

Wurzeln für die Zukunft

Böden im Klimawandel



Schriftenreihe
Deutsche Landeskulturgesellschaft
Heft 22/2026

Wurzeln für die Zukunft

Böden im Klimawandel

Heft 22/2026

Herausgeber der Schriftenreihe:
Deutsche Landeskulturgesellschaft (DLKG)

© 2026 DLKG

Zitiervorschlag:

Deutsche Landeskulturgesellschaft (2026): Wurzeln für die Zukunft – Böden im Klimawandel. Schriftenreihe der Deutschen Landeskulturgesellschaft 22/2026: 73 S.

Einzelne Beiträge bitte wie folgt zitieren:

Bianca Plückhahn (2026): Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen auf den Boden – In: Deutsche Landeskulturgesellschaft [Hrsg.] (2026): Wurzeln für die Zukunft – Böden im Klimawandel. Schriftenreihe der Deutschen Landeskulturgesellschaft 22/2026: 11-16.

Impressum

Die Schriftenreihe erscheint seit dem Jahr 2004 im Eigenverlag der Deutschen Landeskulturgesellschaft (DLKG). Darin zusammengefasst sind die Vorträge der jährlichen Bundestagungen der DLKG. Die 46. Bundestagung mit dem Thema „Wurzeln für die Zukunft – Böden im Klimawandel“ fand vom 24. bis 26. Juni 2026 in Münster (Nordrhein-Westfalen) statt.

Planung und Organisation der Tagung:

Wolfgang Buskühl
Andreas Peter
Maike Blennemann
Lars Laukamp
Martina Hunke-Klein
Christa Schulze-Bisping

Dr. Dagmar Bix
Markus Nowack
Niels Hartmann
Steffen Otto
Lukas Heßling-Mecking
Kilian Trimborn

In Zusammenarbeit mit
der Bezirksregierung Münster,
der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft ARGE Landentwicklung,
der Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (DVW NRW e.V.)

Titel des Heftes in der Schriftenreihe der Deutschen Landeskulturgesellschaft:

**Wurzeln für die Zukunft –
Böden im Klimawandel**

Ausgabe:

Heft 22/2026

Herausgeber:

Deutsche Landeskulturgesellschaft (DLKG)

c/o Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt, Fakultät Kunststofftechnik und Vermessung
Röntgenring 8, 97070 Würzburg

Verantwortlich für den Inhalt:

Die Verfasser/innen der Beiträge

Fachliche und redaktionelle Begleitung:

Dipl.-Ing. Wolfgang Buskühl, Bezirksregierung Münster, Dezernat 33 - Ländliche Entwicklung, Bodenordnung, Leisweg 12, 48653 Coesfeld

Dipl.-Ing. Rainer Schöffner, Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt, Fakultät Kunststofftechnik und Vermessung, Röntgenring 8, 97070 Würzburg

Prof. Dr.-Ing. Daniela Wenzel, Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt, Fakultät Kunststofftechnik und Vermessung, Röntgenring 8, 97070 Würzburg

Cover:

Layout: Prof. Dr.-Ing. Daniela Wenzel, Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt, Fakultät Kunststofftechnik und Vermessung, Röntgenring 8, 97070 Würzburg

Fotoquelle: © Roman Synkevych (Unsplash)

Ausschließlich digital verfügbar unter

<https://www.dlkg.org/schriftenreihe.php>

Preis: kostenfrei

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

© 2026 DLKG

ISSN (Online): 3053-8122

Vorwort

Prof. Dr.-Ing. Daniela Wenzel
Vorsitzende der Deutschen Landeskulturgesellschaft



Mit ihrer 46. Bundestagung stellte die Deutsche Landeskulturgesellschaft (DLKG) vom 24. bis 26. Juni 2026 in Münster ein hochaktuelles Thema in den Mittelpunkt: den Umgang mit Böden im Klimawandel. Unter dem Titel „Wurzeln für die Zukunft – Böden im Klimawandel“ diskutierten rund 110 Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Verwaltung, Planung, Landwirtschaft und Landentwicklung, wie Böden durch den Klimawandel beeinflusst werden, welche Klimafolgeanpassungsstrategien von Relevanz sind sowie, wie Böden selbst einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten können.

Allein der Titel der Veranstaltung enthält bei genauerem Hinsehen eine sehr starke Botschaft, denn das Wort „Wurzel“ ist mehrdeutig. Es beschreibt nicht nur das, was Pflanzen im Boden verankert. Wurzeln stehen für Stabilität, für Herkunft, für Verbindung. Das Wort „Wurzel“ beschreibt auch das, was uns trägt, was uns Halt gibt und was die Grundlage unseres Handelns bildet.

Boden ist etwas, das uns alle verbindet – und gleichzeitig etwas, das wir im Alltag kaum wahrnehmen. Wir gehen täglich über ihn hinweg. Wir bauen auf ihm. Wir nutzen ihn wie selbstverständlich. Aber wie oft denken wir wirklich darüber nach, was unter unseren Füßen passiert? Der Boden ist ein hochkomplexes System und erfüllt eine Vielzahl von Funktionen, die für unsere Gesellschaft unverzichtbar sind:

- Er ist Träger des Nährstoffkreislaufs, ohne den kein Pflanzenwachstum möglich wäre.
- Er ist Regulator des Wasserhaushalts, indem Wasser gespeichert, gefiltert und verzögert abgegeben wird.
- Er ist Speicher für Kohlenstoff und damit ein zentraler Faktor im Klimasystem.
- Er ist Lebensraum für eine enorme biologische Vielfalt, die oft gar nicht wahrgenommen wird.
- Er ist der stille Leistungsträger unserer Ökosysteme.

Diese Leistungsfähigkeit des Bodens gerät zunehmend unter Druck:

- Wir erleben längere Trockenperioden. Böden verlieren Feuchtigkeit, sie verhärten, sie verlieren ihre Struktur. Mikrobiologische Prozesse verändern sich. Der Humusgehalt kann zurückgehen – und damit die Fruchtbarkeit.
- Gleichzeitig erleben wir intensivere Starkregenereignisse. Wenn Wasser auf ausgetrocknete oder verdichtete Böden trifft, kann es oft nicht mehr aufgenommen werden. Es kommt zu Oberflächenabfluss und zu Erosion und damit zum Verlust genau

der fruchtbaren Bodenschichten, die über Jahrzehnte oder Jahrhunderte entstanden sind.

- Hinzu kommt die Verdichtung von Böden – etwa durch intensive Nutzung oder schwere Maschinen. Verdichtete Böden verlieren ihre Porenstruktur. Wasser kann schlechter versickern. Wurzeln können sich schlechter entwickeln. Der Boden verliert seine Funktionsfähigkeit – Schritt für Schritt.

All diese Prozesse wirken zusammen. Es ist ein Zusammenspiel von Faktoren, die sich gegenseitig verstärken. Das System gerät zunehmend unter Druck. Diese Entwicklungen sind nicht abstrakt. Sie sind konkret, messbar und immer mehr spürbar. Besonders deutlich werden diese Entwicklungen dort, wo Böden intensiv genutzt werden – in der Landwirtschaft. Hier zeigt sich der Klimawandel sehr konkret:

- Ertragseinbußen durch Trockenheit
- steigender Bewässerungsbedarf
- zunehmende Unsicherheit in der Planung
- langfristig sinkende Bodenfruchtbarkeit

Das hat nicht nur ökologische Folgen, die die Betriebe vor enorme Herausforderungen stellen, sondern auch wirtschaftliche und gesellschaftliche Folgen. Denn letztlich geht es auch um Ernährungssicherheit, regionale Wertschöpfung und Stabilität ländlicher Räume.

Böden sind jedoch nicht nur Leidtragende des Klimawandels. Sie sind auch ein zentraler Teil der Lösung: Humusreiche Böden können große Mengen an Kohlenstoff speichern. Moore – wenn sie intakt sind – gehören zu den effektivsten Kohlenstoffspeichern. Somit hat der Zustand der Böden direkten Einfluss auf die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre. Boden ist in der Lage, Wasser zurückzuhalten und so Hochwasserereignisse abzumildern. Er kann in Trockenperioden länger Feuchtigkeit bereitstellen und lokale Klimabedingungen regulieren. Er wirkt wie ein Puffer oder Ausgleichssystem. Das bedeutet:

Bodenschutz ist Klimaschutz.
Und gleichzeitig: Bodennutzung ist immer auch Klimapolitik.

Es gilt, diese Potenziale zu erkennen, um den Boden vom Problem zum Teil der Lösung zu transformieren. Die Fragen, die sich daraus ergeben, sind anspruchsvoll und wurden im Rahmen der DLKG-Bundestagung diskutiert:

- Wie können wir Böden so nutzen, dass sie langfristig leistungsfähig bleiben?
- Welche Anpassungsstrategien sind nicht nur sinnvoll, sondern auch realistisch umsetzbar?
- Wie bringen wir ökologische Anforderungen und wirtschaftliche Zwänge zusammen?
- Und wie gelingt es, Erkenntnisse aus der Forschung in die Praxis zu übertragen?

Umrahmt wurde das Tagungsprogramm von zahlreichen Grußworten: Ministerin Silke Gorißen betonte in einer Videobotschaft die Notwendigkeit, Klimaschutz, Klimaanpassung und nachhaltige Landentwicklung stärker miteinander zu verzahnen und hob die Rolle der Ländlichen Entwicklung dabei hervor. Thomas Ebert-Hatzfeld von der Bund-

Länder-Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Landentwicklung veranschaulichte die Bedeutung der Böden anhand eines eindrucksvollen Beispiels: In einem einzigen Teelöffel gesunder Erde leben bis zu 10 Milliarden Mikroorganismen – das sind mehr Lebewesen, als es Menschen auf der Erde gibt. Der Regierungspräsident des Regierungsbezirks Münster, Andreas Bothe, begrüßte die Teilnehmenden im Münsterland und hob hervor, dass Böden nicht nur Produktionsgrundlage für die Landwirtschaft, sondern zugleich Wasserspeicher, Kohlenstoffsенke und Lebensraum sind.

Die Bundestagung war auch durch zahlreiche Vorträge aus Politik, Wissenschaft und Praxis geprägt. Eine ausführliche schriftliche Ausarbeitung aller Fachvorträge findet sich in diesem Heft der Schriftenreihe der DLKG.

Abgerundet wurde das Programm der Bundestagung durch drei Exkursionen, bei denen die Teilnehmenden unterschiedliche Projekte der ländlichen Entwicklung erleben konnten. Hierzu gehörten: Schwammlandschaft Lippeaue, Moorlandschaften des Zwillbrocker Venns und des Hündfelder Moors sowie klimafreundlicher Land-Tourismus (Fahradexkursion).

Traditionell wird im Rahmen der Bundestagung der DLKG-Förderpreis für besonders herausragende Leistungen zur Gestaltung und Nutzung ländlicher Räume verliehen. In diesem Jahr wurde Frau Dr.-Ing. Dagmar Bix für ihre Dissertation „Anforderungen an die ländliche Bodenordnung im Kontext einer zukunftsfähigen Landnutzung“ ausgezeichnet. Dr. Bix hat sich intensiv mit dem Flächenmanagement im ländlichen Raum und den aktuellen Herausforderungen beschäftigt und ein neues Bodenordnungsinstrument zur Ergänzung des bestehenden Flurbereinigungsrechts entworfen. Die Laudatio hielt Herr Prof. Karl-Heinz Thiemann. Im Anschluss stellte Dr. Bix die Ergebnisse ihrer Arbeit vor.

Für die Vorbereitung, Organisation und Durchführung der Veranstaltung gilt mein ganz besonderer Dank der Landesarbeitsgruppe Nordrhein-Westfalen; hier insbesondere:

- Herr Wolfgang Buskühl
- Herr Andreas Peter
- Frau Maike Blennemann
- Herr Lars Laukamp
- Frau Christa Schulze-Bisping
- Frau Martina Hunke-Klein
- Frau Dr. Dagmar Bix
- Herr Markus Nowack
- Herr Niels Hartmann
- Herr Steffen Otto
- Herr Lukas Heßling-Mecking
- Herr Kilian Trimborn

Mit ihrem großen Engagement haben sie maßgeblich zum Gelingen der Bundestagung beigetragen. Dank ihres Einsatzes konnte ein vielseitiges und fachlich anspruchsvolles Vortrags- und Exkursionsprogramm realisiert werden. Gleichzeitig sorgten sie mit einer ausgezeichneten Organisation für einen reibungslosen Ablauf der Veranstaltung.

Zum Erfolg der Tagung haben darüber hinaus zahlreiche weitere Helferinnen und Helfer beigetragen, die hier nicht alle namentlich genannt werden können. Ihr Einsatz im Hintergrund war von unschätzbarem Wert und hat wesentlich dazu beigetragen, dass die Veranstaltung erfolgreich durchgeführt werden konnte. Allen Beteiligten gilt mein aufrichtiger Dank.

Ebenso möchte ich den Kooperationspartnern der DLKG meinen Dank aussprechen. Ohne ihre tatkräftige Unterstützung wäre die Organisation der Bundestagung in dieser Form nicht möglich gewesen. Dies gilt insbesondere für Bezirksregierung Münster, die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Landentwicklung sowie den DVW NRW e.V.

Mein besonderer Dank gilt außerdem den Referentinnen und Referenten aus Politik, Wissenschaft und Praxis. Mit ihren fachkundigen Beiträgen haben sie den wissenschaftlichen Austausch bereichert, Denkanstöße gegeben und die Diskussionen während der Tagung nachhaltig geprägt.

Liebe Leserinnen und Leser, der vorliegende Tagungsband dokumentiert die vielfältigen Facetten des Themenfeldes „Böden im Klimawandel“ und bündelt die wesentlichen Ergebnisse der Bundestagung. Die unterschiedlichen Beiträge eröffnen vielfältige Perspektiven und laden dazu ein, sich eingehender mit den aktuellen Herausforderungen und Lösungsansätzen auseinanderzusetzen. Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre und hoffe, dass der Tagungsband die Anregungen und den fachlichen Austausch der Veranstaltung in Münster lebendig werden lässt.

Würzburg, Juni 2026

Prof. Dr.-Ing Daniela Wenzel

Inhalt

Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen auf den Boden	11
<i>Bianca Plückhahn</i>	
Böden im Klimawandel – Aktuelle Rechtsrahmen zum Bodenschutz	17
<i>Dr. Ingo Böttcher, Sebastian Kuhn</i>	
Einsatz von Boden- und Standortinformationen in der waldbaulichen Planung im Klimawandel	21
<i>Alexander Weller</i>	
Moorwiedervernässung durch Flurbereinigung: Erfolgsmodell Alperstedter Ried?	25
<i>Michael Bern</i>	
Landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz in Zeiten des Klimawandels	27
<i>Dr. Tobias Heggemann</i>	
Das Machbare jetzt tun – wie gemeinsam mehr geht Erfahrungen aus der Initiative boden:ständig	31
<i>Thomas Corbeck</i>	
Der Landschaft das Trinken beibringen – Der Weg der ILE Region MainWerntal zur Schwammregion	39
<i>Franz-Josef Sauer</i>	
Planerische Berücksichtigung von Maßnahmen zum Erosionsschutz in der Flurbereinigung	47
<i>Dr. Uwe Richter</i>	
Bodenherstellung bei der Wiedernutzbarmachung von Tagebauflächen im Rheinischen Braunkohlerevier	59
<i>Manuel Eendenich,</i>	
Miscanthus im Einsatz gegen Erosion und Hangrutschen	63
<i>Friederike tho Seeth, Georg Völkening, Prof. Dr. Ralf Pude</i>	

Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen auf den Boden

Bianca Plückhahn

Deutscher Wetterdienst, Referat Agrarmeteorologie

1. Einleitung

Das Jahr 2025 blieb nach drei Jahren mit Wärmerekorden der Jahresmitteltemperatur in Folge mit 10,0 °C um 0,9 °C unter dem Vorjahreswert. Seit Aufzeichnungsbeginn 1881 war es dennoch das 8.-wärmste Jahr und selbst das neuere, wärmere Klimamittel 1991 bis 2020 wurde in 10 der 12 Monate teils deutlich überboten. Der langfristige Trend zur weiteren Erwärmung in Folge des Klimawandels ist somit ungebrochen. Hinsichtlich der Niederschläge war 2025 ein trockenes Jahr. In Erinnerung bleibt vor allem, dass es von Februar bis Mai so wenig Niederschlag gab wie noch nie zuvor in diesem viermonatigen Zeitraum seit Aufzeichnungsbeginn. Glücklicherweise sorgten regnerische Phasen Ende Mai / Anfang Juni und Ende Juli / Anfang August für eine Entspannung der Trockenheitssituation. Die über Deutschland gemittelte Bodenfeuchte war abgesehen vom Januar in jedem Monat unterdurchschnittlich, wobei die Abweichungen besonders von März bis Juli sehr markant ausfielen. Zum Jahresende waren die Böden für die Jahreszeit weniger aufgefüllt als üblich, mit einer besonders markanten negativen Abweichung in Teilen des Ostens.

Extreme Trockenphasen wie im Frühjahr 2025 traten in den vergangenen Jahren gehäuft auf. Nichtsdestotrotz gab es in jüngster Vergangenheit auch Phasen mit großflächig verteilten ergiebigen Niederschlägen sowie regionale Starkregenfälle. Der Klimawandel sorgt für zunehmende Extreme. Diese Veränderungen wirken sich auch auf den Wasserhaushalt und die Bodenfeuchte aus sowie auf die Wasserspeicherfähigkeit der Böden, Humusgehalt und Mikroorganismen im Boden.

2. Klimawandel in Deutschland

Während sich die globale Mitteltemperatur seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bis heute um rund 1,5 Grad erhöht hat, fällt die Erwärmung in Deutschland seit Aufzeichnungsbeginn 1881 mit rund 2,5 Grad (Abbildung 1) deutlich stärker aus. Ein Großteil dieser Erwärmung erfolgte erst seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts; innerhalb von 30 Jahren ist die Jahresmitteltemperatur um mehr als 1 Grad gestiegen!

Deutschland im Klimawandel

Abgebildet sind die **positiven** und **negativen** Abweichungen der Lufttemperatur vom vieljährigen Mittelwert 1971 – 2000 sowie die zu erwartende Zunahme bis 2100

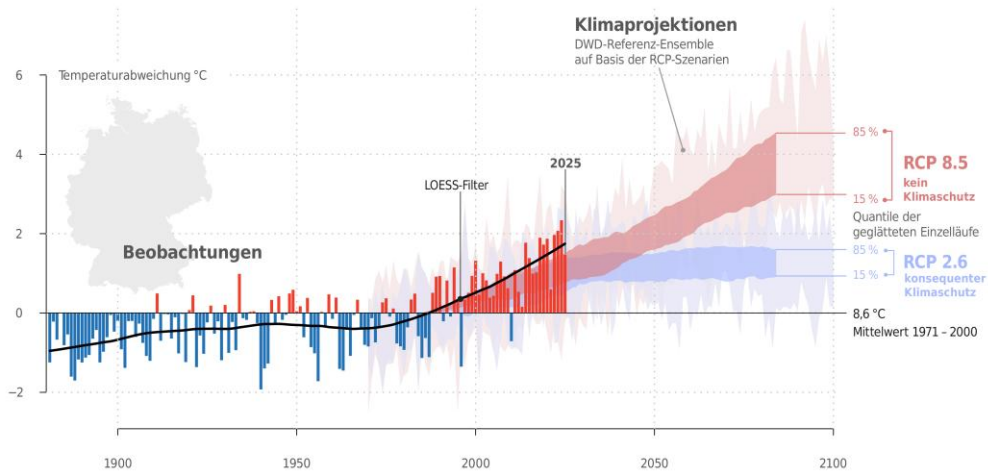


Abbildung 1: Abweichung der Jahresmitteltemperatur Deutschlands in den einzelnen Jahren 1881 bis 2025 vom vieljährigen Mittel 1971 bis 2000, LOESS-Filter-Trend und Klimaprojektionen RCP 8.5 (kein Klimaschutz) und RCP 2.6 (starker Klimaschutz) bis zum Jahr 2100

Die über das ganze Jahr aufsummierten Niederschläge haben sich in den letzten Jahrzehnten nicht signifikant verändert. In der Vegetationsperiode, also Frühling und Sommer, gab es besonders im Frühling seit rund 15 Jahren eine Häufung von unterdurchschnittlichen Niederschlägen. In den längerfristigen Klimaprojektionen zeichnet sich aber kein Trend ab.

Bei der Bodenfeuchte und der Wasserversorgung der Pflanzen sorgt allerdings eine andere, temperaturabhängige Größe für einen markanten Trend: die Verdunstung. Bei einer Erwärmung von 1 Grad nimmt die Verdunstung (bei ausreichender Feuchtigkeit im Boden) um rund 7 Prozent zu. Das bedeutet, dass es bei einer Erwärmung von 2,5 Grad seit Ende des 19. Jahrhunderts heutzutage etwa 18 Prozent mehr regnen müsste als damals, um die Bodenfeuchte und Wasserversorgung auf dem damals üblichen Niveau zu halten. Dieses Plus an Regen wurde jedoch weder in der Vergangenheit beobachtet, noch wird es in Zukunft erwartet. Dies geht zulasten der Bodenfeuchte.

Außerdem beinhaltet eine wärmere Atmosphäre mehr Wasserdampf und mehr Energie, die Niederschlagsbildungsprozesse laufen schneller ab. Das hat zur Folge, dass es im Mittel stärker, aber auch seltener regnet. Folglich tritt häufiger als früher Starkregen auf, der nur zu einem geringeren Teil vom Boden aufgenommen werden kann – der für die Pflanzen nutzbare Anteil der Niederschlagsmenge sinkt.

Die rückwirkend seit 1961 vorliegenden Berechnungen der Bodenfeuchte zeigen, dass die Böden – wie zu erwarten – in den letzten Jahrzehnten tendenziell deutlich trockener

geworden sind (siehe „Drying Stripes“, Abbildung 2). Vor allem in der Vegetationsperiode nahm die mittlere Bodenfeuchte in den vergangenen Jahrzehnten deutlich ab. Bei in Zukunft weiter steigenden Temperaturen ist im Mittel mit einer weiteren Verringerung des Wasserangebots zu rechnen.

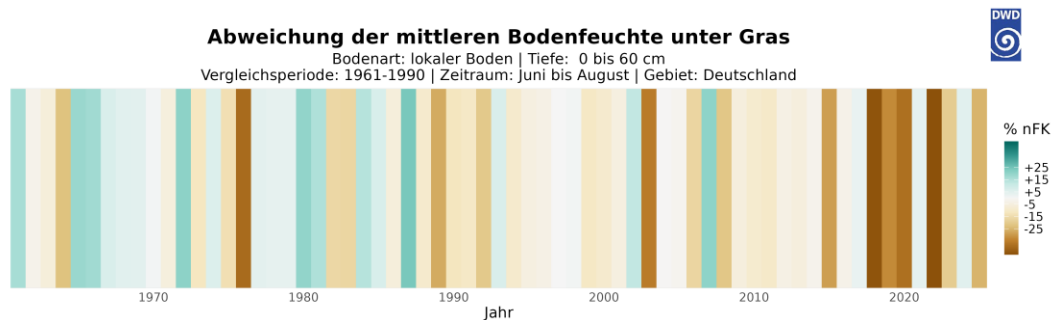


Abbildung 2: „Drying Stripes“: Abweichung der Bodenfeuchte unter Gras in Deutschland im Sommer der einzelnen Jahre 1961 bis 2025 vom vieljährigen Mittel 1961 bis 1990.

