2015
Internationales
Jahr des Bodens

RheinlandPfalz
MINISTERIUM FÜR
WIRTSCHAFT, KLIMASCHUTZ,
ENERGIE UND
LANDESPLANUNG

Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

mit dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

Klimawandel in Rheinland-Pfalz - Themenheft Boden

IMPRESSUM

Klimawandel in Rheinland-Pfalz

Themenheft Boden

Herausgeber und Copyright:
Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen
bei der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft

Hauptstraße 16
D-67705 Trippstadt
Internet: www. klimawandel-rlp.de
www.kwis-rlp.de

Text:
Tilmann Sauer (RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen) und Peter Böhm (www.geo-berater.de)

Textsatz, Bildbearbeitung und Gestaltung:
Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

Trippstadt, Dezember 2015

VORWORT

Der Klimawandel ist ein globales Phänomen, welches sich auch in Rheinland-Pfalz bemerkbar macht und sämtliche Umwelt- und Gesellschaftsbereiche betrifft. Mit einer zukunftsweisenden Energie- und Klimaschutzpolitik leistet Rheinland-Pfalz einen Beitrag zur Begrenzung des Klimawandels. Dennoch wird es weitere unvermeidbare Klimaveränderungen geben, an die wir uns anpassen müssen.

Welche Risiken und gegebenenfalls auch Chancen der Klimawandel in Rheinland-Pfalz für unterschiedliche Gesellschafts- und Umweltbereiche haben kann und welche möglichen Anpassungsoptionen ableitbar sind, wird seit mehreren Jahren in landesspezifischen Projekten untersucht. Das „Handlungsfeld Boden" wird gemeinsam vom Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen und vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz bearbeitet. Die Ergebnisse zeigen, dass klimabedingte Einflüsse Bodeneigenschaften verändern und Auswirkungen auf die Bodennutzung sowie auf weitere Handlungsfelder haben werden.

Mit dem vorliegenden Themenheft „Boden" startet im Jahr 2015 eine neue Reihe, die kurz und prägnant über ausgewählte, für Rheinland-Pfalz besonders relevante Schwerpunktthemen informieren will.

Das Themenheft befasst sich mit Auswirkungen des Klimawandels in Rheinland-Pfalz bezogen auf das Handlungsfeld Boden: wie und wo ist der Boden betroffen, welche Auswirkungen sind zu erwarten? Es werden erste Empfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel bezüglich des Bodens in Rheinland-Pfalz abgeleitet.

Dr. Ulrich Matthes

Leiter Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

Prof. Dr. Georg Wieber

Leiter Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

BODEN UND KLIMAWANDEL

Böden spielen eine zentrale Rolle im Klimageschehen. Zwischen Boden und Klima bestehen vielfältige Wechselwirkungen: Änderungen des Klimas beeinflussen den Boden und der sich verändernde Boden beeinflusst wiederum das Klima.

„Funktionierende Böden"

Böden erfüllen wichtige Funktionen. Wandelt sich das Klima, wirkt sich dies auch auf die Funktionen der Böden sowie auf ihre Funktion als Standorte der Land- und Forstwirtschaft aus. Klimawandel verändert Böden. Mögliche Beeinträchtigungen können sein:

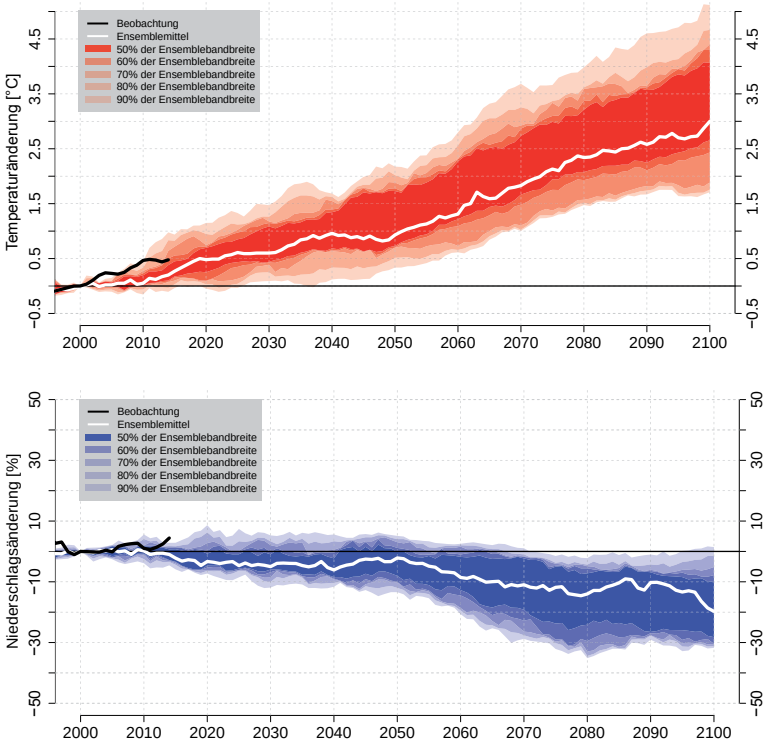
- eine Abnahme der Humusgehalte
- eine Zunahme der Bodenerosion
- eine Zunahme der Verdichtung
- nachteilige Veränderungen des Bodenwasserhaushalts

Bodenschutz ist Klimaschutz

Böden halten Wasser zurück und senken über die Verdunstung die Temperatur der bodennahen Luftschichten (Kühlfunktion). Versiegelte Flächen heizen die Luft dagegen auf. Böden binden Kohlenstoff (Senkenfunktion). Doch können sie durch den Klimawandel und eine veränderte Landnutzung auch zu einer Quelle von Treibhausgasen werden und so das Klima weiter erwärmen.

