

Arbeitskreis 5 »Landmanagement«

Klimawandel und Landnutzung in Deutschland – Anforderungen an die Landentwicklung

**Leitfaden und Positionspapier des
DVW Arbeitskreis 5 »Landmanagement«**



Arbeitskreis 5 »Landmanagement«

Klimawandel und Landnutzung in Deutschland – Anforderungen an die Landentwicklung

**Leitfaden und Positionspapier des
DVW Arbeitskreis 5 »Landmanagement«**

Redaktion:
Karl-Heinz Thiemann



Schriftenreihe des DVW
Band 65

DVW e.V. – Gesellschaft für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
www.dvw.de
INTERGEO®

Schriftenreihe des DVW
Band 65

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im
Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-89639-803-1
ISSN 0940-4260

© Wißner-Verlag, Augsburg 2010
www.wissner.com/dvw-sr

Herstellung: Wißner-Verlag, Augsburg
Druck: Druckerei Joh. Walch, Augsburg

Bildnachweis Cover:
Martin Schumann

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede
Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen
bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlags.

Vorwort

Neben dem demographischen Wandel rückt der Klimawandel zumindest hinsichtlich der langfristigen Auswirkungen auf die Raum- und Siedlungsstruktur immer stärker in den Fokus der aktuellen Diskussion, stellt dieser doch eine erhebliche ökologische und zunehmend auch ökonomische und soziale Herausforderung für Politik und Gesellschaft dar. Das Klima ändert sich: Die auf der Grundlage des letzten Sachstandberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) für Deutschland vom Deutschen Wetterdienst erstellten Szenarien sind in Abhängigkeit von der globalen Entwicklung der anthropogenen Emission abgeleitet worden. Danach wird für den Zeitraum von 2021 bis 2050 von einem Temperaturanstieg von 0,5 bis 1,5 °C und im Zeitraum von 2071 bis 2100 von 1,5 bis 3,5 °C ausgegangen. Bei den Niederschlägen wird im Winter ein Zuwachs von bis zu 40 % prognostiziert, in einigen Mittelgebirgsregionen sogar um bis zu 70 %. Zugleich könnten die Niederschläge im Sommer um bis zu 40 % abnehmen, regional noch deutlicher. Bei der Auseinandersetzung mit den Klimafolgen müssen neben den zu erwartenden Veränderungen bei den Mittelwerten auch die Folgen von häufiger auftretenden und ausgeprägteren Extremereignissen beachtet werden.

Alle Klimamodelle weisen übereinstimmend darauf hin, dass zumindest nach 2030 mit erheblichen Effekten auch für die Landnutzung in ländlichen Räumen zu rechnen ist. Während bislang Strategien im Vordergrund standen, um den Klimawandel soweit wie möglich abzuschwächen, gewinnen angesichts der sich abzeichnenden unumkehrbaren Prozesse und deren Folgen Anpassungs- und Präventionsstrategien erheblich an Bedeutung.

Bei allen Anpassungs- und Präventionsstrategien steht die Flächennutzung im Fokus. Zum einen geht es darum, durch geeignete Maßnahmen den Anforderungen des Hochwasser-, Grundwasser- und Bodenschutzes durch eine entsprechende Steuerung der Landnutzung Rechnung zu tragen. Zum anderen ist es indessen auch notwendig, durch die Verminderung von Treibhausgasen (vor allem CO₂) die anthropogenen negativen Einflüsse auf das Klima zu verringern. Zu derartigen Strategien gehört die Umstellung auf erneuerbare Energien, was nach aktuellen Berechnungen des Sachverständigenrates für Umweltfragen bis zum Jahr 2050 zu 100 % möglich wäre, sowie die CO₂-Speicherung. Auch hieraus ergeben sich unmittelbare Flächenansprüche und Wechselwirkungen mit der Landnutzung. Insgesamt werden sich aufgrund dieser Entwicklungen und neuer Flä-

chenansprüche Landnutzungskonflikte und sonstige unerwünschte Effekte ergeben, wenn es nicht gelingt, die Anforderungen im Rahmen von Planung und Bodenordnung mit anderen Flächenansprüchen zu koordinieren und zu einem Ausgleich zu bringen.

Vor diesem Hintergrund hat sich der Arbeitskreis 5 „Landmanagement“ des Deutschen Vereins für Vermessungswesen (DVW) mit derartigen Strategien für die Landnutzung auseinandergesetzt und einen Handlungsleitfaden für die Praxis erstellt. Damit sollen den Gemeinden, Verwaltungen und allen Akteuren in ländlichen Räumen Hinweise gegeben werden, wie im Rahmen der Landentwicklung die Vulnerabilität ländlicher Gebiete gegenüber klimatischen Änderungen durch Planung und Bodenordnung verringert und die passenden Maßnahmen der Adaption und Prävention verwirklicht werden können.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'T. Kötter'. The signature is stylized with a small 'u' above the first part.

Prof. Dr.-Ing. Theo Kötter
Leiter des DVW AK 5 – Landmanagement

Klimawandel und Landnutzung in Deutschland – Anforderungen an die Landentwicklung

Leitfaden und Positionspapier des DVW Arbeitskreis 5 „Landmanagement“

Bearbeitung und Autoren:

Dipl.-Ing. Hans-Ludger Gerdes

Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und
Liegenschaften Verden – Amt für Landentwicklung
Eitzer Straße 34, 27283 Verden (Aller)

Dipl.-Ing. Andreas Harnischfeger

Amt für Landentwicklung und Flurneuordnung
Frankental 1, 98617 Meiningen

Dr.-Ing. Michael Klaus

Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung
der Technischen Universität München
Arcisstraße 2, 80290 München

Dipl.-Ing. Willi Perzl

Amt für Ländliche Entwicklung Oberpfalz
Lechstraße 50, 93057 Regensburg

Dipl.-Ing. Martin Schumann

Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion Trier
Referat Ländliche Entwicklung
Willy-Brandt-Platz 3, 54290 Trier

Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Thiemann

Universität der Bundeswehr München
Professur für Landmanagement
85577 Neubiberg

Inhalt

Vorwort	3
Titel und Autoren	5
Inhalt	6
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	9
1 Zielsetzungen des Leitfadens	11
2 Klimawandel in Deutschland	13
3 Adaptionstrategien und Landnutzung	15
3.1 Hochwasserschutz	15
3.1.1 Auswirkungen durch den Klimawandel	16
3.1.2 Auswirkungen auf die Landentwicklung, insbesondere die Landnutzung (Land- und Forstwirtschaft)	17
3.1.3 Anforderungen an Planung und Bodenordnung	18
3.2 Grundwasser	21
3.2.1 Einführung und Grundlagen	21
3.2.2 Auswirkungen auf die Landentwicklung	23
3.2.3 Anforderungen an Planung und Bodenordnung	25
3.2.4 Forderungen von Planung und Bodenordnung	27
3.3 Bodenerosion durch Wasser und Wind	27
3.3.1 Einführung und Grundlagen	27
3.3.1.1 Wassererosion	29
3.3.1.2 Winderosion	30
3.3.2 Auswirkungen auf die Landentwicklung	31

3.3.3	Anforderungen an Planung und Bodenordnung	32
3.3.3.1	Anforderungen an Planung und Bodenordnung bezüglich der Erosionsgefährdung durch Wasser	33
3.3.3.2	Anforderungen an Planung und Bodenordnung bezüglich der Erosionsgefährdung durch Wind	35
3.3.4	Forderungen von Planung und Bodenordnung	35
4	Präventionsstrategien und Landnutzung	39
4.1	Nutzung erneuerbarer Energien	39
4.1.1	Einführung und Grundlagen	39
4.1.1.1	Energie aus Sonnenstrahlung	43
4.1.1.2	Windenergie	48
4.1.1.3	Nachwachsende Rohstoffe – Einjährige Pflanzen	50
4.1.1.4	Nachwachsende Rohstoffe – Energiewald	54
4.1.1.5	Geothermie	56
4.1.2	Anforderungen erneuerbarer Energien an Planung und Bodenordnung	59
4.1.3	Forderungen von Planung und Bodenordnung an die Nutzung erneuerbarer Energien	62
4.2	Nutzung von CO ₂ -Senken und Sicherung von CO ₂ -Speicher (Wald und Moore)	64
4.2.1	Klimaschutz durch nachhaltige Forstwirtschaft	64
4.2.1.1	Waldumbau	64
4.2.1.2	Klimaschutzeffekte des Waldes und der Forstwirtschaft	65
4.2.1.3	Probleme der Holznutzung im Kleinprivatwald	67
4.2.1.4	Förderung der Forstwirtschaft durch Zusammenschlüsse	69
4.2.1.5	Auswirkungen auf die Landentwicklung	72
4.2.1.6	Anforderungen der nachhaltigen Forstwirtschaft im Kleinprivatwald an Planung und Bodenordnung	74
4.2.1.7	Forderungen von Planung und Bodenordnung an die nachhaltige Forstwirtschaft im Kleinprivatwald	75

4.2.2	Klimaschutz durch Moore	76
4.2.2.1	Moortypen	76
4.2.2.2	Klimawirkungen (Kohlenstoffsенke und -speicher)	78
4.2.2.3	Auswirkungen auf die Landentwicklung	80
4.2.2.4	Anforderungen an Planung und Bodenordnung im Zuge von Moorrenaturierungen und Nutzungsalternativen	84
4.2.2.5	Forderungen von Planung und Bodenordnung im Zuge von Moorrenaturierungen und Nutzungsalternativen	85
4.3	Senkung des Energieverbrauchs	85
5	Zusammenfassung	87

Abbildungsverzeichnis

Nr.	Titel	Seite
1	Schematische Darstellung des Wasserkreislaufes	22
2	Brunnengalerie zur Grundwassergewinnung	24
3	Einteilung eines Wasserschutzgebietes in die Schutzzonen I bis III	24
4	Typische Schäden infolge der Bodenerosion durch Wasser	29
5	Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) zur Abschätzung der Erosion durch Wasser	34
6	Stufen der Schutzwirkung und Einteilung von Schutzbereichen vor und hinter Windhindernissen	35
7	Hecke an einem Weg in einem Flurbereinigungsverfahren.....	37
8	Formen erneuerbarer Energien	40
9	Flächeneffizienz regenerativer Energieformen	43
10	Parabolrinnenkollektoren auf der „Plataforma de Solar Almeria“	44
11	Solarturmkraftwerk „Solar One“ in Barstow	45
12	Dish-Sterling-System	45
13	Solarkraftwerk Föhren – Gesamtanlage	46
14	Solarkraftwerk Föhren – Solarmodule	46
15	Biogasanlage Platten – Gesamtansicht	51
16	Biogasanlage Platten – Fermenter	52
17	Erdwärme in Deutschland und ihre Quellen	56
18	Kraftwerk Landau	59
19	Torfmoose in nährstoffarmen Hochmooren	77
20	Treibhausgasemissionen aus Niedermooren	79
21	Ernte von Torfmoosen mit Mähkorb auf einer Versuchsfläche	83

Tabellenverzeichnis

Nr.	Titel	Seite
1	Beitrag der Landentwicklung zum Hochwasserschutz (HWS)	19
2	Erdwärmekraftwerke in Deutschland (Stand: Ende 2007)	58

1 Zielsetzungen des Leitfadens

Der Klimawandel ist schon jetzt zu einem zentralen Thema und zur Herausforderung für eine zukunftsfähige Entwicklung in Stadt und Land geworden. Dies betrifft insbesondere auch die Landnutzung sowie die Erhaltung und Gestaltung der ländlichen Räume.

Der Arbeitskreis 5 „Landmanagement“ des Deutschen Vereins für Vermessungswesen (DVW) hat sich in seiner Arbeitsperiode 2007 bis 2010 intensiv mit der Thematik beschäftigt und die bodenbezogenen Aspekte der Adaption- und Präventionsstrategien in ihren vielfältigen Wechselbeziehungen zur Landentwicklung herausgearbeitet. Dabei wird deutlich, dass die integrierte ländliche Entwicklung (ILE) mit ihren investiven Instrumenten (insb. ländliche Bodenordnung, Dorferneuerung, Ausbau der örtlichen Infrastruktur) einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels (Adaption) und zum Schutz des Klimas (Prävention) leisten kann.

Die Ergebnisse der Diskussionen und Analysen sind in dem nun vorliegenden Leitfaden zusammengefasst. Er versteht sich als Aufforderung, die Gestaltungsmöglichkeiten von Planung und Bodenordnung sachgerecht in die Handlungsstrategien einzubringen, aber auch als Orientierungshilfe für die Praxis der Landentwicklung. Gleichzeitig soll innerhalb wie außerhalb der Geodäsie die gesellschaftsrelevante Bedeutung des Berufsbildes verdeutlicht werden. Hinzuweisen ist ferner darauf, dass das Positionspapier keine wissenschaftliche Abhandlung darstellt, sondern aus der Praxis für die Praxis entwickelt wurde.

Zum besseren Verständnis soll an dieser Stelle kurz auf den Aufbau des Leitfadens eingegangen werden: Einleitend wird der Klimawandel nach dem derzeitigen Stand der Forschung auf Deutschland bezogen kurz beschrieben (Kapitel 2). Dies bildet die Grundlage zur Diskussion der flächenrelevanten, grund- und bodenbezogenen Adaption- (Kapitel 3) und Präventionsstrategien im ländlichen Raum (Kapitel 4). Dabei wird – soweit möglich – nach einem einheitlichen Schema vorgegangen.

Zunächst werden die einzelnen **Handlungsfelder** vorgestellt und mit ihren jeweiligen Planungen und Vorhaben näher beschrieben.

Hierauf aufbauend erfolgt eine Darstellung, welche **Auswirkungen** die Maßnahmen in den einzelnen Bereichen **auf die Landentwicklung** haben, d. h. wie sich die Landnutzung verändert und welche Ansprüche an die Landschaft planerisch und bodenordnerisch zu bewältigen sind.

Hieraus ergeben sich die konkreten **Anforderungen an Planung und Bodenordnung**, d. h. wie die einzelnen Vorhaben mit den Instrumenten der ländlichen Neuordnung unterstützt, negative Folgen vermieden und eine zukunftsfähige Entwicklung erreicht werden kann.

Abschließend wird jeweils dargestellt, welche **Forderungen** aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung der ländlichen Räume, d. h. **von Planung und Bodenordnung** an die einzelnen Handlungsfelder zur Adaption und Prävention zu stellen sind.

2 Klimawandel in Deutschland

Eine Absenkung des CO₂-Ausstoßes ist wegen der Zunahme der Weltbevölkerung von derzeit rd. 6,5 Milliarden auf ca. 9 bis 10 Milliarden Menschen bis 2050 realistisch nicht zu erwarten (Prognose bis 2030: 10,2 Mrd. t C-Ausstoß jährlich, d. h. + 55 % gegenüber 2004 unabhängig vom Kyoto-Protokoll). Im Gegenteil, die Trägheit im Verhalten der Energieverbraucher und Staatengemeinschaft lässt ein schnelles Umsteuern nicht erwarten.

Nach den anerkannten Klimaszenarien der Klimaforschung¹ ist für Mitteleuropa und Deutschland mit folgenden Veränderungen zu rechnen:

- **Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um bis zu 2,0 °C; Prognose für den Zeitraum 2021 bis 2050 (KLIWA):**
 - Temperaturzunahme: Sommer +1,4 °C und Winter +2,0 °C
 - Anstieg der Sommertage ($T_{\max} > 25$ °C) von derzeit 32 auf rd. 50 Tage
 - Verdopplung der heißen Tage ($T_{\max} > 30$ °C)
 - Rückgang der Frosttage ($T_{\min} < 0$ °C) um etwa 25 %
 - Rückgang der Eistage ($T_{\max} < 0$ °C) um etwa 50 %
 - Verringerung der Frostschäden durch Spätfrost im Frühjahr
 - Zunahme der frostsicheren Zeit in der Vegetationsperiode
- **Saisonale Umverteilung des Niederschlags mit Anstieg im Spätwinter und Frühjahr (bis zu 30 %) und Abnahme im Sommer (mehr als 20 %):**

Winter:

- mehr Regen und weniger Schnee, frühere Schneeschmelze, geringe Verdunstung (Beispiel Rhein: nur 30 % mehr Niederschlag, aber 80 % höherer Wasserabfluss)
- mehr Hochwasserereignisse mit neuen Rekordhöhen

¹ NASA: GISS Surface Temperature Analysis – Global Temperature Trends: 2007 Summation. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/2007/>;

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F.: Neuentwicklung von regionalen hochauflösenden Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. Publikationen des Umweltbundesamtes, Potsdam, 2007, www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3133.pdf;

Umweltbundesamt: Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen – Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. Dessau, 2007, www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3542.pdf.

Sommer:

- geringere Niederschlagsmengen und längere Dürre- bzw. Hitzeperioden
 - höhere Verdunstung
 - Auswirkungen auf den Bodenwassergehalt und die Wasserführung der Flüsse
 - zunehmende Waldbrandgefahr
-
- **Steigende Anzahl und höhere Intensität von meteorologischen Extremereignissen**, wie Starkregen, Überschwemmungen, Hitzewellen oder Stürme

3 Adaptionstrategien und Landnutzung

Adaption, auch Anpassung, steht in der Biologie und Medizin unter anderem für die Fähigkeit von Lebewesen oder Gesellschaften, je nach Umständen alternativ zu reagieren. Auch in anderen Bereichen steht Adaption für Anpassung aufgrund von Veränderungen. Doch nur wer die Trends künftiger Änderungen kennt, kann sich rechtzeitig anpassen.

In Bezug auf das Klima sind Änderungen bereits subjektiv wahrnehmbar. Man denke nur an das Schmelzen des polaren Eises, das Auftreten verheerender Wirbelstürme und extremer Starkregenereignisse oder die Ausbreitung von Wüsten. Anerkannte Szenarien sagen für die nächsten Jahrzehnte eine weitere Zunahme dieser Ereignisse voraus.

Nachfolgend werden einige Bereiche angesprochen, die außergewöhnlich stark und empfindlich auf die prognostizierten klimatischen Veränderungen reagieren. Es sollen im Einzelnen Verfahrensweisen aufgezeigt werden, wie im Zusammenspiel der jeweiligen Akteure im ländlichen Raum eine Anpassung an den Klimawandel möglich ist. Ferner ist von Interesse, wie die aus den Adaptionen resultierenden Flächenansprüche und Nutzungskonflikte mit den Instrumenten der integrierten ländlichen Entwicklung, insbesondere der ländlichen Bodenordnung (Flurbereinigung bzw. Flurneuordnung) gelöst werden können.

3.1 Hochwasserschutz

Die aktuelle Klimadebatte konzentriert sich weitgehend auf die Erhöhung der Temperaturen, nicht aber auf Veränderungen bei den Niederschlägen, obwohl diese

- für die größten beobachteten Schäden (Hochwasser) verantwortlich sind,
- die Wasserverfügbarkeit und damit die Vielfalt des Lebens auf der Erde beeinträchtigen (starke saisonale Schwankungen) und
- einen großen negativen wie positiven Einfluss auf die Land- und Forstwirtschaft haben.

Neben Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes sind daher Vorsorge- und Schutzmaßnahmen zur Vermeidung bzw. Minderung der Hochwassergefahren dringend zu treffen.

3.1.1 Auswirkungen durch den Klimawandel

In Bezug auf die Niederschlagsereignisse und den Wasserhaushalt lassen die in Kapitel 2 skizzierten Klimaveränderungen folgendes Szenario in den ländlichen Räumen erwarten:

- **zunehmende Hochwassersituationen** durch Intensivierung der Niederschlagsereignisse (Gewitter, veränderte Zugbahnen von Tiefdruckgebieten, Wechsel von Schnee in Regen)
- **Überschwemmungen in Wohngebieten** wegen unzureichender Dimensionierung der bestehenden Kanalsysteme und zunehmender Bodenverdichtung
- **abnehmende Wasserverfügbarkeit** durch höhere Verdunstung und weiteres Abschmelzen der Gletscher (mit Auswirkungen auf Kraftwerke, Schifffahrt und Landwirtschaft)
- **vermehrte Murenabgänge** durch Abschmelzen der Gletscher, Verschiebung der Permafrostgrenze und zunehmende extreme und lang andauernde Niederschlagsereignisse
- **Zunahme der Schadenssummen** durch Intensivierung der meteorologischen Extremereignisse (u. a. Stürme und Gewitter mit Hagel und/oder Windbruch, Ernteschäden und Sturmschäden an Gebäuden)
- **zunehmendes Risiko in der Land- bzw. Forstwirtschaft** durch vermehrte Trockenheit im Sommer, häufigere Starkregenereignisse und Hagelschlag, Verlust der Fichte als Brotbaum der Forstwirtschaft (verlängerte Einschlagzyklen)
- **Gefährdung des Bergwalds** mit erheblichen ökologischen Auswirkungen und Verlust wichtiger Schutzfunktionen (Wasserspeicherung, Schutz vor Bodenerosion und Lawinen, etc.)

Fazit: Die Auswirkungen der Klimaänderung auf die naturnahen Ökosysteme, die menschliche Gesundheit und die Wirtschaft machen umfangreiche Anpassungsstrategien zum Schutz vor den Folgen zwingend erforderlich.

3.1.2 Auswirkungen auf die Landentwicklung, insbesondere die Landnutzung (Land- und Forstwirtschaft)

Bezogen auf die Landnutzung, insbesondere auf die Land- und Forstwirtschaft sind die Klimaveränderungen mit Gefahren und Einbußen, aber auch mit Chancen verbunden. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Landwirtschaft

- **Einbußen** durch:
 - vermehrten Hitzestress der Pflanzen
 - zunehmende Anzahl von Hochwasserereignissen
 - häufigere und stärkere Gewitter mit Hagel
 - Nachtfrostgefahr im Frühjahr
 - längere und intensivere Trockenperioden
 - Ausbreitung von Schädlingen

- **Chancen** durch:
 - Verlängerung der Vegetationsperiode (allerdings verbunden mit einem geringeren Angebot an Bodenfeuchte)
 - Steigerung der Erträge
 - Wechsel auf ertragsreichere Fruchtarten bzw. Änderung der Bewirtschaftung
 - Nutzung der Biomasse für energetische Zwecke, allerdings noch mit festzulegenden Rahmenbedingungen unter Berücksichtigung der
 - ökologischen Auswirkungen (Biodiversität, Grundwasser, Erosion)
 - langfristigen Festlegung der Flächennutzung
 - Konkurrenzsituation Nahrungsmittelerzeugung - Energiepflanzen und damit Einfluss auf die Nahrungsmittel- und Pachtpreise (soziale Folgen)
 - Veränderungen des Landschaftsbildes und seine Auswirkungen (u. a. auf den Tourismus)

Forstwirtschaft

- **Einbußen** durch:
 - vermehrten Hitzestress der Pflanzen
 - häufigere und stärkere Gewitter mit Hagel
 - längere und intensivere Trockenperioden
 - Ausbreitung von Schädlingen
 - Nichtanpassungsfähigkeit von Baumarten (insb. Fichte)

- **Chancen** durch:
 - Anpassung durch Waldumbau
 - Ausbau der Kohlenstoffspeicherung durch Aufforstung, Moorrenaturierung und Bodenschutz (bewirtschaftete Wälder und Moore sind natürliche CO₂-Senken, siehe Kap. 4.2.1.2 und 4.2.2.2))
 - verstärkten Einsatz von Biomasse zur Senkung von CO₂-Emissionen, dazu
 - Bewusstsein der Waldbesitzer und der Gesellschaft fördern
 - Verwendung von Holz als klimafreundlicher Rohstoff
 - Klimaschutz als Teil der Beratung und Waldpädagogik
 - Nutzung der Biomasse für energetische Zwecke, allerdings noch mit festzulegenden Rahmenbedingungen unter Berücksichtigung der
 - ökologischen Auswirkungen (Biodiversität, Grundwasser, Erosion)
 - langfristigen Festlegung der Flächennutzung

3.1.3 Anforderungen an Planung und Bodenordnung

Die skizzierten Veränderungen bei den Niederschlägen führen, wie dargestellt, in erster Linie zu vermehrten Hochwasserereignissen und machen umfangreiche Anpassungsstrategien zum Schutz vor deren Folgen erforderlich. Sie gliedern sich in folgende Bereiche:

1. Hochwasservorsorge
2. Wasserrückhaltung in der Fläche
3. technischer Hochwasserschutz

Im Rahmen der Hochwasservorsorge sind vor allem der Aufbau eines Krisenmanagements und die Erstellung von gemeindeübergreifenden Hochwasserschutzkonzepten erforderlich. Zu deren Erarbeitung und Umsetzung sind insbesondere die Kommunen gefordert, ihre Kräfte zu bündeln, wobei Prozesse der integrierten ländlichen Entwicklung eine wertvolle Hilfestellung leisten können.