3. Auswirkungen auf die Pflanzenentwicklung

Die Klimaerwärmung zeigt auch ihre Auswirkungen auf die Pflanzenwelt. Um dies festzuhalten und zu untersuchen, befasst sich der Deutsche Wetterdienst mit der Phänologie, d. h. mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Pflanzen. Sie stehen in enger Beziehung zur Witterung und zum Klima und eignen sich daher für die verschiedensten Anwendungsgebiete und für vielseitige wissenschaftliche Untersuchungen. Hierfür betreibt der Deutsche Wetterdienst ein dichtes Netz von rund 1000 ehrenamtlichen Beobachterinnen und Beobachtern, die kontinuierlich die Entwicklung bestimmter Pflanzen beobachten, dokumentieren und diese Daten dem DWD melden.

Durch die langen Zeitreihen seit 1951 (z.T. auch länger) lassen sich die Veränderungen der Phänologie in den klimatologischen Referenzzeiträumen 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 vergleichen. Höhere Temperaturen beschleunigen vor allem im Frühling und Sommer die Pflanzenentwicklung. Die phänologische Doppeluhr (Abbildung 3) zeigt, dass der Vorfrühling im jüngeren Zeitraum rund 2,5 Wochen früher begann und sich die folgenden phänologischen Jahreszeiten bis zum Vollherbstbeginn um rund 10 Tage verfrühten. Blattverfärbung und Blattfall der Stiel-Eiche haben sich hingegen geringfügig zu späteren Terminen hin verschoben. Damit wurde der phänologische Winter – die Zeit der Vegetationsruhe – um fast 3 Wochen kürzer und gleichzeitig die Wachstumsperiode der Pflanzen entsprechend länger. Legt man einen linearen Trend durch den ganzen verfügbaren Zeitraum von 1951 bis 2024, ergeben sich noch deutlich größere Verschiebungen.

Diese Veränderungen in der Pflanzenwelt mit der damit einhergehenden Verlängerung der Wachstumsperiode sowie ein – aufgrund der steigenden Temperaturen – steigender Wasserbedarf der Pflanzen wirken sich ebenfalls negativ auf die Bodenfeuchte aus.

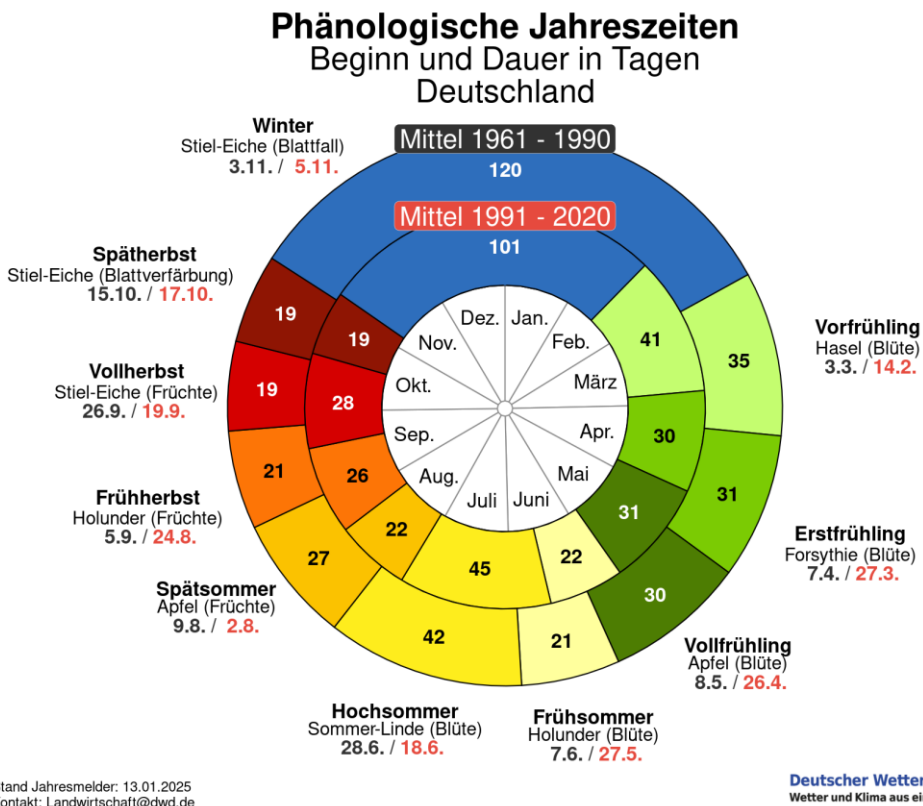


Abbildung 3: Phänologische Uhr: Vergleich des vieljährigen Mittels des Beginns der 10 phänologischen Jahreszeiten (über Deutschland gemittelt) für die Zeiträume 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020

4. Zukunftsaussichten

Klimamodelle sind in der Lage, das Klima der Zukunft mit Hilfe von Szenarien zu projizieren. Die aktuelle Auswertung der Klimaprojektionen zeigt für Deutschland für die Zukunft eine weitere Erwärmung, die am stärksten in Süd- und Ostdeutschland ausfallen wird; etwas schwächer erwärmt sich Nordwestdeutschland. Im Sommer ist die stärkste Erwärmung zu erwarten, der Frühling zeigt die geringsten Temperaturänderungen.

Wie stark sich die Erwärmung in den nächsten Jahrzehnten fortsetzt, hängt vom zukünftigen Verhalten der Menschheit, also von den zukünftigen Treibhausgasemissionen ab. Im Falle des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ (kein Klimaschutz) ist bis Ende des 21. Jahrhunderts ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur von 3 bis 4 Grad, bei einem Szenario mit konsequentem Klimaschutz hingegen nur von etwa 1,5 Grad zu erwarten; der Bezugszeitraum ist hierbei 1971 bis 2000. (Abbildung 1). Die Entwicklung seit 1881 und die Klimaprojektionen bis zum Jahr 2100 findet man im Klimaatlas des DWD: www.dwd.de/klimaatlas.

Beim Niederschlag ist die räumliche und zeitliche Variabilität hoch und die Änderungen sind daher unsicherer. Die höchsten Niederschlagszunahmen zeigen sich im Winter im

Norden und im Frühling im Nordosten Deutschlands. Im Sommer deckt die Bandbreite den gesamten Bereich von trockener bis feuchter ab. Die stärksten Niederschlagsabnahmen können im Sommer eher im Westen auftreten und die Bereiche der meisten Niederschlagszunahmen eher im Nordosten.

Schon allein aufgrund der weiteren Erwärmung und der damit einhergehenden Verdunstungszunahme wird sich der Trend zur sinkenden Bodenfeuchte voraussichtlich fortsetzen. Berechnungen auf der Basis der neuen Klimaszenarien sind aktuell in Arbeit.

5. Beratungsangebote des DWD

Um die Land- und Forstwirtschaft bei den zunehmenden Herausforderungen in Zeiten des Klimawandels zu unterstützen, finden sich im Internetangebot des DWD zahlreiche agrarmeteorologische Informationen. Neben dem Bodenfeuchteviewer, agrarmeteorologischen Gefahrenhinweisen sowie Informationen zur aktuellen Situation (www.dwd.de/agrarwetter) finden sich im Internetangebot des DWD auch die aktuellen phänologischen Daten (www.dwd.de/phaenologie). Des Weiteren stellt der DWD zur Beratung der Landwirte das umfangreiche Online-System ISABEL zur Verfügung (www.dwd.de/isabel).

Die möglichen Szenarien unseres zukünftigen Klimas in Zusammenschau mit unserem früheren und derzeitigen Klima werden im Klimaatlas des DWD gezeigt (www.dwd.de/klimaatlas). Für näherliegende Zeiträume wie z. B. die kommenden Wochen berechnet der DWD-Klimavorhersagen. Diese umfassen einen Zeitraum von einigen Wochen bis zu mehreren Jahren. Sie schließen die Lücke zwischen kurzfristigen Wettervorhersagen (bis zu 14 Tagen) und langfristigen Klimaprojektionen (30-100 Jahre). Sie geben eine grobe Tendenz der Klimaentwicklung wieder, zum Beispiel ob Tropennächte in Zukunft mit höherer Wahrscheinlichkeit auftreten. Die „Trefferquote“ von Klimavorhersagen ist insgesamt niedriger als bei Wettervorhersagen für die kommenden Stunden und Tage. Die Ergebnisse sind zu finden unter www.dwd.de/klimavorhersagen unter der Rubrik „Profi-Klimavorhersagen“.

6. Zusammenfassung

Der Klimawandel wirkt sich auf das gesamte Ökosystem aus. Die Erderwärmung verändert die gesamte atmosphärische Zirkulation. Das wiederum bewirkt neben weiter steigenden Temperaturen auch weitere Veränderungen der Niederschlagsverteilung, der Pflanzenentwicklung sowie der Bodenfeuchte. Diese Veränderungen werden sich auch in absehbarer Zukunft fortsetzen. Wie stark diese Veränderungen in Zukunft ausfallen werden, hängt von zahlreichen Faktoren ab, wie z. B. die Landnutzung sowie mögliche politische, technische und sozioökonomische Entwicklungen der Menschheit.

Böden im Klimawandel – Aktuelle Rechtsrahmen zum Bodenschutz

Dr. Ingo Böttcher, Sebastian Kuhn

Bundesministerium für Umwelt, Klima, Naturschutz und nukleare Sicherheit
Referat Recht des Bodenschutzes, vorsorgender und nachsorgender
Bodenschutz, Moorschutz

Der Boden ist eine der wichtigsten, zugleich aber am wenigsten beachteten Ressourcen unserer Umwelt. Er bildet nicht nur die Grundlage für Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion, sondern dient als Lebensraum, Wasserfilter und Kohlenstoffspeicher und erfüllt damit zahlreiche unverzichtbare Ökosystemfunktionen. Trotzdem nimmt die Belastung des Bodens kontinuierlich zu: Hoher Flächenverbrauch durch Siedlungs- und Verkehrsflächen, nicht nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken und die Zunahme von Schadstoffen gefährden seine Qualität und Funktionen. Zusätzlich verstärken der Klimawandel sowie immer häufigere Extremwetterereignisse wie Starkregen und Dürre die Erosionsgefahr und den Humusverlust. Der Nettoverlust an unversiegelten, ökologisch wertvollen Böden bleibt damit ein zentrales Problem.

Die Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung hat bereits 1985 den Bodenschutz als umweltpolitisches Ziel und Querschnittsaufgabe definiert. 1998 wurde mit dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) – Jahrzehnte nach Wasser- und Luft – der Boden durch Bundesrecht geschützt. Ziel des Gesetzes ist es, die Funktionen des Bodens nachhaltig in ihrer Leistungsfähigkeit zu erhalten oder wiederherzustellen. 1999 folgte die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Aufgrund der starken Ausrichtung des Bodenschutzgesetzes auf die Nachsorge („Altlastengesetz“) und seiner komplexen Systematik im Verhältnis zu anderen Rechtsbereichen haben sich im Laufe der Zeit zunehmende Vollzugsdefizite gezeigt. Damit stellt sich die Frage, ob nach mehr als einem Vierteljahrhundert die Zielsetzungen der Bundesregierung zum Bodenschutz ausreichend umgesetzt werden können – zumal neue Herausforderungen entstanden sind.

Im Bereich des vorsorgenden Bodenschutzes erweist sich das Gesetz zunehmend als unzureichend, insbesondere im Hinblick auf Klimaschutz, Klimaanpassung und den Erhalt der Biodiversität. Wiederholt auftretende Hochwasserereignisse sowie langanhaltende Trockenperioden erinnern an die elementare Bedeutung der natürlichen Bodenfunktionen. Der fortschreitende Klimawandel, ein häufig zu hoher Nutzungsdruck, die ständige Ausweitung von Siedlungs- und Verkehrsflächen mit damit einhergehender Versiegelung sowie Schadstoffeinträge bedrohen die nicht erneuerbare Ressource Boden und damit unsere Lebensgrundlage. Auch für die biologische Vielfalt ist der Boden entscheidend – sowohl für das häufig übersehene Bodenleben selbst als auch für die Artenvielfalt oberhalb des Bodens.

In der Nachsorge ist das Gesetz ebenfalls in die Jahre gekommen. Das wird deutlich am Umgang mit neuen Schadstoffen wie organischen Fluorverbindungen – insbesondere die Ewigkeitschemikalie PFAS – oder Mikroplastik.

Das Grundgesetz verpflichtet seit 1994 in Artikel 20a zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen im Interesse künftiger Generationen – durch Gesetzgebung, vollziehende Gewalt und Rechtsprechung. Die Bedeutung dieses Staatsziels wurde durch den Beschluss des Bundesverfassungsgerichts zum Klimaschutzgesetz im März 2021 erneut gestärkt.

Das Bundesministerium für Umwelt, Klima, Naturschutz und nukleare Sicherheit ist innerhalb der Bundesregierung das federführende Ressort für den Bodenschutz und betrachtet ihn zugleich als ausgeprägte Querschnittsaufgabe. Entscheidend ist, dass Bodenschutz auf allen Ebenen und in allen Bereichen umgesetzt wird und die Aspekte nachhaltiger Nutzung vollumfänglich berücksichtigt werden. Hier bestehen jedoch Defizite, denen legislativ zu begegnen sein wird.

Das BBodSchG zusammen mit der BBodSchV bildet die zentralen Regelungen zum Bodenschutz auf Bundesebene. Die Gesetzgebungskompetenz für den Bodenschutz liegt beim Bund, der Vollzug ist Aufgabe der Länder.

Wie bereits erwähnt, enthält das BBodSchG in seiner Fassung von 1998 ein differenziertes Regelwerk für die Nachsorge. Für den vorsorgenden Bodenschutz bietet es hingegen nur wenige, eher allgemeine Bestimmungen. Die Verhinderung von Schadstoffbelastungen – etwa durch diffuse Einträge oder neue Stoffe – sowie andere Formen der Bodendegradation wie Erosion, Verdichtung und Verlust organischer Substanz werden kaum konkret adressiert. Die Bedeutung des Bodens für Klimaanpassung und Klimaschutz spielt im Bodenschutzrecht kaum eine Rolle: Dabei speichern Böden nach den Meeren den zweitgrößten Teil der globalen Treibhausgase. Auch die Kühlfunktion des Bodens gewinnt durch den im Zuge des Klimawandels steigenden Temperaturanstieg, insbesondere in urbanen Räumen, zunehmend an Bedeutung. Unversiegelte Böden werden zudem immer wichtiger für die Eindämmung von Starkregen- und Überschwemmungsereignissen.

Ein weiteres Hindernis für einen effektiven rechtlichen Schutz ist die im Gesetz verankerte umfassende Subsidiarität zugunsten zahlreicher anderer Rechtsbereiche. Sie soll Kollisionen mit bereits bestehenden Fachgesetzen vermeiden. Da Vorschriften mit Bodenbezug bereits im Landwirtschafts- oder Baurecht enthalten sind, finden die Regelungen des BBodSchG nur Anwendung, „soweit“ das jeweilige Fachrecht Einwirkungen auf den Boden nicht regelt. In der Praxis führt diese Systematik jedoch häufig zu Schutzlücken. Zwar enthält das BauGB die Bodenschutzklausel (§ 1a Abs. 2 BauGB), nach der mit Grund und Boden sparsam und schonend umzugehen sei, und eine Duldungspflicht (§ 179 Abs. 1 Satz 2 BauGB) zur Wiedernutzbarmachung dauerhaft nicht genutzter Flächen, die dem Entsiegelungsgebot (§ 5 BBodSchG) gleichkommt. Diese vorrangigen

Bestimmungen vermitteln jedoch nicht das gleiche Schutzniveau wie die originär bodenschutzrechtlichen Bestimmungen. Dies führt dazu, dass bodenschutzrechtliche Belange in Ermessensentscheidungen leicht zu kurz kommen oder nur durch unzureichende Nebenbestimmungen berücksichtigt werden.

Mit der „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und Gewerbeabfallverordnung“ (BGBl. I 2021, S. 2598) wurde die BBodSchV neu gefasst und trat am 1. August 2023 in Kraft. Sie konkretisiert die Anforderungen an die nachhaltige Sicherung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen und passt sie in einzelnen Bereichen an den aktuellen Stand der wissenschaftlichen und vollzugspraktischen Erkenntnisse an. Die Regelungen zum Auf- und Einbringen von Materialien wurden neu gefasst und auf den Anwendungsbereich unter- und außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht erweitert. Die neue BBodSchV enthält zudem Bestimmungen zum physikalischen Bodenschutz, zur bodenkundlichen Baubegleitung und zur Gefahrenabwehr bei Erosion durch Wind.

Im Rahmen des im Jahr 2026 abgeschlossenen Forschungsvorhabens „Stärkung des Bodenschutzes durch Recht“ wurde das bestehende Bodenschutzrecht analysiert, Problembereiche aufgearbeitet und Lösungsvorschläge formuliert. Der Abschlussbericht ist auf der Website des Umweltbundesamtes verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/starkung-des-bodenschutzes-der-altlastensanierung>.

Die Europäische Kommission hat am 17. November 2021 die EU-Bodenstrategie für 2030 vorgelegt. Deren Vision ist es, dass sich bis 2050 alle Bodenökosysteme in der EU in einem gesunden Zustand befinden und somit widerstandsfähiger sind. In diesem Zusammenhang wurde auch erstmals auf europäischer Ebene eine eigene Regelung für den Bodenschutz angekündigt. Die „Richtlinie zur Bodenüberwachung und für Bodenresilienz“ (Soil Monitoring Law (EU) 2025/2360) wurde im Oktober 2025 verabschiedet. Trotz der im Koalitionsvertrag für die 21. Legislaturperiode verankerten Ablehnung trat die Richtlinie im Dezember 2025 in Kraft und muss von den Mitgliedstaaten innerhalb von drei Jahren in nationales Recht umgesetzt werden. Es ist geplant, die Richtlinie mithilfe bereits bestehender administrativer Strukturen und Monitoring-Programmen – genannt seien insbesondere die Boden-Dauerbeobachtungsprogramme der Länder sowie die Bodenzustandserhebung „Wald“ und „Landwirtschaft“ – schlank umzusetzen und die genannten Herausforderungen sachgerecht zu berücksichtigen.

Einsatz von Boden- und Standortinformationen in der waldbaulichen Planung im Klimawandel

Alexander Weller

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen

Waldplanung und Standortkunde

1. Der Forstliche Standort

Der Forstliche Standort umfasst alle Umweltfaktoren, die für das Wachstum von Waldbäumen entscheidend sind. Dabei wird im Wesentlichen die Lage (z. B. geografische Breite, Oberflächenrelief, Höhe über NN), das Klima (u.a. Temperatur, Niederschlag, Vegetationszeitdauer) sowie der Boden (geologisches Substrat, Bodenart, Skelettgehalt, Wasserspeicherkapazität, Bodentyp, Humusform u.v.m.) für eine Beurteilung des Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushaltes herangezogen. Standorte mit ähnlichen Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalten, damit Wuchsbedingungen für die Waldbäume, werden zu sogenannten „Standorttypen“ zusammengefasst, die wiederum zur waldbaulichen Planung herangezogen werden.

2. Die Boden- und Standortkarten in NRW

Die umfangreichen Informationen zum Waldboden werden in NRW durch den Landesbetrieb Geologischer Dienst NRW (GD NRW) erhoben. Dabei stellt der GD NRW die Ergebnisse seiner Bodenkartierung nicht nur der Landesforstverwaltung und den Waldbesitzenden zur Verfügung, sondern auch der interessierten Öffentlichkeit. Hierbei ist zwischen der Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK50) und der Bodenkarte 1:5.000 für den Forstbereich (BK5F) zu unterscheiden. Die BK50 liegt landesweit, unabhängig von der Flächennutzungsform, digital zur Verfügung, bietet aber maßstabsbedingt nur eine vergleichsweise grobe Auskunft über die lokalen Bodenverhältnisse. Die BK5F wiederum bietet detaillierte und flächenscharfe Informationen zu den Bodenverhältnissen, liegt aber derzeit nur für ca. 57 % der Waldfläche NRWs vor.

Die 2018 veröffentlichte Forstliche Standortkarte (FSK) des GD NRW nutzt die Informationen aus der Bodenkartierung, ergänzt um Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Klima NRW (LANUK) sowie Daten zum Relief von Geobasis NRW. Die FSK gibt es in zwei Versionen, als FSK50 oder FSK5, angelehnt an die eingegangenen Daten der beiden unterschiedlichen Bodenkartierungen. Die FSK gibt damit Auskunft über den Wasser-, Nährstoff- und Wärmehaushalt, stellt also den jeweiligen Standorttyp dar. Der Wärmehaushalt wird dabei anhand der Dauer der forstlichen Vegetationszeit vor Ort (= durchschnittliche Anzahl an Tagen pro Jahr mit einer Tagesmitteltemperatur ≥ 10 °C) abgeleitet. Mit diesen Informationen bildet die FSK die zentrale Grundlage für standortgerechte waldbauliche Planung. Zur

Minimierung zukünftiger Risiken im fortschreitenden Klimawandel gibt es von der FSK50 und FSK5 jeweils zwei zusätzliche Varianten, die auf Klimaprojektionen der Klimaszenarien RCP4.5 und RCP8.5 des Weltklimarates (IPCC) für den Zeitraum 2071-2100 beruhen. Diese helfen dabei, eine potenzielle Standortdrift im fortschreitenden Klimawandel bei der Planung langfristig angelegter Wälder zu berücksichtigen.

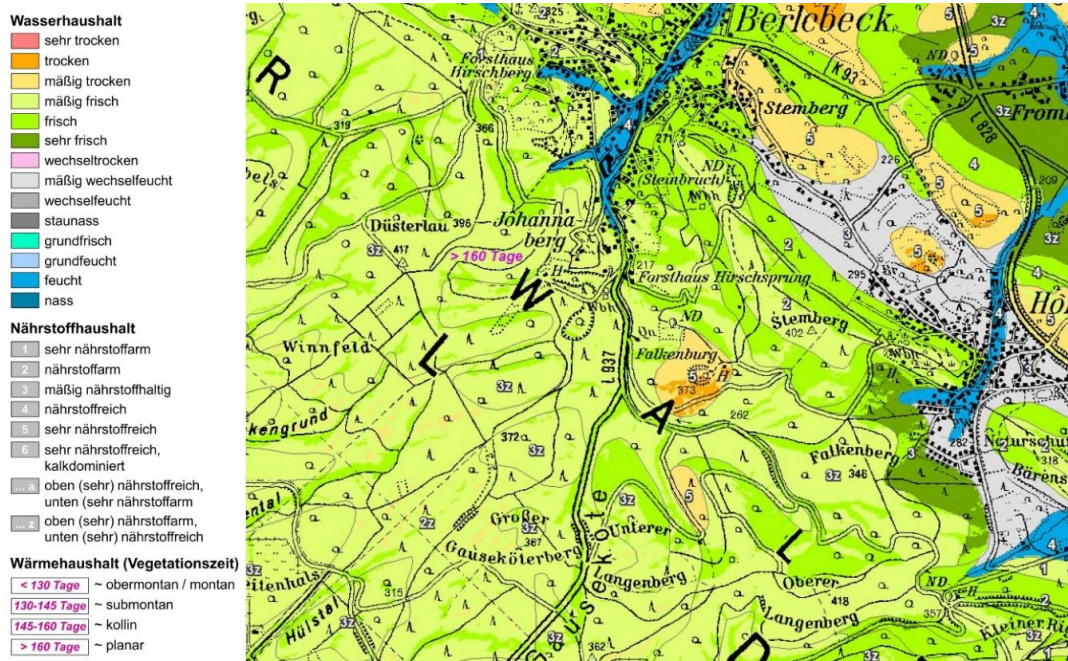


Abbildung 4 Darstellungsbispiel der Forstlichen Standortkarte im Maßstab 1:50.000 (Geologischer Dienst NRW 2018)

3. Waldbauliche Empfehlungen

Auf Basis des jeweils in der FSK dargestellten Standorttyps empfiehlt das Waldbaukonzept NRW der Landesforstverwaltung verschiedene Waldentwicklungstypen (WET). WET stellen idealtypische, standortgerechte und strukturierte Mischbestände dar. Diese WET-Empfehlungen des Waldbaukonzeptes sind digital mit der FSK verknüpft. Das bedeutet, dass bei einem Klick in die Karte nicht nur der jeweilige Standorttyp abgerufen werden kann, sondern auch alle vom Waldbaukonzept NRW für den Standorttyp empfohlenen WET. Zudem können die Standortinformationen der FSK ebenfalls dazu genutzt werden, um die Standortgerechtigkeit einzelner Baumarten zu beurteilen. Hierzu gibt es für 16 ausgewählte Baumarten sogenannte „Baumarteneignungskarten“. Wie auch für die FSK, gibt es auch hier jeweils zwei zusätzliche Klima-Varianten auf Basis der Klimaszenarien RCP4.5 und RCP8.5 für den Zeitraum 2071-2100.