Klimaprojektionen

Wie verändert sich das Klima und welche Auswirkungen hat dies auf die Böden? Klimamodelle helfen einen Eindruck zu gewinnen, wie sich das Klima in der Zukunft entwickeln könnte. Klimaprojektionen berechnen die zukünftige Entwicklung wichtiger Klimavariablen. Die Ergebnisse spannen einen Korridor möglicher Entwicklungen auf. Die Veränderungen der Klimavariablen fallen regional unterschiedlich aus. Einflüsse auf die Böden und die Landnutzung müssen daher mit räumlich hoch aufgelösten Daten untersucht werden. Bereits jetzt zeigt sich: Die Folgen für die Böden werden sich je nach Region unterschiedlich auswirken. In welchen Räumen besteht zukünftig Handlungsbedarf?



Ensemble der Temperatur- und Niederschlagsänderung in Rheinland-Pfalz im Sommer. Als Ensemble bezeichnet man eine Vielzahl von Klimaprojektionen. Für 15 Klimaprojektionen ist die Abweichung vom langjährigen Mittel (1971 bis 2000) dargestellt. Klimaprojektionen spannen einen Korridor der möglichen Entwicklung auf. Datenquelle: ENSEMBLES, Szenario A1B, Deutscher Wetterdienst.

Handlungsfeld Boden

Veränderungen von Bodeneigenschaften lassen sich erst über eine längere Einwirkungsdauer sicher belegen. Daher ist es umso wichtiger, frühzeitig mögliche Veränderungen zu erkennen und im Voraus nachteiligen Entwicklungen gegenzusteuern.

Zunächst gilt es, Problemgebiete und „Hot-Spots“ zu identifizieren. Dazu werden räumliche Bodendaten mit Ergebnissen der regionalen Klimaprojektionen verknüpft. Über einen Vergleich des Status quo (Situation heute) und der Klimaprojektion (zukünftige Situation) lassen sich landesweite Daten zu möglichen Veränderungen der Bodenfunktionen gewinnen. Die durch den Klimawandel potenziell besonders betroffenen Standorte können identifiziert und hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit bewertet werden. Auf dieser Grundlage können regionale und standortsbezogene Handlungsempfehlungen erarbeitet werden.

Braunerde aus Quarzit mit Tonschieferverwitterungsmaterial (Unterdevon).

SCHUTZ DER BODENFUNKTIONEN

Boden ist die obere lockere Schicht der Erdkruste, einschließlich des Bodenwassers, der Bodenluft und der Bodenlebewesen. Der Boden ist ein Hauptbestandteil terrestrischer Ökosysteme und erfüllt zentrale Funktionen für Mensch und Umwelt.

Als einer der bodenbildenden Faktoren beeinflusst das Klima nicht nur die Bodenentwicklung, sondern auch die Bodenfunktionen. Klimaänderungen wirken sich auf den Wasserhaushalt, den Stofftransport und den Stoffumsatz in Böden aus. Viele interne Wechselwirkungen erschweren aber quantitative Voraussagen zu den Auswirkungen. Über die Rückwirkungen auf das Klima kommt dem Boden eine „Klimaschutzfunktion" zu.

Vorsorgender Bodenschutz

Vorsorge betreiben bedeutet, natürliche Ressourcen und Lebensgrundlagen zu schützen, bevor Gefährdungen auftreten.

Vorsorgender Bodenschutz in diesem Sinne bedeutet, den Bodenverbrauch sowie die Einwirkungen auf den Boden so weit wie möglich zu vermeiden, oder aber zu vermindern, um so die Leistungsfähigkeit der Böden langfristig zu sichern.

Natürliche Funktionen des Bodens	■ Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen ■ Bestandteil des Naturhaushalts mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen ■ Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften
Nutzungsfunktionen des Bodens	■ Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung

Wichtige Bodenfunktionen
nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz.

BODENINFORMATION

Der Klimawandel wird zu Veränderungen der Standortbedingungen in Rheinland-Pfalz führen. Sie sind einerseits abhängig von den zukünftig zu erwartenden regionalen Niederschlags- und Temperaturverhältnissen. Andererseits hängen sie von naturräumlichen Gegebenheiten wie Relief, Bodeneigenschaften und Landnutzung ab.

Für flächenhafte Auswertungen zu Klimawandel und Boden werden bodenkundliche Daten in Kombination mit Geographischen Informationssystemen verwendet. Das Landesamt für Geologie und Bergbau (LGB) erhebt landesweit bodenkundliche Grunddaten und entwickelt Auswertungsmethoden. Die Bodendaten liegen in einer zentralen Datenbank, dem Bodenformenarchiv (BoFA), vor. Sie ermöglichen eine Identifizierung und Bewertung der vom Klimawandel besonders betroffenen Gebiete. Auf dieser Grundlage können regionalspezifische Aussagen getroffen und räumlich zielgerichtete Anpassungsstrategien entwickelt werden.

