helme
- B80 Landgemeinde Harztor
- B81 Landgemeinde Stadt Bleicherode

C Plakate Wanderausstellung [nur auf DVD]

- C1 Angaben zum Forschungsprojekt, Problemstellung, Zielstellung, erwartete Ergebnisse
- C2 Methodik zur Erstellung der Potenzialkarten
- C3 Planungsrechtliche Umsetzung der Klima-Gestaltung
- C4 Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Energie I: Methodik und Ergebnisse zur Erarbeitung der Energievarianten
- C5 Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Energie II: Entwurf der Landkreiskarte als Klima-Gestaltungsplan (eE-Potenziale)
- C4 Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Klimawandelanpassung: Methodik: Darstellung der methodischen Grundlagen zur Ableitung von Maßnahmen zur Klimawandelanpassung
- C5 Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Klimawandelanpassung Empfehlungen
- C6 Klima-Gestaltungsplan Schwerpunkt: Raumgestaltung: methodische Konzeption, Gestaltungsideen für Beispielräume
- C7 Erläuterungen zur Übersichtskarte Landkreis Nordhausen, Vorstellung Klimasonne
- C8 Klima-Gestaltungsplan: Landkreisübersicht Nordhausen A0