Waldentwicklungstypen nach Standortfaktoren
 Vegetationsbedingungen: Vegetationszeit (Tage > 10 °C Tagesmitteltemperatur) 160 - 200 Tage

Gesamtwasserhaushaltsstufe	mäßig trocken bis sehr trocken, wechselfeucht		mäßig frisch		frisch bis sehr frisch, grundfrisch bis grundfeucht		mäßig wechselfeucht bis wechselfeucht		hangfeucht, feucht		nass, staunass	
Nährstoffversorgung												
eutroph (basenreich bis sehr basenreich)	12, 13, 23 21, 29, 31 69, 96	12, 13, 20, 23 21, 27, 29, 31 69, 92, 96	12, 13, 20, 23 21, 27, 29, 31 32 69, 92, 98	12, 13, 23, 40 14, 21, 31, 32 68, 98	12, 13, 40 14, 31, 32 69, 88, 98	12, 13 40 32						
mesotroph (mäßig basenhaltig)	12 14, 21, 29 42, 62, 69, 92 96	12, 20 14, 21, 27, 29 42, 62, 69, 92 96	12, 20, 23 14, 21, 27, 28 29 42, 62, 68, 82 88, 92, 96, 98	12, 40 14, 21 42, 69, 88, 96 98	12, 40 14, 44 69, 88, 96, 98							
schwach mesotroph/oligotroph (basenarm bis sehr basenarm)	12 14, 21, 29 62, 69, 92, 96	12 14, 21, 29 42, 62, 69, 92 96	12, 20 14, 21, 27, 28 29 42, 62, 68, 69 82, 92, 96, 98	12, 40 14, 21, 29, 44 42, 62, 69, 96	12, 40 14, 44 69, 96							

Waldentwicklungstypen

<p>Eichenmischwälder</p> <ul style="list-style-type: none"> 12 Eiche-Buche/Hainbuche 13 Eiche-Edellaubbäume 14 Eiche Birke/Kiefer 	<p>Buchenmischwälder</p> <ul style="list-style-type: none"> 20 Buchenmischwald 21 Buche-Eiche/Roteiche 23 Buche-Edellaubbäume 27 Buche-Lärche 28 Buche-Fichte/Tanne 29 Buche-Douglasie 	<p>Weitere Laubmischwälder</p> <ul style="list-style-type: none"> 31 Edellaubbäume (trocken) 37 Edellaubbäume (frisch) 40 Schwarzerle 42 Roteiche-Buche/Küstentanne 44 Berke-Schwarzerle 	<p>Nadelmischwälder</p> <ul style="list-style-type: none"> 33 Kiefer-Buche/Lärche 58 Kiefermischwald 69 Kiefer-Douglasie 82 Fichtermischwald 84 Fichte-Vogelbeere/Birke 	<ul style="list-style-type: none"> 88 Tannenmischwald 92 Douglasie-Buche 96 Douglasie-Küstentanne 98 Douglasienmischwald
---	---	--	---	--

Quelle: Hele et al., UmweltWald (verändert u.a. nach Milbert und Deeschk, 2009; Arten-Ekoreis-Standortkartierung, 2016; Landesnaturschutzamt, 2016)

- Färbdruck der bezüglich des standörtlichen Potentials besonders geeigneten Waldentwicklungstypen
- Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldinventurauswertungen der FFH-RL bezüglich der Baumartenzusammensetzung bzw. der Höhenstufe (12-14 = voll, 13 = eingeschränkt, 20-23 = keine) verpflichtend für WAB-LRT in FFH-Gebieten, in FFH-Gebieten kein Einbringen (denkmalrechtlicher Status) - staatliche Befähigung für den Erhalt der Wälder (LRT) auch außerhalb von FFH-Gebieten
- Berücksichtigung event. weiterer naturschutzrechtlicher Einschränkungen bezüglich der Baumartenzusammensetzung (z. B. nach sonstigen Bundes- oder Landesnaturschutzgesetz)
- Digitale naturschutzfachliche Informationsangebote (Waldinfo NRW) sowie Informations- und Beratungsangebote der Regionalforstämter und der Naturschutzbehörden der Kreis- und kreisfreien Städte

Möglichkeit der Veränderung der Eingangsparameter Vegetationszeit und Wasserhaushalt für die Auswahl der Waldentwicklungstypen je nach berücksichtigtem Szenario zu den Auswertungen des Klimawandels über den Produktionszeitraum (Standort drit)

Abbildung 2 Standortbasierte Waldentwicklungstyp-Empfehlungen im Waldbaukonzept NRW (MULNV NRW 2021)

4. Internetportal Waldinfo.NRW

Das Internetportal Waldinfo.NRW (<https://www.waldinfo.nrw.de/>) bietet Zugang zu einer Vielzahl an frei verfügbaren Geodaten rund um den nordrhein-westfälischen Wald für alle Waldbesitzenden, Waldbewirtschaftenden oder die interessierte Öffentlichkeit. Auch die zuvor genannten Boden-, Standort- und Baumarteneignungskarten sind auf Waldinfo.NRW einsehbar. Darüber hinaus gibt es ein „Unterstützungssystem Wiederbewaldung“. Dieses Werkzeug bietet Waldbesitzenden auf einfache Weise und mit wenigen „Klicks“ Informationen zu den vorherrschenden Standorttypen, jeweils empfohlenen WET sowie weitere für die Wiederbewaldung relevante Informationen für die betrachtete Waldfläche.

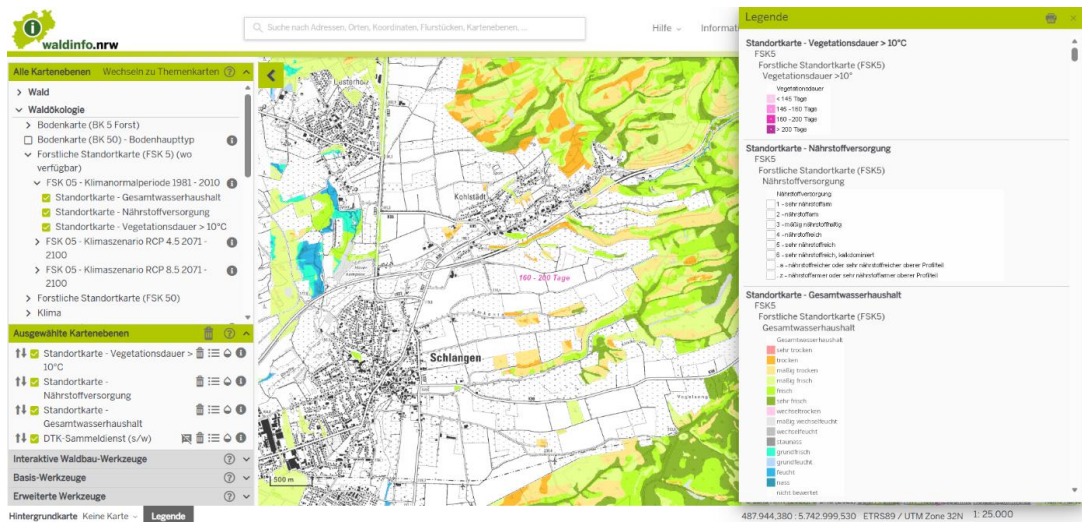


Abbildung 3 Darstellungsbeispiel der Forstlichen Standortkarte im Maßstab 1:5.000 auf Waldinfo.NRW (Herausgeber Waldinfo.NRW: MLV NRW)

5. Zusammenfassung

Die Boden- und Standortkarten im Maßstab 1:50.000 (BK50, FSK50), inkl. der verknüpften waldbaulichen Empfehlungen gemäß dem Waldbaukonzept NRW, liegen landesweit digital für NRW vor. Diese sind aber, maßstabsbedingt vorwiegend für regionale und betriebliche Betrachtungen nutzbar. In Gebieten mit sehr homogenen Bodenverhältnissen können die Karten auch für einzelne Waldbestände herangezogen werden. Die großmaßstäbigen Kartenwerke BK5F und FSK5 inkl. waldbaulicher Empfehlungen bieten flächentreue und detaillierte Planungsinformationen für einzelne Waldbestände. Beide Karten liegen jedoch derzeit nur für ca. 57 % der nordrhein-westfälischen Waldfläche vor. Alle Karten sowie weitere Planungsinformationen und -werkzeuge sind auf der frei verfügbaren Internetplattform Waldinfo.NRW einsehbar und nutzbar.

Bildnachweis

Abbildung 1: Geologischer Dienst NRW, 2018: Forstliche Standortkarte für den Wald der Zukunft

Abbildung 2: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW, 2021: Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung

Abbildung 3: Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: www.waldinfo.nrw.de

Moorwiedervernässung durch Flurbereinigung: Erfolgsmodell Alperstedter Ried?

Michael Bern

Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
Referat Flurbereinigungsbereich Mittelthüringen

1. Ausgangslage

Das Alperstedter Ried nördlich der Landeshauptstadt Erfurt ist das größte Kalkflachmoor Thüringens. Es wurde bereits 1967 mit einer Fläche von 101 ha als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Durch das Vorkommen mehrerer Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie, wie Wiesenknopf-Ameisenbläuling, Schmale Windelschnecke und Sumpfungelwurz hat das Ried eine überregionale Bedeutung.

Durch die Anlage von Entwässerungsgräben und durch die Regulierung des Hauptvorfluters kam es in der Vergangenheit zu einer erheblichen Absenkung des regionalen Grundwasserspiegels mit der Folge, dass der Moorkörper austrocknete und das Aufkommen typischer Moorarten zurückging.

Die Stiftung Naturschutz Thüringen (SNT) ist durch das Thüringer Naturschutzgesetz ermächtigt, Erwerb und Sicherung von Grundstücken zum Zwecke des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu betreiben, Maßnahmen zur Pflege und Entwicklung von Schutzgebieten durchzuführen und Mittel aus der Ausgleichsabgabe zweckgebunden zur Verbesserung von Natur und Landschaft zu verwenden.

Auf dieser rechtlichen Grundlage hat der Stiftungsrat 2006 die Umsetzung des Projekts „Moorlandschaft Alperstedter Ried“ beschlossen.

2. Ziele und Maßnahmen des Naturschutzes

Ziel des Projekts ist die Wiederherstellung der natürlichen hydrologischen Verhältnisse, sprich die Anhebung des Grundwasserspiegels und die damit verbundene Durchströmung des Moores wieder zu ermöglichen. Zur Pflege und Nutzung der Flächen innerhalb des Moores hat die SNT ein Beweidungsprojekt mit Exmoor-Ponys, karpatischen Wasserbüffeln und einer Herde der Harzer Rotvieh mit ortsansässigen Landwirtschaftsbetrieben vereinbart.

3. Maßnahmen der Landentwicklung

Das Amt für Landentwicklung und Flurneuordnung (ALF) Gotha hat 2010 auf Antrag der SNT das vereinfachte Flurbereinigungsverfahren Alperstedter Ried nach § 86 FlurbG unter anderem mit folgenden Zielen angeordnet:

- Herstellung der Flächenverfügbarkeit für die Stiftung Naturschutz zur eigentumsrechtlichen Sicherung des NSG Alperstedter Ried und einer daran anschließenden Pufferzone
- Wiederherstellung der natürlichen hydrologischen Verhältnisse durch Verfüllung der Entwässerungsgräben im Randbereich des Moores
- Umwandlung von Ackerflächen in Grünland
- Zuteilung landwirtschaftlicher Nutzflächen an die privaten Eigentümer von Moorflächen
- Verbesserung der Erlebbarkeit und damit der touristischen Erschließung des Naturpotenzials

4. Ergebnisse

Durch den im Jahr 2013 aufgestellten Plan nach § 41 FlurbG über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen konnten die Kernmaßnahmen die Anhebung der Grabensohle des Vorfluters „Alte Wulbe“ sowie die Errichtung eines Staubauwerkes, um den Verbleib des Oberflächen- und Grundwassers im Ried zu regulieren, umgesetzt werden.

Mit der Umwandlung von mehr als 40 ha Ackerland in extensives Grünland wurden Pufferflächen für das Wiedervernässungsgebiet geschaffen, auf denen das Beweidungsprojekt stattfindet. Um die Landschaftsgestaltung zu unterstützen, wurden außerdem Teiche, Zäune, ein Unterstand, 1,5 km Wirtschaftsweg sowie ein Bohlenweg zur verbesserten Erlebbarkeit des Moores errichtet.

Im Zuge der Neuordnung der Eigentumsverhältnisse durch den Flurbereinigungsplan werden die von der SNT eingebrachten Flächen so zugeteilt, dass sowohl die Pufferflächen für das Wiedervernässungsgebiet als auch die Flächen im Naturschutzgebiet in das Eigentum der Stiftung wechseln. Somit konnten mit Hilfe der Flurbereinigung alle Ziele des Maßnahmenträgers erreicht werden.

Landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz in Zeiten des Klimawandels

Dr. Tobias Heggemann

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Geschäftsbereich 2 – Ländliche Entwicklung, Ressourcenschutz

1. Landwirtschaftliche Böden unter Druck

Landwirtschaftliche Böden erfüllen eine Vielzahl von Funktionen: Sie sind Produktionsgrundlage für Nahrungs- und Futtermittel, Lebensraum für Bodenorganismen, Speicher- und Filtermedium im Wasser- und Stoffkreislauf sowie Kohlenstoffspeicher. Gleichzeitig stehen sie zunehmend unter Druck. In Nordrhein-Westfalen werden rund 1,47 Mio. ha landwirtschaftlich genutzt, davon etwa 1,05 Mio. ha als Ackerland. Die Landwirtschaft ist damit ein zentraler Flächennutzer, steht jedoch in einem Spannungsfeld vielfältiger gesellschaftlicher Ansprüche an die Fläche – von Siedlung, Gewerbe und Infrastruktur über Habitat- und Erholungsfunktionen bis hin zu Wasserregulation, Klimaschutz und Lebensmittelproduktion. Hinzu kommen steigende Bodenpreise und ein Pachtflächenanteil von über 60 %, wodurch Druck auf die Wirtschaftlichkeit der Bodennutzung und damit auch auf die Landwirtschaft entsteht.

Der Klimawandel bringt weitere Herausforderungen mit sich. Veränderte Niederschlagsmuster, längere Dürreperioden, höhere Temperaturen sowie intensivere Stark- und Dauerregenereignisse beeinflussen die Bodenfunktionen und die landwirtschaftliche Produktion. Böden müssen künftig noch stärker Wasser aufnehmen, speichern und bei Starkregen schadlos ableiten können. Gleichzeitig nimmt in Trockenperioden die Bedeutung eines stabilen Bodengefüges, ausreichender Durchwurzelung und hoher nutzbarer Feldkapazität zu. Landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz sind deshalb nicht getrennt zu betrachten, sondern als gemeinsame Grundlage für Ertragssicherheit, Klimaanpassung und Ressourcenschutz.

2. Erosion und Starkregen: Bodenschutz als Eigeninteresse und Gemeinschaftsaufgabe

Besonders sichtbar werden die Folgen des Klimawandels bei Hochwasser, Sturzfluten und Bodenerosion. Starkregenereignisse können innerhalb kurzer Zeit erhebliche Mengen an Oberboden verlagern. Die Schäden entstehen sowohl auf der Fläche selbst als auch außerhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche. On-site-Schäden betreffen unmittelbar die landwirtschaftlichen Betriebe: Verlust fruchtbaren Oberbodens, Verschlämung, verminderte Infiltration, Nährstoffverluste und Ertragseinbußen. Off-site-Schäden betreffen unter anderem Wege, Gräben, Gewässer, Siedlungsbereiche und Infrastruktur. Gerade im Bereich der Starkregenvorsorge wird deutlich, dass Bodenschutz nicht allein Aufgabe der Landwirtschaft ist, sondern oftmals nur im Zusammenspiel von Landwirtschaft, Kommunen, Anliegern und weiteren Akteuren gelingen kann.

Die Kulisse erosionsgefährdeter Gebiete trägt der zunehmenden Erosionswirksamkeit von Stark- und Dauerregen Rechnung und ist 2023 im Zuge der Agrarreform deutlich erweitert worden. Gleichzeitig sind die rechtlichen Vorgaben im Erosionsschutz komplex. Für die Praxis ist daher entscheidend, rechtliche Anforderungen mit fachlicher Beratung, digitalen Werkzeugen und standortangepassten Maßnahmen zu verbinden. Als hilfreich erwiesen hat sich das Informationsportal Erosionsschutz (<https://www.landwirtschaftskammer.de/infoplattform-erosionsschutz/#/start>), das die rechtlichen Vorgaben übersichtlich darstellt. Im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern steht darüber hinaus ein simples Online-Werkzeug zur Berechnung des spezifischen Erosionsrisikos unter Berücksichtigung von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung sowie weiterer erosionsrelevanter Faktoren zur Verfügung (<https://abag.lfl.bayern.de/>).

3. Handlungsoptionen im Erosionsschutz

Wirksamer Erosionsschutz setzt auf mehreren Ebenen an. Zu den allgemeinen Pflegemaßnahmen gehört, Gräben, Durchlässe und Überfahrten funktionsfähig zu halten. Die ackerbaulichen Möglichkeiten umfassen unter anderem angepasste Bearbeitungsrichtung, Fahrgassenbegrünung, vielfältige Fruchtfolgen, Untersaaten, Zwischenfruchtanbau und konservierende Bodenbearbeitung. Ergänzend können Grünflächen und Grünstreifen wie Erosionsschutzstreifen angelegt werden. Sie wirken erosionsmindernd, indem sie Abflusswege unterbrechen, die Fließgeschwindigkeit reduzieren und Sedimente zurückhalten. In bestimmten Hangsituationen kann auch eine Schlagteilung zur Verkürzung der erosionswirksamen Hanglänge sinnvoll sein. Zugleich können einige Erosionsschutzmaßnahmen, wie das Anlegen von Grünstreifen, die Biodiversität effektiv fördern.

Wichtig ist außerdem die Stärkung der Bodenstruktur und der Bodenbiologie. Eine standortangepasste Kalkung und ein angemessener pH-Wert fördern die Gefügestabilität und verbessern die Infiltrationsleistung. Damit wird der Boden widerstandsfähiger gegenüber Starkregen und zugleich leistungsfähiger in Trockenphasen.

4. Humusversorgung im Klimawandel

Humus ist ein Schlüsselfaktor für Bodenfruchtbarkeit, Wasserspeichervermögen, Aggregatstabilität und biologische Aktivität. Im Klimawandel gewinnt die Humusversorgung zusätzlich an Bedeutung, weil steigende Temperaturen den Abbau organischer Substanz beschleunigen können. Einschlägige Prognosen zeigen, dass der Klimawandel bis zum Ende des Jahrhunderts wahrscheinlich zu insgesamt abnehmenden Kohlenstoffvorräten im Boden führen wird.

Aktuelle Projekte der Landwirtschaftskammer NRW wie das Modell- und Demonstrationsvorhaben zum Humusaufbau in Ackerböden (HumusKlimaNetz), das EU-Mission-Soil-Projekt „HuMUS“ zur Bodengesundheit (HuMUS: Healthy Municipal Soils) und das Reallabor für Regenerative Landwirtschaft und Bodenernährung (ReLaBo) untersuchen, wie Humusaufbau, Bodengesundheit und regenerative Bewirtschaftungsansätze

in der Praxis umgesetzt werden können. Im HumusKlimaNetz werden bundesweit Modellbetriebe begleitet; Maßnahmen umfassen unter anderem Zwischenfrüchte, Untersaaten, mehrjährige Kulturen, Fruchtfolgeanpassungen sowie Gehölzstrukturen wie Agroforst, Hecken und Kurzumtriebsplantagen. Erste Ergebnisse verdeutlichen die enge Kopplung zwischen Klima und Bodenkohlenstoff: Mit steigenden Temperaturen nimmt die Mineralisierung tendenziell zu, während höhere Niederschläge Pflanzenwachstum, Mikrobenaktivität und Bodentemperatur beeinflussen können.

5. Bodengesundheit messbar machen

Im EU-Projekt HuMUS untersucht die Landwirtschaftskammer NRW ausgewählte biologische Indikatoren auf ihr Potenzial, landwirtschaftlich relevante Bodenfunktionen quantitativ zu bewerten. Die Ergebnisse im Projekt sind vielversprechend, sodass die sog. MicroResp-Methode an der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt NRW (LUFA NRW) etabliert und perspektivisch als Routineuntersuchung angeboten werden soll. Ziel ist, den biologischen Zustand von Böden besser bewerten zu können und die Wirkungen von Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Düngung oder Zwischenfruchtanbau systematischer und schneller zu erfassen.

6. Regenerative Landwirtschaft und Wissenstransfer

Regenerative Landwirtschaft bündelt viele Grundsätze des Bodenschutzes: Bodenruhe durch konservierende Bodenbearbeitung, möglichst ganzjährige Bodenbedeckung und Durchwurzelung, Erhöhung der Diversität, Integration von Tierhaltung und Reduktion des Betriebsmittelaufwandes. Ziel ist die Förderung des Bodenlebens und seiner Funktionen. Damit verbunden sind auch veränderte Anforderungen an die Düngung, etwa die stärkere Berücksichtigung von Nährstoffgradienten in der Krume, die Optimierung der Kationenbelegung, die Anpassung der Düngung an den Bedarf des Bodenmikrobioms und ein Monitoring der Nährstoffversorgung im Feld durch Blattanalysen. Im Projekt ReLaBo untersucht die Landwirtschaftskammer die Möglichkeiten und Grenzen von Regenerativer Landwirtschaft mit dem Ziel, wirkungsvolle Ansätze auszubauen und in die breitere landwirtschaftliche Praxis zu übertragen.