Die Wasserrückhaltung in der Fläche wird in Zukunft noch größere Bedeutung erhalten. Hierunter fallen insbesondere die Errichtung von dezentralen Rückhaltesystemen und die Neuschaffung von kleineren Wasserspeichern sowie der naturnahe Aus- bzw. Rückbau von Gewässern und die Entsiegelung von Flächen. Entsprechende Maßnahmen werden in der ländlichen Bodenordnung (Flurbereinigung/Flurneuordnung) seit Jahrzehnten mit großem Erfolg durchgeführt, so dass auf einen reichen Erfahrungsschatz aufgebaut werden kann.

Bei den Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes sind aufgrund des Klimawandels teilweise neue Dimensionierungen notwendig. Die Erhöhung und

Verbreiterung von Deichen sowie die Anlage von Flutpoldern und steuerbaren Retentionsflächen führen vielfach zu flächenbeanspruchenden Konflikten mit der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung. Sie lassen sich eigentums-, nutzungs- und landschaftsverträglich mit dem vereinfachten Flurbereinigungsverfahren zur Landentwicklung (§ 86 FlurbG) oder der Unternehmensflurbereinigung (§ 87 FlurbG) lösen.

Tab. 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Maßnahmen in den skizzierten Bereichen des Hochwasserschutzes und deren Zuständigkeiten. Dabei wird deutlich, dass die Landentwicklung die Handlungsfelder maßgeblich unterstützen und vor allem zur Wasserrückhaltung in der Fläche entscheidend beitragen kann. Dieses Potential gilt es in Zukunft verstärkt zu nutzen und zu intensivieren.

Tab. 1: Beitrag der Landentwicklung zum Hochwasserschutz (HWS)

Maßnahmen	Zuständigkeiten	Beitrag der Landentwicklung
1. Hochwasservorsorge =		
Maßnahmen zur Verringerung bzw. Vermeidung des Schadenspotentials in hochwassergefährdeten Gebieten		
Verhaltensvorsorge (Umweltbildung, Akzeptanz schaffen für die Notwendigkeiten der Hochwasservorsorge)	Kommune (Öffentlichkeitsarbeit)	Schulen der Dorf- und Landentwicklung (Bayern) oder vergleichbare Institutionen Gemeindeübergreifende Kooperation im Rahmen der ILE
Flächenvorsorge	Kommune, Teilnehmergemeinschaft, Flurb.-Behörde	Flächenbeschaffung für Kommune
Aufbau eines Krisenmanagements (inklusive Unwetterwarnsysteme)	Kommunen, Wasserwirtschaft, Kreisverwaltungsbehörde	–
Gemeindeübergreifende HW-Konzepte (Schutz von Unterliegerkommunen durch Maßnahmen in Oberliegerkommunen mit verursachergerechter Umlegung der Kosten)	Kommunen, Landesplanung, Wasserwirtschaft (WaWi)	ILEK, Umsetzung der Maßnahmen in Kooperation mit der WaWi in der Flurneueordnung und Dorferneuerung

Maßnahmen	Zuständigkeiten	Beitrag der Landentwicklung
2. Wasserrückhaltung in der Fläche =		
Maßnahmen zur Erhöhung der Speicherfähigkeit des Bodens und Verminderung der Abflussgeschwindigkeit		
Vorbeugender Hochwasserschutz durch dezentrale Rückhaltesysteme (RHB, Gumpen, Sickermulden, Weiher)	Kommune, Teilnehmergemeinschaft, Flurb.-Behörde	Bodenmanagement (Flächenbereitstellung, Förderung der Baumaßnahmen)
Neuschaffung von Wasserspeichern (Moorrenaturierung, Wiedervernässung, etc.)	Kommune, Teilnehmergemeinschaft, Flurb.-Behörde	Bodenmanagement (Nutzungskonflikte Landwirtschaft versus HWS), Flächenbereitstellung
Entsiegelung, Versickerung	Kommunen, Grundeigentümer, Teilnehmergemeinschaft, Flurb.-Behörde	Wege- und Gewässerplan (Verwendung von Bautypen mit wassergebundenen Decken, weitmaschige Wegenetzplanung, Einsatz von Grünwegen, Versickerungsmulden entlang der Wege, Entsiegelung im Dorf)
Naturnaher Ausbau von Gewässern (Anlage bzw. Wiederherstellung von Bach- und Flussauen, Uferschutzstreifen, vergrößertes Rückhaltevermögen durch abgeflachte Uferbereiche, naturnahe Gewässerführung, Verlängerung der Fließstrecke)	Kommune, Wasserwirtschaft, Teilnehmergemeinschaft, Flurb.-Behörde	Bürgermitwirkung (Bewusstsein schaffen), Einrichtung von Netzwerken (Kooperationen von Kommunen, Landwirtschaft, Naturschutz, Wasserwirtschaft und ggf. Pflegeverbände), Vergabe von Gewässerpflegeplänen, ökologischer Wasserbau an Gewässern 3. Ordnung
Aufforstung zur Wasserspeicherung	Grundeigentümer, Forstverwaltung	Zusammenlegung und Erschließung, ggf. Förderung der Maßnahmen, Ausweisung von Aufforstungsgewannen

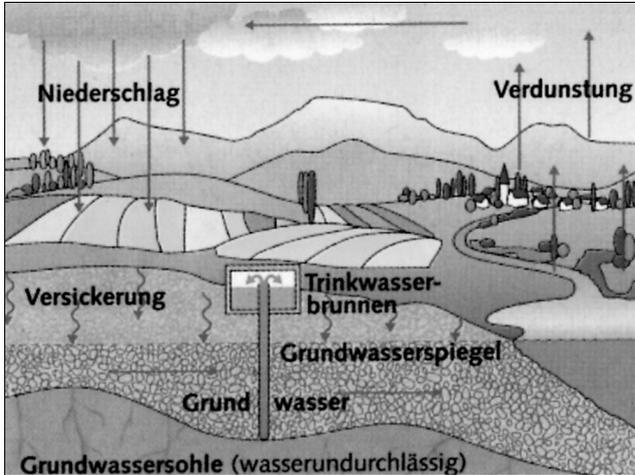
Maßnahmen	Zuständigkeiten	Beitrag der Landentwicklung
3. Technischer Hochwasserschutz =		
Maßnahmen zum Ausbau von Gewässern, Flutmulden, Rückhaltebecken und Hochwasserschutzbauten		
Anlage von Flutpoldern, Dämmen und Deichen an Gewässern 1. und 2. Ordnung	Wasserwirtschaftsverwaltung	Unternehmensverfahren nach § 87 FlurbG, Lösung von Landnutzungskonflikten, Flächenbereitstellung
Aktiver Wasserrückhalt in der Fläche (Polder, Deiche, Schaffung von Überschwemmungsgebieten)	Wasserwirtschaft, Kommune	Bürgermitwirkung, Entwicklungskonzept, Flächenbereitstellung, Bodenmanagement
Ausweisung von Vorranggebieten für Hochwasser an Gewässern 1., 2. und 3. Ordnung (Freihaltung bzw. Rückgewinnung von Rückhalte- und Abflussräumen)	Regionalplanung, verbindliche Übernahme in die Bauleitplanung	Beratung der Kommunen durch LE, ILEK, Vorleistung durch Vergabe von Gewässerentwicklungsplänen, gezielte Umsetzung durch Flurneuordnung und Dorferneuerung

3.2 Grundwasser

3.2.1 Einführung und Grundlagen

Das Grundwasser ist die wichtigste Ressource für die Trinkwassergewinnung. Im Gegensatz zu anderen Bodenschätzen ist das Grundwasser zwar eine sich ständig erneuernde Ressource, aber trotzdem endlich. Aus diesem Grund gilt für die Nutzung des Grundwassers der Grundsatz der Nachhaltigkeit: „Höchstens der Anteil, der sich auf natürliche Weise erneuert, sollte vom Menschen genutzt werden“².

² Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt: Grundwasser – die unsichtbare Ressource. Faltblatt, Erfurt, 2004.



*Abb. 1: Schematische Darstellung des Wasserkreislaufes
(Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt)*

Das Wasser auf unserer Erde bewegt sich in einem ständigen Kreislauf von Niederschlag, Abfluss und Verdunstung (siehe Abb. 1). Ein Teil des in den Boden eindringenden Niederschlagswassers fließt schnell ab, ein weiterer wird zwischengespeichert und im durchwurzelten Bereich des Bodens von der Vegetation genutzt. Der übrige Teil des Wassers versickert durch den „Filter“ Boden in den Untergrund und fließt dem Grundwasser zu. Die Rate der Grundwasserneubildung ist somit von der Niederschlagsmenge, der Vegetationsdecke und der Durchlässigkeit des Untergrundes abhängig.

Auch die Qualität des neugebildeten Grundwassers wird maßgeblich von der Filter- und Pufferleistung des Bodens beeinflusst. Durch die intensiven Tätigkeiten der Menschen (insbesondere Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Verkehr) sind Beeinträchtigungen der Grundwasserbeschaffenheit nicht auszuschließen. Da eine Sanierung von Grundwasserschäden außerordentlich schwierig und teuer ist, muss dem Schutz des Grundwassers und der Vorsorge besonderes Gewicht beigemessen werden.

3.2.2 Auswirkungen auf die Landentwicklung

Ein vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenes Forschungsprojekt³ über Veränderungen der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten extremer Wetterereignisse an Hand von 50- bis 100-jährigen Datenreihen hat ergeben, dass bis 2080 die Temperaturen in Deutschland voraussichtlich um 1,6 bis 3,8 °C steigen werden, die Winterniederschläge um bis zu 30 % zunehmen und die Sommerniederschläge um bis zu 30 % abnehmen können. Am stärksten ist der Rückgang der Sommerniederschläge im Nordosten und Südwesten Deutschlands ausgeprägt. Hier könnten gegen Ende dieses Jahrhunderts nur noch $\frac{2}{3}$ oder sogar noch weniger Niederschläge fallen als heute. Höhere Durchschnittstemperaturen sorgen zusätzlich dafür, dass sich die Verdunstung des vorhandenen Wassers erhöht. Somit müsste die Land- und Forstwirtschaft mit weniger Wasser auskommen, was insbesondere bei intensiven Bewirtschaftungsformen mit künstlicher Bewässerung zu erheblichen Konflikten führen kann.

Ebenso lassen die Untersuchungen erwarten, dass im Sommer die Flüsse weniger Wasser führen. Die Folge ist, dass die Wasserqualität sinkt und aufgrund der geringeren Niederschlagsmengen die Grundwasserneubildung nicht in ausreichendem Maße erfolgt. Aus diesem Grund ist es heute wichtig, neben einem sparsameren Umgang mit Wasser, das Grundwasser durch eine nachhaltige Nutzung zu schützen. Hierzu stellen Wasserschutzgebiete (WSG) die wichtigste Vorsorgemaßnahme für das Trinkwasser dar. Sie dienen dem gezielten örtlichen Schutz der Grundwasserressource vor bakteriellen und chemischen Belastungen sowie anderen Gefahren.

Ein Wasserschutzgebiet umfasst in der Regel das gesamte Einzugsgebiet, aus dem das Grundwasser zur Wasserfassung (siehe Abb. 2) fließt. Dabei wird das Gebiet in drei Schutzzonen eingeteilt (siehe Abb. 3).

Schutzzone I (Fassungsbereich): In diesem engsten Bereich um die Wassergewinnungsanlage muss jegliche Verunreinigung unterbleiben. Eine Flächennutzung, gleich welcher Art, ist daher nicht zugelassen.

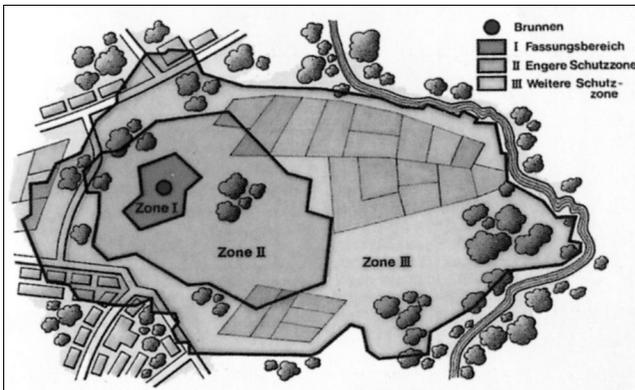
Schutzzone II: Sie wird in der Regel so festgelegt, dass die Fließzeit des Grundwassers vom äußeren Rand der Zone bis zur Fassung mindestens 50 Tage beträgt. In dieser Zeit können Keime absterben und so seuchenhygienische Gefahren durch Krankheitserreger vermieden werden.

³ Umweltbundesamt: Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Szenarien und nationale Aufgaben. Dessau, 2006.

Schutzzone III: Sie wird, wenn irgend möglich, bis zur Grenze des Einzugsbereichs der Fassung ausgedehnt.



*Abb. 2: Brunnengalerie zur Grundwassergewinnung
(Wasser- und Abwasserverband Bad Salzungen)*



*Abb. 3: Einteilung eines Wasserschutzgebietes in die Schutzzonen I bis III
(Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt)*

Die mit der Schutzgebietsausweisung verbundenen Nutzungseinschränkungen gilt es bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen, dabei ist auch eine langfristige Sicherung der Schutzgebiete vor gegenläufigen Zugriffen zu gewährleisten.

3.2.3 Anforderungen an Planung und Bodenordnung

Aus städtebaulicher Sicht ist zum Schutze des Grundwassers der unverändert hohe Flächenverbrauch von bundesweit über 100 ha pro Tag für Siedlungs- und Verkehrsflächen zu reduzieren. Dies kann insbesondere durch eine verstärkte Nutzung von Brachflächen und die Innenentwicklung der Städte erreicht werden (vgl. § 1 a Abs. 2 BauGB).

Außerhalb der Ballungsräume ist die Landwirtschaft mit ca. 54 % der Landesfläche in Deutschland größter Nutzer des Bodens. Der jahrzehntelange Einsatz von Agrarchemikalien hat zu Belastungen des Grundwassers geführt. Die Forderung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) nach einem „guten ökologischen Zustand“ für alle Gewässer ist gleichbedeutend mit der Forderung nach einem flächendeckenden Gewässerschutz. Voraussetzung hierfür ist die Umsetzung einer flächendeckend greifenden, dem Stand der Technik entsprechenden, konkret definierten „guten fachlichen Praxis“ in der Landwirtschaft. Geeignete Maßnahmen zur Erreichung eines flächendeckenden Gewässerschutzes sind:

- Reduzierung des Einsatzes von Agrarchemikalien
- Rückgängigmachen der Trockenlegung von Feuchtgebieten zur ackerbaulichen Nutzung
- Umwandlung vernässter und häufig überfluteter Ackergebiete in Grünland oder Auwald
- Entsiegelung unnötig versiegelter Flächen
- Beseitigung funktionsuntüchtiger bzw. nicht notwendiger Meliorationsanlagen
- Heranführung trockenheitsgeschädigter Auwälder und Moore durch eine verstärkte Wasserzufuhr an die ursprünglichen Standortverhältnisse
- Durchführung verstärkter Maßnahmen zur Wasserrückhaltung in der Fläche, insbesondere zur Unterstützung der Grundwasserneubildung in den Trockengebieten

Problematisch an den vorgenannten Maßnahmen ist deren Flächen- und Kostenintensivität. Hier gilt es, mit der Landwirtschaft als größten Flächennutzer sowie dem Naturschutz und der Wasserwirtschaft Partnerschaften zu schließen.

Zusammen mit den vorgenannten Stellen sind die aus wasserwirtschaftlicher Sicht kritischen Bereiche zu identifizieren, deren Eignung als Flächen für die Kompensation potentieller Eingriffe in Natur und Landschaft zu untersuchen und als „Vorrangfläche Freiraumsicherung“ in die Raumordnungspläne aufzunehmen. „Vorrangflächen Freiraumsicherung“ sind für die Erhaltung der Freiraumfunktionen unter anderem auch für den Schutz der Naturgüter Wasser und

Boden vorgesehen. Andere raumbedeutsame Nutzungen sind in diesen Gebieten dann ausgeschlossen, soweit sie mit der vorrangigen Nutzung nicht vereinbar sind (vgl. § 8 Abs. 5 bis 7 ROG). Damit ist eine Sicherstellung der aus wasserwirtschaftlicher Sicht sensiblen Bereiche gewährleistet.

Die Umsetzung konkreter Maßnahmen im Gewässerschutz führt nicht nur zu einer Regeneration der Grundwasserverhältnisse, sondern entfaltet zusätzlich auch positive ökologische Wirkungen. Aus diesem Grund ist mit dem Naturschutz eine Anrechnung als Ausgleichsmaßnahme für unterschiedlichste Eingriffe in Natur und Landschaft an andere Stelle im Rahmen des Ökokontos zu erörtern (vgl. § 16 BNatSchG). Auf diesem Wege könnten die zur Umsetzung der Maßnahmen erforderlichen finanziellen Mittel bereitgestellt werden. Die Planung konkreter Maßnahmen müsste dann im Fall von Siedlungsentwicklungen (Ausweisung neuer Wohnbau- und Gewerbegebiete) in der Bauleitplanung erfolgen (vgl. § 1 a Abs. 3, § 9 Abs. 1 a und §§ 135 a ff. BauGB) und im Fall von Infrastrukturvorhaben im Zuge der jeweiligen Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden.

Bei der Umsetzung der Maßnahmen ergeben sich in Abhängigkeit der Flächenverfügbarkeit zwei Möglichkeiten. Sofern die Schutzmaßnahmen über Gestattungsverträge und zusätzliche Sicherung mit Hilfe von Baulasten oder Dienstbarkeiten geregelt werden können, könnte die Umsetzung zeitgleich mit dem Eingriff durch den Eingriffsverursacher erfolgen. Andernfalls könnte das Instrumentarium der ländlichen Bodenordnung Hilfestellung anbieten.

Die Verfahren nach dem FlurbG leisten einen wertvollen Beitrag bei der Umsetzung bestehender gesetzlicher Bestimmungen (EU-Wasserrahmenrichtlinie, Wasserhaushaltsgesetz) und Planungen. Innerhalb anhängiger Flurbereinigungsverfahren lassen sich die vorgenannten Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers einbinden und deren Umsetzung im Rahmen der umfassenden Neuordnung der Grundstücke elegant abwickeln. Mit den Möglichkeiten der Bodenordnung können insbesondere Nutzungskonflikte gelöst und notwendige Flächen über Landabfindungsverzichtserklärungen nach § 52 FlurbG oder eine Landbereitstellung nach § 40 FlurbG bereitgestellt werden. Gleiches gilt natürlich auch für die Unterstützung der Ausweisung von Wasserschutzgebieten (Zone I bis III). Durch seine Regelungsbreite kann das bewährte Instrument der Flurbereinigung indirekt dazu beitragen, dass nachhaltige Veränderungen des mengenmäßigen und chemischen Zustandes des Grundwassers vermieden und gemäß dem Grundsatz der Nachhaltigkeit ein Gleichgewicht zwischen Wasserentnahme und Grundwasserneubildung gewährleistet wird.

3.2.4 Forderungen von Planung und Bodenordnung

Grundwasserschutz ist Teil des allgemeinen Gewässerschutzes der EU-Wasser-rahmenrichtlinie und der geltenden Bundes- und Landesgesetze. Der gesetzlich vorgeschriebene, flächendeckende Gewässerschutz erfordert, wie unter 3.2.3 bereits beschrieben, die Reduzierung des Flächenverbrauchs für Siedlungs- und Verkehrszwecke. Hierauf ist von Seiten der planenden Stellen zu achten.

Außerhalb der Ballungsräume haben die gemäß dem gesetzlichen Auftrag nach Landesrecht zuständigen landwirtschaftlichen Beratungsstellen dafür Sorge zu tragen, dass die Grundsätze der „guten fachlichen Praxis“ umgesetzt werden. Zielstellung muss es sein, das Grundwasser in seiner natürlichen Beschaffenheit oder mit nur geringem Aufbereitungsaufwand zur Trinkwasserversorgung einsetzen zu können. Dieses Ziel müssen alle Akteure im ländlichen Raum gemeinsam verfolgen.

3.3 Bodenerosion durch Wasser und Wind

3.3.1 Einführung und Grundlagen

Das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) bildet die gesetzliche Grundlage nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Der Boden erfüllt im Sinne dieses Gesetzes

- **natürliche Funktionen** als
 - Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen
 - Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen
 - Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers
- **Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte**
- **Nutzungsfunktionen** als
 - Rohstofflagerstätte
 - Fläche für Siedlung und Erholung
 - Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung

- Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, wie Verkehr, Ver- und Entsorgung

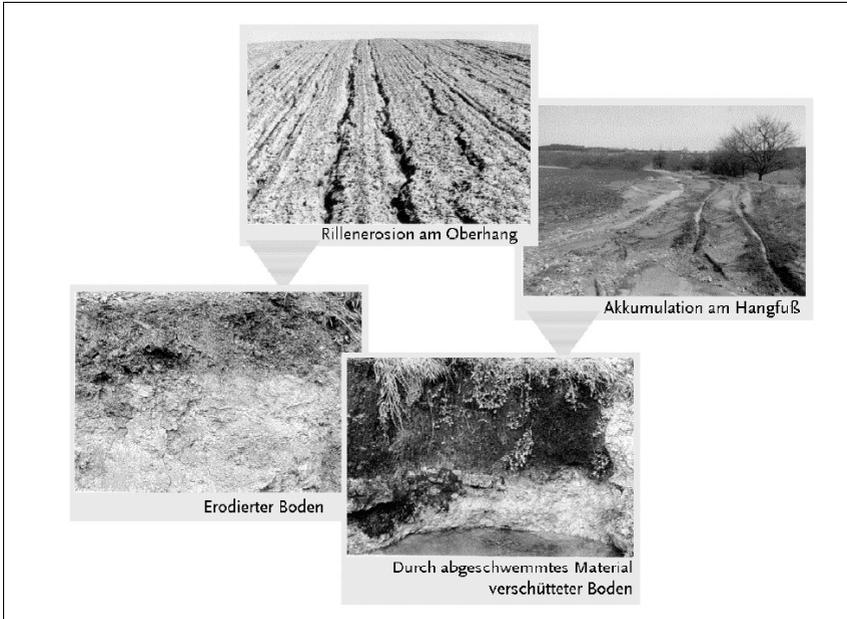
Böden zeichnen sich durch eine sehr große Vielfalt aus. Ihr Spektrum reicht von den wasserbeeinflussten Böden der Marschen und Moore bis zu den sehr trockenen Böden. Dies bedeutet, dass sich die räumlichen Muster des Klimawandels sehr unterschiedlich auf die Böden auswirken werden, wodurch es als Sekundäreffekt Veränderungen in der Struktur und Funktion der Böden geben kann.