- BGL der Auen und Niederterrassen
- BGL der Hochflutlehm-, Terrassensand- und Flussschottergebiete
- BGL der Lösslandschaften
- BGL mit carbonatischen Gesteinen
- BGL mit Sand-, Schluff- und Tonsteinen, mit Löss
- BGL mit Ton- und Schluffsteinen
- BGL der basischen und intermediären Vulkanite
- BGL mit sauren bis intermediären Magmatiten und Metamorphiten
- BGL der Ton- und Schluffschiefer mit Grauwacke, Kalkstein, Sandstein und Quarzit
- BGL mit Quarzit, Grauwacke, Sandstein, Konglomerat sowie Ton- und Schluffschiefer

Bodengroßlandschaften von Rheinland-Pfalz.

BODENWASSER

Wasser ist Leben! Böden sind Wasserspeicher, ihr Speichervermögen ist ein wichtiger Teil der Bodenfruchtbarkeit. Im Landschaftswasserkreislauf übernehmen Böden die Aufgabe, Wasser aufzunehmen, es zu filtern, die Grund- und Oberflächenspeicher zu füllen und es an die Vegetation abzugeben.

Klimamodelle zeigen für Rheinland-Pfalz Änderungen bei der saisonalen Verteilung der Niederschläge. Die Niederschläge werden dann abnehmen, wenn sie am meisten benötigt werden: in den Sommermonaten. In dieser Zeit steht zukünftig weniger Wasser zur Verfügung. Gleichzeitig erhöhen sich infolge steigender Temperaturen die Verdunstung sowie der Wasserbedarf und –verbrauch der Pflanzen. Änderungen des Bodenwasserhaushalts haben Folgen für die Land-, Forst- und die Wasserwirtschaft. In trockenen Jahren kann zu wenig Wasser für die Pflanzen zum Problem werden.

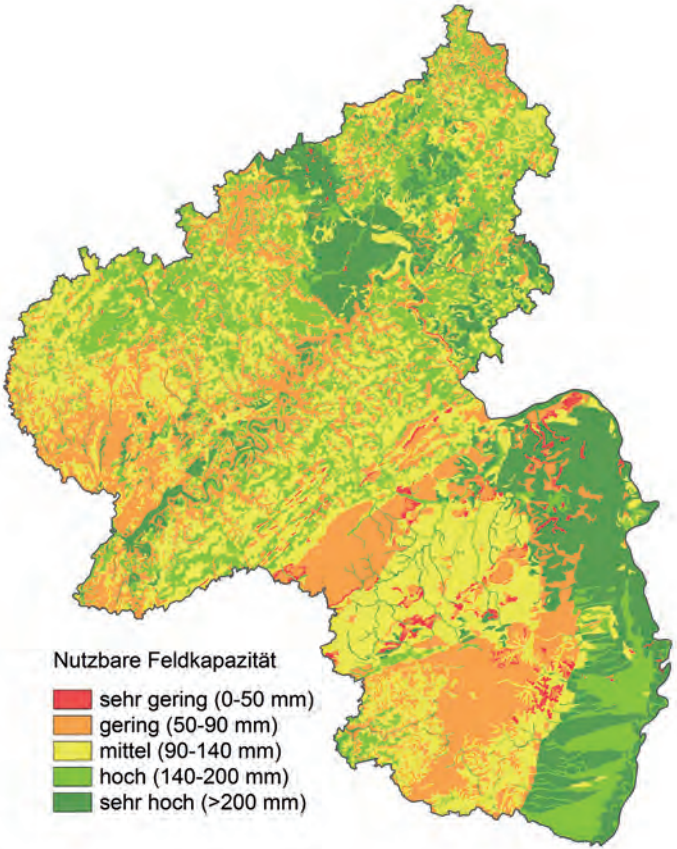
Fehlt das Wasser, trocknen Böden aus. Trockenrisse im Boden.

Wird das Wasser knapp?

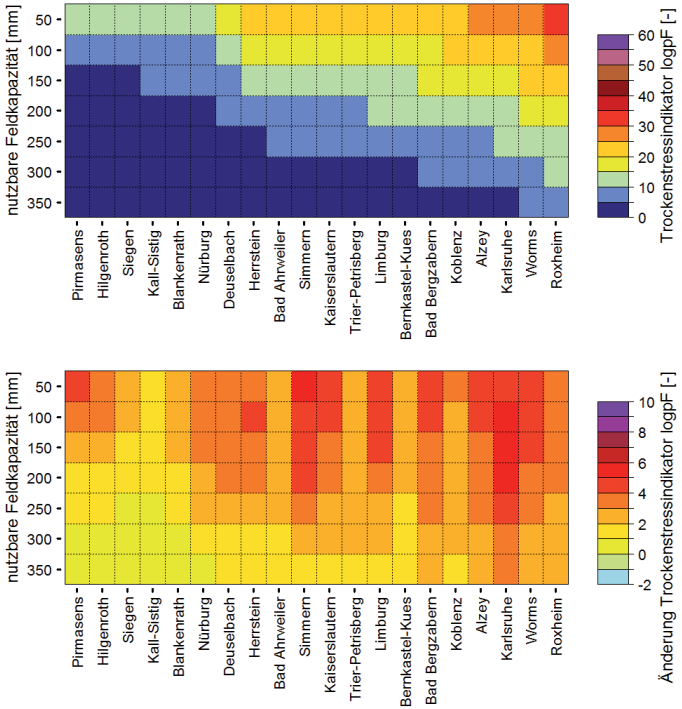
Welche Einschränkungen der Wasserversorgung sind zu erwarten? Welche Regionen, welche Böden, welche Nutzungen werden besonders betroffen sein?