7. Bildung und Wissenstransfer

Der Transfer von neuen Erkenntnissen ist grundsätzlich ein wichtiger Baustein und Auftrag der Landwirtschaftskammer NRW. Schulungen für Beraterinnen und Berater, Unterricht an Berufs- und Fachschulen, Feldtage und Kurse für Landwirte tragen dazu bei, bodenkundliches Wissen in die Praxis zu bringen. Bodenschutz in Zeiten des Klimawandels ist damit nicht nur eine technische, sondern auch eine kommunikative Aufgabe. Er gelingt dort am besten, wo Beratung, Forschung und Praxis gemeinsam an standortangepassten Lösungen arbeiten.

Das Machbare jetzt tun – wie gemeinsam mehr geht – Erfahrungen aus der Initiative boden:ständig

Thomas Corbeck

Bayerische Verwaltung für Ländliche Entwicklung – Bereich Zentrale Aufgabe

boden:ständig ist eine Initiative der bayerischen Verwaltung für Ländliche Entwicklung (LE) zum dezentralen Wasserrückhalt in der Flur. Entstanden ist sie aus der Erkenntnis eines Umsetzungsdefizits: Die Probleme (zunächst vor allem Erosion, Nährstoffeinträge in Oberflächengewässern, Sturzfluten; zunehmend auch Wassermangel) waren genauso bekannt wie grundsätzliche Gegenmaßnahmen – dennoch fehlte es an der Umsetzung.

„Das Machbare jetzt tun“ ist nicht nur das Motto der Initiative – nach wie vor geht es darum, möglichst viel zur Umsetzung zu bringen. Wie das (am besten) gelingt, was es dazu braucht und wo Hürden lauern, darum geht es im vorliegenden Beitrag. In diesen fließen nicht nur die Erkenntnisse der vorangegangenen Modellprojekte, sondern auch der mittlerweile deutlich über 100 (durchaus unterschiedlich erfolgreichen) boden:ständig-Projekte in Bayern ein. Außerdem wird der Bezug zur Bodenordnung behandelt – d. h. die wechselseitigen Chancen, aber auch Anpassungsnotwendigkeiten.

Im Sinne ihrer grundsätzlichen Ziele will die Ländliche Entwicklung nicht nur die Flur, sondern auch die Menschen im Ländlichen Raum (klima-)resilient aufstellen. Der Ansatz, im Sinne einer „Hilfe zur Selbsthilfe“ die lokalen Akteure zur Selbstwirksamkeit zu befähigen, verspricht nicht nur eine erhöhte Maßnahmenumsetzung, sondern auch eine größere Nachhaltigkeit und sogar ein langfristig zunehmendes Handeln. Eine derartige Veränderung wird bereits deutlich spürbar. Darüber hinaus steht zu hoffen/erwarten, dass das positive Selbstwirksamkeitserleben, dem Klimawandel nicht hilflos ausgeliefert zu sein, sondern seinen Folgen proaktiv etwas entgegensetzen zu können, Zufriedenheit und Sicherheitsbedürfnis der ländlichen Bevölkerung erhöhen sowie den Bezug zur Heimat stärken. Dass das nur bzw. am besten gemeinsam geht, ist hoffentlich ein Baustein zur Demokratiestärkung.

1. Einordnung in der Verwaltung für Ländliche Entwicklung und Ausgangslagen

Die Initiative boden:ständig wurde zum einen aus der Verwaltung heraus entwickelt. Nicht nur ist die Berücksichtigung des Landschaftswasserhaushalts klassische Aufgabe der Bodenordnung – es ist in Bayern auch keine andere Verwaltung derart in der Fläche vertreten. So operiert die Landwirtschaftsverwaltung auf Schlagebene, die Wasserwirtschaft entlang von Gewässern – aber gerade die Strukturen „dazwischen“ tragen

massiv zur Entwässerung der Landschaft bei. Oder um es anders zu formulieren: Wer die Instrumente hat, die Situation zu verschärfen, kann die gleichen auch nutzen, um sie zu verbessern. Neben der Flur gibt es aber noch einen weiteren Faktor, der Projektträger vor Herausforderungen stellt: Die vielen, z.T. sehr unterschiedlichen Akteure und Vorhabenträger. Auch hier hat die Ländliche Entwicklung in Bayern den umfassendsten Zugang. Dass sie als gestaltende Behörde, die zuvorderst keine Sanktionen oder gesetzlichen Vorgaben (vgl. z.B. HQ₁₀₀ der Wasserwirtschaft) umzusetzen hat, die Arbeit in Projekten vom Kern her gewohnt ist, ist ein weiterer Vorteil.

Dennoch stellte der Ansatz intern zunächst eine gewisse Herausforderung dar – sollte doch etwas, „das wir immer schon getan haben“ plötzlich auf neue Weise geschehen? Zudem wurde 2017 für die boden:ständig-Koordination an jedem Amt für Ländliche Entwicklung (ALE) eine Personalstelle geschaffen – und mit Quereinsteigern besetzt. Dass Wasserrückhalt neben Physik auch mit Psychologie zu tun hat, zeigt sich nicht nur in den Projekten. Dass ein Abrücken von alten „Wir“-Grenzen hin zu einem neuen, interdisziplinären „Wir“ ein Gewinn sein kann, aber auch nicht.

2. Was ist nun so neu? Und warum „muss das so“?

Um das lokal nicht nur mögliche, sondern best-mögliche zu erreichen, muss ausgehend von der individuellen Situation auch eine individuelle Lösung entwickelt werden. Das Gießkannenprinzip ist vielleicht übertragbarer, verpasst aber regelmäßig das lokale Optimum. Dementsprechend gibt es möglichst wenig starre Vorgaben, keinen festgelegten „Verfahrensablauf“ – und im Gegenzug möglichst große Flexibilität.

Der boden:ständige Projektstart

Einige Aspekte sind aber so grundlegend, dass sie per Ministerialschreiben festgelegt sind; dies betrifft vor allem den Start von boden:ständig-Projekten. Dazu gehören:

- Die lokalen Akteure kommen mit einem Handlungswunsch auf die ÄLE (Ämter für Ländliche Entwicklung) zu.
- Es muss von ihnen eine echte Handlungsbereitschaft erkennbar sein – denn sie werden notwendigerweise handeln müssen, die Verwaltung kann sie nur unterstützen.
- Außerdem müssen die jeweiligen Probleme mit den Mitteln der Ländlichen Entwicklung grundsätzlich lös- oder zumindest deutlich minderbar sein.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt – was abzuschätzen Aufgabe der boden:ständig-Koordinierenden ist – kann das ALE mit den Akteuren gemeinsam ein boden:ständig-Projekt starten. In dem Fall stellt die LE ein **Umsetzungsteam** – wobei folgende Funktionen im Projekt abgedeckt sein müssen:

- **P** – (ingenieurökologische) Fachplanung
- **U** – Umsetzungsbegleitung

- **L** – Boden-(Landbewirtschaftungs-)beratung (als Pendant zur Fachplanung für Maßnahmen zur Erhöhung des Bodenspeichers durch z.B. Bewirtschaftungsänderung)
- **S** – Projektsteuerung

Diese Funktionen können auf unterschiedliche Weise abgedeckt werden, oftmals werden hierzu geeignete Ingenieurbüros, Agrarberater etc. beauftragt und über Privatisierungsmittel finanziert. Es gibt keine festgelegte Projektlaufzeit – aber jederzeit die Möglichkeit ein Projekt zu beenden, sollten sich die Voraussetzungen (insb. Handlungsbereitschaft) nicht mehr gegeben sein. Erfreulicher ist natürlich ein Projektabschluss, weil alle Vorhaben umgesetzt wurden – oder weil die Akteure inzwischen auch ohne Unterstützung der LE weitermachen.

*boden:ständig-Projekte umfassen grundsätzlich **funktionale (Teil-)Einzugsgebiete** des Oberflächenabflusses.*

Dieser Punkt erweist sich regelmäßig als weit bedeutsamer, als er auf den ersten Blick scheinen mag. Darüber hinaus sollte die Größe aber auch auf die sozialen Strukturen abgestimmt sein, um handlungsfähige Projekte zu bilden.

Der boden:ständig-Prozess

Der nun folgende boden:ständig-Prozess lässt sich schon weit weniger klar vorgeben – ein paar unverrückbare Prinzipien gibt es aber auch hier:

*Die boden:ständig-Planung erfolgt **iterativ und von Anfang an gemeinsam mit den Akteuren***

Das beginnt bereits bei der Bestands- und Bewertungserhebung – hier kommt nicht nur die Ortskenntnis der Akteure zum Tragen, es ist auch ein wichtiger Schritt zur Bewusstseinsbildung bzw. zur Einsicht in die Notwendigkeit des Handelns. Außerdem fallen die Lösungsideen einem oft schon in diesem Schritt ins Auge. Unter „Bestand“ werden hierbei die aktuellen Abflussprozesse z.B. bei Starkregen verstanden – unter „Bewertung“ die Quantifizierung (z.B. Abflussvolumina) und ggf. Priorisierung bestimmter „hot spots“.

Auch die darauffolgende Maßnahmenplanung (im ersten Schritt Maßnahmenvorschläge) werden gemeinsam mit den Akteuren, die sie dann auch umsetzen müssen, entwickelt. erspart nicht nur das Ausplanen von Maßnahmen, zu denen von vornherein keine Umsetzungsbereitschaft besteht – es führt v.a. zu deutlich verstärktem Commitment, eine „eigene Maßnahme“ umzusetzen, statt sich für die Ideen eines anderen „Schlaumeiers“ herzugeben.

Auch alle weiteren wichtigen Beteiligten – etwa Genehmigungsbehörden, mögliche Unterstützer (bzw. potenzielle Antagonisten) etc. – werden frühzeitig zur Beteiligung

Auch an diesen Stellen sitzen Menschen, auf die das oben gesagte zu Verständnis und Commitment zutrifft.

Das Umsetzungsteam begleitet dabei nicht nur mit fachlicher und z.B. förderrechtlicher Expertise – eine wichtige Aufgabe der Umsetzungsbegleitung ist auch, die Akteure (immer wieder) zusammenzubringen, zu vermitteln – nicht nur bei evtl. Konflikten, sondern auch bei **Maßnahmen, die sich erst im Miteinander unterschiedlicher Akteure realisieren lassen**. Das Miteinander (statt nur alle) führt außerdem zu einem Wir(schaffen das)-Gefühl und dem Bewusstsein, dass nicht nur auch „die anderen“ ihren Teil beitragen, sondern auch „meinen Beitrag“ wertschätzen.

Dafür arbeiten die Mitglieder des Umsetzungsteams – zu dem auch die boden:ständig-Koordinierenden der ÄLE gehören – eng und kollegial zusammen. So kann es z.B. bei Genehmigungsbehörden hilfreich sein, „von Amt zu Amt“ zu reden, in anderen Fällen ist jemand, der als neutraler wahrgenommen wird, der geeignetere Kommunikator.

In den besten Fällen entsteht damit vor Ort eine regelrechte Bewegung, die sogar über das Mindestmaß echter Partizipation hinausgeht und zum eigenständigen Prozess wird – so dass die Menschen sich nicht nur mit immer weiteren Maßnahmen einbringen, sondern das irgendwann auch ohne die Unterstützung vom Amt weiter tun werden.

Wie der Verweis auf Partizipationstheorien nahelegt, ist dieses Wissen eigentlich auch nicht so neu. Auch der Ansatz, Umsetzungsbegleiter (manchmal auch „Kümmerer“ genannt) einzusetzen, ist mittlerweile recht weit etabliert.

3. Also doch wieder ein Umsetzungsdefizit?

Wie kommt es dann, dass dieses Optimum der Bewegung (auch in boden:ständig-Projekten) nicht immer eintritt? Natürlich kann der Grund auch im Außen, in geänderten Rahmenbedingungen liegen. Prozessimmanent zeigen sich in der boden:ständig-Erfahrung aber immer wieder die gleichen „Fehler“ als erstaunlich aufreibend. Ein paar seien hier genannt:

- Keine echte Partizipation

Dies kann z.B. schon dadurch entstehen, dass die Fachplanung (oft in bester Absicht oder beflissenem Auftragsverständnis) die Maßnahmen im Alleingang entwickelt und den Akteuren dann vorsetzt – woraufhin für diese die einzige freie Entscheidung eine Ablehnung wäre bzw. ansonsten das Gefühl aufkommen kann, sich „für den anderen“ zu beteiligen. Verstärkt werden kann dieses Phänomen dadurch, wenn außerdem Maßnahmen „von der Stange“ vorgeschlagen werden, statt die individuell passendste Lösung zu entwickeln – die es in keinem Katalog gibt. (Tatsächlich sind die meisten boden:ständig-Maßnahmen Kompromisse, Kombinationen und kreative Abwandlungen von klassischen Maßnahmentypen).

- Vertreter-Mentalität

Unerfahrene Umsetzungsbegleitungen verfallen schonmal auf die Idee, für Maßnahmenvorschläge gleich ein Verkaufsangebot zu machen. Natürlich braucht es für v.a.

größere Maßnahmen finanzielle Unterstützung – wenn statt Einsicht in die Notwendigkeit und Selbstwirksamkeitsbegeisterung allerdings von vornherein eine Verhandlungsbasis etabliert wird, kann ein mindset von: „Zeig erstmal, was Du bietest“ aufkommen.

- Klassische statt iterative Planungsprozesse, fehlende Umsetzungs-Begleitung

Es hat sich als enorm wirksam erwiesen, erste, einfach umzusetzende Maßnahmen schnell zu realisieren – auch wenn komplexe, ggf. „wichtigere“ Maßnahmen noch im Planungsprozess sind. Die sichtbaren Erfolgserlebnisse führen zu einer deutlich gesteigerten Handlungsbereitschaft, oft auch zunächst skeptischer Beteiligter. Ein weiteres Problem entsteht, wenn die Akteure zwar in der Planung begleitet, aber dann bei der Umsetzung alleingelassen werden.

- Kommunikationsbarrieren

Die unterschiedlichen Beteiligten sprechen z.T. sehr unterschiedliche „Sprachen“. So sind Landwirte z.B. oft erkennbare Unternehmer – die sich fürs Handeln begeistern lassen, sobald sie die Sinnhaftigkeit erkannt haben; aber wenig Zeit und Verständnis für verkünstelte Beteiligungsprozesse oder Verwaltungsbedenken aufbringen.

- Langwierige Behördenverfahren und verpasste Momente

Amtliche Umsetzungs-/Finanzierungs- und vor allem Genehmigungsprozesse können z.T. enorme Zeitverzögerungen verursachen. Dies übersteigt nicht nur Geduld und Verständnis der Akteure, im schlimmsten Fall setzt mittlerweile eine „Hochwasserdemenz“ ein, der Schwung bereits gestarteter Projekte geht verloren, personelle Wechsel führen zum Verlust von Wissen und Miteinander, finanzielle Mittel stehen nicht mehr zur Verfügung...

Hier ist es Aufgabe aller an einer Entwicklung des Landschaftswasserhaushalts Beteiligten, diese Prozesse so zeit- und ressourcenschonend wie möglich zu gestalten – in diesem Bereich ist allgemein noch viel Luft nach oben.

4. Und wie kommt nun die Bodenordnung ins Spiel?

Die Projektsteuerung im gleichen Haus mit der Bodenordnung zu haben, hat einige Vorteile (zur Übertragbarkeit, wo das nicht gegeben ist, siehe unten). So kann ein Neuordnungsbedarf früh erkannt und eingeplant werden – aber auch mit anderen Instrumenten abgewogen. Die LE verfügt z.B. über das Instrument „FlurNatur“, mit dem Struktur- und Landschaftselemente zum Wasserrückhalt (und/oder der Biodiversitätssteigerung) gefördert werden können – es werden aber auch (einfache) Dorferneuerungen herangezogen, wenn kein Neuordnungsbedarf besteht.

Vorteile der Neuordnung

Neuordnung kann erforderlich sein, um Flächenzuschnitte z.B. für hangparallele Bewirtschaftung zu ändern oder um geeignete Maßnahmenflächen in Kommunaleigentum zu überführen. Auch die Möglichkeit, Maßnahmen als die öffentlichen/gemeinschaftlichen

Anlagen zu finanzieren, die sie ja sind, kann ein Grund sein. Und nicht zuletzt kann die Genehmigung per Konzentrationswirkung Prozesse beschleunigen. Außerdem haben sich einige der Verbände für Ländliche Entwicklung inzwischen eine große Expertise für dezentrale Maßnahmen entwickelt.

Herausforderungen – und Chancen - für die Verfahren

Die „Freiwilligkeit“ und auch das Iterative Vorgehen stellen eine gewisse Herausforderung für die Verfahren dar. Zumeist werden daher mehrere (größere) Baumaßnahmen zu Maßnahmenpaketen gebündelt – und die Projektleitenden arbeiten viel mit Vereinbarungen. Erfahrungsgemäß wird das durch folgende Punkte unterstützt:

- Es werden zumeist vereinfachte Neuordnungsverfahren nach § 86 FlurbG angeordnet
- Außerdem werden i.d.R. nur die notwendigen Flächen/Eigentümer beteiligt und ggf. im Laufe des Verfahrens weitere beigezogen
- Empfehlenswert ist, ein Verfahren möglichst nicht mit zu vielen weiteren Zielen zu befrachten – auch wenn das ein oder andere durchaus als Motivationshilfe dienen kann. Auch das „aufsatteln“ eines boden:ständig-Prozesses auf bereits laufende Verfahren hat sich oftmals als ungünstig erwiesen.

Durch den boden:ständig-Prozess sind die Akteure/Teilnehmenden bereits sehr gut vorbereitet und selbst interessiert, Dinge umzusetzen. Das Verfahren ist für sie somit ein Vehikel im eigenen Interesse. Da boden:ständig-Projekte die Umsetzung zum Ziel haben, enden sie keineswegs mit der Einleitung eines Verfahrens.

Eine externe Umsetzungsbegleitung kann die Vorstandsvorsitzenden noch in der Kommunikation unterstützen.

Hilfreich ist hier jemand, der „die Sprache der Akteure spricht“, aus der relativen Gegend kommt – aber nicht in Verdacht steht, eigene Flächeninteressen zu haben.

Denn einer der wichtigsten Unterstützer ist immer noch: **Vertrauen**.

Übertragbarkeit

Die Verwaltung für Ländliche Entwicklung hat den großen Vorteil, dass sie grundsätzlich in Projekten, die die Menschen vor Ort in den Mittelpunkt stellen, arbeitet und auch dafür bekannt ist. Aber das tut eine Bodenordnung ja grundsätzlich überall – wo deren Strukturen so ausgedünnt sind, dass Umsetzungsbegleitung nicht möglich ist, bleibt, was auch in Bayern mit anderen Verwaltungen (z.B. Wasserwirtschaft) nötig ist und immer besser funktioniert: Die Kooperation. Auch hierfür zeigen sich die gleichen Dinge als hilfreich:

- Es gibt Akteure, die etwas umsetzen wollen und jemanden, der sich um die Prozesssteuerung kümmert
- Und Verwaltungen, die sich als Ermöglicher sehen
- Es gibt frühzeitigen Austausch und im Verlauf dann eine kollegiale Zusammenarbeit zwischen allen beteiligten Stellen

- Und das gegenseitige Verständnis und Vertrauen, dass bzw. unter welchen Voraussetzungen alle ihre Kompetenzen am besten einbringen können.

5. Und darüber hinaus

So entscheidend die Zusammenarbeit auf Ausführungsebene ist – es kann doch auch von großem Wert sein, die Grundsteine für eine funktionierende Zusammenarbeit auch auf übergeordneten Verwaltungsebenen zu etablieren.

In Bayern ist das Bayerische Kompetenzzentrum Ländliche Entwicklung (BayLE; zuvor: Bereich Zentrale Aufgaben) daher in der FAG-Landschaftswasserhaushalt aktiv im Austausch mit den Verwaltungen für Wasser-, Land- und Forstwirtschaft. Expertise verfügbar zu machen, die vielen innovativen und engagierten Menschen überregional zu vernetzen, Sichtbarkeit und Wertschätzung zu transportieren und fachliche wie methodische Themen zu vermitteln sind weitere zentrale Unterstützungsmöglichkeiten, die vom BayLE durchgeführt werden. Produkte, die z.T. auch über Bayern hinaus genutzt werden können, sind z.B.:

- Leitfäden und Fachliteratur: <https://boden-staendig.eu/planungs-umsetzungshilfen>
- Kartiertage für die Einführung neuer Fachplanender
- Überregionale Austauschtreffen und Exkursionen, auch zusammen mit den Schwammregionen [ab ca. August 2026]: www.schwammregionen.bayern
- boden:ständig-Homepage (und ein kleiner youtube-Kanal): www.youtube.com/@boden-staendig
- Entwicklung angepasster Förderinstrumente wie etwa FlurNatur: <https://www.stmelf.bayern.de/foerderung/foerderung/index.html>
- Der alle drei Jahre vergebene boden:ständig-Preis, mit dem Menschen ausgezeichnet werden, die sich in herausragender Weise für den Wasserrückhalt einsetzen: <https://boden-staendig.eu/nachrichten/916/ausgezeichnet-breitgefachertes-engagement-und-die-kraft-der-vernetzung>
- Mehr Infos unter: <https://boden-staendig.eu>

Der Landschaft das Trinken beibringen – Der Weg der ILE Region MainWerntal zur Schwammregion

Franz-Josef Sauer
Bürgermeister Stadt Arnstein

1. Einleitung

Die Auswirkungen des Klimawandels sind längst auch im ländlichen Raum deutlich spürbar. Längere Trockenperioden, zunehmende Hitze sowie häufiger auftretende Starkregenereignisse stellen Kommunen, Landwirtschaft und Wasserwirtschaft vor große Herausforderungen. Besonders Regionen mit bereits heute geringen Niederschlagsmengen und hohen Temperaturen stehen unter zunehmendem Anpassungsdruck.

Die ILE-Region MainWerntal hat sich deshalb frühzeitig mit der Frage beschäftigt, wie die Region klimaresilient und zukunftsfähig gestaltet werden kann. Im Mittelpunkt steht dabei ein Leitgedanke: Wasser soll nicht möglichst schnell abgeleitet, sondern möglichst lange in der Fläche gehalten werden. Unter dem Titel „Der Landschaft das Trinken beibringen“ verfolgt die Region das Ziel, natürliche Wasserkreisläufe zu stärken, die Landschaft widerstandsfähiger gegenüber Wetterextremen zu machen und gleichzeitig die Lebensqualität langfristig zu sichern.

2. Die ILE-Region MainWerntal

Die Entwicklung der Schwammregion MainWerntal baut auf einer langjährigen interkommunalen Zusammenarbeit innerhalb der Integrierten Ländlichen Entwicklung (ILE) auf. Bereits seit dem Jahr 2014 arbeiten die fünf Kommunen Arnstein, Eußenheim, Gösenheim, Karlstadt und Thüngen gemeinsam an Zukunftsfragen der Regionalentwicklung.

Die Region liegt im Landkreis Main-Spessart in Unterfranken und umfasst rund 292 km² mit etwa 30.000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Geprägt wird die Region durch die fränkische Trockenplatte sowie die Landschaftsräume entlang von Main und Wern.