Zwar ist es unbestritten, dass das Klima den Boden und damit auch die bodenbildenden Faktoren deutlich beeinflusst. Wegen der Komplexität der im Boden ablaufenden Prozesse sind jedoch bislang nur allgemein qualitative Aussagen möglich. So kann zum Beispiel die erwartete Zunahme von Niederschlagsereignissen und Niederschlagsintensitäten vor allem im Winterhalbjahr zu steigendem Bodenabtrag durch Wassererosion führen (vgl. Abb. 4). Neben solchen Bodenschädigungen kann es auch zu erhöhten Einträgen von Schadstoffen in Gewässer kommen.

Unter Bodenerosion versteht man alle Vorgänge der Verlagerung von Bodenmaterial, die durch Wind und Wasser ausgelöst und vom (land)wirtschaftenden Menschen über das naturgegebene Maß hinaus beschleunigt werden.

Schadwirkungen durch Erosion treten sowohl im Abtragungsbereich als auch im Akkumulationsbereich und sowohl flächenintern als auch flächenextern in angrenzenden Biotopen auf:

- **Verlust an durchwurzelbarer und sorptionsfähiger Bodensubstanz** sowie Verschüttung der Böden am Unterhang und am Hangfuß => Minderung der Bodenfruchtbarkeit im Abtragungsbereich
- **Eintrag von Sedimenten (Sand), Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor) und Schadstoffen (Pflanzenschutzmittel)** in Nachbarflächen und Gewässer => Störung des Stoffhaushaltes



*Abb. 4: Typische Schäden infolge der Bodenerosion durch Wasser
(Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)*

3.3.1.1 Wassererosion

Bei der Planung von Maßnahmen zum Schutze des Bodens vor Wassererosion sind die prognostizierten bzw. die bereits heute nachgewiesenen klimatischen Veränderungen auf Grund der globalen Erderwärmung zu berücksichtigen. So haben in den vergangenen 100 Jahren vor allem im Westen Deutschlands die Winterniederschläge deutlich zugenommen. Im Osten hingegen nahmen vor allem die sommerlichen Niederschläge ab. Klimaänderungen zeigen sich auch in den ungewöhnlichen Ausmaßen extremer Wetterereignisse, wie Hitzeperioden und Starkniederschläge, die länger, häufiger und intensiver als früher auftreten⁴. Diese Entwicklungen sowie die Ergebnisse anerkannter Szenarien zum Klimawandel lassen bis zum Jahre 2100 einen zunehmenden Verlust an durchwurzelbarer und sorptionsfähiger Bodensubstanz durch Erosion befürchten.

⁴ Siehe Fußnote 3.

Durch erhöhte Niederschlagsmengen auf der einen und eine Abnahme der Frosttage auf der anderen Seite ist zudem eine erhöhte Verdichtungsgefährdung der Böden zu erwarten. Eine Verschlammung der Bodenoberfläche begünstigt den Oberflächenabfluss, der die Erosion erhöhen und wiederum zur Verstärkung der Hochwasserereignisse führen kann⁵ (siehe auch Kap. 3.1 Hochwasserschutz).

Die Zurückführung der Erosionsgefahr auf das naturgegebene Maß würde die Aufgabe jeglicher Ackernutzung bedeuten. Da diese Zielvorstellung utopisch ist, wird im Bundesbodenschutzgesetz die Vorsorge (Vermeidung von Bodenabträgen) zum Handlungsziel erklärt, welches durch eine nachhaltige Landbewirtschaftung erreicht werden kann.

Zur Planung erforderlicher Maßnahmen ist eine Gefährdungsabschätzung notwendig. Hierzu verwendet man das Prognosemodell der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG). Die nachfolgenden Faktoren sind für die graduelle Ausbildung der Erosionsgefahr von Bedeutung⁶:

- Anfälligkeit des Bodens für Ablösung und Transport von Partikeln
- Häufigkeit erosionswirksamer Niederschlagsereignisse
- Länge und Neigung der Abflussbahnen
- Umfang und Dauer der Bodenbedeckung durch Pflanzenmasse
- spezielle Schutzwirkung durch das ackerbauliche Management

Große Erosionsgefahr besteht also dort, wo häufig Oberflächenwasser in großer Menge und mit hoher Fließgeschwindigkeit auftritt und der Niederschlag auf ungeschützten Boden fällt.

3.3.1.2 Winderosion

Neben der Wassererosion gibt es auch Bodenabtrag durch Wind. Schon ab Windgeschwindigkeiten von 20 km/h können die kleinsten Bodenteilchen über größere Entfernungen verteilt werden. Gefährdet sind vor allem trockene, nicht bedeckte Flächen mit hohem Feinsandanteil und ackerbaulich genutzte Moore. In Deutschland kommt die Winderosion weitestgehend nur in Regionen mit feinsandreichen Oberböden vor (insb. in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Brandenburg).

⁵ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz: Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft. Hannover, 2009.

⁶ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft: Landwirtschaftlicher Bodenschutz in Thüringen. Jena, 2008.

Wie sich der Klimawandel auf die Windgeschwindigkeiten und auf die Häufigkeit von Stürmen in Europa auswirken wird, herrscht noch große wissenschaftliche Unsicherheit. Eine Zunahme der Anzahl der Winterstürme und der Tage mit extrem hohen Windgeschwindigkeiten sowie höheren maximalen Windgeschwindigkeiten erscheinen jedoch wahrscheinlich. Die Einschätzung der potenziellen Winderosionsgefährdung erfolgt durch die Verknüpfung von⁷:

- **Bodenart** (als Kenngröße für die Erosionsanfälligkeit bzw. Erodierbarkeit einer Bodenart), insbesondere von trockenen und vegetationsfreien Mineralböden
- **Windgeschwindigkeit** (als Kenngröße für die Erosivität des Klimas)
- **Windhindernissen** (Schutzwirkung)

Hieraus ist erkennbar, dass neben den standörtlich gegebenen Bodenarten auch die tatsächliche Nutzung und die Fruchtfolgen einen Einfluss auf die Erosionsgefährdung haben.

3.3.2 Auswirkungen auf die Landentwicklung

Boden ist die Produktionsgrundlage der Landwirtschaft. Schon allein aus diesem Grund hat der Landwirt sowohl ein subjektives als auch ein objektives Interesse am Bodenschutz.

Für den Schutz des Bodens vor Erosion ist insbesondere § 7 BBodSchG von Bedeutung, der die „Vorsorgepflicht“ des Grundeigentümers definiert. Hiernach sind der Grundstückseigentümer, der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück und derjenige, der Verrichtungen auf einem Grundstück durchführt oder durchführen lässt, die zu Veränderungen der Bodenbeschaffenheit führen können, verpflichtet, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen. Bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung wird die Vorsorgepflicht durch die „gute fachliche Praxis“ (§ 17 BBodSchG) erfüllt. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gehört es unter anderem, dass

- die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat,
- die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird,

⁷ Niedersächsisches Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie auf der Internetseite www.lbeg.niedersachsen.de.

- Bodenverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, so weit wie möglich vermieden werden,
- Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst vermieden werden,
- die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur, insbesondere Hecken, Feldgehölze, Feldraine und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind, erhalten werden,
- die biologische Aktivität des Bodens durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung erhalten oder gefördert wird und
- der standorttypische Humusgehalt des Bodens, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität erhalten wird.

Bodenschutz spielt auch im Zusammenhang mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie eine bedeutende Rolle. Denn ohne die Minderung von Einträgen (Nährstoffen, Schadstoffen und Sand) in die Gewässerkörper lassen sich die Ziele dieser Richtlinie nicht erreichen. Sowohl bei den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis als auch bei den Zielen der EU-WRRL sind die prognostizierten bzw. die bereits heute nachgewiesenen klimatischen Veränderungen aufgrund der globalen Erderwärmung zu berücksichtigen.

3.3.3 Anforderungen an Planung und Bodenordnung

Aus technologischer Sicht haben große Bewirtschaftungseinheiten (Felder, Schläge) Vorteile. Sie beeinträchtigen jedoch die Landschaftsvielfalt und erhöhen die Erosions- und unter bestimmten Bedingungen auch die Verdichtungsgefahr.

Für die agrarischen Vorzugsgebiete ohne nennenswerte Hangneigung und mit weitgehend einheitlichem Bodeninventar liegt das vertretbare Optimum bei Schlaggrößen bis maximal 40 ha. Im Einzelfall sollten Schlaggrößen von 60 ha nicht überschritten werden. In landwirtschaftlichen Grenzlagen liegt dieser Wert nur bei 10 bis 15 ha⁸. Schlaggrößen, die 50 ha überschreiten, bringen auch aus

⁸ Roedenbeck, I. A. E.: Bewertungskonzepte für eine nachhaltige und umweltverträgliche Landwirtschaft. BIOGUM-Forschungsbericht Nr. 8, Universität Hamburg, 2004.

technologischer Sicht keinen nennenswerten Einspareffekt mehr. Diese Erkenntnisse sind bei der ländlichen Bodenordnung zu beachten.

3.3.3.1 Anforderungen an Planung und Bodenordnung bezüglich der Erosionsgefährdung durch Wasser

Die aus der „Allgemeinen Bodenabtragsgleichung“ abgeleitete Bewertung der Ackerflächen hinsichtlich ihrer potentiellen Gefährdung (Gefährdungsmaß A) für einen Flächenabtrag durch Wasser ist bei der Neueinteilung der Feldflur im Zuge von ländlichen Bodenordnungsverfahren zu berücksichtigen. Die „Allgemeine Bodenabtragsgleichung“ beinhaltet die in Abb. 5 dargestellten Faktoren.

Das **Gefährdungsmaß A** (= Abtrag in t/ha pro Jahr für den flächenhaften Bodenabtrag im Mittel langjähriger Verhältnisse) ist als Vergleichsmaß für die Erosionsgefährdung zu verstehen. Im Hinblick auf abgetragene Mengen drückt A ein Potential aus, mit dem man rechnen kann, nicht aber tatsächlich jährlich anfallende Tonnagen. Der Bodenbedeckungsfaktor C bildet in dieser Gleichung den Beitrag der Landbewirtschaftung ab. Er ist ebenso wie der Schutzfaktor P im Einzelfall lage- und anbaukonkret zu verwenden.

Die Faktoren R (Regenerosivität), K (Bodenerodierbarkeit), L (Hanglänge) und S (Hangneigung) wurden zum Beispiel in Thüringen ermittelt und als Vektordaten vorgehalten⁹. In einem Geografischen Informationssystem (GIS) wird aus diesen Angaben eine Karte mit einer Einteilung der Ackerflächen in drei Gefährdungsstufen

- keine Erosionsgefährdung
- Erosionsgefährdung
- hohe Erosionsgefährdung)

entsprechend der Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung) abgeleitet. Hierbei handelt es sich um eine Datensammlung im Sinne eines Erosionskatasters. Die Länder haben gemäß der Zweiten Verordnung zur Änderung der Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung bis zum 30. Juni 2010 die zuvor beschriebene Einteilung vorzunehmen.

⁹ Siehe Fußnote 6.

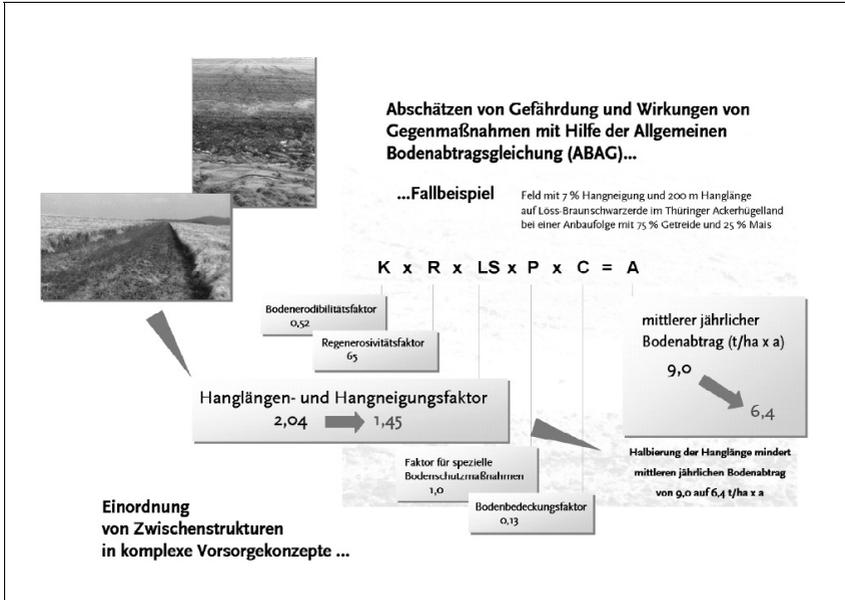


Abb. 5: Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) zur Abschätzung der Erosion durch Wasser (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

Auf dieser Bewertung aufbauend sind anbautechnische Maßnahmen zu prüfen und im Falle hoher Erosionsgefährdung gegebenenfalls Maßnahmen einzuleiten, die zu einer den örtlichen Verhältnissen angepasste Einteilung der Bewirtschaftungseinheiten führen.

Bei den anbautechnischen Maßnahmen spielt der Bewirtschaftungsfaktor C eine wesentliche Rolle. Große C-Werte drücken geringe Bodenbedeckung aus und ziehen ein hohes Gefährdungsmaß nach sich. Die Umsetzung anbautechnischer Maßnahmen, wie die Verlegung von Kulturen mit hohem C-Faktor in Bereiche mit geringer Erosionsgefährdung, ist in erster Linie betriebsintern zu lösen, können aber auch durch die ländliche Bodenordnung beeinflusst werden. Denn durch ein gezieltes Flächenmanagement ist es vielfach möglich, die Nutzungsstruktur insgesamt so zu gestalten, dass das Erosionsgeschehen minimiert wird.

Anders verhält es sich bei der Einteilung der Bewirtschaftungseinheiten und der daraus resultierenden, gezielten Lenkung der Bewirtschaftungsrichtung, worauf im Kapitel 3.3.4 vertieft eingegangen wird.

3.3.3.2 Anforderungen an Planung und Bodenordnung bezüglich der Erosionsgefährdung durch Wind

Die Einteilung aller landwirtschaftlichen Flächen nach dem Grad der Winderosionsgefährdung wird auch nach der oben genannten Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung geregelt. Dabei erfolgt durch die Verknüpfung von Bodenart, Windgeschwindigkeit und Windhindernissen die entsprechende Einstufung. Die Bewertungsverfahren basieren auf den einschlägigen DIN-Normen¹⁰.

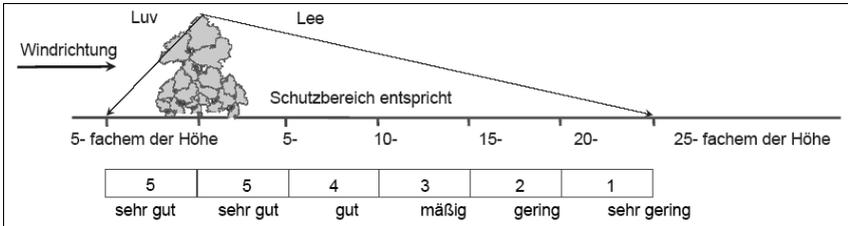


Abb. 6: Stufen der Schutzwirkung und Einteilung von Schutzbereichen vor und hinter Windhindernissen

Als Windhindernis (siehe Beispiel in Abb. 6) werden alle Landschaftselemente definiert, die über eine relevante Höhe verfügen und somit den Wind beeinflussen. Hierbei kann es sich sowohl um Linien- (Windschutzhecken, Alleen o. ä.) als auch um Flächenelemente (Wälder, Parks, Ortschaften o. ä.) handeln. Informationen über die Verteilung dieser Windhindernisse sind in digitaler Form als Landschaftselemente in den InVeKos- (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem für die EU-Zahlungsansprüche der landwirtschaftlichen Betriebe) und ATKIS-Daten verfügbar.

3.3.4 Forderungen von Planung und Bodenordnung

In der Praxis ist es oft schwierig, die Notwendigkeit bodenschützender Anbautechniken und erosionsmindernder Schutzmaßnahmen zu vermitteln. Hier sind gemäß dem gesetzlichen Auftrag insbesondere die nach Landesrecht zuständigen landwirtschaftlichen Beratungsstellen in der Pflicht, die entsprechende Aufklärungsarbeit zu leisten und mit den in der Landwirtschaft tätigen Personen aus

¹⁰ DIN 19706 (2004): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind. DIN – Deutsches Institut für Normierung, Beuth Verlag, Berlin, Mai 2004.

den nachfolgenden Vorsorgemaßnahmen die jeweils am besten geeigneten Bewirtschaftungsmaßnahmen auszuwählen:

- erosionsmindernde Bodenbearbeitungs- und Bestellungsverfahren (z. B. konservierende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat)
- acker- und pflanzenbauliche Erosionsschutzmaßnahmen (z. B. Bodenbedeckung durch Fruchtfolgegestaltung, Zwischenfrüchte, Untersaaten oder Strohmulch)
- erosionsmindernde Anbau- und Flurgestaltung (z. B. Unterteilung großer Hanglängen und Bewirtschaftung in Schichtlinie)

Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Förderung der landwirtschaftlichen Betriebe. Mit den Cross Compliance-Kriterien werden Grundanforderungen der „guten fachlichen Praxis“ in kontrollfähigere Weise organisiert¹¹. Zur Umsetzung werden in Deutschland mit dem Gesetz zur Regelung der Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen durch Landwirte im Rahmen gemeinschaftlicher Vorschriften über Direktzahlungen und sonstiger Stützungsregelungen (Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetz) die Direktzahlungen an die Landwirte unter anderem an die Einhaltung von Erosionsschutzbedingungen gebunden. Hierdurch erreicht man eine sehr effektive Verknüpfung von Anreizen und Auflagen. Die Kontrolle erfolgt in der Regel durch die Fördermittelgeber.

Die Planung temporärer und dauerhafter Schutzmaßnahmen auf Einzelflächen mit starker Erosionsgefährdung, wie:

- die Anlage von Blüh- und Grünstreifen (zeitweilige Stilllegung),
- die Anlage und der Erhalt von Hecken, Gehölzstreifen, Wegen und Gräben und
- die Teilung von großen Feldblöcken in Schläge mit verschiedenen Kulturen

ist zum Beispiel in Thüringen mit der Software „AV Erosion“ (ArcView und Spatial Analyst) unter Benutzung vorhandener Rasterdaten und Feldblockanalysen möglich. Mittels „AV Erosion“ lässt sich die Lage hanglängenverkürzender Maßnahmen am Rechner planen.

Dauerhafte Strukturen sind sowohl flächen- als auch kostenintensiv und setzen die Zustimmung der betroffenen Eigentümer (Verpächter) voraus. Deshalb wird eine freiwillige Umsetzung durch die Bewirtschafteter in der Regel nicht möglich sein.

¹¹ Siehe Fußnote 6.

Ein wichtiger Partner bei der Umsetzung dauerhafter Maßnahmen zum Schutz des Bodens vor Erosion ist der Naturschutz. Da es sich hierbei grundsätzlich um Vorhaben handelt, die eine hohe ökologische Wirkung aufweisen bzw. das Landschaftsbild positiv verändern, ist deren Herstellung als Ausgleichsmaßnahmen für Eingriffe in Natur und Landschaft an anderer Stelle eines Stadt- oder Gemeindegebietes im Rahmen eines Ökokontos anrechenbar (vgl. §§ 135 a – c BauGB). Auf diesem Wege könnten die zur Umsetzung der Maßnahmen erforderlichen finanziellen Mittel bereitgestellt werden. Eine vorbereitende Darstellung und damit Sicherung dieser sensiblen Bereiche im Flächennutzungsplan als Flächen für Maßnahmen zum Schutze, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§ 5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB) erscheint zweckmäßig.

Sofern die Flächenverfügbarkeit über Gestattungsverträge und durch zusätzliche Sicherung (Baulast) gewährleistet ist, könnte die Umsetzung zeitnah mit dem Eingriff durch den Eingriffsverursacher erfolgen. Andernfalls sind die erforderlichen Flächen an Ort und Stelle zu erwerben bzw. mittels ländlicher Bodenordnung in Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz bereitzustellen (Flächenmanagement). Voraussetzung für die Sicherung über Flurbereinigungsverfahren ist, dass die entsprechenden Bereiche bereits innerhalb angeordneter Verfahren liegen bzw. neue Verfahren einzuleiten sind.



Abb. 7: Hecke an einem Weg in einem Flurbereinigungsverfahren

Neben dem Flächenmanagement für Maßnahmen anderer Träger (Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen resultierend aus Ökokonten) sind gemäß § 37 Abs. 1 FlurbG im Zuge der Neugestaltung des Flurbereinigungsgebietes insbesondere bodenschützende und landschaftsgestaltende Anlagen vorzusehen (siehe Beispiel in Abb. 7: Heckenpflanzung entlang eines Wirtschaftsweges).

Im Hinblick auf die Winderosion kann beispielsweise durch geschickte Planung von Windhindernissen in Form von Hecken und Feldgehölzen das Gefährdungspotenzial erheblich reduziert werden. In den Hügellandschaften der Mittel- und Hochgebirge bieten Hecken Schutz vor Wassererosion und Bodenbewegung. Darüber hinaus machen Hecken die Landschaft abwechslungsreicher und geben Lebensraum z. B. für Vögel, Amphibien, Reptilien. Diese linienhaften Landschaftselemente sind ebenso wichtiger Bestandteil eines Biotopverbundsystems, die dem Verlust an biologischer Vielfalt entgegen wirken.

Heckengehölze haben auch einen Einfluss auf das Kleinklima. Sie verdunsten mehr Wasser als krautige Vegetation, im Sommer werden Temperaturmaxima am Tage gesenkt und Temperaturminima durch verminderte Ausstrahlung und latente Wärme angehoben.

Als Ergänzung der Maßnahmen zur Reduzierung der Wassererosion können die Einträge von Sand, Nähr- und Schadstoffen in Oberflächengewässer durch sog. Gewässerrandstreifen minimiert werden.

Die Festsetzung von Gehölzstreifen, Hecken und Gewässerrandstreifen im Plan über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen (Plan nach § 41 FlurbG) als Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in Natur und Landschaft bietet die Möglichkeit, dauerhafte Strukturen zu planen und kostengünstig durch die jeweilige Teilnehmergeinschaft zu realisieren. In Verbindung mit der umfassenden Neuordnung der Grundstücke, bei der die Eigentümer intensiv eingebunden werden, kann im Ergebnis des Flurbereinigungsverfahrens eine aus Sicht der Erosionsvermeidung optimal angepasste Feldflur entstehen.

4 Präventionsstrategien und Landnutzung

Als Prävention (vom lateinischen *praevenire* „zuvorkommen, verhüten“) bezeichnet man vorbeugende Maßnahmen, um ein unerwünschtes Ereignis oder eine unerwünschte Entwicklung zu vermeiden. „Unerwünschte Entwicklung“ ist in vorliegendem Falle die subjektiv wahrnehmbare Veränderung des Klimas. Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen sollen aufzeigen, wie eine zielgerichtete Landnutzung einen, wenn auch kleinen Beitrag zur Prävention der prognostizierten klimatischen Veränderungen leisten kann.

Es wird aber bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass einzelne präventive Maßnahmen durchaus im Gegensatz zu dem Ziel einer nachhaltigen Flächennutzung stehen können. Diesen Gegensatz gilt es mit Blick auf nachfolgende Generationen bestmöglich planerisch zu bewältigen.