Unterschiedliche Böden speichern unterschiedliche Mengen an Wasser. Nur ein Teil davon, die sogenannte nutzbare Feldkapazität (nFK) des durchwurzelbaren Bodenraums, ist für Pflanzen verfügbar. Bereits heute kommt es in Trockenperioden auf einigen Standorten zu Trockenstress. Klimaveränderungen werden zuerst die Böden mit geringem Wasserspeicher treffen: flachgründige Böden, Sandböden und Böden mit hohen Steingehalten. Diese Risikoflächen gilt es zu identifizieren.

Die folgende Karte zeigt das Speichervermögen der Böden für pflanzenverfügbares Wasser. „Hot-Spots" mit sehr niedriger nFK (rot) sind bereits heute Risikostandorte. Ihnen muss in Zukunft verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet werden. Großflächige Areale mit geringem Wasserspeicher liegen in Mittelgebirgsregionen mit Sandsteinverwitterungsböden (z.B. Pfälzerwald) und in Bereichen mächtiger Flugsanddecken (z.B. Mainz-Ingelheim).



Nutzbare Feldkapazität (nFK) des durchwurzelbaren Bodenraums im Maßstab der landnutzungsdifferenzierten Bodenübersichtskarte 1:200.000.



Trockenstress (1971-2000, oben) und Veränderung des Trockenstresses in der Zukunft (2021-2050, unten) für Böden mit unterschiedlicher nFK. Klimamodell WETTREG2006, Szenario A1B.

Risiken im Ackerbau

Wie werden sich Klimaveränderungen auf den Wasserhaushalt landwirtschaftlicher Standorte auswirken? Auf der Suche nach Antworten wurde für 22 Standorte das aktuelle und das zukünftige Risiko für Trockenstress am Beispiel der Kultur Winterweizen untersucht.

Mit einem Wasserhaushaltsmodell wurde der Standortwasserhaushalt für sieben Böden mit unterschiedlicher nFK (50, 100, 150, 200, 250, 300 und 350 mm) simuliert und als Trockenstressindikator dargestellt (0 = kein Trockenstress in der Vegetationsperiode; 100 = Trockenstress während der gesamten Vegetationsperiode).

In den warmen und trockenen Beckenregionen (wie z.B. Oberrheingraben, Neuwieder Becken) ist bereits heute das Trockenstressrisiko auf Böden mit geringem Wasserspeicher erhöht. Das Zukunftsszenario zeigt, dass das Trockenstressrisiko in einzelnen Regionen und auf bestimmten Böden zunehmen wird (rote Farben).

Bei zunehmender und andauernder Trockenheit der Böden in den Sommermonaten sinkt auch deren Fähigkeit, Wasser aufzunehmen. Fallen Niederschläge als Starkregen, dann infiltriert Wasser nur unvollständig.

Besonders auf Lössböden verschlämmt die Bodenoberfläche. Anteile der Sommerniederschläge fließen oberflächlich ab und stehen dem Boden und den Pflanzen nicht zur Verfügung. Der damit einhergehende Bodenabtrag mindert langfristig die nFK der Böden. Oberflächenabfluss erhöht somit die Trockenheit am Standort. Auch das Risiko für Hochwasser nimmt zu.

„Trockenheit schränkt Bodenfunktionen ein"

Längere und intensivere Trockenperioden wirken sich auf alle Prozesse im Boden aus, besonders aber auf das Bodenökosystem, denn Leben benötigt Wasser. Mit abnehmender Bodenfeuchte nimmt auch die Nährstoffverfügbarkeit ab, Abbauleistungen der Bodenorganismen für verschiedene Stoffe verringern sich, der Stofftransport im Boden kommt zum Erliegen. Wichtige Bodenfunktionen werden eingeschränkt.

Änderungen bei der Landnutzung

Die natürliche Vegetation passt sich an einen veränderten Bodenwasserhaushalt an. Bei der Landnutzung aber erfolgen notwendige Änderungen als Entscheidungsprozess der beteiligten Akteure. Dabei spielen auch ökonomische Bewertungen eine wichtige Rolle. Eine Anpassung der Landnutzung an den Klimawandel setzt eine problemorientierte landwirtschaftliche Beratung voraus.

Ansatzbereiche für Anpassungsstrategien

Wasserdefizite, Starkregen, Phasen geringer Bodenbedeckung und veränderte Stoffumsätze betreffen unterschiedliche Handlungsbereiche, die aufeinander abgestimmt werden müssen.