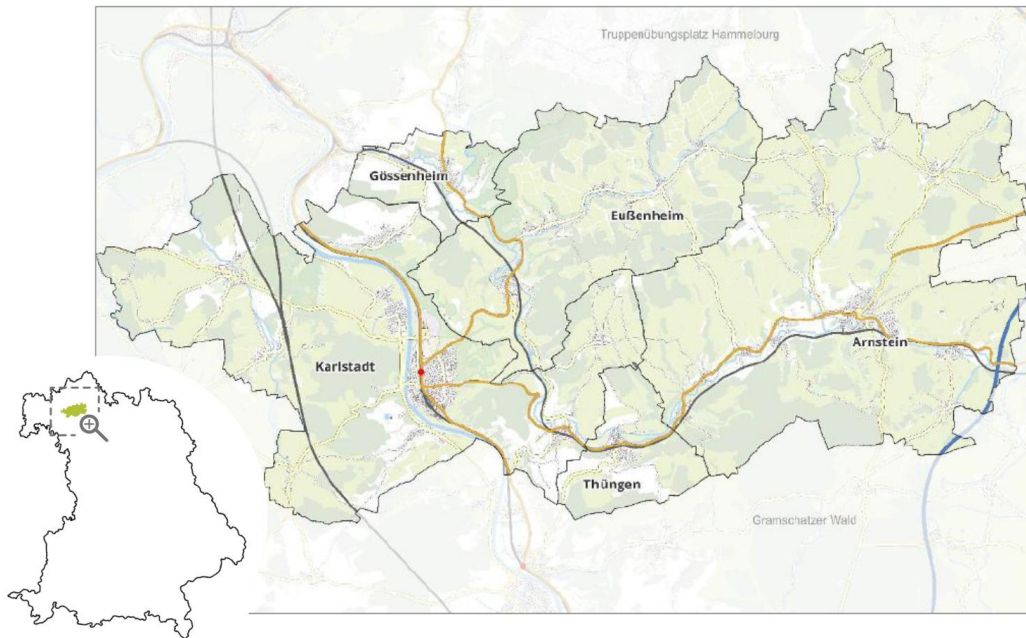


Abbildung 1: Karte der ILE-Region MainWerntal mit den fünf beteiligten Kommunen Arnstein, Eußenheim, Gössenheim, Karlstadt und Thüngen.

Im Mittelpunkt der Zusammenarbeit stehen Themen wie Innenentwicklung, Landwirtschaft, Mobilität, Nahversorgung, Klimaschutz, Freizeitentwicklung sowie soziale Infrastruktur. Über die vergangenen Jahre konnten dadurch belastbare Netzwerke, kurze Abstimmungswege und ein hohes Maß an Vertrauen zwischen den beteiligten Kommunen aufgebaut werden.

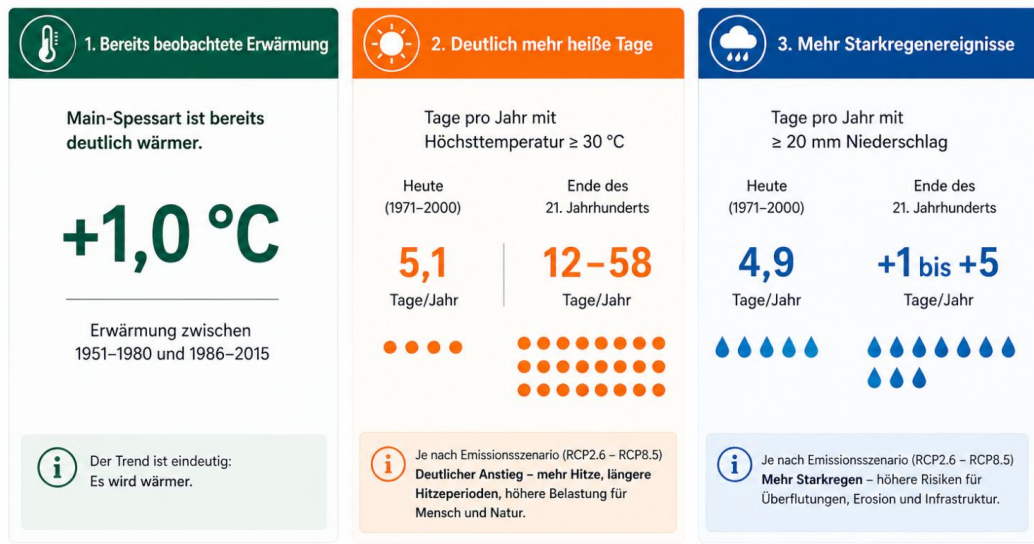


Abbildung 2: Die Entstehung der ILE und die ILE-Handlungsfelder

Diese gewachsenen Strukturen bildeten eine wichtige Grundlage für die erfolgreiche Bewerbung als Schwammregion.

3. Klimawandel als regionale Herausforderung

Die Folgen klimatischer Veränderungen zeigen sich in der Region MainWerntal bereits deutlich. Neben zunehmenden Trockenperioden stellen insbesondere Starkregenereignisse eine große Belastung für Kommunen und Bevölkerung dar. Ein besonders prägendes Ereignis war das Starkregenereignis im Juli 2009 im Ortsteil Binsbach mit rund 160 Litern Niederschlag pro Quadratmeter innerhalb kurzer Zeit.



Datenquelle: HYRAS-Datensatz (DWD)
Vergleichszeiträume 1971–2000 vs. 1951–1980 und 1986–2015

Alle Angaben beziehen sich auf den Landkreis Main-Spessart und auf Änderungen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zu 1971–2000.

Abbildung 3: Klimaprognose

Solche Ereignisse verursachen nicht nur hohe Schäden an Infrastruktur und Gebäuden, sondern führen auch zu Bodenerosion und Belastungen für Gewässer und Landwirtschaft. Gleichzeitig nehmen Trockenheit und Dürreperioden spürbar zu. Klimadaten und Prognosen zeigen, dass sowohl Temperaturen als auch Wetterextreme weiter zunehmen werden.

Diese Entwicklungen machen deutlich, dass klassische wasserwirtschaftliche Ansätze allein künftig nicht mehr ausreichen werden. Gefragt sind ganzheitliche Strategien, die Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Siedlungsentwicklung, Wasserwirtschaft und Bildung gemeinsam betrachten.



Abbildung 4: Klimaprojektionen für den Landkreis Main-Spessart mit zunehmenden Temperaturanstiegen und Wetterextremen. Daten aus: GERICS-Klimaausblicke Landkreise, Helmholtz-zentrum

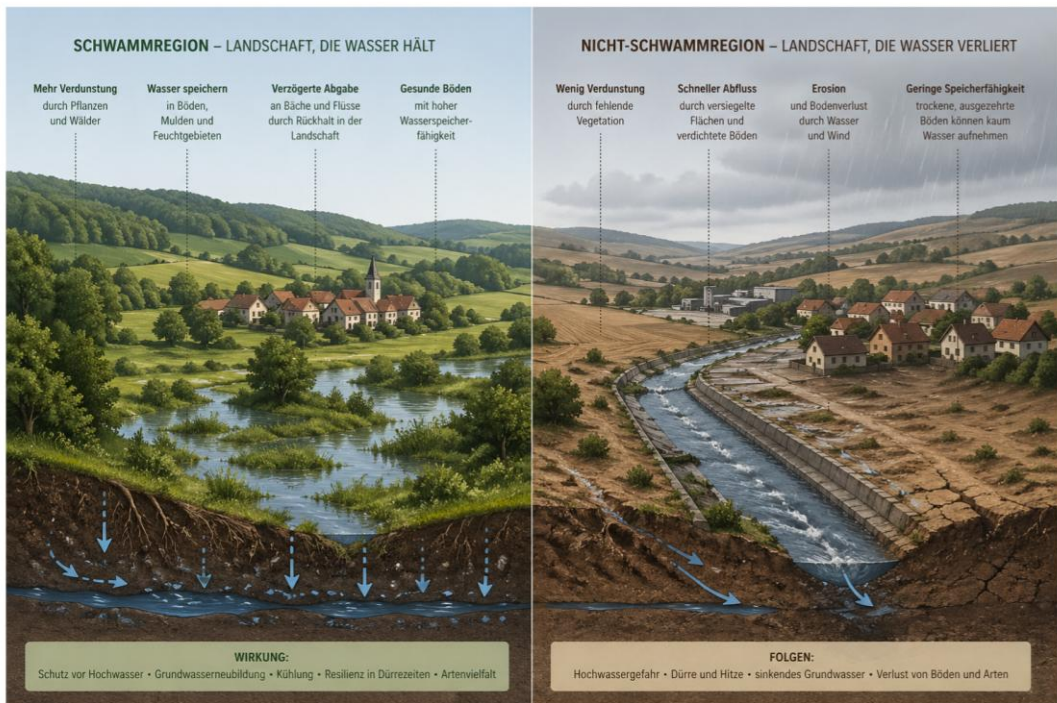


Abbildung 5: Darstellung des Prinzips Schwammregion

4. Der Weg zur Schwammregion

Vor diesem Hintergrund bewarb sich die Region MainWerntal 2024 im Rahmen des Aktionsprogramms „Schwammregionen in Bayern“. Von insgesamt 27 Bewerbungen mit mehr als 300 beteiligten Kommunen wurden lediglich zehn Regionen ausgewählt.

Die Region MainWerntal sieht die Aufnahme in das Programm nicht nur als Auszeichnung, sondern vor allem als Chance, bereits bestehende Ansätze konsequent weiterzuentwickeln. Die Entwicklung zur Schwammregion wird dabei nicht als isoliertes Einzelprojekt verstanden. Vielmehr stellt sie die konsequente Weiterentwicklung der bisherigen interkommunalen Zusammenarbeit dar.

Ziel ist es, ökologische, ökonomische und soziale Aspekte in Einklang zu bringen und gleichzeitig eine hohe Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung zu schaffen. Entscheidend ist dabei die Anpassung an die regionalen Gegebenheiten. Maßnahmen müssen praktikabel, wirtschaftlich tragfähig und für die Menschen vor Ort nachvollziehbar sein.

5. Handlungsfelder und konkrete Maßnahmen

Ein zentrales Handlungsfeld ist die Landwirtschaft. Gerade sie ist in besonderem Maß von der Verfügbarkeit von Wasser abhängig. Deshalb setzt die Region unter anderem auf Maßnahmen wie Zwischenfruchtanbau, Humusaufbau und dezentrale Wasserrückhaltung. Durch den Aufbau humusreicher Böden kann mehr Wasser gespeichert werden, gleichzeitig wird die Bodenfruchtbarkeit verbessert.

Auch die Landschaftsstruktur spielt eine wichtige Rolle. Feuchtbiotope, naturnahe Flächen und angepasste Nutzungskonzepte tragen dazu bei, Wasser zurückzuhalten und Biodiversität zu fördern. Im Bereich der Forstwirtschaft stehen klimaangepasster Waldumbau sowie wassersensible Wegeführung im Mittelpunkt.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem dezentralen Wasserrückhalt. Regenwasser soll möglichst dort gespeichert und genutzt werden, wo es anfällt. Hierzu zählen beispielsweise Rückhaltegräben, wassersensible Freiraumgestaltung oder Entsiegelungsmaßnahmen.

6. Bildung und Bewusstseinsbildung

Ein besonderer Schwerpunkt der Region MainWerntal liegt auf Bildung und pädagogischer Arbeit. Die Verantwortlichen sehen darin eine zentrale Voraussetzung für erfolgreiche Klimaanpassung.

Durch Vorträge, Workshops, Exkursionen und Beratungsangebote sollen Zusammenhänge zwischen Wasserhaushalt, Klimawandel und Landschaftsentwicklung verständlich vermittelt werden. Gleichzeitig sollen Menschen motiviert werden, selbst aktiv zu werden.

Bildung und Bewusstseinsbildung werden dabei ausdrücklich als Querschnittsaufgaben verstanden.

7. Netzwerke als Schlüssel zum Erfolg

Die Entwicklung zur Schwammregion basiert wesentlich auf funktionierenden Netzwerken. Bereits vor der Bewerbung bestand in der Region eine enge Zusammenarbeit zwischen Kommunen, Landwirtschaft, Behörden, Verbänden, Bildungseinrichtungen und weiteren regionalen Akteuren.

Diese bestehenden Strukturen erleichtern die Umsetzung vieler Maßnahmen erheblich. Gleichzeitig zeigt sich, dass erfolgreiche Klimaanpassung nur gemeinschaftlich gelingen kann. Die Region MainWerntal versteht sich deshalb ausdrücklich als lernendes Netzwerk, das neue Ideen entwickelt, Erfahrungen austauscht und gemeinsam Lösungen erarbeitet.

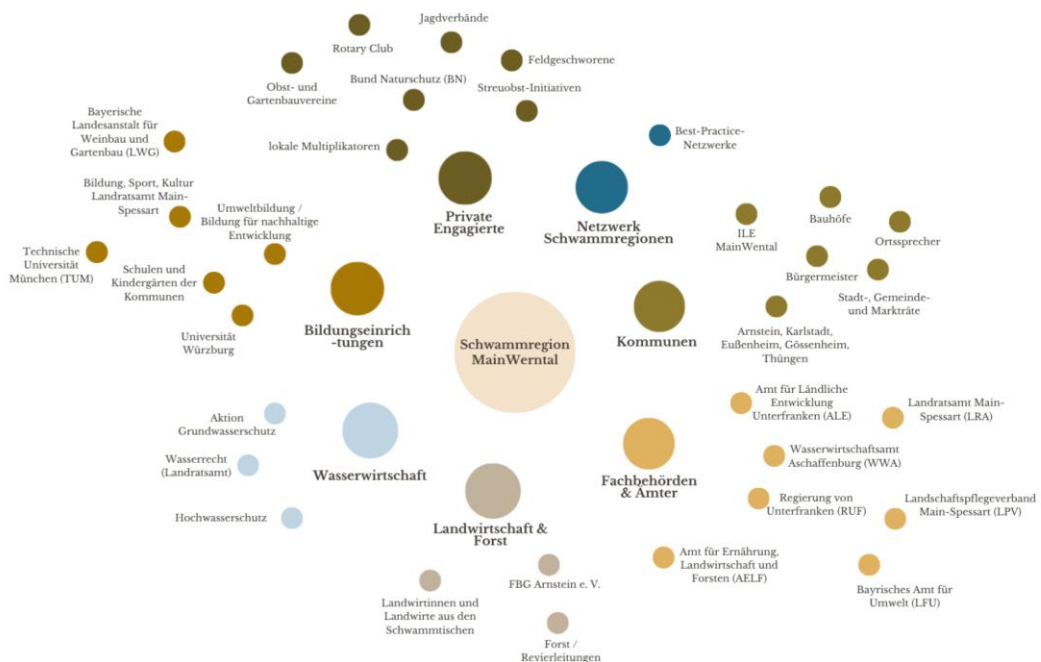


Abbildung 6: Netzwerkarbeit als Grundlage der interkommunalen Zusammenarbeit innerhalb der Schwammregion MainWerntal.

Seit 2025 wird die Umsetzung zusätzlich durch ein professionelles Projektmanagement begleitet. Die Projektmanagerin der Schwammregion übernimmt dabei eine zentrale Koordinations- und Vernetzungsfunktion.

8. Fazit und Ausblick

Die Entwicklung der Schwammregion MainWerntal zeigt, dass Klimaanpassung im ländlichen Raum nur durch ganzheitliche und gemeinschaftliche Ansätze erfolgreich

sein kann. Einzelmaßnahmen allein reichen nicht mehr aus. Entscheidend ist das Zusammenspiel von Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Siedlungsentwicklung, Bildung und kommunaler Zusammenarbeit.

Die Region MainWerntal versteht den Weg zur Schwammregion deshalb als langfristigen Prozess. Ziel ist es, Wasser in der Fläche zu halten, natürliche Kreisläufe zu stärken und die Region widerstandsfähig gegenüber den Folgen des Klimawandels zu machen.

Dabei steht nicht nur die technische Umsetzung einzelner Maßnahmen im Mittelpunkt, sondern vor allem die gemeinsame Verantwortung für die Zukunft der Region.

Quellen

Daten aus: GERICS-Klimaausblicke Landkreise, Helmholtzzentrum

Kontakt

schwammregion@main-werntal.de

Planerische Berücksichtigung von Maßnahmen zum Erosionsschutz in der Flurbereinigung^{1,2}

Dr. Uwe Richter

Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation

1. Einleitung

Die Grundlage für die Landschaftsgestaltung innerhalb eines Flurbereinigungsgebiets bildet der von der Flurbereinigungsbehörde im Benehmen mit dem Vorstand der Teilnehmergemeinschaft zu erstellende Wege- und Gewässerplan mit landschaftspflegerischen Begleitplan (Plan gemäß § 41 Flurbereinigungsgesetz (FlurbG)). Der Planungsprozess erfolgt iterativ und bindet von Beginn an die Träger öffentlicher Belange ein; § 37 Abs. 1 FlurbG bietet hierbei den Gestaltungsrahmen. Dort heißt es u. a., dass „*bodenschützende (...) Maßnahmen (...) vorzunehmen sind, durch welche die Grundlagen der Wirtschaftsbetriebe verbessert, der Arbeitsaufwand vermindert und die Bewirtschaftung erleichtert werden*“. Unter diesem Aspekt ist auch zu fassen, dass zu den durchzuführenden Maßnahmen der Flurbereinigung auch solche gehören, die dazu führen, den Boden vor Degradierung zu schützen, um so überhaupt die Existenzgrundlage der landwirtschaftlichen Betriebe zu sichern. Darüber hinaus verpflichtet § 3 Abs. 1 des Hessischen Altlasten- und Bodenschutzgesetzes (HAltBodSchG) die Behörden des Landes Hessen dazu, vorbildhaft zur Umsetzung der Zielsetzungen und Grundsätze des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) sowie des HAltBodSchG beizutragen. Dies schließt somit explizit die Berücksichtigung des Bodenschutzes bei der Planung von Maßnahmen in Flurbereinigungsgebieten durch die Flurbereinigungsbehörden ein.

In Hessen wird eine Gefahr der Bodenerosion nahezu ausschließlich durch Wasser ausgelöst (Veit 2023, HMLU 2026). Daher soll im Folgenden ausschließlich auf die im Rahmen der Flurbereinigung bestehenden Möglichkeiten eingegangen werden, den Boden vor Erosion durch Wasser zu schützen.

2. Grundlagen der Bodenerosion durch Wasser

Um das Phänomen der Bodenerosion durch Wasser zu verstehen, wird häufig die allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) herangezogen, die diesen komplexen Prozess auf leicht verständliche Weise als Produkt aus 6 Faktoren beschreibt und so den jährlichen potenziellen Bodenabtrag berechnet (DIN 19708, 2017; Richter, 2018). Bei

¹ Die wesentlichen Inhalte dieses Artikels wurden in ähnlicher Form bereits in Richter (2022) und Richter (2024) veröffentlicht. Zur besseren Lesbarkeit wird nachfolgend auf eine abschnittsweise Zitierung verzichtet.

² Anmerkung: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Veröffentlichung auf die zusätzliche Formulierung der weiblichen und diversen Form verzichtet. Es wird an dieser Stelle aber darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form explizit als geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

kleinräumigen Betrachtungen, wie der eines Flurbereinigungsgebiets oder bestimmter Landschaftsausschnitte darin, kann angenommen werden, dass die natürlichen Standortfaktoren wie die Regenerosivität (R), die Hangneigung (S) und die Bodenbeschaffenheit (K) weitgehend festgelegt und kaum veränderbar sind. Auch der Bewirtschaftungsfaktor (C), der alle bewirtschaftungsbezogenen Maßnahmen umfasst, entzieht sich in der Regel dem Einflussbereich der Flurbereinigung – abgesehen von vereinzelten Möglichkeiten wie z. B. der Umwandlung von Ackerflächen in extensiv genutztes Grünland. Anders sieht es bei den Faktoren Hanglänge (L) und Querbewirtschaftung (P) aus.

Der L-Faktor bezieht sich auf die erosive Wirkung der Hanglänge, die den Weg des abfließenden Oberflächenwassers vom Scheitelpunkt bis hin zum Tiefpunkt, häufig Fließgewässern oder bebaute Lagen, beschreibt. Mit zunehmender Hanglänge erhöht sich die Menge und die Geschwindigkeit des Abflusses – damit steigen auch die Abscher- und die Transportkapazität und damit die Möglichkeit, Bodenmaterial zu transportieren (Schwertmann et al., 1987). Barrieren jeglicher Art führen zu einer Minderung der Menge und der Geschwindigkeit, im Idealfall zu einem Stillstand des abfließenden Oberflächenwassers.

Der P-Faktor berücksichtigt die Querbewirtschaftung des Hangs und deren Einfluss auf die potenzielle Bodenerosion. Allerdings wirkt die Querbewirtschaftung nur in einem begrenzten Bereich der Hangneigungen effektiv und muss daher hinsichtlich ihrer positiven Effekte immer im Kontext der gegebenen Topografie bewertet werden. Überschreitet die Hanglänge bei einer bestimmten Hangneigung einen kritischen Schwellenwert, wird der P-Faktor gleich "1" gesetzt – andernfalls liegt er unterhalb dieses Wertes (DIN 19708, 2017).

Generell zeigen sich sowohl im L- als auch im P-Faktor die größten Ansatzpunkte für Planungen innerhalb der Flurbereinigung, um die Bodenerosion gezielt zu beeinflussen.

3. Entwicklung des Erosionsschutzes in der Flurbereinigung

Die Bedeutung des Boden- und insbesondere des Erosionsschutzes im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren ist keineswegs neu. Bereits ältere Veröffentlichungen verdeutlichen Ansätze zur Berücksichtigung der Bodenerosion bei der Planung gemeinschaftlicher und öffentlicher Anlagen (z. B. Lüttmer, 1957; Rohmer & Steinmetz, 1960; Niesmann, 1966), die in der Planungspraxis jedoch nur selten aufgegriffen wurden. Das FlurbG von 1954 allerdings kannte zunächst nur den Begriff der bodenverbessernden Maßnahmen und berücksichtigte bodenschützende Aspekte noch nicht. Erst 1976 hielt der Begriff der bodenschützenden Maßnahmen Einzug in das FlurbG. Damit wurden der Bodenschutz und damit auch der Erosionsschutz zu diesem Zeitpunkt als bedeutende Planungsfaktoren anerkannt. Dennoch wurde das nun gesetzlich verankerte Potenzial zur Umsetzung solcher Maßnahmen in der Vergangenheit nicht voll ausgeschöpft. Häufig wurde Bodenerosion als unvermeidbare höhere Gewalt angesehen (DWA, 2012), gegen die keine oder nur wenige Gegenmaßnahmen möglich seien.

Einige Vorstände der Teilnehmergeinschaften (TG) betrachten Maßnahmen zum Schutz des Bodens vor Erosion durch Wasser oft als hinderlich für das übergeordnete Ziel, die Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Land- und Forstwirtschaft zu optimieren. Sie sehen diese Maßnahmen häufig als Flächenverschwendung. Diese Einstellung ist jedoch nicht mehr zeitgemäß, da die Auswirkungen des Klimawandels auch auf die Bodenerosion zwingend berücksichtigt werden müssen. Es ist bekannt, dass Starkregenereignisse im Sommer aufgrund des Klimawandels sowohl häufiger als auch intensiver auftreten werden (Flaig, 2021). Zudem wird das Winterhalbjahr zunehmend von erosionsfördernden Niederschlagsereignissen geprägt sein (Fischer et al., 2020). In der Konsequenz sollten Überlegungen angestellt werden, in welchem Umfang Landschaften im Rahmen einer Flurbereinigung als Anpassung an die klimatischen Veränderungen umgestaltet werden können (Diddens, 2023).

In der jüngeren Vergangenheit ist hierzu auch eine steigende Zahl an Veröffentlichungen erschienen, die sich mit den Auswirkungen von Starkregenereignissen und den Möglichkeiten zur Reduzierung der daraus resultierenden negativen Folgen durch flurbereinigungsbasierte Maßnahmen beschäftigen (z. B. BVB, 2021; Steininger & Wurbs, 2023, Zausing, 2024).