4.1 Nutzung erneuerbarer Energien

Mit Beginn der Industrialisierung wurde bis zum Ende des letzten Jahrtausends der Energiebedarf zunächst schwerpunktmäßig aus fossilen Energien gewonnen. Mitte des letzten Jahrhunderts kam die Kernenergie als wesentliche Energiequelle hinzu. Im Wesentlichen durch die nachfolgend aufgeführten drei Faktoren gewannen in den letzten zehn Jahren die erneuerbaren Energien wieder verstärkt an Bedeutung:

- Die fossilen Energieressourcen sind endlich.
- Durch die Nutzung von fossilen Energien entsteht eine vergleichsweise hohe Umweltbelastung.
- Die Nutzung von Kernenergie birgt große Risiken.

4.1.1 Einführung und Grundlagen

Erneuerbare Energien sind unerschöpfliche natürliche Energiequellen, die sich – anders als fossile Energien (Kohle, Erdöl und Gas) oder Atomenergie (Uran als Energiequelle) – ständig regenerieren. Man unterscheidet dabei in drei unterschiedliche Primärenergiequellen: Sonne, Erde und Mond (vgl. Abb. 8). Diese drei Energiequellen können durch eine natürliche Energieumwandlung für Strom, Wärme und Brennstoffe als Sekundärenergie genutzt werden. Dabei können bei der Sonnenenergie unterschiedliche Möglichkeiten der Energieumwandlung angewandt werden: zum einen die direkte Nutzung der Sonnenstrahlen, zum anderen aber auch die Nutzung über Wind- und Wasserkraft sowie als Biomasse.

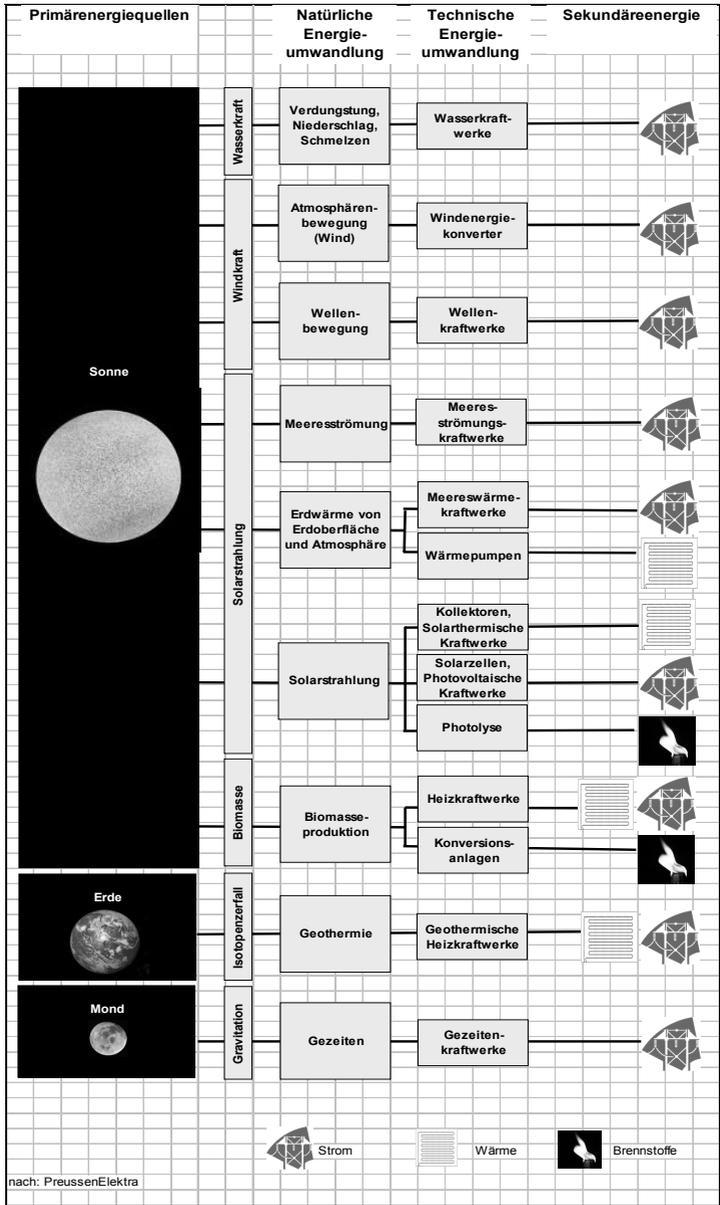


Abb. 8: Formen erneuerbarer Energien (Quelle: Preussen Elektra)

Im Leitfaden und Positionspapier werden im Folgenden nur die für die Landentwicklung wichtigsten Energieumwandlungen Solarstrahlung, Windenergie, Biomasse und Geothermie betrachtet. Aufgrund der wesentlichen Unterschiede in den Konsequenzen wird dabei bei der Biomasse unterschieden zwischen Biomasse aus einjährigen Energiepflanzen und derjenigen, die aus mehrjährigen Energiepflanzen, insbesondere aus Holz, gewonnen wird.

Grundsätzlich sind erneuerbare Energien weitestgehend emissionsfrei und erzeugen mit Ausnahme der Biomassenproduktion keine (oder nur im geringen Ausmaß) Treibhausgase, die über den Treibhauseffekt zur Klimaerwärmung beitragen, eines der Hauptprobleme der bisherigen fossilen Energieversorgung. Da eine verlustarme großvolumige Energiespeicherung bisher noch nicht realisiert wurde, haben Sonnenenergien (Photovoltaik, Solarthermie, Windkraft) den Nachteil, dass sie nicht ständig in ausreichendem Maß zur Verfügung stehen. Dieser Nachteil könnte durch Gezeitenenergie, Erdwärme und Energie aus Biomasse gelindert werden, die sich besonders für den Grundlastbereich eignen.

Bezüglich der Nutzung von einjährigen Energiepflanzen zur Energiegewinnung gibt es zwei große Diskussionspunkte, die nachfolgend kurz angesprochen werden, dann aber in diesem Positionspapier nicht weiter diskutiert werden, weil dies über den inhaltlichen Rahmen hinausgehen würde.

Dies ist zum einem die Frage der Energieeffizienz, die bei Biogasanlagen nicht sehr hoch ist. Sie wird zwar durch die Nutzung einer Wärmekoppelung verbessert, entspricht aber trotzdem nicht der Energieeffizienz von anderen Energieformen. Der zweite Punkt ist die Tatsache, dass die Nutzung von Biomasse als Energielieferant und der Anbau erneuerbarer Energien auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zu Konkurrenzsituationen führt: Konkurrenz zur Lebensmittelherstellung und zur Futtermittelproduktion sowie zur Flächennutzung für den Naturschutz. Die letztere Konkurrenzsituation wird im Folgenden noch erörtert, während die Konkurrenzsituation zwischen Nahrungsmittelproduktion und der Erzeugung von Energiepflanzen hier nicht diskutiert wird, da es sich um politische Zielsetzungen handelt.

Diese Konkurrenzsituation wird beispielhaft an folgender Tatsache festgemacht: Deutschlandweit müsste etwa $\frac{1}{3}$ der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von Energiepflanzen bereitgestellt werden, um 10 % des Bedarfs an Biodiesel zu decken. Da die Grundstoffpflanzen für Biodiesel in großer Konkurrenz zur Futtermittel- und Speiseölproduktion stehen, ist eine Autarkie Deutschlands

im Energiesektor durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe nicht zu erreichen und stellt deshalb eine Utopie dar¹².

Zusätzlich zur Energiebilanz wird auch die Ökobilanz für Energie, die aus Biomasse gewonnen wird, verstärkt kritisch betrachtet. Der Chemie-Nobelpreisträger Paul Crutzen hat 2007 eine Studie¹³ veröffentlicht, in der er Biosprit eine schlechte Öko- und Energiebilanz ausstellt, weil durch das Anpflanzen von Mais, Raps oder Palmöl oft mehr Treibhausgase entstehen als durch die daraus gewonnenen Agrarkraftstoffe eingespart werden. Dabei fallen vor allem die Rodung von Tropenwald und der Umbruch zu Agrarland sowie die Freisetzung von erheblichen Mengen an Lachgas bei der Düngung ins Gewicht. Außerdem diffundiert wesentlich mehr N₂O aus der Erde in die Luft als bisher angenommen. Für Bioethanol aus Raps wäre demnach die relative Erwärmung 1,7-mal höher als der Kühlungseffekt durch die Einsparung von CO₂ aus fossilem Treibstoff. Ethanol aus Mais wäre den Berechnungen zufolge bis zu 1,5-mal klimaschädlicher als Benzin oder Diesel. Ethanol aus Zuckerrohr, das auch in seiner energetischen Bilanz besser abschneidet als Raps und Mais (dessen Anbau allerdings zugleich den Regenwald gefährdet), kommt auf einen Faktor 0,5. Lediglich Kraftstoffe aus Abfällen der Land- und Forstwirtschaft oder aus Gräsern mit geringem Düngereinsatz weisen demnach eine gute Klimabilanz auf.

Weitere Studien¹⁴ bestätigen diese Einschätzung. Gegenstimmen¹⁵ sprechen der Studie jedoch eine wissenschaftlich fundierte Basis ab, weil selbst keine Daten erhoben worden sind, sondern auf heterogene Daten anderer Veröffentlichungen zurückgegriffen wird. Die Biokraftstoffe der zweiten Generation werden den Studien zufolge eine erheblich bessere Bilanz aufweisen.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Nutzung erneuerbarer Energien zu berücksichtigen ist, ist die Flächeninanspruchnahme pro erzeugter Energieeinheit. Diese ist,

¹² Pogonietz, W.-R.: Konkurrierende Nutzung von Biomasse: Wohin führt der Weg? Vortrag auf der WAR-Vortragsreihe: Neues aus Umwelttechnik und Infrastrukturplanung, TU Darmstadt, 21.01.2008.

¹³ Crutzen, P. J.; Mosier, A. R.; Smith, K. A.; Winiwarter, W.: N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. In: Atmospheric Chemistry and Physics 4/2007, S. 11191–11205.

¹⁴ Team um Timothy Searchinger von der Princeton University berechnet in einer Science-Studie; David Reay von der Universität Edinburgh (vgl. „Klimakiller vom Acker“, SZ vom 26.09.2007).

¹⁵ Prof. Dr. Dr. h. c. W. Friedt, Interdisziplinäres Forschungszentrum für biowissenschaftliche Grundlagen der Umweltsicherung (IFZ), Justus-Liebig-Universität Gießen, www.energieschaustrasse.at/akremi/files/Beilage-kritik-2007-10-23.pdf.

wie in der nachstehenden Graphik (Abb. 9) zu ersehen, sehr unterschiedlich. Der Flächenbedarf kann sich durch verbesserte Technik in Zukunft insgesamt reduzieren, doch das Verhältnis dürfte in etwa unverändert bleiben.

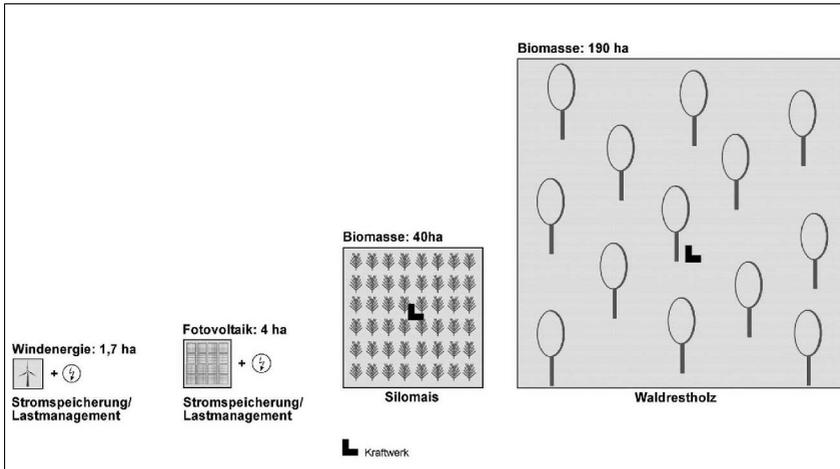


Abb. 9: Flächeneffizienz regenerativer Energieformen (Flächenbedarf zur Erzeugung von 1 GWh Strom, Quelle: Regionalverband Heilbronn-Franken)

4.1.1.1 Energie aus Sonnenstrahlung

Die von der Sonne auf die Erde eingestrahlte Energie stammt aus der in der Sonne ablaufenden Kernfusion von Wasserstoff zu Helium. Der Wasserstoffvorrat der Sonne wird erst nach ca. fünf Milliarden Jahren verbraucht sein.

Eine Solaranlage ist eine technische Anlage zur Umwandlung der Sonnenenergie in eine andere Energieform. Eine (größere) Solaranlage zur Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie wird auch als Solarkraftwerk bezeichnet. Solaranlagen lassen sich nach dem Arbeitsprinzip und der gewonnenen Energieform in drei grundsätzliche Typen unterscheiden:

- **Thermische Solaranlagen** liefern Wärme.
- **Thermische Solarkraftwerke** liefern elektrische Energie und evtl. auch Wärme oder sogar „Kälte“ über einen nachgeschalteten Prozess. Im Gegensatz zu Photovoltaikanlagen wandeln sie das Sonnenlicht indirekt in elektrischen Strom um. Dazu verwenden die meisten Kraftwerkskonzepte Kollektoren.

ren, die das einfallende Licht bündeln und sehr hohe Temperaturen erzeugen. Die so gewonnene Wärme wird dann in Wärmekraftwerken in elektrischen Strom umgewandelt.

- **Photovoltaikanlagen** liefern elektrische Energie. Dabei wird das Sonnenlicht direkt über eine Solarzelle, die bei der Lichtbestrahlung elektrische Energie abgibt, umgewandelt.

Sonnenstrahlung lässt sich thermisch mit hoher Effizienz in elektrische Energie umwandeln. Die Sonnenstrahlung wird konzentriert und durch Dampf- oder Gasturbinen in elektrischen Strom umgewandelt. Zur Anwendung kommen folgende Arten von Solarkraftwerken: Parabolrinnen- und Solarturmkraftwerkssysteme sowie Dish-Sterling-Systeme (siehe Beispiele in Abb. 10, 11 und 12).

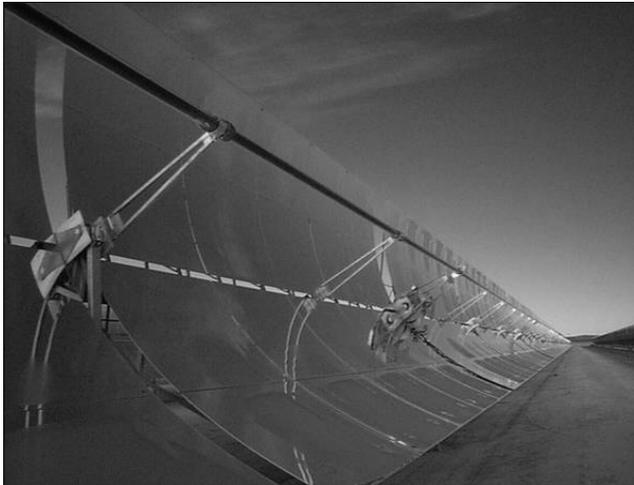
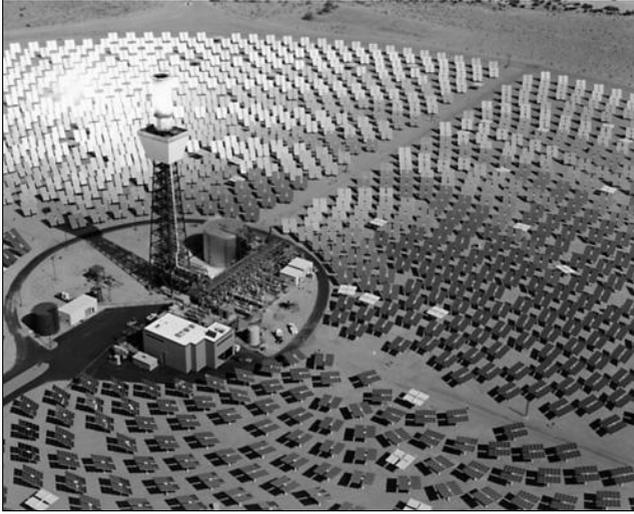


Abb. 10: Parabolrinnenkollektoren auf der „Plataforma de Solar Almeria“



*Abb. 11: Solarturmkraftwerk „Solar One“ in Barstow
(www.fvee.de)*



*Abb. 12: Dish-Stirling-System
(www.fvee.de)*

Beispiel Solarkraftwerk Föhren im Industriepark Region Trier (IRT):

Im Industriepark Region Trier (IRT) bei Föhren entsteht derzeit die größte Photovoltaikanlage in Rheinland-Pfalz (siehe Abb. 13).



*Abb. 13: Solarkraftwerk Föhren – Gesamtanlage
(Foto: M. Schumann)*



*Abb. 14: Solarkraftwerk Föhren – Solarmodule
(Foto: M. Schumann)*

Das Solarkraftwerk mit fast 113.000 Modulen (siehe Abb. 14) auf einer Fläche von rd. 25 Hektar soll eine elektrische Leistung von ca. 1 Megawatt erreichen. Diese Energie würde ausreichen, um rd. 2400 Musterhaushalte mit einem jährlichen Verbrauch von 3750 Kilowattstunden zu versorgen. Durch die ca. 30 Mio. Euro teure Anlage werden rd. 5000 t CO₂ im Jahr eingespart¹⁶.

Nach Einschätzung des Betreibers soll es möglich sein, dass die Fläche nach Errichtung der Solarzellen noch extensiv landwirtschaftlich genutzt wird, z. B. durch Beweidung mit Schafen. Die Flächen befinden sich im Eigentum des IRT und wurden an den Betreiber der Anlage verpachtet.

In der Nähe von Leipzig entsteht derzeit (Sommer 2008) eine 4 Megawatt-Anlage auf einer Fläche von rd. 110 ha, die 2009 in Betrieb genommen werden soll und den CO₂-Ausstoss um ca. 25.000 t pro Jahr reduziert.

Auswirkungen auf die Landentwicklung

Die Auswirkungen von Solaranlagen auf die Landentwicklung sind sehr differenziert zu betrachten. Dabei sollte im Wesentlichen unterschieden werden, ob es sich um kleinere Solaranlagen handelt, die sich i. d. R. auf oder in unmittelbarer Nachbarschaft von Gebäuden befinden oder um größere Solarkraftwerke, die ein gewisses Flächenpotential benötigen. Kleinere Solaranlagen haben vor allem im Bereich der Dorfentwicklung Bedeutung, da sie das Ortsbild, insbesondere wenn sie häufiger vorkommen, beeinflussen können. Im Normalfall hat dies keine negativen Konsequenzen, bei historischen Ortskernen oder denkmalgeschützten Bereichen ist dies jedoch detailliert zu untersuchen.

Hingegen können größere Sonnenstromkraftwerke sehr wohl Auswirkungen auf die Landentwicklung haben. Dies hängt sehr stark vom Standort der Anlage ab. Flächen, die als Weinberg genutzt wurden oder noch werden, eignen sich wegen ihrer Energiebilanz besonders als Standorte für Solarkraftwerke. Dies gilt besonders für Steillagen, die i. d. R. auch das Landschaftsbild prägen. Bei einer größeren Anlage kann dies auch Auswirkungen auf den Tourismus haben, da die landschaftliche Schönheit der Flächen durch die Umwandlung von Weinbau auf Energiegewinnung verloren geht. Dies hätte dann negative Auswirkungen auf die Region, was wiederum zu neuen Absatzproblemen bei den verbliebenen Winzern führen könnte.

¹⁶ Projektskizze: www.conergy.de/PortalData/1/Resources/relaunch/service/pdf/Stadtwerke-Broschuere.pdf.

Die Auswirkungen auf das Landschaftsbild sind in der Regel bei sonstigen landwirtschaftlich genutzten Flächen nicht so groß, es sei denn es handelt sich um landschafts- oder ortsbildprägende Standorte. Ein anderer Faktor ist hier evtl. bedeutender; ein Solarkraftwerk mit einem großen Flächenverbrauch kann eine Nutzungskonkurrenz zur Landwirtschaft darstellen, die dann Auswirkungen auf das Preisniveau (Kauf- und Pachtpreise) landwirtschaftlicher Nutzflächen hat. Andererseits können solche Kraftwerke aber auch eine Nutzungsalternative bei brachgefallenen landwirtschaftlichen Flächen sein.

Solarkraftwerke, die größere Flächen verbrauchen, können auch Auswirkungen auf die Ökologie haben. Einerseits können sicherlich neue Lebensräume, die allerdings nicht unbedingt standorttypisch sind, entstehen, andererseits besteht aber auch die Gefahr, dass bestehende, ökologisch wertvolle Lebensräume gefährdet werden oder auch ökologisch wichtige Vernetzungsfunktionen entfallen.

4.1.1.2 Windenergie

Bei der Windenergie handelt es sich um die kinetische Energie der bewegten Luftmassen der Atmosphäre. Sie ist eine indirekte Form der Sonnenenergie und zählt deshalb zu den erneuerbaren Energien. Die Windenergie-Nutzung ist eine seit dem Altertum bekannte Möglichkeit, um Energie aus der Umwelt zu schöpfen.

Die ungleichmäßige Einstrahlung der Sonnenenergie auf die Erdoberfläche bewirkt eine unterschiedliche Erwärmung der Atmosphäre, der Wasser- und der Landmassen. Denn eine Seite der Erde, die Nachtseite, ist der Sonne abgewandt, zudem ist die solare Einstrahlung in Äquaturnähe größer als an den Polen. Schon durch die hierbei entstehenden Temperatur- und damit auch Druckunterschiede geraten die Luftmassen sowohl zwischen dem Äquator und den Polen als auch zwischen der Tag- und Nachtseite in Bewegung. Die Rotation der Erde trägt ebenfalls zur Verwirbelung der Luftmassen bei, und die Schiefstellung der Rotationsachse zur Ebene, die die Erdbahn durch das Umkreisen der Sonne bildet (ekliptikale Ebene), führt zu jahreszeitlichen Luftströmungen.

Es entwickeln sich Hoch- und Tiefdruckgebiete. Da die Erde sich dreht, sind die vom Hoch- in ein Tiefdruckgebiet fließenden Luftmassen dem Einfluss der aus der Rotation resultierenden Corioliskraft ausgesetzt; sie strömen deshalb nicht geradlinig zum Ziel. Vielmehr bilden sich auf der Nord- und Südhalbkugel Wirbel mit jeweils anderer Drehrichtung. Auf der Nordhalbkugel strömen die Luftmassen (aus dem Weltall gesehen) gegen den Uhrzeigersinn in ein Tiefdruckge-

biet hinein und mit dem Uhrzeigersinn aus einem Hochdruckgebiet heraus. Auf der Südhalbkugel sind die Orientierungen umgekehrt. Zu diesen globalen Strömungen kommen lokale Einflüsse hinzu, die Winde entstehen lassen. Aufgrund der verschiedenen Wärmekapazitäten von Wasser und Land erwärmt sich das Land tagsüber schneller als das Wasser, so dass infolge der dadurch bedingten Druckunterschiede ein Wind vom Wasser zum Land weht. Nachts kühlen die Landmassen schneller ab als das Wasser, und der Effekt kehrt sich um.

Windenergieanlagen nutzen die Bewegungsenergie des Windes, die durch unterschiedliche Luftdruckverhältnisse in der Nähe der Erdoberfläche entsteht. In Deutschland dienen Windenergieanlagen ausschließlich der netzgekoppelten Erzeugung von Elektrizität. Moderne Windenergieanlagen nutzen das Auftriebsprinzip anstatt des Widerstandsprinzips. Sie setzen dem Wind keinen Widerstand entgegen, sondern der Wind erzeugt beim Vorbeiströmen an den Flügeln der Anlage einen Auftrieb, der diese in Rotation versetzt.