- Sorten-, Artenauswahl, Fruchtfolgegestaltung
- Aussaattermine, Bodenbearbeitung
- Pflanzenernährung, Düngung, Humusreproduktion
- Wassermanagement, Bewässerung

Bewässerung von Sonderkulturen. Für trockenstressgefährdete Böden kann Bewässerung eine Alternative sein. Sie ist nicht umsonst zu haben und birgt Risiken, z.B. eine Belastung des Grundwassers oder Versalzung.

BODENEROSION

Unter Bodenerosion wird der Abtrag von Boden durch Wasser oder Wind verstanden. In Rheinland-Pfalz dominiert die Bodenerosion durch Wasser. Niederschlags- oder Schmelzwasser spült Bodenpartikel ab. Auf den betroffenen Flächen geht fruchtbarer Boden verloren, Bodenfunktionen werden beeinträchtigt, es kommt zu Schäden auf der Fläche (On-Site).

Benachbarte Flächen und Bauwerke sind durch Sedimentation des abgeschwemmtem Bodenmaterials betroffen. An Bodenpartikel gebundene Nähr- und Schadstoffe gelangen in angrenzende Gewässer oder Ökosysteme (Off-Site). Bodenerosion verursacht dadurch langfristig ökologische und wirtschaftliche Schäden.

Das Risiko für Bodenerosion ist aufgrund vieler und kleinräumig variierender Einflussfaktoren (Niederschlag, Topografie, Bodenstruktur und Bewirtschaftung) lokal sehr unterschiedlich.

Bodenerosion.
Schleichender Verlust von fruchtbarem Boden.

Fördert der Klimawandel den Bodenabtrag?

Zukunftsszenarien lassen eine veränderte saisonale Verteilung der Niederschläge mit zeitweise erhöhten Niederschlagsintensitäten (Extremereignisse) erwarten. Eine intensivere Austrocknung der Böden im Sommerhalbjahr kann zu trockenheitsbedingten Lücken der Vegetation führen. Die Zeiträume ohne Bodenbedeckung zwischen Ernte und Einsaat auf Ackerflächen verlängern sich und das verstärkt wiederum die Wirkung der erwarteten Starkniederschläge.

Der Wandel des Klimas wird sich auf das Bodenerosionsgeschehen auswirken. Welche Entwicklungen sind für Rheinland-Pfalz zu erwarten? Gibt es regionale Schwerpunkte? Welche Anpassungsstrategien sind notwendig?

Erosionsschäden sind wirtschaftliche Schäden.
Ein Teil des erodierten Bodens wird am Unterhang abgelagert und verursacht Schäden, wenn Keimpflanzen verschüttet werden oder Verschlämmungskrusten die Bodenoberfläche versiegeln.

Bodenerosionsszenario

Für die Bodenerosion durch Wasser ist entscheidend, wie sich zukünftig Niederschlag und Bodenbedeckung entwickeln. Klimamodelle ermöglichen es, die Veränderungen für Rheinland-Pfalz zu projizieren. Mit Hilfe der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) kann die zukünftige Erosionsgefährdung dargestellt werden.

Allgemeine Bodenabtragsgleichung:

$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$

Es bedeuten

A: langjähriger, mittlerer jährlicher Bodenabtrag

R: Regen- und Oberflächenabflussfaktor

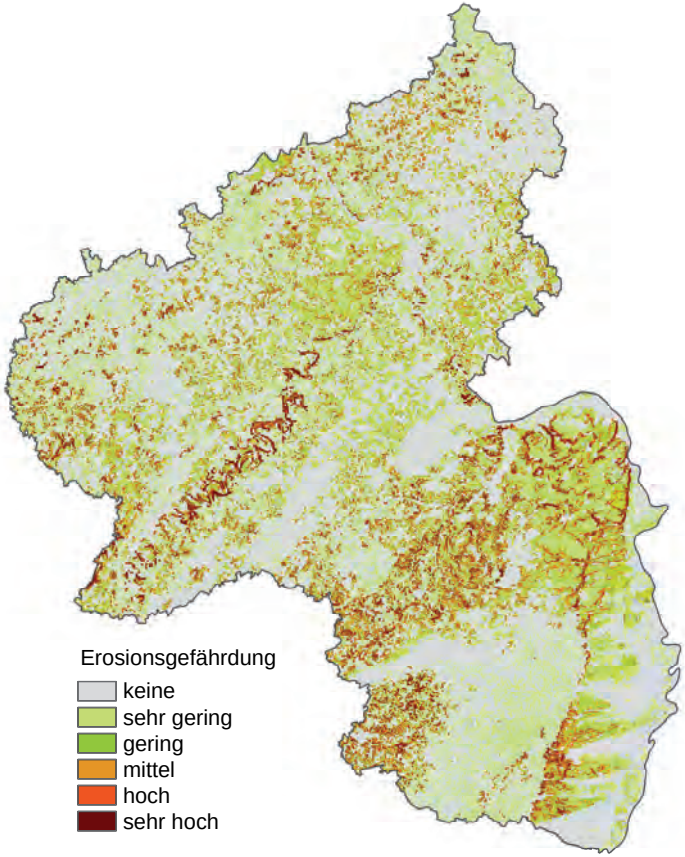
K: Bodenerodierbarkeitsfaktor

L: Hanglängenfaktor

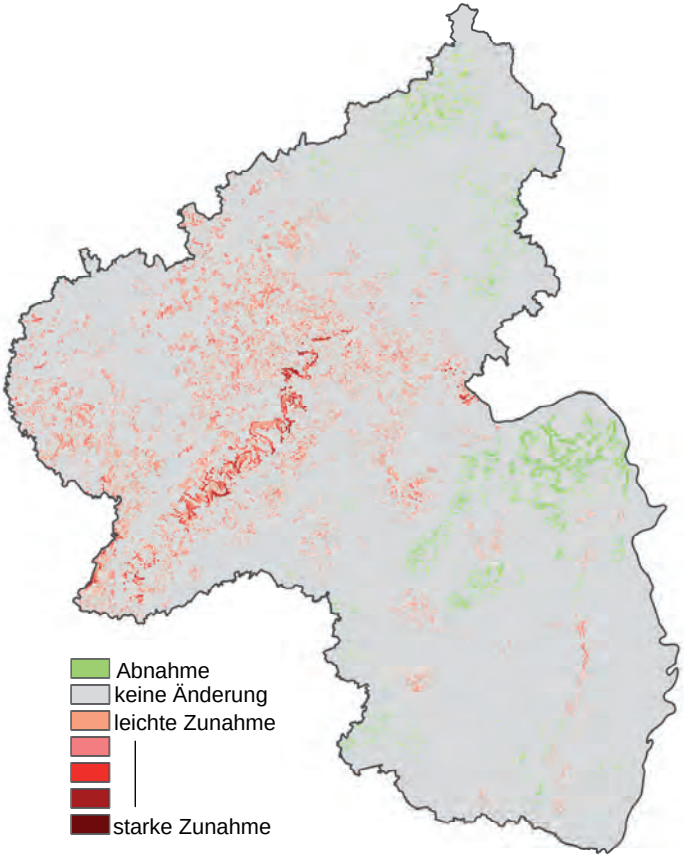
S: Hangneigungsfaktor

C: Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor

P: Erosionsschutzfaktor



Potenzielle Erosionsgefährdung durch Wasser für den Zeitraum 1971-2000.



Änderung der potenziellen Erosionsgefährdung in der Zukunft (2021-2050). Klimamodell: WETTREG2006, Szenario A1B.

Anpassungsstrategien

Das Erosionsrisiko ist bewirtschaftungsabhängig. Durch Änderungen der Landnutzung (z.B. Umbruch von Grünland zu Ackerland, oder eine veränderte Fruchtfolge), kann die Bodenerosion deutlich zunehmen. Eine angepasste Landnutzung hilft, auf erosionsgefährdeten Standorten das Erosionsrisiko zu mindern und negative Folgen zu vermeiden oder zu minimieren. Geeignete Beispiele für Anpassungsmaßnahmen auf ackerbaulich genutzten Standorten kennt die „Gute fachliche Praxis".

Forschungsbedarf

Die zukünftige Entwicklung der Starkniederschläge ist noch unsicher. Zur besseren Absicherung der Modellergebnisse sind weitere Untersuchungen zur Veränderung der Intensität und des Auftretens der Starkniederschläge nötig. Aktuell wird daran gearbeitet, die räumliche und zeitliche Auflösung der regionalen Klimamodelle zu verbessern. Bedarf besteht auch an Szenarien für die zukünftige Bodenbedeckung und –bearbeitung. Sie sind Grundlage für die Entwicklung und Anpassung von C-Faktoren, welche im Erosionsmodell die veränderten Vegetationszeiten einzelner Kulturen, veränderte Saat- und Erntetermine sowie Bodenbearbeitungssysteme berücksichtigen.

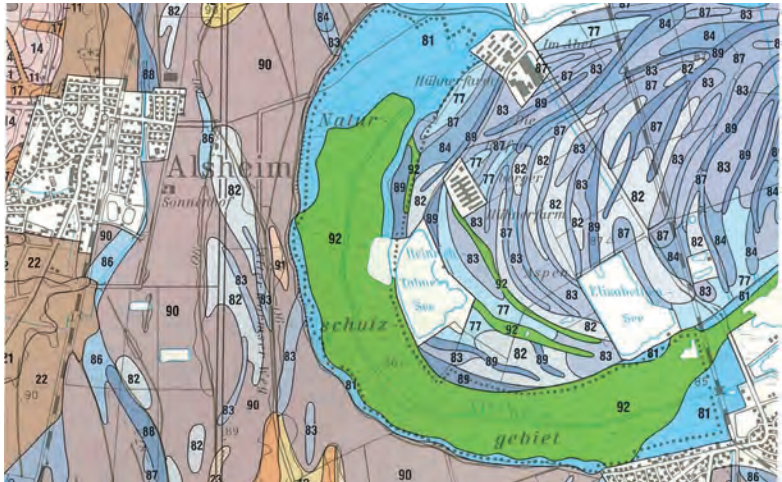
BODENKOHLENSTOFF

Böden sind ein zentraler Bestandteil des Kohlenstoffkreislaufs. In Böden ist weltweit fünfmal so viel Kohlenstoff gespeichert wie in der oberirdischen Biomasse und etwa doppelt so viel wie in der Atmosphäre. Die Böden stehen in Wechselbeziehung zu den klimawirksamen Gasen der Atmosphäre wie Kohlendioxid (CO_2), Lachgas (N_2O) und Methan (CH_4).