4. Maßnahmen der Flurbereinigung zur Erosionsminderung

4.1 Identifikation erosionsgefährdeter Bereiche

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) veröffentlicht die Ergebnisse der Allgemeinen Bodenabtrags-Gleichung (ABAG) im Bodenerosionsatlas Hessen für verschiedene Szenarien (Achten & Schmanke, 2023), zugänglich im BodenViewer Hessen (HLNUG, 2026a). Basierend auf diesen Daten sowie weiteren Erosionskulissen, wie beispielsweise der nach der GAP-Konditionalitätenverordnung bekannten Einstufung von landwirtschaftlichen Flächen in erosionsgefährdete und stark erosionsgefährdete Bereiche (kwasser1 und kwasser2), können besonders erosionsgefährdete Gebiete innerhalb von Flurbereinigungsgebieten präzise als Maßnahmenräume für notwendige Erosionsschutzmaßnahmen lokalisiert werden.

Weiterhin geben die Fließpfadkarten im Starkregenviewer Hessen (HLNUG 2026b) mit den Fließrichtungen des Oberflächenwassers auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und die dort weiterhin dargestellten Fließpfade wichtige Erkenntnisse für die Planung der notwendigen Strukturen. Letztendlich müssen darüber hinaus auch die Beobachtungen der ortsansässigen Akteure zu vergangenen Erosionsereignissen mit in die Planung der Maßnahmen einfließen.

4.2 Linienhafte Landschaftselemente in erosionsgefährdeter Lage

Die Anlage linienförmiger landschaftsstruktureller Elemente bietet ein umfangreiches Potenzial zur Reduzierung von Bodenerosion. Solche Strukturen werden je nach Quelle und Autor beispielsweise als Erosionsbarrieren, Erosionsriegel oder begrünte Querrie-

gel bezeichnet (z. B. LLG, 2018; Wurbs, 2019). Diese Erosionsbarrieren werden idealerweise parallel zu den Höhenlinien eines Hangs angelegt, um das oberflächliche Abfließen von Wasser zu verlangsamen. Im besten Fall bringen diese Strukturen den Wasserfluss vollständig zum Stillstand, wodurch das mitgeführte Bodenmaterial oberhalb oder direkt auf der Barriere abgelagert wird. Damit die Barrieren diese Bremsfunktion effektiv erfüllen können, ist es entscheidend, dass ihre Lage, Breite und Beschaffenheit sorgfältig geplant werden. In schwierigen Einzelfällen hilft eine Wassertropfenanalyse zur Abflussmodellierung bei der genauen Verortung der Maßnahmenflächen. Die Erosionsriegel sollten an den Stellen im Hang positioniert werden, an denen die Fließgeschwindigkeit des Oberflächenwassers noch gering genug ist, sodass das Wasser durch die Strukturen gestoppt oder zumindest stark verlangsamt werden kann. Unterhalb der Barriere kann zwar ein neues Erosionsereignis beginnen, jedoch wird dessen Ausmaß durch die Reduzierung der Wassermenge und -geschwindigkeit deutlich gemindert. Auf Hängen mit großen erosiven Längen kann es erforderlich sein, mehrere hintereinander angeordnete Erosionsbarrieren zu installieren.

Es gibt vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung von Erosionsbarrieren. So können beispielsweise Grünwege oder befestigte Wege mit wegebegleitenden Gräben als Bestandteil des Wirtschaftswegenetzes die Funktion der Erosionsbarrieren erfüllen (DWA 2025). Auch die Anlage von (intensiv genutzten) Dauergrünlandstreifen in Ackerlagen ist möglich. Darüber hinaus können notwendige Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in Natur und Landschaft im Zuge von Flurbereinigungen oder landschaftsgestaltende Maßnahmen gemäß § 37 FlurbG gezielt so konzipiert werden, dass sie zusätzlich die Funktion einer Erosionsbarriere übernehmen. Dies ist beispielhaft in Abb. 1 für eine CEF-Maßnahme im Flurbereinigungsverfahren „Reinheim B 38 L 3114“ dargestellt. Hier wurde ein Saumstreifen als CEF-Maßnahme angelegt.

Entscheidend ist hierbei eine enge Abstimmung zwischen allen Beteiligten, um geeignete Standorte und Dimensionen festzulegen. In der Gesamtbetrachtung sollten die Maßnahmen zum Erosionsschutz keinen zusätzlichen Flächenverlust für Eigentümer und Bewirtschafter nach sich ziehen. So werden regelmäßig beispielsweise artenschutzrechtlich erforderliche Maßnahmen für besonders geschützte Vogelarten wie die Feldlerche oder das Rebhuhn mit einer naturschutzfachlichen Aufwertung der Fläche kombiniert. Wird zusätzlich die Maßnahme so geplant, dass sie hangparallel verläuft und das Abflussverhalten berücksichtigt, entsteht eine multifunktionale Lösung, die sowohl Arten-, Natur- als auch Erosionsschutz miteinander verbindet und die Akzeptanz bei den Betroffenen fördert. Zudem werden diese neu geschaffenen strukturellen Landschaftselemente häufig gerne als natürliche Grenze zwischen konventionell und ökologisch bewirtschafteten Flächen genutzt (DVL, 2021).



Abbildung 1: Saumstreifen als Erosionsbarriere, Beispiel für die Umsetzung einer artenschutzrechtlich notwendigen CEF-Maßnahme, Besonderheit: Saumstreifen endet am Beginn des Vorgewendes (Bildquelle: K. Kahl, AfB Heppenheim)

Für eine ausreichende Wirksamkeit sollten die Erosionsbarrieren in Form von Saumstreifen eine Mindestbreite von 9 bis 10 Metern aufweisen (HMUKLV, 2021). Dabei ist ein dauerhaft geschlossene Vegetationsschicht aus Gräsern und Kräutern notwendig, um das abfließende Wasser abzubremsen und gleichzeitig den Boden durch eine intensive oberflächennahe Durchwurzelung vor Abtrag zu schützen. Alternativ kann bei geringeren Breiten der Strukturen das Wasser aufgefangen und über leicht gestaltete Sickermulden mit geringen Tiefen von bis ca. 30 cm teilweise versickert werden. Dagegen eignen sich extensiv begrünte Saumstreifen, die regelmäßig bearbeitet und dadurch temporär unbewachsen sind, nicht für diesen Zweck.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Planung solcher Strukturen ist die Verhinderung des unkontrollierten Zuflusses von Fremdwasser etwa von Wegen, anderen befestigten Flächen oder aus dem Forst auf ackerbaulich genutzte Flächen in erosionsgefährdeten Bereichen. Um dies zu vermeiden, müssen ländliche Wege gemäß den geltenden Entwurfsparametern der Richtlinien für den ländlichen Wegebau (DWA, 2025) geplant werden.

Untersuchungen im Theel/III-Einzugsgebiet im Saarland haben gezeigt, dass die Flurbereinigung die Möglichkeit schafft, solche Schutzmaßnahmen effektiv zu etablieren (Honecker et al., 2021). Vor dem Hintergrund des Klimawandels darf dabei nicht vernachlässigt werden, dass allein zur Kompensation der zunehmenden Niederschlags-Erosivität alle sechs Jahre eine Reduzierung der flächenmäßigen Gefällerrichtung um 20 % erforderlich wäre (Fischer et al., 2020).

4.3 Flächenhafte Nutzungsänderungen in erosionsgefährdeter Lage

In besonderen Fällen kann im Rahmen der Flurbereinigung über die Anlage linienhafter Strukturen hinaus Einfluss auf die Nutzung von Flächen genommen werden, beispielsweise durch eine Umwidmung von Ackerflächen in erosionsgefährdeten Lagen zugunsten einer dauerhaften (extensiven) Grünlandnutzung. Eine solche großflächige Umnutzung von Ackerflächen mit einer dauerhaften Bodenbedeckung, die das Risiko der Erosion erheblich senken kann, hätte den Vorteil, dass diese Flächen in der landwirtschaftlichen Nutzung verbleiben können. Diese Maßnahmen können unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls als naturschutzbezogene Kompensation in den Plan gemäß § 41 FlurbG integriert werden. Auch die Anlage von notwendigem Ersatz-Dauergrünland für einen Umbruch von altem Dauergrünland ist denkbar. Alternativ wäre es auch möglich, die betroffenen Ackerflächen in Hecken, Gehölzstrukturen, Waldflächen oder vergleichbare Nutzungen umzuwandeln und ebenfalls in den Plan gemäß § 41 FlurbG zu integrieren. Allerdings gehen diese Umnutzungen mit einem endgültigen Verlust dieser Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung einher.

Zu den flächenhaften Nutzungsänderungen gehören auch die begrünten Abflussbahnen (grassed waterways). Hierbei werden die Fließpfade des oberflächlich abfließenden Wassers dauerhaft großflächig in den Ackerlagen begrünt, um ein schadloses Abfließen zu ermöglichen. Diese Maßnahmen benötigen aber entsprechend große Ackerschlagsstrukturen und vermindern letztendlich nur weitere negative Auswirkungen bereits entstandenen Oberflächenwasserabflusses bzw. vorhandener Bodenerosion.

4.4 Querbewirtschaftung

Die positive Wirkung dieser Maßnahme entfaltet sich nur, wenn in Abhängigkeit der Hangneigung eine kritische Hanglänge nicht überschritten wird (z. B. bei 3 % Hangneigung 115 m oder bei 8 % 60 m) (DIN 19708, 2017). Wird die neigungsabhängige kritische Hanglänge überschritten, verliert die Querbewirtschaftung ihre positiven Effekte. Sie ist als alleinige Schutzmaßnahme gegen Bodenerosion durch Wasser in vielen Landschaftsabschnitten nicht ausreichend, ergänzt die Strukturmaßnahmen aber sinnvoll. Die Bewirtschaftung quer zur Haupthangneigung wird im Rahmen der Flurbereinigung häufig dadurch erreicht, dass nicht mehr benötigte, hangsenkrecht verlaufende Erschließungswege entfernt, gleichzeitig neue hangparallele Strukturen angelegt werden und eine entsprechend orientierte Bodenordnung erfolgt.

4.5 Sind Maßnahmen am Hangfuß eine Alternative?

Maßnahmen am Hangfuß können begrenzt nur die negativen Folgewirkungen tatsächlicher Erosionsereignisse verringern. Zwar ermöglichen diese Maßnahmen z. B. an Gewässern in Form von Uferrandstreifen einen gewissen Schutz der Gewässer vor direktem Nährstoff-, Pflanzenschutzmittel- und Sedimenteintrag, all diese Maßnahmen beeinflussen jedoch nicht den Erosionsprozess am Ort der Entstehung und damit auch nicht die Menge an abgetragenen Bodenmaterial.

5. Erfahrungen aus der Planungspraxis

Im vereinfachten Flurbereinigungsverfahren „Gedern-Spießbach“ wurden umfangreiche Maßnahmen zum Erosionsschutz umgesetzt. Es ist ein überwiegend ackerbaulich genutztes Gebiet in der südwestlichen Abdachung des Vogelsbergs, das großräumig durch mäßige bis mittlere Hangneigungen von bis zu etwa 12 %, lösslehmhaltige, erosionsanfällige Böden sowie erosive Hanglängen von teilweise über 300 m gekennzeichnet ist. Der Anbau von Silomais auf rund 50 % der Ackerflächen verstärkt das Erosionsrisiko. Die Abb 2 zeigt einen kleinen Ausschnitt mit geplanten Erosionsschutzstreifen. Nicht mehr benötigte, hangsenkrechte Wege sowie ein außer Betrieb gesetzter Graben wurden zurückgebaut. Als Kompensationsmaßnahmen wurden neue, hangparallel verlaufende Wege mit zusätzlichem Saumstreifen mit einer Breite von 7–9 m angelegt. Diese verkürzen die erosiven Hanglängen und bieten somit einen wirksamen Schutz vor Erosion.



Abbildung 2: links: Beispiel für hangsenkrechte Wegebeseitigungen (rot gekreuzt) und hangparallele Wegeneuanlagen (gelb gestrichelt) als Erosionsbarrieren, rechts: entstandene neue Ackerstücke (schraffiert) (verändert nach AfB Büdingen, 2023)

Für das Integral-Flurbereinigungsverfahren „Hohenstein-Hennethal“ wurde im Rahmen eines integrierten ländlichen Entwicklungskonzeptes mit räumlichem und thematischem Schwerpunkt (GfL, 2006) die Bedeutung von Erosionsschutzmaßnahmen für die Ackerlagen bei Hennethal identifiziert. Dieses Erfordernis wurde auch in der Begründung des Flurbereinigungsbeschlusses berücksichtigt, obwohl die hauptsächliche Raps-Wintergetreide-Fruchtfolge, die auf über 90 % der Ackerfläche praktiziert wird, als erosionsbedingt eher unproblematisch gilt. Gleichwohl wurden für bestimmte Teilbereiche des Flurbereinigungsgebietes in Abstimmung mit dem TG-Vorstand Erosionsschutzmaßnahmen priorisiert. Es wurden Landschaftselemente in hangparalleler Anordnung geschaffen, um die Querbewirtschaftung in der neuen Flächenstruktur zu fördern und die erosiven Hanglängen auf 160 m zu begrenzen. (Abb. 3) Hierbei wurden Saumstreifen mit und ohne (punktuelle) Gehölzbepflanzung aufgrund verschiedener artenschutzrechtlicher Belange umgesetzt.



Abb. 3: Orthofoto aus einem Teilgebiet des Flurbereinigungsverfahrens „Hohenstein-Hennethal“. Links vor der vorläufigen Besitzeinweisung (vBE), rechts 2 Jahre nach der vBE

Die Berücksichtigung der Maßnahmen zum Erosionsschutz ist inzwischen häufig integraler Bestandteil bei der Aufstellung des Plans gemäß § 41 FlurbG. Trotzdem gibt es gelegentlich noch Schwierigkeiten, v. a. bei der Änderung von Plänen gemäß § 41 FlurbG. So wurden in der Vergangenheit teilweise hangparallele Wege in erosionsgefährdeter Ackerlage den Eigentümern zugeteilt, so dass diese dann in Acker umgenutzt wurden. Hier gilt es, im Rahmen der Genehmigung bzw. Feststellung der Änderung des Plans gemäß § 41 FlurbG eine Lösung zu finden. Diese erfolgt in der Regel dadurch, dass Erosionsbarrieren in einer fachlich notwendigen Lage wiederhergestellt werden, die dann die Bewirtschaftung der Ackerflächen durch die zur Hauptarbeitsrichtung parallele Ausrichtung nur wenig beeinflussen.

6. Wechselwirkung von Erosionsschutzmaßnahmen und Agrarstrukturverbesserung

Häufig stoßen Erosionsbarrieren bei Vorständen der TG auf Widerstand, da diese die geplanten Strukturen als Hindernis zur Agrarstrukturverbesserung ansehen. Lösungen sind aber mit der Flurbereinigung möglich. Eine bedeutende Bewirtschaftungserleichterung erfolgt regelmäßig durch die Verlängerung der Anbauschläge (Richter & Frese, 2020). So stören betriebswirtschaftlich betrachtet Strukturen parallel zur Hauptarbeitsrichtung deutlich weniger als Strukturen, die die Länge der Hauptarbeitsrichtung begrenzen. Im Rahmen von Neugestaltungsplanungen werden dazu beispielsweise hangsenkrechte Wege entfernt, wie es beispielhaft in Abb. 2 dargestellt ist. Dies führt bei bestehender hangparalleler Bewirtschaftung oder Ermöglichung derselben zu einer Verlängerung der Hauptarbeitsrichtung auf den Schlägen bei gleichzeitiger Integration

hangparalleler Strukturen für flurbereinigungsbedingte Eingriffe. Die Integration dieser Erosionsschutzmaßnahmen steht somit nicht im Widerspruch zur Vergrößerung und speziell der wichtigen Verlängerung von Schlägen und damit auch nicht zu einer Verbesserung der Agrarstruktur.

In erosionsgefährdeten Landschaftsausschnitten sollte stets eine Abwägung zugunsten des Erosionsschutzes erfolgen, auch wenn kurzfristige wirtschaftliche Vorteile durch die Vergrößerung von Schlägen stellenweise nicht optimal realisiert werden können. Nur wenn der Boden als Grundlage jeglicher landwirtschaftlichen Produktion durch entsprechende Schutzmaßnahmen noch vorhanden ist, kann in einem zweiten Schritt über die betriebswirtschaftliche Optimierung derselben nachgedacht werden. Insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels, der eine Zunahme erosionsfördernder Starkregenereignisse erwarten lässt (Fischer et al., 2020; Flaig, 2021), wird dieser Ansatz immer dringlicher.

7. Fazit

Die Flurbereinigung ist derzeit das einzige umfassende Werkzeug zur Neugestaltung ländlicher Räume, das es ermöglicht, die Landschaft und die Strukturen der landwirtschaftlich genutzten Flächen so anzupassen, dass nachhaltiger und dauerhafter Erosionsschutz gewährleistet ist. Durch die Neugestaltung der Landschaft und die Neuordnung von Eigentum lassen sich zudem Flächen mit optimaler Größe und Ausrichtung für die Landwirtschaft bereitstellen. Von diesen Entwicklungen profitieren alle Beteiligten langfristig, da sie sowohl gemeinschaftlichem als auch privatem Nutzen dienen (Möckel & Wolf, 2022). Die Herausforderungen des Klimawandels unterstreichen die Notwendigkeit, alle Potenziale der Flurbereinigung konsequent zu nutzen, um den Schutz des Bodens vor Erosion zu gewährleisten. Gleichzeitig tragen agrarstrukturelle Vorteile wie verlängerte Anbauschläge dazu bei, die Akzeptanz solcher Maßnahmen bei Landwirten und Eigentümern zu steigern – besonders in Gebieten, die bereits von Erosion betroffen waren.

Auch auf politischer Ebene ist die Bedeutung der Flurbereinigung erkannt worden. So betont die Ackerbaustrategie 2035 der Bundesregierung (BMEL, 2021) explizit die Rolle der Flurbereinigung bei der Bewältigung der Herausforderung Bodenerosion. Dort heißt es unter anderem, dass Flurbereinigungsverfahren stärker auf Bodenschutz und Erosionsprävention ausgerichtet werden sollen. Angesichts der Bedeutung des Bodens als fundamentale Grundlage jeder landwirtschaftlichen Produktion muss der Erhalt des Bodens ein nachhaltiges Ziel bei der Aufstellung des Wege- und Gewässerplans mit landschaftspflegerischem Begleitplan und der darauf aufbauenden Neuordnung des Eigentums sein.

Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Maßnahmen zum Erosionsschutz, die die Flurbereinigung verwirklicht, die Anstrengungen der Landwirte auf ihren ackerbaulich genutzten Flächen zur Einhaltung der Fachrechtsvorgaben nach § 17 Abs. 2

BBodSchG nur unterstützen. Nur aus dem Zusammenspiel aller Anstrengungen zum Erosionsschutz ist dieser auch bei einem Klimawandel ausreichend gewährleistet.

Literatur

Achten, F. & Schmanke, M. (2023): Dritte Auflage des Bodenerosionsatlas Hessen. Boden und Altlasten – Nachrichten – Ausgabe 2023, S. 21-24.

AfB (Amt für Bodenmanagement) Büdingen (2023): Flurbereinigungsverfahren VF 2592 Gedern-Spießbach: Wege- und Gewässerplan mit landschaftspflegerischen Begleitplan (Plan nach § 41 FlurbG – Textlicher Teil). Büdingen.

BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2021): Ackerbaustrategie 2035. Perspektiven für einen produktiven und vielfältigen Pflanzenbau. Berlin.

BVB (Bundesverband Boden) (2021): Hochwasser- und Sturmflutenvorsorge muss in der Fläche beginnen. Pressemitteilung vom 05.08.2021, abrufbar unter <https://www.presseportal.de/pm/157676/4986677>, zuletzt abgerufen am 12.05.2026.

Diddens, O. (2023): Erhaltung (und Gestaltung?) der Kulturlandschaft und Umweltschutz. Vortrag auf der Fachveranstaltung „Flurneuordnung im Klimawandel“. 19. und 20. Oktober 2023, Eltville am Rhein.

DIN 19708 (2017): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

DVL (Deutscher Verband für Landschaftspflege e. V.) (2021): Verbesserung des natürlichen Wasserrückhalts in der Agrarlandschaft. Nr. 29 der DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum. Ansbach.

DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) (2012): Merkblatt DWA-M 910: Berücksichtigung der Bodenerosion durch Wasser bei der Maßnahmenplanung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (fachlich auf Aktualität geprüft 2018). Hennef.

DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) (2025): Arbeitsblatt DWA-A 904: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege (RLW). Hennef.

Fischer, F., Auerswald, K., Winterrath, T. & Brandhuber, R. (2020): Klimabedingte Zunahme der Regenerosivität seit 1960. KW – Korrespondenz Wasserwirtschaft, Nr. 11/2020, 13. Jg., S. 609–613.

Flaig, H. (2021): Auswirkungen der Klimaentwicklung auf die Landwirtschaft Baden-Württembergs. Wasserwirtschaft, Heft 6/2021, 111. Jg., S. 29–32.

GfL Planungs- und Ingenieurgesellschaft GmbH (2006): Integriertes ländliches Entwicklungskonzept (ILEK) mit räumlichem und thematischem Schwerpunkt. Schwerpunkt-ILEK (SILEK) Hohenstein. Ergebnisbericht. Auftraggeber Gemeinde Hohenstein.

HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) (2026a): BodenViewer Hessen. <https://bodenviewer.hessen.de>, letzter Zugriff 12.05.2026.

HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) (2026b): Starkregenviewer Hessen. <https://umweltdaten.hessen.de/mapapps/resources/apps/starkregenviewer/index.html?lang=de>, letzter Zugriff 12.05.2026.

HMLU (Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat) (2026): Agrarviewer Hessen. <https://umweltdaten.hessen.de/mapapps/resources/apps/agrar/index.html?lang=de>, letzter Zugriff am 12.05.2026

HMUKLV (Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2021): Bodenschutz in Hessen: Anlage von Erosionsschutzstreifen. Wiesbaden.

Honecker, U., Kubiniok, J. & Weber, G. (2021): Gewässerschutz durch Bodenschutz: Kausalzusammenhänge und potenzielle Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft. Untersuchungen am Beispiel des Theel/III Einzugsgebietes im mittleren Saarland. KW – Korrespondenz Wasserwirtschaft, Heft 1/2021, 14. Jg., S. 18–22.

LLG (Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt) (2018): Beratungsleitfaden Bodenerosion und Sturzfluten. Lokale Kooperation zwischen Landwirten und Gemeinden sowie weiteren Akteuren zur Vermeidung von Bodenerosion. Schriftenreihe des LLG 1/2018, Bernburg.

Lüttmer, J. (1957): Bodenschutz in der Flurbereinigung. Untersuchungen Notwendigkeit und Möglichkeiten des Bodenschutzes in Flurbereinigungsverfahren. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 14.

Niesmann, K. (1966): Untersuchungen über Bodenerosion und Bodenerhaltung in Verbindung mit Flurbereinigung. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 40.

Möckel, S. & Wolf, A. (2022): Flurbereinigung: Privatnützigkeit und Ökosystemleistungen. NuR – Natur und Recht, Heft 1/2022, 44. Jg., S. 11–20.