Auswirkungen auf die Landentwicklung

Bei den Auswirkungen der Windenergie auf die Landentwicklung ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen solchen, die eine gezielte Nutzung des Windes zur Energiegewinnung mit sich bringt, und „ungewollten“, indirekten Auswirkungen der Windkraft. Letztere entstehen vor allem durch potentielle Schädigungen, wie die Erosionsgefährdung durch Wind (siehe Kapitel 3.3) bei ungeschützten Flächen. Während die gezielte Prävention durch eine standortgerechte Nutzung in diesem Zusammenhang eher unproblematisch ist, kann es bei der Anlage von Windschutzhecken durchaus zu Konflikten mit den Standorten der Windenergieanlagen kommen. Gleiches gilt für Vorkehrungen um möglichen Sturmschäden zu begegnen. Im Hinblick auf den Klimawandel ist in Zukunft damit zu rechnen, dass diese Probleme verstärkt auftreten und aktive Gegenmaßnahmen (Windschutzhecken, Schutzwald) erfordert.

Für eine Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung werden sowohl einzelne Windkraftanlagen als auch Windparks in größerem Ausmaß errichtet. Während der dadurch bedingte Verbrauch von landwirtschaftlicher Nutzfläche von untergeordneter Bedeutung ist, muss jede Anlage in der Bodenordnung eine Erschließung und Zuwegung erhalten. Ferner sind die Auswirkungen auf das Landschaftsbild und damit auch auf die touristische Entwicklung zu berücksichtigen und in die Planung einzustellen.

4.1.1.3 Nachwachsende Rohstoffe - Einjährige Pflanzen

Unter dem Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ werden land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe pflanzlichen und tierischen Ursprungs verstanden, die nicht dem Nahrungsbereich zugeführt, sondern stofflich oder energetisch genutzt werden. Typische Beispiele für eine stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe sind:

- **Stärke** für Papier- und Pappeveredlung, Klebstoffe, Bindemittel, Tenside, Biokunststoffe, Sorptions- und Flockungsmittel
- **Zucker** (aus Pflanzen und tierischen Rohstoffen) z. B. Tenside, Klebstoffkomponenten, Pharmaka, Biokunststoffe
- **biogene Öle und Fette** für Schmier- und Verfahrensstoffe, Tenside, Kunststoffe, Lacke und Farben oder Kosmetika
- **Fasern** für Textilien, Zellstoff und Papier, faserverstärkte Kunststoffe, Bau- und Dämmstoffe, Geotextilien, Vliese
- **Lignocellulose/Holz** als
 - chemisch-technischer Rohstoff für moderne Verbundwerkstoffe, biologisch abbaubare Folien, Trägermaterialien für Arzneimittel, Farbstoffe, Grundstoffe sowie Zwischenprodukte für die chemische, kosmetische und pharmazeutische Industrie
 - Bau- und Werkstoff für Baustoffe und Dämmstoffe
- **Proteine** für technische Polymere, Tenside, Klebstoffe und Anstrichmittel, Folien und Verpackungsmittel, Waschmittel oder Kosmetika
- **besondere Inhaltsstoffe** für Farbstoffe, Kosmetika, Insektizide, Fungizide, Herbizide, Heil- und Arzneimittel, Lebensmittelzusätze

Da die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe kaum Auswirkungen auf den Klimawandel hat, wird sie in dieser Ausarbeitung nicht diskutiert. Bei der energetischen Nutzung wird unterschieden in ein- und mehrjährige Energiepflanzen. Die letzteren werden im Kapitel 4.1.1.4. (Nachwachsende Rohstoffe – Energiewald) behandelt.

Zu den einjährigen Energiepflanzen gehören insbesondere:

- Zuckerrüben
- Mais
- Roggen
- Raps
- Sonnenblumen

Zu den positiven Wirkungen der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen für die Energieerzeugung zählen vor allem folgende Faktoren:

- Nachwachsende Rohstoffe sind weitgehend CO₂ neutral, daher entsteht bei der Nutzung kein zusätzlicher Treibhauseffekt.
- Nachwachsende Rohstoffe tragen zur Schonung fossiler Ressourcen bei.
- Nachwachsende Rohstoffe bieten Möglichkeiten zur Verwirklichung einer Kreislaufwirtschaft.
- Die Nutzung von Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe bietet in umweltsensiblen Bereichen Vorteile.

Nachwachsende Rohstoffe können zur Wärme- und Stromgewinnung und als Treibstoff verwendet werden. Von der Form der Energieträger unterscheidet man feste (z. B. Durchforstungsholz, Stroh), flüssige (z. B. Öle, Ethanol) und gasförmige Energieträger (Biogas).

Beispiel Biogasanlage Platten:

In der Ortsgemeinde Platten (Landkreis Bernkastel-Wittlich, Rheinland-Pfalz) wurde in den Jahren 2007 und 2008 eine Biogasanlage mit einer Leistung von insgesamt rd. 3 Megawatt errichtet (siehe Abb. 15 und 16).



*Abb.15: Biogasanlage Platten – Gesamtansicht
(Foto: M. Schumann)*

Die Anlage liefert jährlich rd. 12 GWh Strom und 14 GWh Wärme. Das Gas wird als Erdgas in das in der Nähe verlaufende Gasnetz eingespeist und kann von dort in einem bestimmten Sektor wieder entnommen werden. Die Biogasanlage besteht aus vier baugleichen Teilen (siehe Abb. 15) mit je rd. 750 kW Nennleistung. Die Investitionskosten betragen über 7,5 Mio. Euro. Rechtlich wird die Anlage von zwei Firmen als GmbH und Co KG betrieben, und zwar dem Anlagenbetreiber und dem Rohstofflieferant, der Biomasse im Wert von ca. 1,5 Mio. Euro im Jahr bereitstellt.



*Abb. 16: Biogasanlage Platten – Fermenter
(Foto: M. Schumann)*

Für den Betrieb der Biogasanlage werden ca. 1.000 ha LN benötigt und auch bewirtschaftet. Auf einem Versuchsfeld werden gegenwärtig neue Pflanzensorten getestet, die wesentlich mehr „Pflanzenenertrag“ liefern. Derzeit wird die Anlage mit 60 % Ganzpflanzen und 40 % Mais betrieben. Ziel ist es, den Maisanteil auf 30 % Mais und 10 % Gras zu modifizieren. Grundsätzlich könnte auch Landespflegeschnittgut verwendet werden, wenn dies betriebswirtschaftlich sinnvoll ist. Die Anlage wird ohne Gülle gefahren.

Für den Standort der Anlage wurde eine Fläche von 4 ha benötigt (siehe Abb. 15). Planungsrechtlich wurde die Anlage über einen Bebauungsplan gesichert. Das Eigentum der Fläche wurde in einem Flurbereinigungsverfahren geregelt. Eigentümer ist die Ortsgemeinde Platten, die wiederum über einen Erb-

baurechtsvertrag mit der Biogas-GmbH die rechtlichen Verhältnisse mit dem Betreiber geregelt hat. In der Flurbereinigung wurde die Flächenarrondierung durch freiwillige Vereinbarungen der Alteigentümer mit der Ortsgemeinde umgesetzt, wobei ein Tauschverhältnis von 1:1,4 als Grundlage angesetzt wurde.

Auswirkungen auf die Landentwicklung

Die Auswirkungen des vermehrten Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf die Landentwicklung sind sehr differenziert. Zum einen sind die Konsequenzen für die Landnutzung und damit für das Landschaftsbild zu betrachten. Hier sind insbesondere folgende Aspekte von Bedeutung:

- Durch den Bedarf an Energiepflanzen erfolgt besonders in Mittelgebirgs-lagen mit derzeit größerem Grünlandanteil ein Grünlandumbruch, um ausreichend Ackerflächen zur Erzeugung zu haben. Dies kann vor allem die Boden-erosion negativ beeinflussen.
- Die geänderten Nutzungsarten (z. B. beim Maisanbau bis zu 3,5 m hoch) haben Auswirkungen auf das Landschaftsbild und damit auf das touristische Nutzungspotential.
- Weiterhin werden nachwachsende Rohstoffe i. d. R. nicht ökologisch erzeugt, sondern oft mit einer sehr hohen Nutzungsintensität, da hier keine Einschränkungen bestehen. Vielfach entstehen Monokulturen, die einen weiteren Artenrückgang zur Folge haben. Auch wird keine Fruchtfolge praktiziert.
- Da nachwachsende Rohstoffe auch auf Stilllegungsflächen angebaut werden dürfen, werden die ökologischen Ziele der Stilllegungsflächen nicht mehr erreicht.

Sehr differenziert ist auch die Auswirkung auf die wirtschaftliche Situation der landwirtschaftlichen Betriebe zu sehen. Es entsteht eine Nutzungskonkurrenz zur nahrungsmittelerzeugenden Landwirtschaft, besonders in intensiv genutzten landwirtschaftlichen Regionen. Hierdurch steigen einerseits die Erzeugerpreise für Marktfruchtbetriebe aber auch die Futterkosten in der Veredlung (z. B. Schweinemast), wodurch die Rentabilität dieser Betriebe kritisch werden kann. Weiterhin hat ein zunehmender Biomasseanbau Auswirkungen auf die Pacht-preise.

Andererseits kann die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen in Gebieten, in denen sich die Landwirtschaft auf dem Rückzug befindet, auch eine Nutzungsalternative sein und zur Erhaltung der Kulturlandschaft beitragen. Dies gilt auch für das bei der Nutzung und Pflege von Naturschutzflächen anfallende Schnittgut.

4.1.1.4 Nachwachsende Rohstoffe – Energiewald

Als Energiewald werden Anpflanzungen bezeichnet, die mit schnell wachsenden Bäumen Holz zur Energiegewinnung erzeugen. Man spricht auch von Kurzumtriebsplantagen oder Kurzumtriebswälder, da nach einer kurzen Umtriebszeit von 3 bis 10 Jahren das Holz geerntet wird. Bei einer längeren Umtriebszeit von 15 bis 20 Jahren wird Industrieholz produziert, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll.

Die Rechtsstellung des Energiewaldes wurde durch die Änderung des Bundeswaldgesetzes (BWaldG) vom 31. Juli 2010 nun abschließend geklärt, nachdem bereits Bayern, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein Kurzumtriebskulturen in ihren Landeswaldgesetzen aus dem Waldbegriff herausgenommen hatten. Nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 BWaldG sind „Grundflächen auf denen Baumarten mit dem Ziel baldiger Holzentnahme angepflanzt werden und deren Bestände eine Umtriebszeit von nicht länger als 20 Jahren haben (Kurzumtriebsplantagen)“ kein Wald im Sinne des Gesetzes. Damit entfällt insbesondere eine Aufforstungs- und Rückwandlungsgenehmigung für die als Energiewald genutzten Flächen.

Die Anlage einer Kurzumtriebsfläche erfolgt durch das Setzen von Pflanzenstecklingen in Reihen. Die Pflanzendichte (5.000 bis 10.000 Pflanzen pro ha) ist dabei abhängig von der gewählten Baumart, Umtriebszeit und Spurweite der Erntemaschine. Nur kurz nach der Neuanlage ist eine Kulturpflege nötig, wenn sich hoch wachsende Konkurrenzvegetation gebildet hat. In den Folgejahren sind keine Pflegeeingriffe und Düngung erforderlich. Nach einer für Bäume relativ kurzen Wachstumsphase von wenigen Jahren werden die 6 bis 8 m langen Baumtriebe durch einen bodennahen Schnitt geerntet. Die im Boden verbleibenden Wurzelstöcke treiben im Frühjahr wieder aus (Stockausschlag), dadurch muss das Feld nicht neu angelegt werden. Die Nutzung kann somit etwa 20 bis 30 Jahre als Dauerkultur erfolgen und ergibt einen Ertrag von bis zu 15 t Biomasse pro ha und Jahr.

Die für eine Kurzumtriebsbewirtschaftung geeigneten Baumarten für das gemäßigte Klima sind in erster Linie Pappeln und Weiden, die auf guten Standorten eine sehr hohe Biomasseleistung erreichen, und die robusten Niederwaldbaumarten Erle, Aspe, Robinie, Birke, Ahorn, Esche und Traubenkirsche, die gut auf Grenzertragsböden eingesetzt werden können. Der Standortanspruch an Jahresmitteltemperatur, Wasserhaushalt und Nährstoffhaushalt sowie die Resistenz ge-

gen Schädlinge, Krankheiten und Wildverbiss bestimmt letztendlich die Wahl der Baumart¹⁷.

Auswirkungen auf die Landentwicklung

Im Vergleich zur herkömmlichen landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion zeigen Flächen mit angebautem Agrarholz als extensive Form der Landwirtschaft eine verbesserte Bodenstruktur und eine erhöhte Wasserspeicherkapazität des Bodens. Durch die nach dem Setzen der Stecklinge sich schnell entwickelnde dichte Bodenvegetation wird der Oberboden vor Erosion geschützt. Durch die Fähigkeit, Schad- und Spurenstoffe zu binden, kann besonders in Bereichen mit hohem Düngemittleinsatz bzw. hoher Viehbesatzdichte zum Grundwasserschutz beigetragen werden.

Ökologisch gesehen sind Kurzumtriebsplantagen insbesondere in waldarmen und ausgeräumten Landschaften eine Bereicherung für die Tier- und Pflanzenwelt. In 3- bis 5-jährigen Beständen wird in der Regel eine erhöhte Artenvielfalt festgestellt, die der eines Niederwaldes sehr ähnlich ist und zum Biotopverbund beiträgt. Im Vergleich zu anderen Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen werden auf Energieholzplantagen geringere Mengen an dem klimaschädlichen Lachgas N₂O freigesetzt. Außerdem ist die CO₂-Bilanz durch den selteneren Einsatz von Fahrzeugen besser, da keine Pflege, keine Düngung und keine jährliche Ernte stattfinden¹⁸.

Von Nachteil ist die ungünstige Wassernutzungseffizienz der Pionierbaumarten, denn der hohe Wasserbedarf verschlechtert die Gebietswasserbilanz. Dieser Effekt kann in sehr feuchten Gebieten erwünscht sein, in eher trockenen Regionen treten die tiefer wurzelnden Bäume jedoch in Konkurrenz mit anderen landwirtschaftlichen Kulturen. Bei der Umwandlung von Stilllegungsflächen können eventuell ökologisch wertvolle Flächen verloren gehen.

Durch die Tatsache, dass Energieholz nicht in die Nahrungsmittelkette gelangt, eröffnen sich weitere Nutzungsmöglichkeiten für Flächen, die auf Grund von Kontaminationen ansonsten nicht agrarisch genutzt werden können. So werden zum Beispiel zur Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften Energiewälder angelegt, um deren positive Umweltwirkung, insbesondere die bodenverbessern- den Eigenschaften der Kurzumtriebshölzer zu nutzen. In Halle wurden auf drei

¹⁷ Näheres siehe Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum (Hrsg.): Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg. Stuttgart, 2008.

¹⁸ Naturschutzbund Deutschland (NABU): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft – Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Berlin, 2008.

ehemaligen Abrissflächen Energiewälder zur Begrünung und Gestaltung der städtischen Fläche errichtet.

4.1.1.5 Geothermie

Als Geothermie bezeichnet man die unterhalb der festen Oberfläche der Erde gespeicherte Wärmeenergie. Man nennt sie daher auch Erdwärme. Je tiefer man in das Innere der Erde vordringt, umso wärmer wird es. In Mitteleuropa nimmt die Temperatur um etwa 3 °C pro 100 m Tiefe zu. Heute geht man davon aus, dass im Erdinnern, also im Kern der Erde, Temperaturen von etwa 5000 bis 7000 °C erreicht werden. Geothermie stammt zum Teil (geschätzt: 30 bis 50 %) aus der Restwärme aus der Zeit der Erdentstehung (Akkretion), zum anderen (geschätzt: 50 bis 70 %) aus radioaktiven Zerfallsprozessen, die in der Erdkruste seit Jahrmillionen kontinuierlich Wärme erzeugt haben und heute noch erzeugen (siehe Abb. 17). Ganz oberflächennah kommen Anteile aus der Sonneneinstrahlung und aus dem Wärmekontakt mit der Luft dazu.

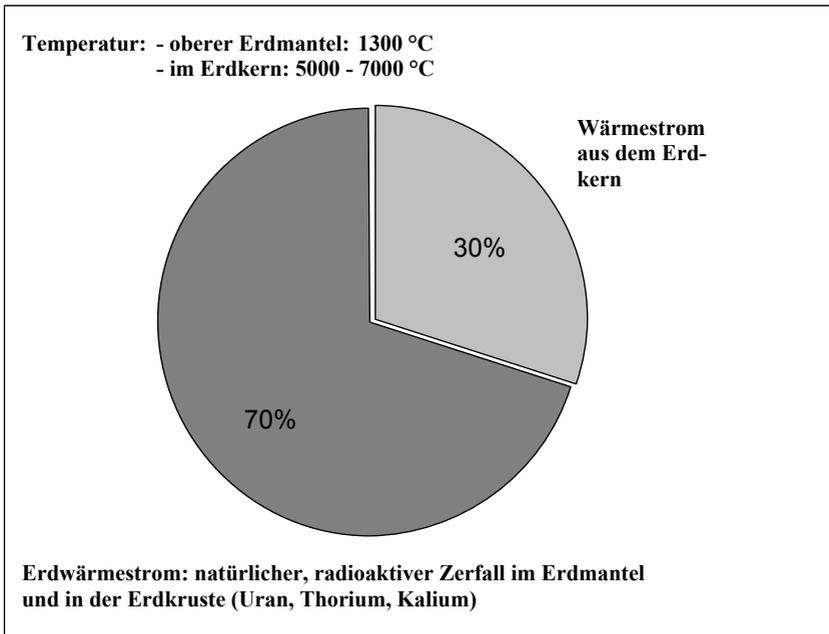


Abb. 17: Erdwärme in Deutschland und ihre Quellen (verändert nach M. Manß aus www.geothermie.de)

Diese in der Erde gespeicherte Wärme ist nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich. Aus dem Innern der Erde steigt ein unaufhörlicher Strom an Energie bis an die Oberfläche, um sich schließlich im Weltall zu verlieren. Die Erde strahlt täglich etwa viermal mehr Energie in den sie umgebenden Weltraum ab, als global an Energie verbraucht wird.

Geothermie kann als Energiequelle zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt werden. Hierbei wird zwischen der Nutzung der oberflächennahen Geothermie zur direkten Energiegewinnung, etwa zum Heizen und Kühlen (meist als Wärmepumpenheizung), und der tiefen Geothermie zur direkten Nutzung im Wärmemarkt oder auch indirekt zur Stromerzeugung unterschieden, wobei im Hinblick auf eine Optimierung von Wirkungsgraden auch hier Kraft-Wärme-Kopplungen (KWK) optimal sind. Weiterhin wird zwischen Hoch- und Niedrigenthalpielagerstätten unterschieden. Hochenthalpie bedeutet, dass derartige Lagerstätten eine hohe Temperatur bereitstellen. Für die Nutzung in Mitteleuropa sind hauptsächlich die folgenden drei Möglichkeiten der Geothermie von Bedeutung:

- **Hydrothermale Geothermie:** Anlagen, die das Energieangebot der wasserführenden Schichten nutzen. Wasserführende Schichten (Aquifere) gibt es in vielen Bereichen der Erdkruste. Man teilt sie ein in heiße (über 100 °C), warme (40 bis 100 °C), oder solche mit Niedrigtemperaturwasser (25 bis 40 °C). Wasser mit einer Temperatur ab 20 °C gilt als Thermalwasser.
- **Petrophysikalische Systeme:** Hierzu gehören insbesondere die Hot-Dry-Rock-Kraftwerke, welche Strom und Wärme auch aus heißem, trockenen Gestein produzieren. Sie kommen zukünftig auch ohne unterirdische Heißdampfagerstätten aus.
- **Oberflächennahe Geothermie:** Sie nutzt das Temperaturangebot im Bereich unterhalb der Erdoberfläche bis ca. 400 m zum Heizen meist in Verbindung mit einer Wärmepumpe. Man kann den Untergrund aber auch direkt als Quelle für Klimakälte nutzen und spart dabei aufwendige Kälteerzeugung. Typische Systeme sind Erdkollektoren, Erdwärmesonden, Grundwasserbohrungen oder neuerdings auch erdberührte Betonbauteile („Energiepfähle“).

Beispiel Erdwärmekraftwerke in Deutschland:

Im Bereich der oberflächennahen Geothermie werden deutschlandweit rund 130.000 Anlagen geschätzt (Stand Ende 2007).

Ende 2007 gab es in Deutschland drei Kraftwerke, die Strom erzeugen (Neustadt-Glewe, Landau und Unterhaching; siehe Tab. 2). Das Kraftwerk Landau ist in Abb. 18 als Luftbildaufnahme dargestellt.

Tab. 2: Erdwärmekraftwerke in Deutschland (Stand: Ende 2007)

	Geo-thermische Leistung	Elektrische Leistung	Temperatur	Förderrate	Bohrtiefe	Inbetriebnahme
Neustadt-Glewe	1,3 – 3,5 MW	0,21 MW	98 °C	119 m ³ /h	2.250 m	im Kraftwerksbetrieb seit 2003
Landau	22 MW	ca. 2,5 MW	150 °C	250 m ³ /h	3.000 m	im Kraftwerksbetrieb seit 2007
Unterhaching	> 30 MW	3,4 MW	122 °C	> 540 m ³ /h	3.577 m	2008 (Wärme-lieferung seit 2007)



Abb. 18: Kraftwerk Landau (www.geox-gmbh.de)

Auswirkungen auf die Landentwicklung

Die Bedeutung der Nutzung von geothermischer Energie für die Planung und Bodenordnung ist als gering zu betrachten. Auswirkungen auf die Landentwicklung haben nur die Wahl des Standorts und die Erschließung der Anlage.

4.1.2 Anforderungen erneuerbarer Energien an Planung und Bodenordnung

Seitens der unterschiedlichen Energieformen bestehen verschiedene, zumeist gleich geartete Anforderungen an die Planung und Bodenordnung in der Landentwicklung:

Landschaftsbild

Während Windparks und Solarkraftwerke größere Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben, ist es bei geothermischen und Biogasanlagen kaum beeinflusst. Negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild können teilweise durch

eine geeignete Standortwahl reduziert werden. Genauso wichtig ist es aber, einen möglichst großen Konsens in der Bevölkerung zu erzielen. Hierzu können Bürgerbeteiligungen im Rahmen von ILE-Prozessen oder bei einem Regionalmanagement eine wesentliche Hilfe sein.

Standortfrage

Bei der Nutzung von erneuerbaren Energien ist die Landentwicklung vor allem bei der Standortfrage gefordert. Hier kann aktiv und unmittelbar oder eher passiv im Rahmen von Stellungnahmen zur Bauleitplanung Hilfestellung geleistet werden.

Im Bereich der Sonnenenergie sind neben den betriebswirtschaftlich notwendigen Faktoren (Exposition zur Sonne, Anbindung an das Leitungsnetz, Erschließung) auch die Auswirkungen auf die Landwirtschaft sowie auf Natur und Landschaft mit zu berücksichtigen. Bei Biogasanlagen sollte gezielt darauf hingewirkt werden, dass sich der Standort für eine Wärmekoppelung eignet, damit die Anlage dann eine wesentlich bessere Effizienz erzielen kann.

Die Eigentumsverhältnisse können in einem Bodenordnungsverfahren geregelt werden. Sofern nicht ein Flurbereinigungsverfahren aus anderen Gründen durchgeführt wird, bietet sich dafür der freiwillige Landtausch an. Die Zusammenführung von Energieerzeugern und potentiellen -nutzern sollte im Rahmen von ILE-Prozessen erfolgen.