Boden lebt! Ohne Bodenlebewesen würden sich die Reste abgestorbener Pflanzen und Tiere im Laufe der Jahre zu hohen Bergen auftürmen. Bodenlebewesen zerkleinern und zersetzen organische Abfälle. Der größte Teil des darin enthaltenen Kohlenstoffs wird von Mikroorganismen mineralisiert und wieder an die Atmosphäre abgegeben. Ein geringer Teil verbleibt aber langfristig im Boden und wird zu stabilem Humus umgewandelt. Humus hat einen großen Einfluss auf die Bodenfunktionen, besonders auf die Wasser- und Stoffkreisläufe, die Bodenfruchtbarkeit und das Bodenleben. Der Humus beeinflusst Eigenschaften wie z.B. die Struktur sowie das Wasser- und das Nährstoffspeichervermögen der Böden. Nehmen die Humusgehalte ab, ist auch eine Verschlechterung vieler Bodeneigenschaften zu erwarten.

Wird zukünftig Bodenkohlenstoff vermehrt freigesetzt, oder aber verstärkt gebunden? Um mögliche Wirkungen von Klimaveränderungen abschätzen zu können, bedarf es Informationen auf verschiedenen Ebenen:

- Bilanzierung der vorhandenen Kohlenstoffvorräte
- Grundlagen zu Auf- und Abbauprozessen organischer Substanz im Boden
- Szenarien zu möglichen Veränderungen der Landnutzung und deren Wirkungen auf die Bodenkohlenstoffgehalte



Ausschnitt aus der Bodenkarte 1:50.000. Kohlenstoffspeicher Niedermoor (grün).

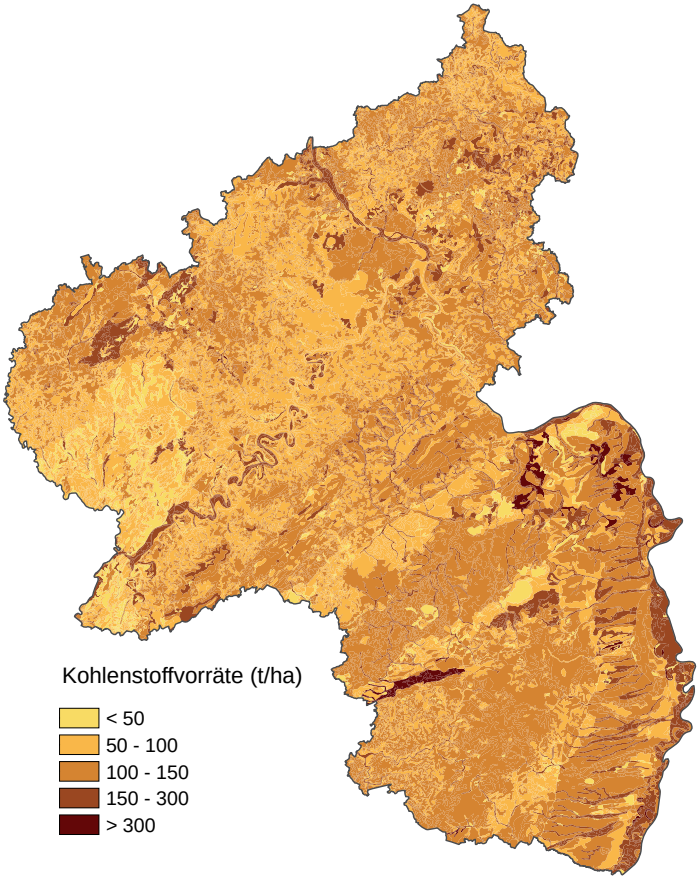
Klimawandel, Vegetation und Landnutzung

Eine wichtige Rolle für den zukünftigen Kohlenstoffhaushalt der Böden spielt die Landnutzung. Einerseits bindet bei einer Klimaerwärmung die Vegetation Kohlenstoff durch einen gesteigerten Biomassezuwachs (Senke). Andererseits wird sich die Landwirtschaft an veränderte Bodenfeuchteverhältnisse anpassen. Erwartet werden Änderungen der Nutzungssysteme (Fruchtfolgen, Bodenbearbeitung u.a.) bis hin zur Änderung der Nutzungsform. Das kann eine verstärkte Freisetzung der Bodenkohlenstoffvorräte bewirken (Quelle).

Kohlenstoffvorräte

Eine erste Abschätzung der Kohlenstoffvorräte rheinland-pfälzischer Böden liegt vor. Sie ist Grundlage für einen Vergleich mit Szenarien zukünftiger Landnutzungsänderungen. Die Böden aus verlagertem Oberbodenmaterial (Kolluvisole) sowie Auen und Moore sind Kohlenstoff-Hot-Spots. Die Oberrheinebene und Rheinhessen sind die größten Kohlenstoffspeicher.

Damit weisen gerade diejenigen Regionen Böden mit hohen Kohlenstoffvorräten auf, in denen der Siedlungsdruck und damit der Flächenverbrauch besonders hoch ist.