Richter, U. (2018): Berücksichtigung des Erosionsschutzes bei der Neugestaltung der Flurbereinigungsgebiete unter Einsatz von GIS-Anwendungen. In: Deutsche Landeskulturgesellschaft [Hrsg.] (2018): Landentwicklung 4.0 – Digitalisierung in Landentwicklung und Landwirtschaft sowie moderne Beteiligungsverfahren. – Schriftenreihe der Deutschen Landeskulturgesellschaft 16/2018: 49–52.

Richter, U. (2022): Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung von Maßnahmen zur Erosionsvermeidung in Flurbereinigungsverfahren. - zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Heft 4/2022, 147. Jg., S. 261–267. DOI 10.12902/zfv-0395-2022.

Richter, U. (2024): Erosionsvermeidung in Flurbereinigungsverfahren – Planung und Umsetzung von Maßnahmen in Hessen. – Bodenschutz 02/24, 57-63

Richter, U. & Frese, K.-H. (2020): Flurbereinigung – immer eine Chance für die Landwirtschaft. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Heft 3/2020, 145. Jg., S. 174–179. DOI 10.12902/zfv-0302-2020.

Rohmer, W. & Steinmetz, H. J. (1960): Bodenerhaltung in der Flurbereinigung. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 31.

Schwertmann U., Vogl, W. & Kainz, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Ulmer-Verlag, Stuttgart.

Steininger, M. & Wurbs, D. (2023): Umsetzung von Schutzmaßnahmen gegen Wassererosion und Sturzfluten. Erfahrungen aus Sachsen-Anhalt. Zs. Bodenschutz, Heft 1, 19-24, 2023.

Veit, J. (2023): Regenwasser verlangsamen, infiltrieren und speichern. Wasserretention in der Land(wirt)schaft. Landwirtschaftliches Wochenblatt Hessen, Ausgabe 46/2023, S. 28-30.

Wurbs, D. (2019): Konzepte und Zielkonflikte beim Erosionsschutz im ländlichen Raum – Praxisbeispiele aus Sachsen-Anhalt. Vortrag anlässlich einer Weiterbildung zum Erosionsschutz am 28.10.2019 in Jena. https://tlllr.thueringen.de/fileadmin/TLLLR/Themen/Landwirtschaft/Agrarökologie/Erosionsschutzberatung/Vortraege/Wurbs_Konzepte_Zielkonflikte_Erosionsschutz_2019_10_28.pdf, zuletzt abgerufen am 28.12.2023.

Zausing, J. (2024): Schwammlandschaften – Natürlicher Landschaftswasserhaushalt ist der zentrale Baustein der Klimaanpassung. Vortrag auf der Tagung der Kommission Bodenschutz beim UBA am 06.12.2024 in Berlin. https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/2875/dokumente/04_oe-kbu_tagung_24_zausig_241209.pdf, zuletzt abgerufen am 27.05.2026

Bodenherstellung bei der Wiedernutzbarmachung von Tagebauflächen im Rheinischen Braunkohlerevier

Manuel Eendenich,
RWE Power AG

1. Bedeutung der Rekultivierung im Rheinischen Revier

Die Wiedernutzbarmachung von Tagebauflächen stellt eine zentrale Aufgabe im Rheinischen Braunkohlerevier dar und gewinnt vor dem Hintergrund des beschleunigten Kohleausstiegs zunehmend an Bedeutung. Im Zentrum steht dabei die Herstellung leistungsfähiger Böden als Grundlage für eine nachhaltige Nachnutzung – sei es in der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft oder im Rahmen wasserwirtschaftlicher Konzepte. Zugleich ist die Rekultivierung ein wesentlicher Bestandteil der bergrechtlichen Genehmigungsverfahren und somit bereits im Zuge der Planung und Zulassung von Tagebauen wichtiger Bestandteil des Bergbauprozesses und integraler Bestandteil der betrieblichen Gesamtplanung. Der vorliegende Vortrag gibt einen Überblick über die Bodenherstellung im Zuge der Rekultivierung und zeigt Perspektiven für die zukünftige Entwicklung der Tagebaufolgelandschaft auf.

Das Rheinische Revier zählt zu den bedeutendsten Braunkohlerevieren Europas. Mit den Tagebauen Hambach, Inden und Garzweiler prägt es seit Jahrzehnten die Landschaft und die wirtschaftliche Struktur der Region. Neben der Energieerzeugung steht zum Abschluss der Kohlegewinnung heute zunehmend die abschließende Wiedernutzbarmachung im Fokus. Dabei ist die Rekultivierung integraler Bestandteil des laufenden Tagebaubetriebes. Hierdurch ist über die zurückliegenden Jahrzehnte eine mehrere 10.000 ha große und vielfältig nutzbare Bergbaufolgelandschaft entstanden.

2. Grundlagen der Bodenherstellung

Ausgangspunkt für eine hochwertige Rekultivierung sind die im Revier natürlich anstehenden Bodensubstrate wie Löss, Sand, Kies und Ton, die entsprechend ihren Eigenschaften differenziert gewonnen und verkippt werden. Für die landwirtschaftliche Rekultivierung wird ausschließlich reiner Lössboden verwendet, der eine hohe Nährstoff- und Wasserhaltefähigkeit und damit auch eine hohe Bodenfruchtbarkeit aufweist. Demgegenüber kommen für forstliche Rekultivierungen sogenannte Forstkiese zum Einsatz, also ein Substratgemisch aus Sand, Kies und Lössanteilen. Auch Sonderstandorte werden durch spezifische Substratzusammensetzungen gezielt entwickelt, um verschiedene ökologische Funktionen zu erfüllen.

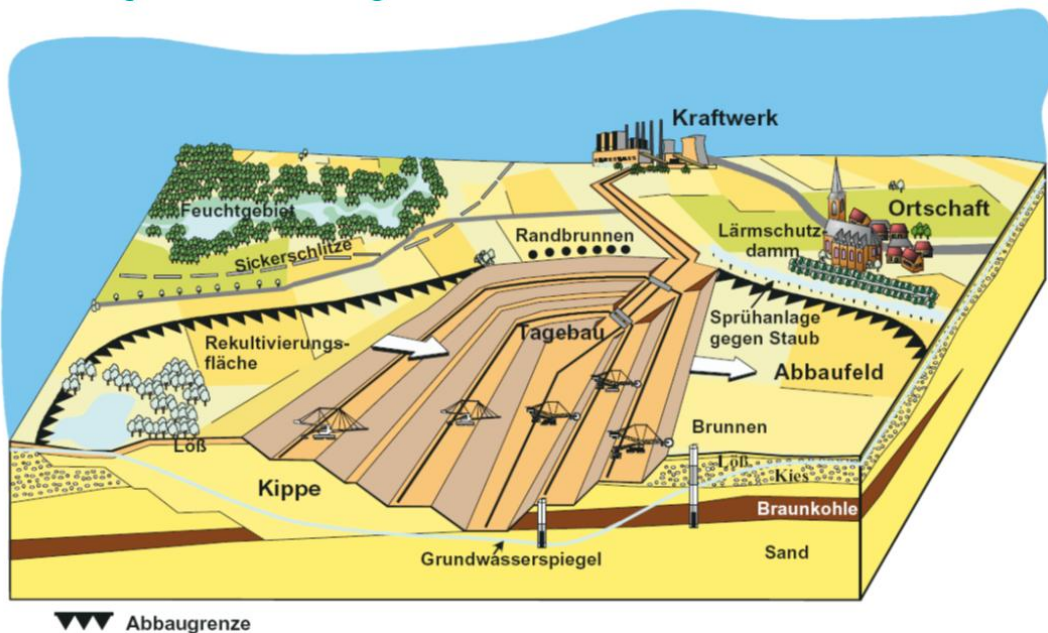


Abbildung 1: Schematische Tagesbaudarstellung

3. Landwirtschaftliche Rekultivierung und Bodenschutz

In der landwirtschaftlichen Rekultivierung bildet die Herstellung eines ausreichend mächtigen, gut durchwurzelbaren Lössbodens die Grundlage für eine langfristig produktive Nutzung. Hierzu erfolgt eine Verkippung von mindestens zwei Metern Löss oder Lösslehm in der landwirtschaftlichen Rekultivierung. Qualitätsbestimmend ist neben der Materialqualität auch die Herstellungstechnik, wie die Nutzung spezieller Lössraupen sowie moderner und auf den Standort zugeschnittener landwirtschaftlicher Maschinen, um Bodenverdichtungen zu minimieren.

Bodenschutzaspekte spielen dabei eine zentrale Rolle. Durch reduzierte Befahrdrücke, den Einsatz von Raupenfahrwerken oder Reifendruckregelanlagen sowie konservierender Bodenbearbeitung wird die Bodenstruktur nachhaltig gesichert.

Im Rahmen der Zwischenbewirtschaftung, die der Bergbautreibende über rund sieben Jahre durchführt, wird insbesondere der Aufbau von Humus und Nährstoffen forciert und gefördert. Der Anbau geeigneter Kulturen wie der Luzerne verbessert die Bodenstruktur, fördert die biologische Aktivität und erhöht die Wasserhaltefähigkeit. Durch dieses Verfahren wurden bereits rund 12.500 ha landwirtschaftliche Fläche wieder hergestellt und in die Hand landwirtschaftlicher Betriebe rückübertragen, die im Vorlauf Flächen für den Tagebau zur Verfügung gestellt haben.

4. Forstliche und wasserwirtschaftliche Rekultivierung

Neben der Landwirtschaft stellt die forstliche Rekultivierung eine zweite, zentrale Nutzungsart dar. Ziel der forstlichen Rekultivierung ist die Entwicklung naturnaher, standortgerechter Wälder mit hoher ökologischer Vielfalt, die sowohl der Nutz-, der Schutz- als auch der Erholungsfunktion nachkommen. In der forstlichen Rekultivierung dominieren heimische Laubbaumarten wie Buche und Eiche, ergänzt durch weitere standort- und dem Klimawandel angepasste Arten. Maßnahmen wie die Verwendung von autochthonem Saatgut, die Einbringung von Totholz, die gezielte Waldbodenverbringung sowie die Schaffung von Wildnisentwicklungsflächen tragen zur Waldentwicklung und zur Förderung der Biodiversität bei. Wichtiger Faktor für die Entwicklung leistungsfähiger Forstbestände ist dabei die Verwendung des vorbeschriebenen Forstkieses als Bodenmaterial, der eine wichtige Kombination aus hoher Wasserspeicherkapazität und guter Durchwurzelbarkeit darstellt. Auch in der Forstwirtschaft wird durch gezielte Maßnahmen Humus angereichert und die biologische Aktivität der Standorte gefördert.

Parallel dazu gewinnt die wasserwirtschaftliche Rekultivierung zunehmend an Bedeutung. Mit dem Ende des Tagebaus entstehen großflächige Tagebauseen, deren Entwicklung langfristig geplant wird. Sowohl der Bau und Betrieb der Rheinwassertransportleitung zur Befüllung der Tagebaue, als auch die Anlage naturnaher Gewässerstrukturen bilden die Grundlage für zukünftige Seenlandschaften. Diese erfüllen sowohl ökologische Funktionen als auch Anforderungen an Freizeit und Erholung in der Region und bilden somit den Abschluss der Herstellung der Bergbaufolgelandschaft im Rheinischen Revier.

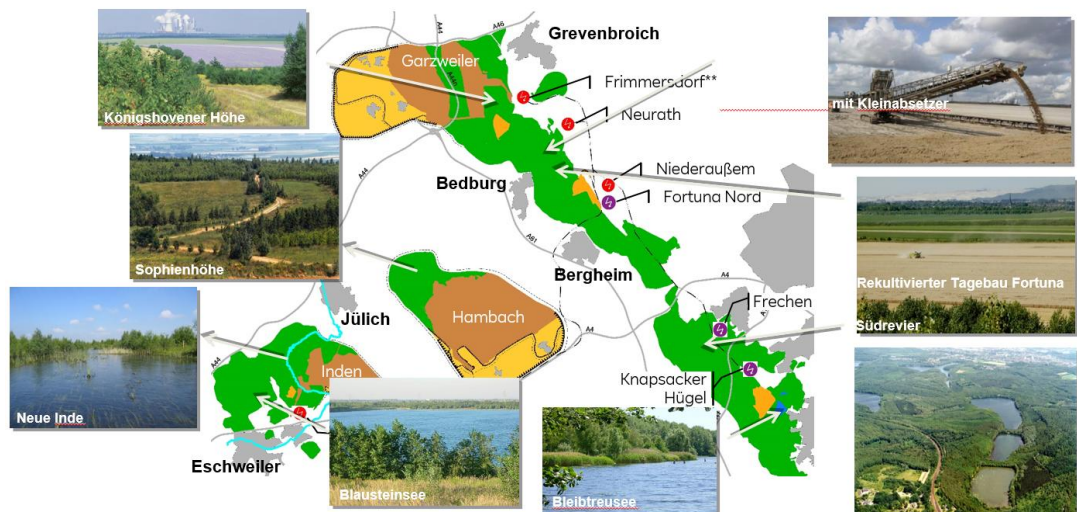


Abbildung 2: Überblick über unterschiedliche Nutzungsarten in der Rekultivierung

5. Fazit

Zusammenfassend nimmt die Bodenherstellung eine Schlüsselrolle in der Rekultivierung von Tagebauflächen ein. Sie bildet die Grundlage für alle weiteren Entwicklungsschritte und entscheidet maßgeblich über die Qualität und Nachhaltigkeit der entstehenden Landschaften. Die Erfahrungen aus dem Rheinischen Revier zeigen, dass durch eine gezielte Kombination aus technischer Planung, standortangepasster Substratwahl und einer gezielten Erstbewirtschaftung der Standorte, leistungsfähige und vielfältige Bergbaufolgelandschaften geschaffen werden können.

Miscanthus im Einsatz gegen Erosion und Hangrutschungen

Friederike tho Seeth, Georg Völkerling, Prof. Dr. Ralf Pude

Universität Bonn

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz

1. Einleitung und Problemstellung

Starkregenereignisse und langanhaltende Niederschlags- sowie Trockenheitsperioden treten infolge des Klimawandels in vielen Regionen Deutschlands zunehmend häufiger auf. Große Niederschlagsmengen innerhalb kurzer Zeit belasten Böden und Hänge erheblich und führen verstärkt zu Bodenerosion, Oberflächenabfluss, sowie kleinräumigen Hangrutschungen. Besonders betroffen sind landwirtschaftlich genutzte Hanglagen mit intensiver Bodenbearbeitung und geringer ganzjähriger Vegetationsbedeckung.

Der Verlust fruchtbarer Oberböden stellt nicht nur ein landwirtschaftliches Problem dar, sondern beeinflusst auch den Wasserhaushalt sowie angrenzende Gewässer und Infrastrukturen. Fruchtbare Böden bilden die Grundlage landwirtschaftlicher Produktion, regulieren den Wasserhaushalt und speichern Kohlenstoff. Ihr Schutz gewinnt vor dem Hintergrund der regionalen Lebensmittelproduktion, zunehmender Extremwetterereignisse und der notwendigen Klimaanpassung zunehmend an Bedeutung.

Technische Sicherungsmaßnahmen wie Rückhaltebecken, Verbauungen oder Entwässerungssysteme können Erosions- und Hochwasserschäden zwar begrenzen, sind jedoch häufig kostenintensiv und mit dauerhaften Eingriffen in Landschaft und Nutzung verbunden. Zusätzlich gehen landwirtschaftliche Nutzflächen teilweise verloren. Vor diesem Hintergrund gewinnen naturbasierte Lösungen zunehmend an Bedeutung. Gesucht werden daher Kulturen, die Böden dauerhaft schützen, Wasserabfluss vermindern und gleichzeitig weiterhin eine landwirtschaftliche Nutzung ermöglichen.

Eine mögliche Kulturpflanze für dieses Puzzlestück der Starkregenvorsorge ist Miscanthus (*Miscanthus × giganteus*). Die mehrjährige Dauerkultur bildet ein ausgeprägtes Rhizom- und Wurzelsystem und verbleibt über viele Jahre auf derselben Fläche. Dadurch wird die Bodenstruktur geschont und die Anfälligkeit gegenüber Erosion reduziert. Gleichzeitig schützt die oberirdische Biomasse den Boden vor direkter Regeneinwirkung und oberflächlichem Wasserabfluss.

Die immerhin schon 5.000 ha Miscanthus in Deutschland werden vor allem als Energie- und Rohstofflieferant betrachtet. Die mögliche vorherige Nutzung als naturbasierte Maßnahme gegen Bodenerosion und zur Stabilisierung erosionsgefährdeter Hanglagen wurde dagegen bislang nur begrenzt untersucht. Gleichzeitig sprechen zahlreiche pflanzenphysiologische Eigenschaften dafür, dass Miscanthus einen wichtigen Beitrag zur

Klimaanpassung und zum vorsorgenden Boden- und Wasserschutz leisten kann (tho Seeth et al., 2024).

Der vorliegende Beitrag erläutert die Einsatzmöglichkeiten von *Miscanthus* zur Verringerung von Bodenerosion und zur Stabilisierung von Hanglagen. Dabei werden Eigenschaften der Pflanze, Wirkmechanismen im Boden-Wasser-System sowie Potenziale einer multifunktionalen Nutzung betrachtet.

2. Eigenschaften von *Miscanthus*

Miscanthus (*Miscanthus* × *giganteus*) ist eine mehrjährige, ausdauernde Energie- und Faserpflanze aus der Familie der Süßgräser. Die Pflanze stammt ursprünglich aus Ostasien und wird seit mehreren Jahrzehnten auch in Europa landwirtschaftlich genutzt. Durch die Kreuzung von *Miscanthus sinensis* und *Miscanthus sacchariflorus* entstand der selbststerile und nicht invasive Triploid *Miscanthus* × *giganteus*. Aufgrund seiner hohen Biomasseleistung sowie die vergleichsweise geringen Anforderungen an Bodenbearbeitung und Pflanzenschutz hat die Kultur in den vergangenen Jahren zunehmend an Interesse gewonnen (tho Seeth et al., 2024).

Charakteristisch für *Miscanthus* ist das ausgeprägte Rhizom- und Wurzelsystem. Die unterirdischen Rhizome bilden ein dichtes Geflecht, das den Boden stabilisiert. Gleichzeitig erschließen Feinwurzeln tiefere Bodenschichten und verbessern die Wasser- und Nährstoffversorgung der Pflanze, was dazu beiträgt, über eine längere Vegetationszeit Biomasse aufzubauen zu können, als eine einjährige Kultur.

Ein weiterer Vorteil ist die dauerhafte Bodenbedeckung. Nach der Etablierung verbleibt *Miscanthus* über 20 Jahre auf derselben Fläche. Regelmäßige Bodenbearbeitungen entfallen weitgehend, wodurch die Bodenstruktur geschont wird. Die oberirdische Biomasse mit der Mulchschicht schützen den Boden zusätzlich vor direktem Schüttregen und reduziert die Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses (Abb. 1). Auch aus Sicht des Bodenschutzes besitzt die Kultur mehrere positive Eigenschaften. Durch den dauerhaften Pflanzenbestand werden der Humusaufbau und die Bodenruhe gefördert. Zusätzlich entstehen nur geringe Stoffeinträge durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel, da *Miscanthus* nach der Etablierung meist mit geringem Bewirtschaftungsaufwand geführt wird.



Abbildung 1: Aufwuchs von Miscanthus nach der Ernte v. l. n. r.: 4, 7, 24 und 70 Tage nach der Ernte (tho Seeth, 2025)

3. Etablierung und Bewirtschaftung von Miscanthus

Die Etablierung von Miscanthus erfolgt üblicherweise im Frühjahr zwischen April und Mai. Gepflanzt werden Rhizome mit handelsüblichen Pflanzmaschinen bei einer Pflanzdichte von etwa zwei Rhizomen pro Quadratmeter. Die Rhizome werden in einer Tiefe von etwa 15 bis 20 cm im Boden abgelegt. Für ein erfolgreiches Anwachsen sind Bodentemperaturen von mindestens 8°C sowie ausreichende Niederschläge nach der Pflanzung von besonderer Bedeutung.

Während der Etablierungsphase entwickelt sich Miscanthus vergleichsweise langsam. Daher ist insbesondere im ersten Vegetationsjahr eine konsequente Unkrautregulierung erforderlich, um Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe zu vermeiden. Hierfür stehen zugelassene Herbizide zur Verfügung. Eine mechanische Unkrautbekämpfung ist grundsätzlich möglich, jedoch etwas aufwendiger. Mit zunehmender Bestandsentwicklung steigt die Konkurrenzkraft der Kultur deutlich an. Spätestens ab dem dritten Standjahr bildet Miscanthus einen so dichten Bestand aus, dass eine zusätzliche Unkrautregulierung nicht mehr notwendig ist. Bereits nach dem ersten Vegetationsjahr wird der zunächst kniehohe Aufwuchs gemulcht. Anschließend beginnt der langfristige Nutzungskreislauf dieser Dauerkultur (Abb. 2).

Im Herbst reift der grüne Bestand ab. Die Halme trocknen ab, verlagern Nährstoffe zur Überwinterung in die Rhizome und verfärben sich braun. Die Blätter fallen auf den Boden und bilden dort eine schützende Mulchschicht. Diese trägt zusätzlich zum Boden- und Erosionsschutz bei und führt gleichzeitig Nährstoffe zurück. Die Ernte der oberirdischen Biomasse erfolgt einmal jährlich im Frühjahr, meist zwischen April und Mai. Hierzu können reihenunabhängige Maishäcksler eingesetzt werden. Die gehäckselte Biomasse wird anschließend mit einem Ladewagen abgefahren. Der Düngbedarf von Miscanthus ist insgesamt gering. In Abhängigkeit von Standort und Nutzung kann eine ergänzende Stickstoffdüngung erfolgen, die 50 kg N/ha nicht überschreiten sollte.

Nach erfolgreicher Etablierung zeichnet sich *Miscanthus* durch einen vergleichsweise geringen Arbeits- und Bewirtschaftungsaufwand aus. Gleichzeitig ermöglicht die mehrjährige Nutzung eine dauerhafte Bodenbedeckung und eine langfristige Stabilisierung der Bodenstruktur.

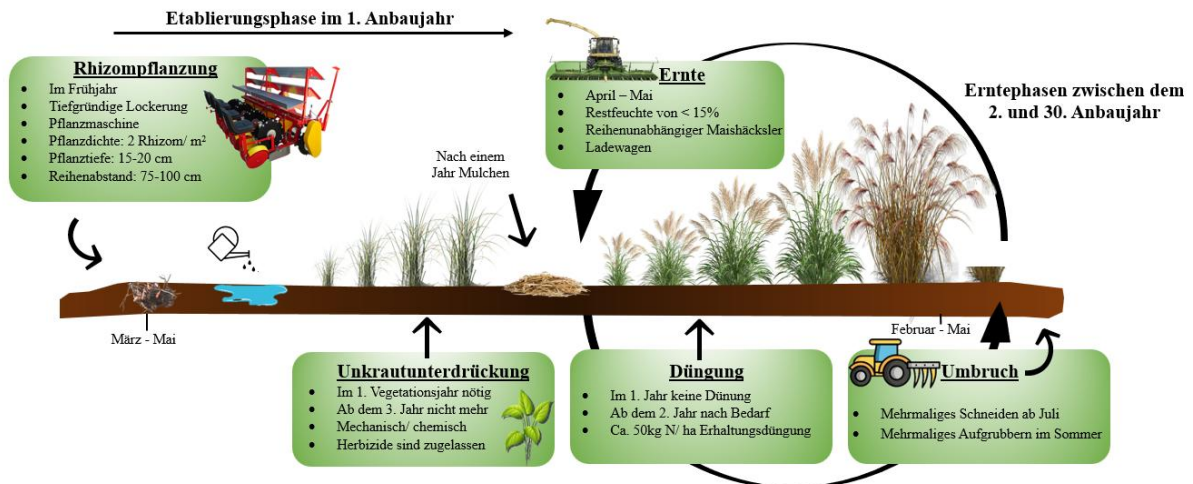


Abbildung 2: Beispielhaftes Schema zur Etablierung eines *Miscanthus*-Bestandes (tho Seeth, 2024)

4. Wirkmechanismen gegen Erosion und Hanginstabilität

Die Wirkung von *Miscanthus* gegen Bodenerosion und Hanginstabilität beruht auf mehreren sich ergänzenden Mechanismen. Dabei spielen sowohl die oberirdische Pflanzenstruktur als auch das unterirdische Rhizom- und Wurzelsystem eine wichtige Rolle (Abb. 3).