Erschließung

Ein weiterer Punkt, bei dem die Landentwicklung gefordert ist, ist die Erschließung der Anlagen (Solar-, Windkraft- und Biogasanlagen, Erdwärmekraftwerke) einschließlich der Anbindung an das Strom- bzw. Wärmenetz. Sofern eine neue Erschließung erforderlich wird oder die bisherige Zuwegung verbessert werden muss, ist darauf zu achten, dass die Wege auch von der Landwirtschaft genutzt werden können und damit Synergieeffekte erzielt werden. Eine weitere Anforderung kann sein, Leitungen rechtlich abzusichern.

Als Besonderheit ist die Zuwegung zu Biogasanlagen zu nennen, da hier an das Wegenetz besondere Anforderungen zu stellen sind. Da eine Biogasanlage in der Regel nicht von einer Gemarkung aus bestückt wird, sollte ein gemarkungsübergreifendes Wegenetz vorhanden sein oder errichtet werden. Im Hinblick auf die Maschinenausstattung sind neue Hauptwirtschaftswege mit einer Mindestbreite von 3,50 m, besser jedoch 4,00 m zu befestigen. Auch die Kurvenradien sollten

möglichst groß gewählt werden. Bei der Erschließungskonzeption sind weiterhin die Lieferbeziehungen zu beachten. Neben der verkehrstechnischen Anbindung, für die in der Regel die o. a. Wirtschaftswege ausreichend sind, ist auch eine Anbindung an das Strom- und ggf. Gasnetz erforderlich. Die hierfür notwendigen Flächen müssen, soweit sie nicht in öffentliche Wege fallen, ausreichend gesichert werden.

Bodenordnung

Bei der Umsetzung der Planung kommt dem Bodenmanagement eine entscheidende Rolle zu. Soweit nicht alle Flächen, die für das Vorhaben benötigt werden, in der Verfügbarkeit des Betreibers stehen, bieten sich die Instrumentarien des FlurbG (freiwilliger Landtausch, beschleunigte Zusammenlegung und vereinfachtes Flurbereinigungsverfahren) zur Unterstützung an.

Gerade in Regionen, wo eine Nutzungskonkurrenz an die Flächen besteht, sollte die Bodenordnung eingesetzt werden, um die Auswirkungen auf die Landwirtschaft zu minimieren.

In Gebieten, in denen sich die Landwirtschaft auf dem Rückzug befindet (z. B. brachgefallene Weinberge) bestehen zwar keine Nutzungskonflikte, jedoch kann mit einem gezielten Flächenmanagement eine strukturierte Fortentwicklung der Region erreicht werden. In dieses Flächenmanagement sollten nicht nur die für den Betrieb der Anlage benötigten Flächen einbezogen werden, sondern auch die notwendigen naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen. Dann kann gleichzeitig eine ökologische Fortentwicklung des Gebietes erfolgen, in dem zum Beispiel bestehende Biotope gesichert und in die Biotopverbundplanung einbezogen werden.

Für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe gelten die gleichen Anforderungen an die Flurstrukturen wie bei der „konventionellen“ Landwirtschaft. Die Schläge sollten möglichst groß, optimal geformt und durch befestigte Wege erschlossen sein.

4.1.3 Forderungen von Planung und Bodenordnung an die Nutzung erneuerbarer Energien

Die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien wirft verschiedene Fragen auf, die aus Sicht der Landentwicklung grundsätzlich oder fallbezogen geklärt werden müssen.

Eine grundsätzliche Frage ist die Qualität des Planungsverfahrens und damit die Einwirkungsmöglichkeiten seitens der Fachbehörden. Während die Standorte für Solarkraftwerke und Windkraftanlagen in der Regel über die Raumordnung festgelegt und dann über die Bauleitplanung konkretisiert werden, ist dies bei geothermischen und Biogas-Anlagen nicht der Fall. Biogasanlagen werden oft nach § 35 BauGB (Bauen im Außenbereich) genehmigt, wobei die fachliche Einwirkung auf die Standortwahl im Vergleich zu einer Bauleitplanung nur eingeschränkt möglich ist.

Noch problematischer ist die Frage bei geothermischen Anlagen, denn Erdwärme gilt nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2 b Bundesberggesetz (BBergG) als „bergfreier Bodenschatz“. Dies bedeutet, dass sich das Eigentum an einem Grundstück nicht auf die Erdwärme erstreckt. Für das Aufsuchen bedarf es daher nur einer Erlaubnis nach § 7 BBergG und für die Gewinnung einer Bewilligung nach § 8 BBergG.

Generell ist daher zu fordern, dass alle Standorte für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien über eine qualifizierte Bauleitplanung und die dabei vorgeschriebene Beteiligung der Landentwicklungsbehörden (§§ 4 f. BauGB) festgelegt werden. Diese Beteiligung sollte auch bei Genehmigungen nach dem BBergG durchgeführt werden.

Grundsätzlich ist bei der Nutzung erneuerbarer Energien anzustreben, dass die notwendigen Erschließungswege so angelegt werden, dass sie sich in das sonstige landwirtschaftliche Wegenetz integrieren und es ergänzen. Eine weitere Forderung ist, dass die notwendigen landschaftspflegerischen Kompensationsmaßnahmen in ein ökologisches Konzept eingebunden werden müssen und dadurch sowohl zur Biotopvernetzung als auch zur Erholungsvorsorge beitragen.

Bei der Errichtung von Solarkraftanlagen ist die Standortfrage so zu lösen, dass bestehende landwirtschaftliche Betriebe in ihrer Existenz nicht gefährdet und ihre Entwicklungsmöglichkeiten nicht beeinträchtigt werden.

Bei der Planung und Errichtung von Windkraftanlagen ist aus Sicht der Landentwicklung folgender Aspekt zu berücksichtigen: Für die Standorte der Wind-

räder sowie der Einzugsflächen der Rotoren werden teilweise sehr hohe Nutzungsentschädigungen bezahlt. Dadurch haben diese Flächen einen Wert, der den landwirtschaftlichen Nutzwert übersteigt. Sofern Flächen mit Windkraftanlagen in ein Bodenordnungsverfahren nach dem FlurbG einbezogen werden, kann die (potentielle) Nutzung als Windkraftstandort die Bodenordnung beeinträchtigen und damit die angestrebte Strukturverbesserung durch eine Zusammenlegung mindern. Durch geeignete Verträge oder ein gezieltes Management muss erreicht werden, dass auch in solchen Fällen die Strukturverbesserung möglich wird, damit die landwirtschaftlichen Betriebe konkurrenzfähig bleiben. Weiterhin sollte auch der Rückbau der Windkraftanlagen nach Ablauf der Nutzung gesichert sein.

Bei Biogasanlagen sind derzeit zwei Aspekte problematisch, über die immer wieder diskutiert wird: Zum einen ist es die geringe Energieeffizienz, da der Wirkungsgrad zurzeit nur 20 bis 30 % ohne Wärmenutzung und 30 bis 50 % mit Wärmenutzung beträgt. Zum anderen ist es die ökologische Belastung durch die Intensität der Flächennutzung.

Betriebswirtschaftlich ist heute zwingend die Verbindung mit einer Wärmerückkopplung erforderlich, damit die Anlagen rentabel betrieben werden können. Dies hat wiederum Auswirkungen auf die Standortfrage.

Aus Sicht der Landnutzung ist es wichtig, dass der Konflikt zwischen „ökologischer Energie“ und einer nicht so ökologischen Erzeugung der Grundstoffe für die Energiegewinnung gelöst wird. Dazu sind optimierte Konzepte für den Anbau und die energetische Nutzung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen zu entwickeln, die auch die Nutzung von Gräsern ermöglicht. Diese Mischsysteme ergeben auch neue Perspektiven im Hinblick auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Die ökologische Erzeugung von Energiepflanzen sollte z. B. durch eine gezielte Förderpolitik oder eine modifizierte Besteuerung unterstützt werden.

Eine weitere Forderung aus Sicht der nachhaltigen Entwicklung der ländlichen Räume ist die Berücksichtigung und Verbesserung des Gewässerschutzes. Es muss gewährleistet werden, dass die Wasserressourcen nicht zusätzlich durch Nährstoffeintrag und Pestizide belastet werden.

Im Hinblick auf die naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen muss wegen der Landwirtschaftsklausel geklärt sein, dass die Herstellung nachwachsender Rohstoffe, die eigentlich mehr der Energiewirtschaft dient, auch von dieser Regelung erfasst ist. Wenn dies nicht der Fall wäre, könnte die Situation entstehen, dass der Maisanbau zur Lebensmittelerzeugung naturschutzrechtlich anders betrachtet wird als der Maisanbau zur Energiegewinnung.

4.2 Nutzung von CO₂-Senken und Sicherung von CO₂-Speicher (Wald und Moore)

4.2.1 Klimaschutz durch nachhaltige Forstwirtschaft

4.2.1.1 Waldumbau

Im Wald bewirken die höheren Temperaturen während der Vegetationsperiode eine steigende Transpiration, die in Verbindung mit der Abnahme der Sommerniederschläge zu Trockenstress führt. Die Folge des Trockenstresses sind neben einem verminderten Holzzuwachs, der als forstwirtschaftliches Betriebsrisiko noch getragen werden kann, vor allem Wurzelschäden, die wiederum die Anfälligkeit für Windwurf sowie Schädlings- und Krankheitsbefall erhöhen. Eine nicht ausreichende Wasserversorgung führt ferner zu einer steigenden Krankheitsanfälligkeit und damit letztlich Sterblichkeit der Bäume. Die herabgesetzte Vitalität der Wälder schwächt ihre Widerstandskraft auch vor den häufiger auftretenden extremen Wetterereignissen, wie Orkan, Hagel oder Starkregen.

Die ökonomischen Schäden spüren die Waldbesitzer sofort: Durch ein Überangebot von Käfer- oder Sturmholz, das unplanmäßig und übermäßig auf den Markt kommt, bricht der Holzpreis ein. Die hohen Qualitätsverluste beim Schadholz, aber auch der Umstand, dass viele der zwangsgeräumten Stämme noch nicht hiebsreif sind, führen zu weiteren Umsatz- und Ertragseinbußen. Wenn größere Flächen von Sturmschäden, Schneebruch oder Borkenkäferbefall betroffen sind, ist zudem eine kostenintensive Erneuerung der Kulturen erforderlich, die durch natürliche Verjüngung nicht notwendig gewesen wäre.

Die ökologischen Schäden sind monetär schwer abzuschätzen. Der Wald hat bei den skizzierten Szenarien seine gesellschaftlichen und landschaftsökologischen Funktionen weitgehend eingebüßt. Er geht als Erholungsraum verloren und kann seine Aufgabe zum Schutz vor Emissionen und Naturgefahren sowie Schutz des Bodens und Stabilisierung des Wasserhaushalts nicht mehr wahrnehmen.

Die beste Anpassungsstrategie an ein verändertes Klima ist die für den Standort geeignete Baumart zu wählen. Um das Risiko zu streuen, empfehlen sich Mischwaldbestände. Denn Mischwälder sind stabiler gegenüber extremen Wetterereignissen sowie Schädlings- und Krankheitsbefall. Durch vielfältige Bestandsstrukturen mit breiten und stufig aufgebauten Waldaußenrändern ist der Wald in der Lage, sich selbst vor Wind, Sonne und Frost zu schützen. Ein breiter Waldrand leitet den Wind wie ein Keil über den Bestand hinweg und die dichte Begrünung vermindert die austrocknende Sonneneinstrahlung auf den Waldboden.

Die erste im Waldumbau erforderliche Maßnahme ist eine Überprüfung der jetzt schon gefährdeten Waldbestände. Meist handelt es sich dabei um Fichtenwälder auf Böden mit geringem Wasserspeichervermögen. Bei einer Verschneidung der aktuellen Klimadaten (Niederschlag und Temperatur) mit den vorhandenen Bodenarten zeichnen sich in warm-trockenen Gebieten alle trockenen bis mäßig frischen Böden und grundsätzlich alle wechselfeuchten Böden als Risikostandorte für die Fichte ab. Denn die Fichte leidet als flachwurzelnde Baumart bei einer Trockenperiode als erstes unter mangelnder Wasserversorgung. Der Waldumbau sollte an diesen Standorten zügig erfolgen und sich an den natürlichen Waldgesellschaften orientieren. Für viele Fichtenwälder bedeutet dies ein Umbau zu Buchenmischwäldern. An der Trockengrenze der Buche sind Eichen-Hainbuchen-Mischwälder die natürliche Waldformation, an ihrer Nässegrenze Auenwälder und nur an der Kältengrenze sollten Fichtenwälder mit einer Beimischung der robusten Douglasie bestehen bleiben. In den feucht-kühlen Klimabereichen, dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte, kann durch eine gestufte Bestandsstruktur und unter Ausnutzung der Naturverjüngung ein stabiler Wald geschaffen werden, indem der Fichten-Altersklassenwald in einen Fichten-Dauerwald überführt wird.

Eine weitere Maßnahme zur Risikominimierung ist die Reduzierung der Vorratsdichte in den Wäldern. Wie die Bundeswaldinventur 2002¹⁹ zeigt, haben sich sehr hohe Vorräte in den Wäldern angesammelt, die bei gleicher Nutzungsintensität wie in den letzten Jahrzehnten weiter ansteigen werden. Die Problematik der Übervorräte besteht darin, dass die Überalterung der Bestände zu einer Häufung von Kalamitäten führt, aber auch, dass der oben beschriebene Waldumbau nur über eine Holznutzung und Verjüngung erfolgen kann. Hierauf wird nachfolgend näher eingegangen.

4.2.1.2 Klimaschutzeffekte des Waldes und der Forstwirtschaft

Kohlenstoffbindung

Um die Anreicherung von Kohlendioxid in der Atmosphäre zu vermindern, muss erstens die Emission des Gases reduziert und zweitens das Gas in der Biomasse gebunden werden. Beide Strategien können durch eine forstwirtschaftliche Nutzung der Wälder umgesetzt werden.

¹⁹ Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): Bundeswaldinventur². Bonn, 2002, www.bundeswaldinventur.de.

Im Maßnahmenkatalog des Kyoto-Protokolls, das 2005 in Kraft trat, wird die Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftungsmethoden (Art. 2 (1) a ii)) und die vermehrte Nutzung von erneuerbaren Energieformen (Art. 2 (1) a iv)) daher ausdrücklich genannt.

Bei der Photosynthese speichern die Pflanzen CO₂ in ihrer Biomasse als Kohlenstoff und geben Sauerstoff ab. Der im Holz gebundene Kohlenstoff berechnet sich wie folgt²⁰:

$$C [t] = V [m^3] \cdot R [t/m^3] \cdot k \quad \Rightarrow \quad C [t] = 0,25 \frac{t}{m^3} \cdot V [m^3]$$

mit C: Kohlenstoff
V: Holzvolumen
R: Raumdichte des Holzes (Mittelwert 0,5 t/m³)
k: Kohlenstoffanteil des Holzes (Mittelwert 50 %)

Nach der Bundeswaldinventur 2002 stockt in den bundesdeutschen Wäldern ein Holzvorrat von 3,4 Mrd. m³, was einer Kohlenstoffbindung von 850 Mio. t allein im Derbholz entspricht. Die Kohlenstoffspeicherung der gesamten verholzten Biomasse, also Derbholz, Wurzeln und Kronen, beträgt mehr als 1 Mrd. t. In der Streu und im Boden des Waldes ist ebenso eine große Menge an Kohlenstoff gebunden. Aber die Speichervolumen Streu und Boden können durch wirtschaftliche Tätigkeiten in unseren Breitengraden nicht vergrößert werden. Wohingegen die kontinuierliche Entnahme von Holz und die darauf folgende Verjüngung eine weitere Kohlenstoffbindung ermöglicht. Ein bewirtschafteter Wald trägt somit zum Klimaschutz bei, da er eine dauerhafte CO₂-Senke darstellt.

Der Grundsatz der nachhaltigen Forstwirtschaft besagt, dass nur soviel Holz aus dem Wald entnommen werden darf, wie nachwächst. In den letzten Jahrzehnten wurde in Deutschland aber wesentlich weniger geschlagen als nachwuchs, wodurch die Holzvorräte stark angestiegen sind. Eine stärkere Nutzung der Wälder ist daher sowohl unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes als auch als notwendige Maßnahme zum Waldumbau zwingend erforderlich.

²⁰ Schulz, Ch.: Die diskrete Kohlenstoffspeicherung der deutschen Forstpartie. In: LWF aktuell 49/2005, S. 26 f.

Ersatz energiezehrender Roh- und Baustoffe

Holz erfordert bei der Gewinnung und Verarbeitung einen niedrigeren Energieeinsatz als Produkte, die aus anderen Rohstoffen wie Stahl, Beton, Aluminium oder Erdöl (Plastik und PVC) hergestellt werden. Die große Palette der mit verschiedenen Eigenschaften ausgestatteten Holzarten zeichnet sich je nach Sorte durch leichte Bearbeitbarkeit, Elastizität und gleichzeitiger Stabilität, relativ geringes Gewicht und Schönheit aus. Holz kann daher in vielfältiger Weise für nahezu alle Zwecke als Roh- und Baustoff verwendet werden. Das zum Beispiel in einem Holzhaus oder einer Brückenkonstruktion verbaute Holz speichert nicht nur das in ihm gebundene CO₂ für viele Jahre, sondern ersetzt gleichzeitig auch Baustoffe, die ansonsten mit einem hohem Energieaufwand und einem hohen CO₂-Ausstoß hergestellt werden müssten.

CO₂-neutrale Energiegewinnung aus Schwach- und Altholz

Neben dem im Wald produzierten Wertholz findet das bei Pflegemaßnahmen und notwendigen Durchforstungen anfallende Schwachholz Verwendung als Industrieholz, das zu Papier, Pappe, Zelluloseprodukte oder Viskosefasern verarbeitet wird. Schwachholz wird aber auch zunehmend als Brennholz in Form von Holzscheiten, Hackschnitzel oder Pellets nachgefragt, da die energetische Nutzung von Holz eine CO₂-neutrale Energiegewinnung ermöglicht und so fossile Energieträger ersetzt. Holzheizkraftwerke wie auch private Haushalte nutzen minderwertiges Holz zur Energiegewinnung. Biomasseheizkraftwerke produzieren Strom, indem Altholz verbrannt und somit dem Recycling zugeführt wird.

4.2.1.3 Probleme der Holznutzung im Kleinprivatwald

Deutschlands größter Waldbesitzer ist die Gruppe der Privatwaldeigentümer. Rund 1,5 Mio. Eigentümer besitzen über 50 % der Waldflächen, wobei die Besitzgrößen in den meisten Fällen sehr klein sind. 60 % des Privatwaldes, also rd. 33 % aller Waldflächen (3,7 Mio. ha), befinden sich im Kleinprivatwald, d. h. in der Hand von Eigentümern mit weniger als 200 ha Waldfläche je Waldbesitzer.

Der Kleinstprivatwald ist gekennzeichnet durch eine extreme Besitzersplittierung mit Grundstücksgrößen von durchschnittlich unter einem Hektar und vielfach ungünstigen Grundstücksformen von wenigen Metern Breite und einigen Hundert Metern Länge. Hinzu kommt, dass die Abmarkung der Kleinstparzellen in der Regel im Laufe der Zeit verloren gegangen ist und eine Erschließung der Waldgebiete weitgehend fehlt. Unter diesen Voraussetzungen ist eine Bewirt-

schaftung durch die Waldbesitzer kaum möglich. Als Folge der Strukturängel sind die Holzvorräte im Kleinprivatwald in den letzten Jahrzehnten im Durchschnitt weit stärker angewachsen als im Großprivat-, Kommunal- oder Landeswald.

Die Bewirtschaftung von sehr kleinem Waldeigentum ist unrentabel und trägt nicht zum Einkommen der Waldbesitzer bei. Dennoch halten sie an ihrem Eigentum fest. In verschiedenen regionalen Untersuchungen (Ostbayern²¹, Sachsen²² und Österreich²³) wurde die Motivation zur Nutzung oder Nichtnutzung von Waldeigentum ergründet. Danach ist festzustellen, dass es den typischen Waldbesitzer nicht gibt. Verschiedene Aspekte prägen sein Verhalten und bringen verschiedene Waldbesizertypen hervor. Für die Bewirtschaftungsintensität ausschlaggebend ist zum einen die persönliche Struktur (Beruf, Alter, freie Arbeitskapazität, Interesse am Wald, Fachwissen und Geräteausstattung) und zum anderen die Waldstruktur, wie Besitzgröße und Erschließung. Nach einer vereinfachten Gliederung kann die inhomogene Gruppe der Waldeigentümer in Landwirte, Nichtlandwirte und ein Übergangsstadium eingeteilt werden:

- **Der bäuerliche Waldbesitzer** ist verstärkt danach bestrebt, das Ertragspotential seines Waldes auszuschöpfen und setzt bei zu hoher Arbeitsbelastung auch Fremdarbeitskräfte (Lohnunternehmen) ein.
- **Der ehemals bäuerliche Waldbesitzer** hat ein weitaus geringeres Interesse an der materiellen Bedeutung des Waldes. Die geringere maschinelle Ausstattung durch Aufgabe des landwirtschaftlichen Betriebes und die reduzierte Arbeitskapazität durch Alter oder Berufswechsel führen zu einer Abnahme der Nutzung und Vermarktung. In vielen Fällen wird nur noch der eigene Brennholzbedarf gedeckt.
- **Der nichtbäuerliche Waldbesitzer oder auch Freizeitwaldbesitzer** sieht in seinem Wald mehr den ideellen Wert als persönliches Naturschutzobjekt und Hobby. In dieser Gruppe findet sich gehäuft der auswärtige Waldbesitzer, dessen Wohnort vom Waldstandort eine größere Entfernung aufweist sowie

²¹ Schaffner, S. 2001: Realisierung von Holzvorräten im Kleinprivatwald, <http://deposit.ddb.de> und <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de>.

²² Schurr, C. 2006: Zwischen Allmende und Anti-Allmende: Eine Untersuchung zur Struktur und Strukturentwicklung des kleinflächigen privaten Waldeigentums unter den Bedingungen der gesellschaftlichen Transformation am Beispiel des Freistaates Sachsen, www.freidok.uni-freiburg.de.

²³ Weiß, G.; Bach, C. 2007: Holzmobilisierungsstrategien auf der Basis einer Waldeigentümergebefragung. In: Ländlicher Raum – Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Österreich.

Erbengemeinschaften und Personen, die ihre Waldgrundstücke nicht mehr kennen. Die Nutzung und Vermarktung sind unter diesen Umständen am geringsten und werden oft ganz eingestellt. Dies gilt insbesondere für die zunehmende Anzahl städtischer Waldbesitzer meist ererbter Waldgrundstücke, die in erster Linie auf Grund der Entfernung zu ihrem Wald, aber auch wegen fehlendem Fachwissen und maschineller Ausstattung ihre Flächen nicht mehr bewirtschaften.

Ein alle Gruppen überlagerndes handlungsleitendes Motiv ist die Größe des Waldbesitzes. Je größer die gesamte Besitzfläche ist, umso stärker überwiegen die wirtschaftlichen Aspekte gegenüber dem Liebhaberwert, dem Freizeitwert und dem bloßen in Besitz haben wollen. Im Kleinprivatwald liegt die Größe des Waldbesitzes weit unterhalb der für eine rentable Bewirtschaftung notwendigen Größe. Sägewerke bevorzugen als Holzlieferanten vor allem die Großprivatwaldbesitzer mit mehr als 1000 ha Wirtschaftsfläche, da sie durch ihre Flexibilität und Lieferzusagen dienstleistungsorientiert handeln können. Der Staatswald, der in der Regel in Forstreviere von mehr als 1000 ha Größe eingeteilt ist, reagiert auf die Holznachfrage zwar schwerfälliger, bietet aber ein gut sortiertes Angebot und Liefersicherheit.

Demgegenüber kann der Kleinprivatwaldeigentümer auf Grund seines begrenzten Holzsortiments kaum auf Kundenwünsche eingehen. Er ist daher gezwungen, Preisabschläge von 10 bis 15 % in Kauf zu nehmen. Erhöhter Arbeitsaufwand durch unzureichende Erschließung und Parzellierung sowie Absatzschwierigkeiten durch mangelnde Marktkenntnisse und unattraktive Holzangebote zwingen ihn zur Unternutzung seiner Wälder. Notwendige Pflegemaßnahmen, deren finanzielle und zeitliche Belastung der Besitzer nicht mehr tragen kann, werden unterlassen und der Wald liegt weitgehend brach. Die meisten Eigentümer wissen, dass sie ihren Wald weniger nutzen, als es möglich wäre, haben sich aber mit der Situation abgefunden und sehen keinen Handlungsbedarf. Dies führt dazu, dass die Kleinprivatwaldeigentümer Strategien zur Mobilisierung der hohen Holzvorräte eher ablehnend gegenüberstehen.

4.2.1.4 Förderung der Forstwirtschaft durch Zusammenschlüsse

Waldbauvereine oder ähnliche Zusammenschlüsse mit dem Zweck, durch eine überbetriebliche Zusammenarbeit forstliche Probleme (geringe Größe und unzureichende Form der Waldgrundstücke, Besitzersplitterung, Gemengelage und fehlende Erschließung) zu lösen, gibt es bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts. Eine einheitliche rechtliche Grundlage erhielten sie erst 1969 im Gesetz über

Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse (ForstZG), das 1975 im Bundeswaldgesetz (BWaldG) aufgegangen ist. Die finanzielle Förderung der Forstwirtschaft erfolgt seit 1973 im Rahmen des Gesetzes über die Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (vgl. § 41 BWaldG).

Nach § 15 BWaldG wird bei den forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen heute zwischen Forstbetriebsgemeinschaften (FBG), Forstbetriebsverbänden und Forstwirtschaftlichen Vereinigungen unterschieden.

Forstbetriebsgemeinschaften (FBG) mit der Rechtsform des wirtschaftlichen Vereins sind die am häufigsten gewählte Form der Zusammenarbeit. Die bundesweit rd. 1700 freiwilligen Zusammenschlüsse von Waldbesitzern auf privatrechtlicher Grundlage haben insbesondere folgende Aufgaben:

- Abstimmung der Betriebs- und Wirtschaftspläne
- Abstimmung der forstlichen Vorhaben und des Holzabsatzes
- Ausführung der Forstkulturen und Bestandspflege
- Ausführung von Bodenverbesserungen und des Forstschatzes
- Bau und Unterhaltung von Wegen
- Durchführung des Holzeinschlags, der Holzaufarbeitung und Holzbringung
- Beschaffung und Einsatz von Maschinen und Geräten

Daneben gibt es die Forstbetriebsgemeinschaft auch in Form eines Besitz- und Eigentumszusammenschlusses, in dem die Waldbesitzer an dem Gesamtwirtschaftsergebnis im Verhältnis zum eingebrachten Wald beteiligt sind. Diese Betriebsform, die aus altrechtlichen Gemeinschaften entstanden ist, kommt allerdings vergleichsweise selten vor²⁴. Gleiches gilt für die nur in wenigen Fällen als Körperschaften des öffentlichen Rechts von Amts wegen gegründeten Forstbetriebsverbände. Ein Forstbetriebsverband kann nur für forstwirtschaftlich besonders ungünstig strukturierte Gebiete gebildet werden, wenn eine an die Waldeigentümer gerichtete Aufforderung zur Gründung einer Forstbetriebsgemeinschaft ohne Erfolg geblieben ist. In diesem Fall kann die Forstbehörde die Bildung eines Forstbetriebsverbandes einleiten, wenn mindestens zwei Drittel der Grundstückseigentümer, die zugleich mindestens zwei Drittel der Fläche vertreten, der Bildung zustimmen (§ 22 BWaldG).

²⁴ AID-Infodienst (Hrsg.): Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse – Rechtsformen und steuerliche Grundlagen. Heft 1456 (2003).

Forstwirtschaftliche Vereinigungen sind Zusammenschlüsse von schon bestehenden Forstbetriebsgemeinschaften und Forstbetriebsverbänden auf privatrechtlicher Grundlage. Ihr Aufgabenfeld ist nach § 37 Abs. 2 BWaldG jedoch auf folgende Bereiche beschränkt:

- Unterrichtung und Beratung der Mitglieder sowie Beteiligung an der forstlichen Rahmenplanung
- Koordinierung des Absatzes
- marktgerechte Aufbereitung und Lagerung der Erzeugnisse
- Vermarktung der Erzeugnisse der Mitglieder
- Beschaffung und Einsatz von Maschinen und Geräten

Neben den formellen Zusammenschlüssen nach § 15 BWaldG gibt es informelle Arbeitsgemeinschaften zur Steigerung der Waldnutzung, wie zum Beispiel die „Privatwaldförderung Thüringen“, die als Initiative der ThüringenForst und der Holzindustrie entstanden ist²⁵. Ziel der öffentlich-privaten Partnerschaft ist es, durch intensive Betreuung und Beratung der Kleinstprivatwaldbesitzer diese zu einer gemeinschaftlichen Bewirtschaftung ihrer Waldflächen zu bewegen.

In dem einjährigen Pilotprojekt wurden Waldbesitzer mit einer Gesamtfläche von etwa 3000 ha angesprochen und betreut. Im Ergebnis zeigten Besitzer von etwa 1000 ha ein Interesse an einer Beförderung und/oder einem Zusammenschluss und konnten vom Projektteam an die Forstämter weitergegeben werden. Dabei sind die Erfolgsquote von einem Drittel und der Aufwand von einem Arbeitstag, um 1 ha Wald wieder in die Bewirtschaftung zu bringen, wegen der schwierigen Besitzstruktur als Erfolg gewertet worden.

Das Projekt bestätigt die Erfahrung, dass gerade die äußerst große Anzahl von Waldbesitzern mit sehr kleinen Waldflächen die Bildung von gemeinschaftlich beförsterten Flächen erschwert. Wesentliches Hemmnis sind aber auch die vorhandenen Strukturmängel, vor allem Waldparzellen mit unbekanntem Grenzverlauf, ungeklärten Eigentumsverhältnissen sowie fehlender Erschließung durch ein unzureichendes Waldwegenetz.

²⁵ Köhler, B.: Thüringer Mobilisierungsprojekt vergrößert sich – Zwischenbericht nach einjähriger Mobilisierungstätigkeit der Privatwaldförderung Thüringen. In: Holz-Zentralblatt, Nr. 6, S. 135 vom 08.02.2008.

4.2.1.5 Auswirkung auf die Landentwicklung

Der im einleitenden Kapitel 4.2.1.1 skizzierte Waldumbau ist in erster Linie eine forstwirtschaftliche Aufgabe. Im Staats-, Kommunal- und Großprivatwald kann die ländliche Entwicklung kaum Unterstützung leisten. Im Kleinprivatwald, der über 30 % aller Waldflächen in Deutschland umfasst, führt nur eine enge Zusammenarbeit zwischen den Forst- und Landentwicklungsverwaltungen zum Erfolg. Dabei ist der Waldumbau untrennbar mit der Mobilisierung der Holzreserven und Wiederherstellung einer nachhaltigen Bewirtschaftung verbunden, weil nur über eine Nutzung ein Waldumbau zu klimaresistenten Beständen erreicht werden kann.

Während bei der Aufgabe von Höfen die landwirtschaftlichen Flächen in der Regel verpachtet werden, verbleiben die Waldflächen beim ehemaligen Hofbesitzer bzw. seinen Erben. Für Wald gibt es keinen Pachtmarkt. Der anhaltende Agrarstrukturwandel in der Landwirtschaft wird somit zu einer weiteren Abnahme der bäuerlichen Waldbesitzer führen und damit einhergehend zu einer Abnahme der Nutzung des Kleinprivatwaldes. Dadurch verschärft sich das Problem brachliegender Waldflächen sowohl für den Waldumbau als auch für die Klimaschutzeffekte des Waldes. Aus diesem Grund unternehmen die Forstverwaltungen der Länder schon jetzt vermehrt Anstrengungen, den Kleinprivatwald in eine nachhaltige Nutzung zu bringen. Sie sind dabei auf eine Unterstützung durch die ländliche Bodenordnung in drei Bereichen angewiesen:

- **Waldwegebau:** Außerhalb der ländlichen Bodenordnung findet kaum forstlicher Wegebau statt. Obwohl eine Förderung mit bis zu 90 % für private Waldeigentümer, kommunale Körperschaften und anerkannte forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse möglich ist, macht die zwingend notwendige Zustimmung aller betroffenen Eigentümer den Wegebau auf neuer Trasse fast unmöglich. Als Lösung bietet sich der Wegebau in der Flurbereinigung geradezu an, da er nach einem festgestellten bzw. genehmigten Wege- und Gewässerplan im Zuge des Vorausbaus problemlos durchgeführt werden kann und die Planung als solches unabhängig von der Eigentumsstruktur erfolgt (vgl. §§ 41, 42 und 58 ff. FlurbG).
- **Klärung der Eigentumsverhältnisse:** In der Flurbereinigung wird für jedes Grundstück mit dem eingespielten Verfahren der Legitimation und Vertreterbestellung der Eigentümer oder zumindest ein Handlungsbefugter bestimmt. Die dadurch geklärten Eigentumsverhältnisse erleichtern die Bildung überbetrieblicher Zusammenschlüsse erheblich und machen sie im Kleinprivatwald vielfach erst möglich.

- **Motivation der Waldbesitzer:** Eine bisher weitgehend unbeachtete Leistung der Waldflurbereinigung ist die dauerhafte Mobilisierung der Waldeigentümer von größeren zusammenhängenden Flächen. Vor allem in Österreich und in der Schweiz, wo die Unterbewirtschaftung von Kleinprivatwald schon viel früher erkannt worden ist, wird in zahlreichen Untersuchungen geforscht, wie das Interesse der Privatwaldbesitzer an einer adäquaten Nutzung und Pflege geweckt werden kann. Projekte wie die Privatwaldförderung Thüringen zeigen, dass trotz hohen personellen Aufwands nur ein Teil der Angesprochenen motiviert werden kann. In der Waldflurbereinigung werden zum einen alle Betroffenen erreicht und zum anderen über einen Zeitraum von mehreren Jahren in den Prozess eingebunden. Dadurch wird erreicht, dass sich die Einstellung zum Waldeigentum hinsichtlich seiner wirtschaftlichen Nutzung verbessert und sich die Motivation entwickelt, mit anderen Waldbesitzern eine gemeinsame, gewinnbringende Bewirtschaftung anzustreben.

Die Waldflurbereinigung wurde bis vor wenigen Jahren fast ausschließlich nach forstbetriebswirtschaftlichen Kriterien ökonomisch beurteilt und ist aus diesem Grund wegen zu hoher Verfahrenskosten Ende der 1970er Jahre weitgehend zum Erliegen gekommen. Derzeit erlebt sie unter den Aspekten des Klimawandels wieder eine verstärkte Nachfrage, der sich die Landentwicklungsverwaltungen nicht entziehen können und sollten. Die Folge ist, dass sowohl in der Praxis als auch in der Forschung an Methoden der vereinfachten Durchführung gearbeitet wird, um die Verfahren kostengünstiger zu gestalten²⁶. Dies betrifft vor allem die Wertermittlung und Neuzuteilung der Grundstücke. Für den forstlichen Wegebau nach §§ 41 f. FlurbG gelten nach wie vor die bewährten Grundsätze des Waldwegebaus.

Ein wichtiger, bisher wenig genutzter Aspekt ist die Mobilisierung des Bodenmarktes während der Waldflurbereinigung über die Möglichkeit der Landabfindungsverzichtserklärung nach § 52 FlurbG. Durch gezielte Werbung und Ansprache können viele Kleinsteigentümer zum Verkauf ihrer Waldflächen bewegt werden, was dazu führt, dass an der Bewirtschaftung interessierte Eigentümer ihren Besitz aufstocken können, sich die Zersplitterung verringert und die Anzahl der Teilnehmer im Flurbereinigungsverfahren erheblich reduziert wird.

²⁶ Deutsche Landeskulturgesellschaft (Hrsg.): Landeskultur – Motor der Waldentwicklung. Tagungsband der 29. DLKG-Bundestagung vom 15. bis 17. Okt. 2008 in Gummersbach, DLKG-Schriftenreihe, Heft 6/2008.

4.2.1.6 Anforderungen der nachhaltigen Forstwirtschaft im Kleinprivatwald an Planung und Bodenordnung

In der Waldflurbereinigung ist die Zusammenlegung der Grundstücke wegen der sehr stark variierenden Holzwerte weitaus schwieriger als in der Feldflurbereinigung. Daher stellt sich die Frage, ob überhaupt die sehr arbeitsintensive und zeitaufwändige Neuordnung der Waldgrundstücke sinnvoll ist, wenn ohnehin eine gemeinsame Bewirtschaftung im Anschluss an die Flurbereinigung notwendig wird und vorgesehen ist.

Mit der Erschließung durch den Waldwegebau, der Klärung der Eigentumsverhältnisse und der Feststellung der Grenzen bzw. der Korrektur einer im Wald häufig vorkommenden Abweichung zwischen dem Katasternachweis und der örtlichen Nutzung ist eine Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen schon gegeben und schafft die Möglichkeit, durch einen überbetrieblichen Zusammenschluss adäquate Bewirtschaftungsgrößen zu schaffen.

In Folge der kleinteiligen Eigentumsstruktur bleibt die Größe der Grundstücke im Kleinprivatwald auch bei einer erfolgreichen Zusammenlegung des zersplitterten Grundbesitzes nach der Flurbereinigung weit unter der für eine rentable Waldbewirtschaftung notwendigen Größe. Hinzu kommt, dass viele Waldeigentümer ihre Flächen aus persönlichen Gründen nicht selbst bewirtschaften können und zur Nutzung auf Fremdhilfe angewiesen sind. Ein überbetrieblicher Zusammenschluss ist daher auch bei sehr gutem Zusammenlegungserfolg gerade im Kleinstprivatwald unumgänglich.

Auf der anderen Seite können die forstwirtschaftlichen Instrumente nach § 15 BWaldG ohne die Schaffung einer bedarfsgerechten Erschließung sowie die Klärung der Eigentums- und Besitzverhältnisse nicht greifen. Hieraus ergibt sich die Anforderung an Planung und Bodenordnung in der ländlichen Entwicklung, sich auf diese Bereiche zu konzentrieren, um dann eine Forstbetriebsgemeinschaft oder eine andere Form der gemeinsamen Bewirtschaftung anzustreben, wie etwa einen Eigentumszusammenschluss nach § 48 FlurbG, eine privatrechtliche Besitzvereinigung oder einen eigentumsübergreifenden Waldpflegevertrag mit einem Forstunternehmen.

Welche Form letztendlich gewählt wird, wird von der jeweiligen Situation bestimmt, unter dem Gesichtspunkt, dass ein möglichst vollständiger Zusammenschluss aller Waldbesitzer erforderlich ist, um die Vorzüge großer zusammenhängender Waldflächen ausschöpfen zu können. Denn nur große Forstbetriebe

können neue, meist teure Technologien wirtschaftlich einsetzen, auf das Marktgeschehen reagieren und den Holzpreis mit gestalten.

4.2.1.7 Forderungen von Planung und Bodenordnung an die nachhaltige Forstwirtschaft im Kleinprivatwald

In den vergleichsweise wenigen Waldflurbereinigungsverfahren der letzten Jahrzehnte war die Zusammenarbeit zwischen den Forst- und Landentwicklungsverwaltungen durchweg gut. Zur Lösung der Struktur- und Bewirtschaftungsprobleme im Kleinprivatwald bedarf es jedoch einer Intensivierung dieser Zusammenarbeit auf breiter Front.

Die Landentwicklungsverwaltungen der Länder mussten in den letzten 25 Jahren einen Personalabbau von 40 bis über 50 % hinnehmen. Dennoch bestehen nach wie vor drängende Bodenordnungsaufgaben, die es zu bewältigen gilt, z. B. Zusammenlegung und Wegebau in den Realteilungsgebieten Südwestdeutschlands, Feststellung und Neuordnung der Eigentumsverhältnisse in den neuen Ländern oder Unternehmensverfahren zum Ausbau der Infrastruktur in allen Teilen Deutschlands. Daher wird eine nennenswerte Ausweitung der Waldflurbereinigung nur mit einer Vereinfachung der Verfahren und – soweit möglich – Aufgabenübertragung auf die Forstverwaltungen möglich sein. Hierfür bieten sich folgende Bereiche an:

- **Aufklärung und Information der Waldbesitzer** über die Möglichkeiten der Flurbereinigung in Kombination mit einer gemeinsamen Bewirtschaftung, insbesondere über eine Forstbetriebsgemeinschaft
- **gezielte Motivation der Waldbesitzer** zur Wiederaufnahme der Bewirtschaftung ihrer Waldflächen
- **Planung des forstwirtschaftlichen Wegenetzes** als Zuarbeit zum Wege- und Gewässerplan mit landschaftspflegerischem Begleitplan nach § 41 FlurbG
- **Bewertung des Holzbestandes**, insbesondere für die durch den Vorausbau nach § 42 FlurbG beanspruchten Flächen
- **Vorbereitung von Landabfindungsverzichterklärungen** nach § 52 FlurbG zu Gunsten aufstockungswilliger Waldbesitzer

4.2.2 Klimaschutz durch Moore

Moore bedecken 3 % der Landfläche der Erde, darin gespeichert sind jedoch fast 30 % des gesamten terrestrischen Kohlenstoffs²⁷. In Deutschland gibt es im Nordwesten, Nordosten und im Alpenvorland die ausgedehntesten Moorkommen. Entsprechend der Topographie ist zwischen den regenwasserernährten, sehr nährstoffarmen Hochmooren und den grundwassergespeisten, nährstoffreichen Niedermooren zu unterscheiden.

4.2.2.1 Moortypen

Die unterschiedlichen Moortypen lassen sich in Hoch-, Nieder- und Zwischen- bzw. Übergangsmoore gliedern. Charakteristisch sind Hoch- und Niedermoore²⁸.

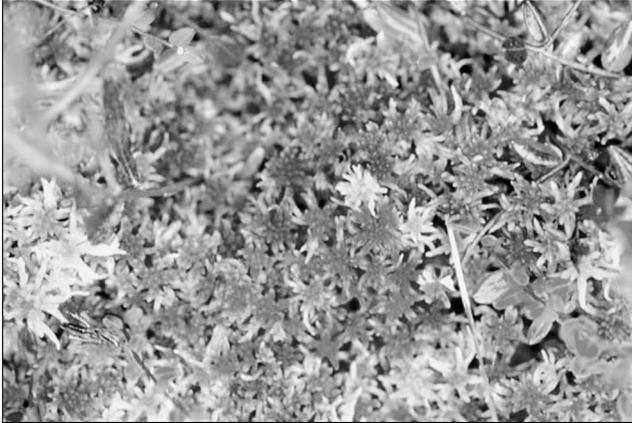
Hochmoore

Hochmoore sind Regenwassermoore. Sie entstehen in Gebieten, in denen die Niederschlagsmenge größer ist als der Wasserverlust durch Verdunstung und Abflüsse. Außerdem müssen sich die Niederschläge gleichmäßig über das ganze Jahr verteilen, damit das Gebiet nie trocken fällt. Entsprechende Voraussetzungen finden sich bevorzugt in Gebieten mit regenreicher, atlantischer Klimaprägung. Im Gegensatz zu Niedermooren haben Hochmoore keine Verbindung zum Grundwasser. Ein weiteres Kennzeichen für Hochmoore ist ein sehr saurer (pH-Werte 2 – 4), mineral- und sauerstoffarmer Wasserhaushalt.

Hauptmoorbildner sind die Torfmoose (Sphagnum, siehe Abb. 19). Charakteristisch für ein intaktes Moor ist, dass in ihm durch den hohen Wasserstand und den Mangel an Sauerstoff die Stoffproduktion der Pflanzen größer ist als ihr Abbau – es entsteht mehr Biomasse als wieder abgebaut wird. Dadurch sammelt sich das Pflanzenmaterial an und wird nach und nach zu Torf. So kann ein Moor allmählich – wenn auch sehr langsam – immer weiter wachsen und immer mächtiger werden. Pro Jahr wächst die Torfschicht eines intakten Hochmoores um rund einen Millimeter.

²⁷ Succow, M.: Moore – ein wichtiger Klimafaktor. Vortrag am 09.03.2010, Haus der Wissenschaft, Bremen.

²⁸ www.planet-wissen.de/natur_technik/moore/lebensraum_moor/index.jsp.



*Abb. 19: Torfmoose in nährstoffarmen Hochmooren
Sie speichern langfristig bis zu 1,2 t C pro ha und Jahr²⁹.*

Hochmoore sind Standorte seltener Pflanzenarten und Rückzugsgebiete für viele bedrohte Tierarten. Da Hochmoore nicht mit dem Grundwasser in Verbindung stehen, sondern vom Regenwasser gespeist werden, sind sie sehr nährstoffarm. Solche Bedingungen ertragen nur wenige spezialisierte Organismen, daher sind Hochmoore sehr artenarm.

Niedermoore

Niedermoore können sich dann bilden, wenn sich in Senken nährstoffreiches Wasser sammelt. Sie sind vor allem dadurch charakterisiert, dass sie nicht nur durch Regenwasser gespeist werden, sondern auch im Bereich des nährstoffreichen Grundwassers liegen. Niedermoore sind oft aus verlandeten Seen und Teichen entstanden.

Durch den Nährstoffreichtum bieten sie günstige Bedingungen für einen individuellen- und artenreichen Pflanzen- und Tierbestand. Oft finden sich in Niedermooren Schilfrohr, Rohrkolben, Binsen, Erlenbruchwälder oder Weiden- und Faulbaumgebüsche. Der pH-Wert schwankt zwischen 3,5 und 7. Lässt man der Natur ausreichend Zeit, kann sich in mehreren Jahrhunderten aus einem ungestörten Niedermoor über Zwischenstadien (Übergangsmoor) ein Hochmoor entwickeln.

²⁹ www.dgmtv.de/downloads/DGMT_Flyer_2009_Web.pdf.

4.2.2.2 Klimawirkungen (Kohlenstoffsенke und -speicher)

Intakte Moore bestehen aus meterdicken Torfschichten, also aus organischer Substanz, die sich im Laufe von Jahrtausenden (Wachstum nur 1 mm pro Jahr) angehäuft hat. Durch die Photosynthese wird der Kohlenstoff aus der Luft in den Pflanzen (zum Beispiel Torfmoose) festgelegt. Notwendig für aktive Torfbildungen sind spezifische, nasse und sauerstofffreie (anaerobe) Umweltbedingungen, die den Abbau der Pflanzenmasse hemmen. Der untere Bereich des Torfes ist in intakten Mooren immer wassergesättigt, wodurch dort anaerobe Bedingungen herrschen. Durch das Aufwachsen weiterer Torflagen gelangen Pflanzen aus der stärker mit Leben erfüllten oberen Zone in den überwiegend anaeroben Untergrund. Hier werden sie weitestgehend konserviert und der in den Pflanzen gebundene Kohlenstoff wird der Atmosphäre langfristig entzogen³⁰. Durchschnittlich sind in einem Moor über 1000 t CO₂ pro Hektar gespeichert, mehr als viermal so viel wie im Wald in unseren Breiten.