Ein zentraler Effekt ist die dauerhafte Bodenbedeckung durch dichte *Miscanthus*-Bestände und die zusätzlich entstehende Mulchschicht aus herabgefallenen Blättern. Beide wirken gemeinsam als Schutz vor direkter Regeneinwirkung, indem sie die Aufprallenergie der Regentropfen deutlich reduzieren und so die Ablösung von Bodenpartikeln sowie die Verschlammung der Oberfläche verringern. Gleichzeitig wird der oberflächliche Wasserabfluss verlangsamt, wodurch mehr Niederschlagswasser in den Boden infiltrieren kann und weniger Bodenmaterial abgeschwemmt wird. Die ganzjährige Bedeckung stabilisiert die Bodenoberfläche zusätzlich gegenüber Austrocknung und Erosion, während die Mulch- Auflage den Eintrag organischer Substanz fördert und damit langfristig zur Verbesserung der Bodenstruktur beiträgt.

Besonders bedeutsam ist das ausgeprägte Wurzelsystem von *Miscanthus*. Die feinen Wurzeln und Rhizome durchziehen den Boden intensiv und erhöhen die innere Stabilität des Bodengefüges. Dadurch wird die Festigkeit des Untergrundes verbessert. Vor allem in Hanglagen trägt dies zur Verringerung flachgründiger Rutschungsprozesse bei (Benjamin et al., 2007).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Förderung biologischer Bodenprozesse. Durch die mehrjährige Nutzung von Miscanthus entfallen regelmäßige Bodenbearbeitungen weitgehend. Dadurch bleibt der Boden dauerhaft ruhig und Lebensräume für Bodenorganismen werden erhalten. Insbesondere Regenwürmer profitieren von der kontinuierlichen Bodenbedeckung sowie der organischen Auflage aus abgestorbenem Blattmaterial. Die von Regenwürmern angelegten Gänge verbessern die Durchlüftung und schaffen zusätzliche Porenräume im Boden. Dadurch kann Niederschlagswasser schneller in tiefere Bodenschichten infiltrieren, wodurch oberflächiger Wasserabfluss reduziert und gleichzeitig pflanzenverfügbar wird. Gleichzeitig erleichtern die entstandenen Makroporen das Wachstum der Pflanzenwurzeln und fördern die Stabilität des Bodengefüges. Das Zusammenspiel aus Wurzelwachstum, organischer Substanz und biologischer Bodenaktivität trägt damit wesentlich zur Verbesserung der Wasseraufnahmefähigkeit und zur Verringerung von Erosionsprozessen bei.

Zusätzlich fördern Wurzeln und organische Rückstände die Bildung stabiler Bodenaggregate. Eine verbesserte Bodenstruktur erhöht die Wasserdurchlässigkeit und vermindert oberflächigen Abfluss. Niederschlagswasser kann dadurch besser in tiefere Bodenschichten eindringen. Dies reduziert kurzfristige Wasserübersättigungen im Oberboden, die häufig ein Auslöser für Hanginstabilitäten sind (Feldwisch et al., 2001). Die Wirkung von Miscanthus auf die Hangstabilität hängt jedoch von verschiedenen Standortfaktoren ab. Dazu zählen insbesondere Bodenart, Hangneigung, Wasserhaushalt und Niederschlagsintensität. Auch die Entwicklungsphase des Bestandes spielt eine wichtige Rolle. In den ersten Jahren nach der Pflanzung ist die stabilisierende Wirkung noch begrenzt, da sich das Rhizom- und Wurzelsystem zunächst entwickeln muss (Bronstert et al., 1993).

Insgesamt kann Miscanthus als naturbasierte Maßnahme dazu beitragen Erosionsprozesse zu verringern, den Wasserabfluss zu bremsen und die Stabilität gefährdeter Hangbereiche zu verbessern. Die Pflanze ersetzt technische Sicherungsmaßnahmen nicht vollständig, kann diese jedoch sinnvoll ergänzen und insbesondere im vorsorgenden Boden- und Wasserschutz eine wichtige Funktion übernehmen.

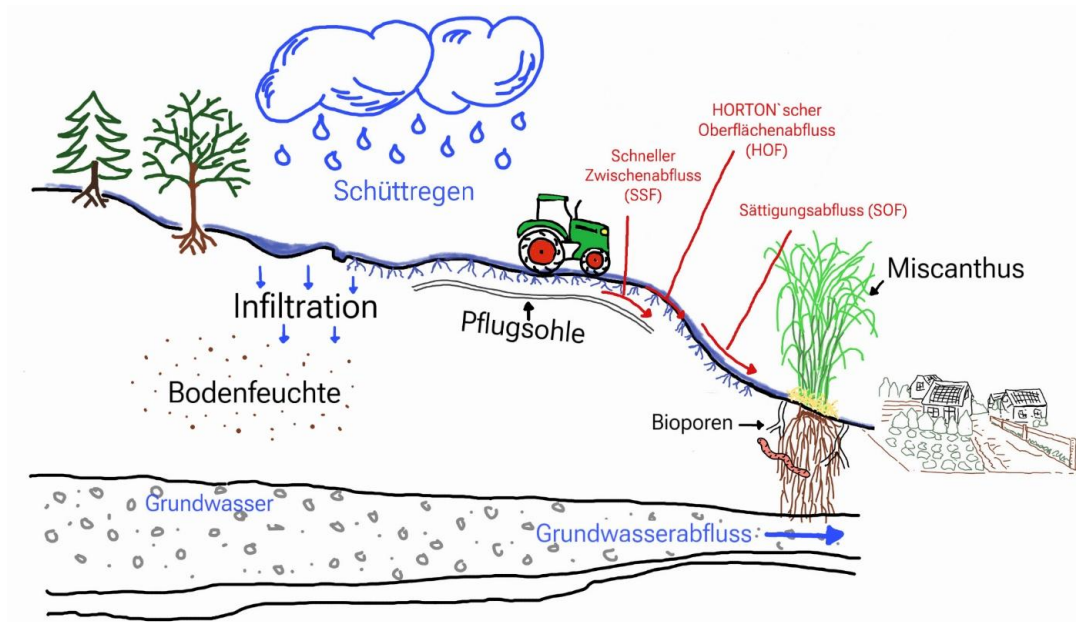


Abbildung 3: Abflussbildungsprozesse im Hangmaßstab (tho Seeth, 2024)

5. Miscanthus als multifunktionale Maßnahme

Ein wesentlicher Vorteil liegt in der mehrfachen Nutzung der Fläche. Im Gegensatz zu rein bautechnischen Maßnahmen des Hochwasser- und Erosionsschutzes bleibt die landwirtschaftliche Fläche weiterhin produktiv nutzbar. Miscanthus übernimmt dabei zunächst eine Schutzfunktion gegen Bodenerosion, oberflächigen Wasserabfluss und Hanginstabilität. Die Kultur wirkt somit als naturbasierter Bestandteil der Starkregenvorsorge und trägt zur Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes bei.

Gleichzeitig entsteht durch die jährliche Biomasseproduktion ein zusätzlicher wirtschaftlicher Nutzen für landwirtschaftliche Betriebe. Die geerntete Biomasse kann energetisch oder stofflich z.B. als Baustoff oder Einstreu genutzt und vermarktet werden. Dadurch bleibt die Fläche nicht nur erhalten, sondern generiert weiterhin Erträge für die Landwirtschaft.

Im Unterschied dazu führen klassische bautechnische Hochwasser- oder Erosionsschutzmaßnahmen häufig zu einer dauerhaften Flächeninanspruchnahme. Rückhaltebecken, Verwallungen oder technische Schutzbauwerke entziehen landwirtschaftliche Nutzflächen teilweise oder vollständig der Produktion. Zusätzlich entstehen Investitions-, Unterhaltungs- und Pflegekosten, ohne dass aus den Flächen selbst ein wirtschaftlicher Ertrag erwirtschaftet wird.

Miscanthus verbindet dagegen Schutzfunktion und landwirtschaftliche Nutzung auf derselben Fläche. Dadurch entsteht ein multifunktionaler Ansatz, bei dem Klimaanpassung, Bodenschutz und Biomasseproduktion miteinander kombiniert werden können.

6. Grenzen und Herausforderungen

Allerdings hängt die Wirksamkeit von Miscanthus stark von den jeweiligen Standortbedingungen ab. Bodenart, Hangneigung, Niederschlagsintensität und Wasserhaushalt beeinflussen die Entwicklung des Bestandes sowie die Wirkung auf Erosion und Hangstabilität. Besonders extreme Niederschlagsereignisse, wie im Jahr 2021, können auch in Miscanthus-Beständen zu Abfluss- und Erosionsprozessen führen. Miscanthus kann daher technische Schutzmaßnahmen nicht vollständig ersetzen. Vielmehr ist die Kultur als ergänzende naturbasierte Maßnahme innerhalb eines integrierten Boden- und Wasserschutzkonzeptes zu betrachten.

7. Perspektiven

Mit zunehmenden Starkregenereignissen und teilweise längeren Niederschlagsperioden steigen die Anforderungen an nachhaltige Lösungen im Boden- und Wasserschutz. Gleichzeitig wächst der Bedarf an landwirtschaftlichen Nutzungssystemen, die sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich tragfähig sind. Vor diesem Hintergrund kann Miscanthus künftig eine wichtige Rolle im Bereich naturbasierter Klimaanpassungsmaßnahmen einnehmen. Insbesondere in erosionsgefährdeten Hanglagen bietet die Kultur das Potenzial, Bodenschutz und Biomassenutzung miteinander zu verbinden. Durch die dauerhafte Bodenbedeckung, die intensive Durchwurzelung sowie den geringen Bearbeitungsaufwand kann Miscanthus zur langfristigen Stabilisierung empfindlicher Standorte beitragen.

Das Potential von Miscanthus zur Starkregenvorsorge haben erste Kommunen bereits erkannt. Gestartet in Bad-Neuenahr (RLP) gibt es nun auch in NRW eine kommunale Miscanthus-Anschubfinanzierung von etwa 5.000 €/Hektar im Kreis Euskirchen, in Rheinbach sowie in Bornheim. Weitere Kommunen zeigen sich sehr interessiert und bereiten entsprechende regionale Förderungen vor. Auch die Erkenntnisse aus Luxemburg, wo Miscanthus gezielt in Trinkwassereinzugsgebieten gefördert und angebaut wird, weil es dort unter den Beständen nahezu keine Nitratverlagerung gibt, lassen sich auf andere Regionen bzw. Regierungsbezirke als „naturbasierte und kostengünstige Lösung“ übertragen.

Somit ergeben sich vielfältige mögliche Einsatzbereiche von Miscanthus innerhalb regionaler Wasser- und Landschaftsmanagementkonzepte. Miscanthus kann helfen, oberflächigen Wasserabfluss zu verringern, die Wasserinfiltration zu verbessern und den Bodenabtrag zu reduzieren. Gleichzeitig besitzt die Kultur Potenziale im Bereich der Kohlenstoffbindung und des klimafreundlichen Landmanagements.

Insgesamt zeigt Miscanthus vielversprechende Ansätze für eine multifunktionale Nutzung im Spannungsfeld von Klimaanpassung, Bodenschutz und nachhaltiger Biomasseproduktion. Die Kultur kann technische Maßnahmen nicht vollständig ersetzen, jedoch als ergänzender Baustein zu resilienteren Landschafts- und Nutzungssystemen deutlich beitragen.

8. Fazit

Miscanthus besitzt aufgrund seiner mehrjährigen Nutzung, der dauerhaften Bodenbedeckung sowie des ausgeprägten Rhizom- und Wurzelsystems ein erhebliches Potenzial für den Einsatz im Erosionsschutz und zur Stabilisierung gefährdeter Hanglagen. Die Kultur kann oberflächigen Wasserabfluss reduzieren, die Wasserinfiltration verbessern und die Bodenstruktur langfristig stabilisieren. Gleichzeitig fördern geringe Bodenbearbeitung, organische Auflagen und biologische Bodenaktivität wichtige Bodenfunktionen.

Besonders hervorzuheben ist die multifunktionale Nutzung der Kultur. Miscanthus verbindet naturbasierten Boden- und Wasserschutz mit einer weiterhin wirtschaftlich nutzbaren landwirtschaftlichen Fläche. Im Gegensatz zu rein technischen Schutzmaßnahmen bleibt die Fläche produktiv und liefert zusätzlich verwertbare Biomasse. Vor dem Hintergrund zunehmender Starkregenereignisse und der notwendigen Klimaanpassung kann Miscanthus damit einen wichtigen Beitrag zu resilienten und nachhaltig bewirtschafteten Agrarlandschaften leisten. Erste Kommunen in NRW fördern daher bereits gezielt den lokalen Anbau von Miscanthus.

Für weiterführende Informationen zum Projekt MisKaRe sowie zu den Projektzielen, Versuchsanlagen und Ergebnissen wird auf die Projektwebseite verwiesen:

<https://www.inres.uni-bonn.de/nawaro/de/forschung/miskare>

Das Projekt wird im Rahmen des Programms EFRE/JTF NRW 2021–2027 durch die Europäische Union und das Land Nordrhein-Westfalen gefördert. Es leistet einen Beitrag zur Entwicklung naturbasierter Maßnahmen für Klimaanpassung, Starkregenvorsorge und den Schutz von Boden- und Wasserressourcen.



Kofinanziert von der
Europäischen Union

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



Literaturübersicht

Bronstert, A., S. Seiert, & G. Oberholzer (1993). Maßnahmen der Flurbereinigung und ihre Wirkungen auf das Abflussverhalten ländlicher Gebiete. *Schriftreihe des Landesamtes für Flurneuordnung und Landentwicklung Baden-Württemberg*. Heft 3, S. 22.

Benjamin, J. G., M. Mikha, D. C. Nielsen, M. F. Vigil, F. Calderón, & W. B. Henry (2007). Cropping Intensity Effects on Physical Properties of a No-till Silt Loam, S.1160-1165.

Feldwisch, N., S. Kuntz, & S. Mayer (2001). Methodenvergleich zur Datengewinnung und -nutzung im Bereich des Bodenschutzes. *Text*, 38/01, S. 26-27.

tho Seeth et al. (2024). 12. Internationale Miscanthus-Tagung: Miscanthus -from ecosystem services to innovative products Miscanthus -von ökosystemaren Dienstleistungen bis zu innovativen Produkten.

Weitere Hefte aus dieser Schriftenreihe seit 2004

- 01/2004** **Integrierte ländliche Entwicklung – wirtschaftlicher und landeskultureller Standortfaktor mit regionalem und lokalem Bezug.** 24. Bundestagung vom 8. bis 10. Oktober 2003 in Fulda (Hessen)
- 02/2004** **Agrarumweltprogramme – wie weiter?!** 25. Bundestagung vom 29. September bis 1. Oktober 2004 in Weimar (Thüringen)
- 03/2005** **Neue Chancen für die Integrierte Ländliche Entwicklung durch die EU-Verordnung ELER?** 26. Bundestagung vom 5 bis 7. Oktober 2005 in Göttingen (Niedersachsen)
- 04/2006** **Ländlicher Raum auf Roter Liste – Herausforderungen und Chancen.** 27. Bundestagung vom 4. bis 6. Oktober 2006 in Montabaur (Rheinland-Pfalz)
- 05/2008** **Landeskultur in Europa – Lernen von den Nachbarn.** 28. Bundestagung vom 10. bis 12. Oktober 2007 in Chemnitz (Sachsen)
- 06/2009** **Landeskultur – Motor der Waldentwicklung.** 29. Bundestagung vom 15. bis 17. Oktober 2008 in Gummersbach (Nordrhein-Westfalen)
- 07/2010** **Dörfer ohne Menschen!? – Zwischen Abriss, Umnutzung und Vitalisierung.** 30. Bundestagung vom 14. bis 16. Oktober 2009 in Würzburg (Bayern)
- 08/2011** **Energie-Landschaften!? – Fallen oder Chancen für ländliche Räume?** 31. Bundestagung vom 29. September bis 1. Oktober 2010 in Husum (Schleswig-Holstein)
- 09/2012** **Wege in die Zukunft!? Neue Anforderungen an ländliche Infrastrukturen.** Internationale Infrastrukturtagung und 32. Bundestagung vom 31. August bis 2. September 2011 in Mainz (Rheinland-Pfalz)
- 10/2013** **Wandel in den Köpfen!? Wie kann durch Veränderungsprozesse die Zukunft in strukturschwachen Räumen gestaltet werden?** 33. Bundestagung vom 25. bis 27. September 2012 in Wetzlar (Hessen)
- 11/2014** **Energiewende: Wertschöpfung im ländlichen Raum.** 34. Bundestagung vom 3. bis 5. September 2013 in Jena (Thüringen)
- 12/2015** **Dorfumbau: Dörfer entstehen im Kopf! Wie können die Veränderungsprozesse mit den Menschen gestaltet werden?** 35. Bundestagung vom 16. bis 18. September 2014 in Zwickau (Sachsen)

- 13/2016** **Ländlicher Raum. Beweg Dich.EU!** 36. Bundestagung vom 8. bis 10. September 2015 in Birkenfeld (Rheinland-Pfalz)
- 14/2016** **Flächenkonkurrenz entschärfen: gemeinsam – maßvoll – zukunftsfähig.** 37. Bundestagung vom 7. bis 9. Juni 2016 in Freising (Bayern)
- 15/2017** **Idylle Ländlicher Raum? – Der Kampf um die Fläche.** 38. Bundestagung vom 14. bis 16. November 2017 in Stuttgart (Baden-Württemberg)
- 16/2018** **Landentwicklung 4.0 – Digitalisierung in Landentwicklung und Landwirtschaft sowie moderne Teilnahmeverfahren.** 39. Bundestagung vom 26. bis 28. September 2018 in Bad Berleburg (Nordrhein-Westfalen)
- 17/2019** **Auf dem Boden bleiben?! Unsere Böden zwischen Nutzen und Schützen.** 40. Bundestagung vom 05. bis 07. Juni 2019 in Rendsburg (Schleswig-Holstein)
- 18/2021** **Neue Wege digital und analog! Den Wandel im ländlichen Raum aktiv gestalten.** Internationale Infrastrukturtagung und 41. Bundestagung vom 13. bis 15. Oktober in Wiesbaden (Hessen)
- 19/2022** **Gewässerentwicklung braucht Fläche – Zukunftsfähige Landnutzung durch Ländliche Entwicklung!** 42. Bundestagung vom 12. bis 14. Oktober 2022 in Koblenz (Rheinland-Pfalz)
- 20/2023** **Digital, mobil und vernetzt – der ländliche Raum als Chancenraum** 43. Bundestagung 18. bis 20. Oktober 2023 in Bad Kissingen (Bayern)
- 21/2025** **Digital, mobil und vernetzt – der ländliche Raum als Chancenraum** 45. Bundestagung 24. bis 26. September 2025 in Ulm (Baden-Württemberg)

Sonderhefte

- 01/2006** **The Rural Area on the Red List. The contribution of Integrated Rural Development to the creation of employment with special regard to the demographic development in Germany**
- 01/2006** **Ländlicher Raum auf Roter Liste. Der Beitrag der Integrierten Ländlichen Entwicklung zur Schaffung von Arbeitsplätzen unter besonderer Berücksichtigung der demographischen Entwicklung in Deutschland**
- 02/2009** **Dörfer ohne Menschen!? Zwischen Abriss, Umnutzung und Vitalisierung.** Materialien zur Vorbereitung der 30. Bundestagung der DLKG vom 14. bis 16. Oktober 2009 in Würzburg (Bayern)
- 03/2010** **Wege in die Zukunft?! Neue Anforderungen an ländliche Infrastrukturen.** Materialien zur Vorbereitung der Internationalen Infrastrukturtagung und 32. Bundestagung der DLKG vom 31. August bis 2. September 2011 in Mainz (Rheinland-Pfalz)
- 04/2011** **Wandel in den Köpfen?! Neuausrichtung von LEADER, ILE, Dorfentwicklung und Ländlicher Bodenordnung.** Materialien zur Vorbereitung der 33. Bundestagung 2012 in Wetzlar (Hessen)
- 05/2012** **Wertschöpfung durch Waldflurbereinigung und ländliche Infrastrukturen.** Dokumentation der internationalen Fachtagung zum internationalen Jahr der Wälder 2011
- 06/2014** **Dorfumbau: Dörfer entstehen im Kopf! Wie können die Veränderungsprozesse mit den Menschen gestaltet werden?** Materialien zur Vorbereitung der 35. Bundestagung der DLKG im Jahre 2014 in Zwickau (Sachsen)
- 07/2014** **Technikumbau in der Landentwicklung in Deutschland. Wie kann Landentwicklung durch LEFIS im Zusammenwirken mit ALKIS für die Zukunft gestaltet werden?** Dokumentation der Fachtagung der Arbeitsgruppe Rheinland-Pfalz-Hessen-Saarland der DLKG im Jahre 2014 in Mainz (Rheinland-Pfalz)
- 08/2016** **Visionen der Landentwicklung in Deutschland.** Dokumentation der Fachtagung am 26. April 2016 in der Hochschule Mainz (Rheinland-Pfalz)

Böden sind Grundlage vieler Ökosystemleistungen: Nährstoffkreislauf, Wasserhaushalt, Kohlenstoffspeicherung und Biodiversität. Allerdings sind Böden durch den Klimawandel in mehrfacher Hinsicht bedroht. Längere Trockenperioden und Extremwetterereignisse führen zu Humusabbau, Verdichtung und Erosion. Insbesondere landwirtschaftlich genutzte Flächen geraten zunehmend unter Druck: Ertragseinbußen, Wassermangel und eine sinkende Bodenfruchtbarkeit sind mögliche Folgen und erfordern Klimafolgeanpassungsmaßnahmen in der Bodennutzung. Zugleich sind Böden zentrale Akteure im Klimaschutz. Humusreiche Böden und Moore können große Mengen an Kohlenstoff speichern und damit Treibhausgase binden. Intakte Böden tragen außerdem zur Wasserrückhaltung und zur Regulierung lokaler Klimabedingungen bei.

Wie können wir Böden so nutzen, dass sie langfristig leistungsfähig bleiben? Welche Anpassungsstrategien sind nicht nur sinnvoll, sondern auch realistisch umsetzbar? Wie bringen wir ökologische Anforderungen und wirtschaftliche Zwänge zusammen? Wie gelingt es, Erkenntnisse aus der Forschung in die Praxis zu übertragen?

Herausgeber der Schriftenreihe
Deutsche Landeskulturgesellschaft