Wird ein Moor entwässert, reicht der durchlüftete Bereich in größere Tiefen hinab. Der unter Sauerstoffeinfluss gebrachte Torf unterliegt nun der Zersetzung (Torfmineralisierung). Bei der Entwässerung eines Moores wird somit nicht nur die Akkumulation von Torf gestoppt, sondern das Moor wird von einer CO₂-Senke zu einer CO₂-Quelle (siehe Abb. 20). In wachsenden Mooren werden jährlich bis zu 5,5 t CO₂ pro ha und Jahr festgelegt. In entwässerten Mooren dagegen gibt es eine Freisetzung von bis zu 6,4 t CO₂ pro ha und Jahr.

³⁰ www.schaalsee.de/inhalte/download/tessinerMoor.pdf.

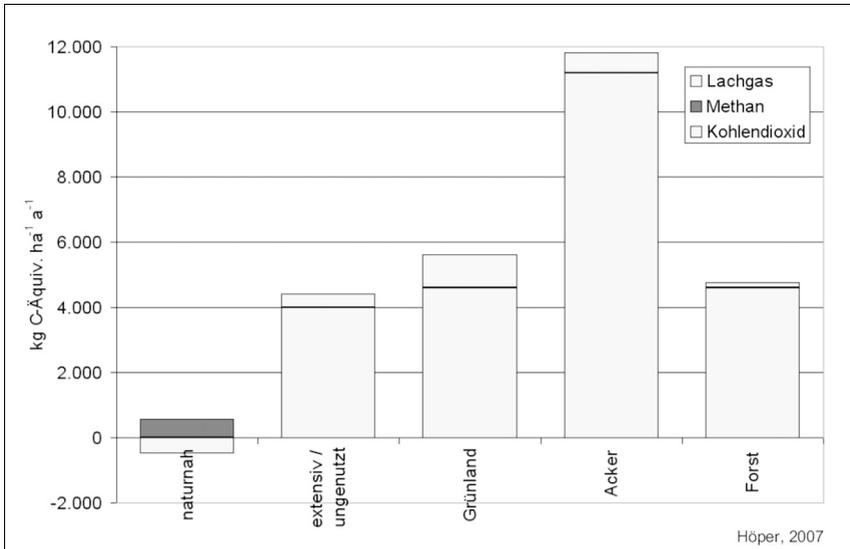


Abb. 20: Treibhausgasemissionen aus Niedermooren³¹

In Deutschland und weiteren westeuropäischen Ländern sind zwischen 85 % und 99 % aller Moore nicht mehr intakt, d. h. anthropogen verändert. Man schätzt, dass die Moorentwässerung und -nutzung an der deutschlandweiten Gesamt-CO₂-Emission einen Anteil von 2,3 bis 4,5 % ausmacht. In Nordostdeutschland mit einem hohen Anteil an landwirtschaftlich genutzten Moorflächen liegt der Anteil wahrscheinlich bei weit über 20 %³².

Mit der Entwässerung eines Moores wird ein Kreislauf in Gang gesetzt: Entwässerung durch Gräben – Mineralisierung und einhergehende Moorsackung – Entwässerung durch weitergehende Technik (Dränagen, Polder, Pumpen).

In Mooregebieten wurden Torfe, die in 1500 Jahren gewachsen sind, in nur 30 Jahren zerstört. In einigen Bereichen wurde die landwirtschaftliche Nutzung aus betriebswirtschaftlicher Sicht bereits unwirtschaftlich und die Nutzung eingestellt. Durch die Nichtnutzung kamen per Samenflug Birken, die mit zuneh-

³¹ Höper, H. 2007: Untersuchungen zu den Wechselbeziehungen Boden – Klima im Rahmen der Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen. www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/veranstaltungen/ws080122/11_hoeper.pdf.

³² www.klimaktiv.de/article149_9567.html.

mender Größe dem Moorkörper durch die Verdunstung sehr viel Feuchtigkeit entziehen. Die Moorzersetzung und die Abgabe von Treibhausgasen wurden zwar im Vergleich zur landwirtschaftlichen Nutzung reduziert, insgesamt ist der skizzierte Zustand aber noch wenig klimaschützend (siehe Abb. 21).

Weltweit legen die noch Torf bildenden Moore jährlich 150 bis 250 Mio. t CO₂ in neu gebildete Torfe fest. Das ist zwar im Vergleich zu den jährlichen Emissionen durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen nicht viel, aber immerhin doppelt soviel wie das Kyoto-Protokoll weltweit an Reduktion zu erreichen versucht. Weil die Weltmoore jedes Jahr CO₂ aus der Atmosphäre „wegfangen“, tragen sie tatsächlich zu einer allmählichen Kühlung des Weltklimas bei³³.

Der Moorschutz hat somit weltweit eine neue Dimension erreicht. Mehr als vorher ist es geboten, die unberührten Moore zu schützen und die degradierten Moore zu renaturieren. Denn Schutz und Wiedervernässung von Mooren ist kosteneffektiver als jedwede andere CO₂-Vermeidungsmaßnahme.

Moorschutz = Klimaschutz = Naturschutz³⁴

4.2.2.3 Auswirkungen auf die Landentwicklung

In den Bundesländern, die über größere Moorflächen verfügen, gibt es seit einigen Jahrzehnten Bemühungen, Moore zu renaturieren, zunächst unter dem Gesichtspunkt des Arten- und Biotopschutzes. In den letzten Jahren wurde immer stärker die Klimarelevanz erkannt und wissenschaftlich untersucht. Um die in den vorhandenen Mooren gebundenen Kohlenstoffvorräte nicht noch weiter frei zu setzen, gibt es neben der Renaturierung folgende Ansatzpunkte.

Moorrenaturierung (Wiedervernässung)

Mit den Instrumenten des Naturschutzes können auch Klimaschutzziele verfolgt werden. Dabei sollte neben dem Arten- und Biotopschutz der Schutz des Torfkörpers als Kohlenstoffspeicher besonders beachtet werden. Dieses Ziel erfordert meist eine Vernässung.

³³ Joosten, H. 2006: Moorschutz in Europa – Restauration und Klimarelevanz. In: Europäisches Symposium „Moore in der Regionalentwicklung“, Tagungsband, S. 35–43, Hrsg.: BUND Landesverband Niedersachsen, www. bund-niedersachsen.de.

³⁴ Siehe Fußnote 33.

Aus einigen Vernässungsexperimenten ist bekannt, dass vor allem nach Überflutungen hohe Mengen von besonders klimarelevantem Methan freigesetzt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die bestehenden und nicht an hohe Wasserstände angepassten Pflanzenbestände unter Wasser geraten und hier in einer Art großflächigem Bioreaktor vergoren werden. Dabei wird deutlich mehr Methan aus den überfluteten als aus natürlichen Mooren freigesetzt. Dieses Phänomen wird als vorübergehend angesehen und spätestens mit dem Aufwuchs einer Torf bildenden Pflanzendecke auf das Niveau von natürlichen Mooren zurückgehen.

Um die Methanbildung gering zu halten, sollten zu vernässende Flächen, wenn technisch möglich, nicht überstaut sowie der Aufwuchs zuvor geerntet und von der Fläche gefahren werden. Optimal ist es, in den ersten Jahren der Vernässung den Wasserstand knapp unter der Bodenoberfläche zu halten. Häufig ist im Winterhalbjahr eine Überstauung jedoch notwendig, um für die Sommermonate ausreichend Wasser zurückzuhalten und so die Wiederansiedlung der Torf bildenden Vegetation überhaupt zu ermöglichen. Vor einer Vernässung von ökologisch wertvollen Flächen sollte geprüft werden, ob dadurch Restpopulationen wertvoller und moortypischer Tier- und Pflanzenarten geschädigt werden könnten.

Damit sich moortypische, Torf bildende Pflanzenarten wieder ansiedeln, ist ein entsprechendes Wassermanagement die wichtigste Voraussetzung. Das bedeutet, dass bei Nieder- und Hochmooren die vorhandenen Entwässerungsgräben mit anstehendem Torfmaterial verschlossen werden müssen.

Um das Regenwasser, welches bei Hochmooren die einzige Wasserzufuhr sein soll, im Wiedervernässungsgebiet zu halten, müssen auch Torfdämme gebaut werden und es ist wichtig, dass aus den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Bereichen keine Nährstoffe über Gewässer in das Moorgebiet einfließen.

Auch bei Niedermooren ist seit Jahrhunderten in den Wasserhaushalt der Moore eingegriffen worden. Damit wurden im Laufe der Zeit völlig andere Randbedingungen für den Wasserhaushalt dieser Gebiete geschaffen. Es sind nicht mehr die hydrologischen Bedingungen gegeben, die einmal Versumpfungs- oder Durchströmungsmoore entstehen ließen. Die speisenden Zuflüsse haben sich verändert, die Wasserverteilung innerhalb der Moorgebiete ist heute eine andere und wird maßgeblich durch das Grabensystem bestimmt. Die Vorflutbedingungen, die Höhenverhältnisse und die Wasserdurchlässigkeit der Böden, die für die Wiedervernässung entscheidend sind, sind mit denen wachsender Moore nicht mehr vergleichbar. Diese veränderten Rahmenbedingungen müssen bei der Wie-

derversäuerung von Niedermooren berücksichtigt werden. Ein einfacher Rückbau der Meliorationsanlagen wird daher nur in Ausnahmefällen ausreichend sein. Ein komplexeres Herangehen an solche Vorhaben ist erforderlich. Rechte und Ansprüche Dritter, sowohl an Wassermenge als auch an Wasserstände, müssen berücksichtigt werden³⁵.

Entwicklung marktfähiger, alternativer Nutzungen^{36, 37, 38}

Die Landnutzung in den Ländern der Europäischen Union befindet sich in einer permanenten Umstrukturierung. Das führt zu einer hochintensiven Produktion auf den Gunststandorten und zur Nutzungsaufgabe auf unrentablen Grenzertragsstandorten. Zu letzteren zählen zunehmend auch die 820.000 ha Niedermoore in Norddeutschland. Die herkömmliche, auf tief greifende Entwässerung basierende Nutzung wird immer kostenaufwändiger und entspricht mit ihrer Torf aufzehrenden und damit in hohem Maße Kohlendioxid freisetzenden Wirtschaftsweise nicht den Erfordernissen einer dauerhaft-umweltgerechten Landnutzung. Ein Brachfallen der Flächen ohne Rückbau der Entwässerungsanlagen löst diese Probleme aber nicht, da die Umweltbelastung weiterhin fortbesteht.

Umweltverträgliche Nutzungsformen auf wiedervernässten Niedermooren gewinnen zunehmend an Bedeutung. Derartige Lebensräume sind hochproduktiv, da ihnen sowohl ausreichend Wasser als auch Nährstoffe zur Verfügung stehen. Hinzu kommt, dass die nasse Moorvegetation mit ihrem Torfwachstum beziehungsweise dem Erhalt der einst gebildeten Torfe einen wichtigen Beitrag für den Klimaschutz leistet. Diesen Nutzungen ist gemein, dass sie bei hohen Wasserständen die wirtschaftliche Nutzung moortypischer und teilweise auch Torf bildender Pflanzen anstreben.

Paludikultur (palus – lat. Sumpf, Morast) ist die nasse Bewirtschaftung von Mooren. Sie schließt traditionelle Verfahren der Moorbewirtschaftung (Rohrmahd, Streunutzung) mit ein, beinhaltet aber auch neue Verfahren, wie die energetische Verwertung von Moor-Biomasse. Dabei ist der Torferhalt oberstes Ziel. In vielen Fällen kommt es sogar zu Torfneubildung, wie z. B. bei Schilfnutzung,

³⁵ Dietrich, O.: Hydrologische Gebietsanalysen zur Vernässbarkeit der Niedermoore Nordostdeutschlands. In: Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern 2/2003, S. 82–91.

³⁶ www.uni-greifswald.de/~alnus/download/ALNUS-Leitfaden.pdf.

³⁷ Siehe Fußnote 29.

³⁸ <http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de>.

bei der die oberirdische Biomasse abgeschöpft wird und die für die Torfbildung gebrauchte unterirdische Biomasse neuen Torf akkumuliert.

Bekannt ist die Nutzung von Schilf (Reet) als Dachabdeckung und Rohstoff für Isoliermaterialien sowie von Weiden und Erlen als Baumaterialien. In Zeiten steigender Energiepreise könnte auch die energetische Nutzung von Pflanzenmaterialien ökonomisch rentabel sein. Für Hochmoore wird zurzeit an einem Produktionsverfahren für Torfmoose (*Sphagnum spec.*) gearbeitet (siehe Abb. 21). Diese könnten zur Regeneration von Hochmoorflächen oder als nachwachsender Rohstoff genutzt werden, um langfristig Torfe in Kultursubstraten, zumindest teilweise, ersetzen zu können.



Abb. 21: Ernte von Torfmoosen mit Mähkorb auf einer Versuchsfläche³⁹

Auf betrieblicher Ebene eröffnen Paludikulturen einerseits neue Chancen, sind jedoch andererseits mit Investitionen und einer Festlegung der genutzten Flächen auf die nasse Bewirtschaftung verbunden. Auf volkswirtschaftlicher Ebene sind die vielfältigen, positiven externen Effekte zu berücksichtigen (CO₂-Vermeidungskosten). Die Anerkennung entsprechender ökologischer Leistungen könnte über landwirtschaftliche Flächenprämien für Paludikulturen und CO₂-Zertifikate erfolgen.

³⁹ Foto: S. Wichmann aus: Paludikultur – Perspektiven für Mensch und Moor. Broschüre, Greifswald 2009, <http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de>.

Moor-Renaturierungsprojekte, die naturbedingt flächenmäßig recht groß sind (wenige 100 ha bis über 1000 ha), und die zurzeit wissenschaftlich begleiteten unterschiedlichen Nutzungsansätze werden Auswirkungen auf die herkömmliche landwirtschaftliche Nutzung haben, so dass diese Themenstellungen stärker in integrierte ländliche Entwicklungsprozesse eingebracht und Lösungsansätze diskutiert werden müssen. Das in diesem Zusammenhang sich verändernde Wasserregime der Moorböden wird auch in Bereiche von mineralischen Böden hineinreichen und ist in angrenzenden Flurbereinigungsverfahren zu berücksichtigen.

4.2.2.4 Anforderungen an Planung und Bodenordnung im Zuge von Moorrenaturierungen und Nutzungsalternativen

Moore werden zukünftig nicht nur aus Gründen des Arten- und Biotopschutzes sowie der Sicherung der Kohlenstoffvorräte renaturiert werden, sondern sie rücken auch stärker in den Fokus im Rahmen der Diskussionen zum Hochwasserschutz. Denn renaturierte Hochmoore wirken wie ein natürlicher Schwamm und haben trotz eines wassergesättigten Torfkörpers positive Auswirkungen auf den Regenwasserabfluss. Bis auf wenige Situationen im Wasserhaushaltsjahr kommt ein naturnahes Hochmoor mit starken Regenfällen am besten zurecht und schützt deshalb auch am effektivsten vor den Folgen von Hochwasserereignissen. Die Untersuchungen haben ergeben, dass auf genutzten Moorstandorten nicht nur die Abflusshöhe im Vergleich zum naturnahen Moor deutlich zunimmt, sondern auch die Geschwindigkeit des Abflusses. Extreme Hochwasserspitzen gibt es deshalb kaum. Auf entwässerten Moorstandorten dauert das Ereignis knapp einen Tag und auf dem intakten Moor dagegen mehr als vier Tage⁴⁰.

Der Regelung des Wasserregimes für ein zu renaturierendes Moor und der erforderlichen Vorflut ist ein zentraler Punkt für solch ein Projekt, aber auch für die verbleibenden landwirtschaftlichen Nutzflächen. Aus welcher Motivation heraus eine Anhebung von Wasserständen in Moorbereichen angestrebt wird, es sollte immer ein vernetztes Denken und eine frühzeitige Einbindung der unterschiedlichen Fachrichtungen einschließlich der zuständigen Landentwicklungsbehörde in die erforderlichen Planungsprozesse erfolgen.

⁴⁰ Zollner, A. und Cronauer, H.: Der Wasserhaushalt von Hochmooreinzugsgebieten in Abhängigkeit von ihrer Nutzung. In: Hochwasserschutz im Wald. LWF-Bericht 40/2004, S. 39–47, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forst, Freising.

4.2.2.5 Forderungen von Planung und Bodenordnung im Zuge von Moorrenaturierungen und Nutzungsalternativen

Wie bereits beschrieben, ist die geplante Fläche im Regelfall sehr groß und umfasst den unmittelbaren Moorkörper und die angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen. Folglich sind von diesen Maßnahmen viele private Grundstückseigentümer unmittelbar oder angrenzend an staatliche Flächen mittelbar betroffen. Zur Vermeidung von möglichen Existenzgefährdungen und Steigerung der Akzeptanz derartiger Projekte ist ein frühzeitiges Einbringen dieser Thematik in die Prozesse einer integrierten ländlichen Entwicklung erforderlich.

Wenn die Umsetzung von großflächigen Renaturierungsmaßnahmen im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren erfolgt, können aufgrund des immer vorhandenen landwirtschaftlichen Strukturwandels eine sozial verträgliche Umsetzung gewährleistet und der Grundstücksmarkt stabilisiert werden. Letztendlich wird auch der fachliche Erfolg entsprechender Projekte optimiert werden.

4.3 Senkung des Energieverbrauchs

In Ergänzung der verschiedenen Präventionsstrategien ist auch der Beitrag der Landentwicklung zu betrachten, der dazu beiträgt, dass einerseits der Energieverbrauch reduziert wird und andererseits eine bessere Energieeffizienz entsteht.

Einen wesentlichen Beitrag hierzu liefert die ländliche Bodenordnung einschließlich Nutzungstausch. So haben zum Beispiel Untersuchungen in Österreich⁴¹ nachgewiesen, dass sich der Dieselaufwand bei einer Vergrößerung der Bewirtschaftungseinheiten von 0,5 ha auf 5 ha um ca. 8 % reduziert. Untersuchungen der Forschungsgruppe Agrar- und Regionalentwicklung Triesdorf⁴² haben festgestellt, dass durch eine Optimierung der Erschließung und Grundstücksgrößen der CO₂-Ausstoß um bis zu 28 % gesenkt werden kann. Daher ist es nicht nur aus betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten, sondern auch aus ökologischen Gründen sinnvoll, auf eine Optimierung der Agrarstrukturen durch ländliche Bodenordnung hinzuwirken.

⁴¹ Schüller, M.; Moitzi, G.: Flurbereinigung senkt auch Kraftstoffaufwand. In: Blick ins Land 4/2008, S. 22 f.

⁴² Forschungsgruppe Agrar- und Regionalentwicklung Triesdorf: Effizienz staatlich geförderter Flurbereinigungsverfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) – Bewertung der Flurneuordnung an Fallbeispielen aus Bayern und Rheinland-Pfalz. Abschlussbericht, 2008.

Weiterhin sind in diesem Zusammenhang auch die schon angesprochenen Faktoren, die bei der Standortsuche von Biogasanlagen zu berücksichtigen sind, zu sehen. Durch die Nutzung der freiwerdenden Wärmeenergie in Kraft-Wärme-Koppelungen kann auch hier die Energieeffizienz wesentlich verbessert werden.

5 Zusammenfassung

Der Klimawandel hat unmittelbare Folgen für die Landnutzung. Zum einen gilt es, sich auf die veränderten klimatischen Verhältnisse einzustellen (Adaption), und zum anderen, den CO₂-Ausstoß zu senken, d. h. fossile Energien durch erneuerbare zu ersetzen, und natürliche CO₂-Senken zu intensivieren (Prävention).

Der Beitrag gibt einen Überblick, welche Auswirkungen die hierzu notwendigen Strategien auf die Landentwicklung haben. Dies bildet die Grundlage zur Diskussion, welche neuen Anforderungen auf die Planung und Bodenordnung zukommen, aber auch welche Forderungen aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung der ländlichen Räume an die Adaption- und Präventionsstrategien zu stellen sind.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die bodenbezogenen Adaptionstrategien zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels vor allem die Bereiche Hochwasserschutz, Vorsorge für das Grund- und Trinkwasser sowie Minderung der Bodenerosion durch Wasser und Wind umfassen. In diesen Handlungsfeldern kann die ländliche Bodenordnung mit ihrem eigenen Gestaltungsauftrag und den Möglichkeiten des integrativen Flächenmanagements (Abstimmung und Koordination der einzelnen Maßnahmen, Auflösung von Landnutzungskonflikten, Bereitstellung benötigter Flächen) maßgeblich zur Umsetzung der Vorhaben und Planungen beitragen.

Die Präventionsstrategien zum Schutz des Klimas (Senkung des Ausstoßes von Treibhausgasen) erstrecken sich in den flächenrelevanten Bereichen vor allem auf die verstärkte Nutzung regenerativer Energien (Sonnenstrahlung, Wind, einjährige Pflanzen, Energiewald und Geothermie). Hier kann die ländliche Bodenordnung für eine raumverträgliche Realisierung und bedarfsgerechte Erschließung der Energiegewinnungsanlagen sorgen.

Eine nachhaltige Forstwirtschaft zum Waldumbau und zur Nutzung des Waldes als CO₂-Senke wird im Kleinprivatwald, der über 30 % aller Waldflächen in Deutschland umfasst, erst möglich, wenn die Strukturmängel durch Wegebau und Grundstückszusammenlegung behoben und durch forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse rentable Wirtschaftseinheiten geschaffen werden.

Bei den Mooren zur Nutzung als natürlicher CO₂-Speicher stehen die Lösung von Nutzungskonflikten im Zuge der Wiedervernässung und die Regelung des Wasserregimes im Vordergrund.

Schließlich ist auch auf die Senkung des Gasölverbrauchs durch Zusammenlegung und Wegebau hinzuweisen, die jedes Flurbereinigungsverfahren infolge der Senkung der Arbeits- und Maschinenzeiten von durchschnittlich 25 % mit sich bringt.

In Zukunft gilt es, dieses Potential der ländlichen Neuordnung voll auszuschöpfen und in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Fachverwaltungen die Landnutzung in Bezug auf den Klimawandel möglichst optimal zu gestalten. Hierzu gibt der Leitfaden wichtige Hinweise und stellt die gesellschaftspolitische Dimension der Planung und Bodenordnung in der Geodäsie heraus.

Neben dem demographischen Wandel rückt der Klimawandel zumindest hinsichtlich der langfristigen Auswirkungen auf die Raum- und Siedlungsstruktur immer stärker in den Fokus der aktuellen Diskussion, stellt dieser doch eine erhebliche ökologische und zunehmend auch ökonomische und soziale Herausforderung für Politik und Gesellschaft dar.

Während bislang Strategien im Vordergrund standen, um den Klimawandel soweit wie möglich abzuschwächen, gewinnen angesichts der sich abzeichnenden unumkehrbaren Prozesse und deren Folgen Anpassungs- und Präventionsstrategien erheblich an Bedeutung; hierbei steht die Flächennutzung im Fokus.

Der DVW Arbeitskreis 5 »Landmanagement« hat sich mit Strategien für die Landnutzung auseinandergesetzt und einen Handlungsleitfaden für die Praxis erstellt. Damit sollen den Gemeinden, Verwaltungen und allen Akteuren in ländlichen Räumen Hinweise gegeben werden, wie im Rahmen der Landentwicklung die Vulnerabilität ländlicher Gebiete gegenüber klimatischen Änderungen durch Planung und Bodenordnung verringert und die passenden Maßnahmen der Adaption und Prävention verwirklicht werden können.



ISBN: 978-3-89639-803-1



9 783896 398031

Schriftenreihe des DVW
INTERGEO®

Band 65 / 2010 / 10,00 Euro
www.wissner.com/dvw-sr