Kohlenstoffvorräte rheinland-pfälzischer Böden bis zwei Meter Tiefe.

Der Klimawandel wird zu Anpassungsmaßnahmen und Landnutzungsänderungen führen, mit Folgen für die Kohlenstoffvorräte der Böden. Bei einer Umwandlung von Acker zu Grünland kann Kohlenstoff zusätzlich gebunden werden. Wird hingegen Grünland zu Acker umgewandelt, werden Treibhausgase freigesetzt.

Auf- und Abbauprozesse im Boden

Die Umwandlungsprozesse im Boden sind von der Temperatur und der Feuchtigkeit abhängig. Wenn sich als Folge des Klimawandels Lebensbedingungen der Bodenlebewesen ändern, hat dies Auswirkungen auf die Mineralisierung des Humus im Boden. Zunehmende Temperaturen und Niederschläge im Winterhalbjahr beschleunigen bei ausreichender Bodenfeuchte die Mineralisierung der organischen Substanz. Humus wird in dieser Jahreszeit zukünftig stärker abgebaut. Trockenere Bodenverhältnisse in den Sommermonaten hemmen die Mineralisierung und damit auch die Freisetzung von Kohlenstoff. Wird der Bodenwasserhaushalt in Feuchtgebieten (Moore, Auen), wo der Abbau organischer Substanz bisher durch hohe Feuchtegehalte gehemmt ist, trockener, dann wird dort mehr Kohlenstoff freigesetzt. Dies zeigt: Entwicklungen können auch gegenläufig sein. Eine standortsabhängige Beurteilung ist daher wichtig.

Kohlenstoffspeicher Moor

Moore sind vom Wasser geprägte Ökosysteme. Moorböden bestehen zu einem großen Teil aus organischem Kohlenstoff. Ihr Potenzial für eine Freisetzung von klimarelevanten Gasen ist wesentlich größer als das der Mineralböden. In Rheinland-Pfalz gibt es ca. 7.000 ha Moorflächen. Zahlreiche kleine Moore liegen in den Mittelgebirgen und den Flussauen des Oberrheins.

Die größte zusammenhängende Moorfläche von Rheinland-Pfalz ist das Landstuhler Bruch. Es speichert ca. 1 Mio. Tonnen Kohlenstoff. Dies entspricht ca. 0,5 % des in rheinland-pfälzischen Böden gespeicherten Kohlenstoffvorrats. Kleinräumige Änderungen der Standortverhältnisse ließen im Landstuhler Bruch unterschiedliche Degradationsstadien von Moorböden entstehen.

Moore und durch Grundwasser geprägte Böden, wie beispielsweise Gleye oder Auenböden sind mögliche Hot-Spots für Kohlenstoffverluste. Eine Entwässerung der Moore führt zu einer intensiven Freisetzung des gespeicherten Kohlenstoffs und von klimarelevanten Gasen.

Moorschutz ist Klimaschutz. Der Zuwachs eines Torfkörpers durch Torfmoose beträgt ca. 1 mm pro Jahr – dabei wird Kohlenstoff dauerhaft gespeichert. Die Funktion der Moore als Kohlenstoffspeicher ist zu erhalten. Eine gezielte Wiederherstellung degradierter Moorflächen könnte zusätzlich Kohlenstoff speichern. Dies kann an geeigneten Standorten z.B. durch Wiedervernässung erreicht werden.

Anmoorgley
Torfmächtigkeit: 0 cm
C_{org}- Gehalte: 5-8 %
C_{org}: 209 t/ha

Erdniedermoor
Torfmächtigkeit: 30 cm
C_{org}- Gehalte: 5-30 %
C_{org}: 380 t/ha

Übergangsmoor
Torfmächtigkeit: 70 cm
C_{org}- Gehalte: 9-50 %
C_{org}: 634 t/ha

Niedermoor
Torfmächtigkeit: 100 cm
C_{org}- Gehalte: 5-40 %
C_{org}: 740 t/ha

Kohlenstoffvorräte verschiedener Moorböden im Landstuhler Bruch.

MONITORING DER KLIMAWANDELFOLGEN

Die Bodendauerbeobachtung dient der langfristigen Überwachung von Böden. Im Zentrum stehen die Ziele:

- Beschreibung des aktuellen Zustandes
- langfristige Überwachung der Veränderungen
- Ableitung von Prognosen zukünftiger Entwicklungen

Im Jahr 2009 richtete das LGB im Auftrag des Landesamtes für Umwelt 16 Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) im rheinland-pfälzischen Wald ein. Die BDF liefern künftig u.a. Hinweise zur Entwicklung der Kohlenstoffvorräte. Die Flächen sind eingebunden in das bereits bestehende Messnetz der forstlichen Dauerbeobachtungs- und Umweltkontrollflächen der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft. Die BDF liegen in industriefernen Reinluftgebieten, die ausschließlich durch atmosphärische Stoffeinträge gekennzeichnet sind. Die Flächen sind von waldbaulichen Maßnahmen ausgenommen, um lokale Effekte der Bodenveränderung und Schadstoffzufuhr auszuschließen. Bodendauerbeobachtung und Bodenzustandserhebung leisten schon heute einen wichtigen Beitrag zum Klimafolgenmonitoring. Erforderlich ist eine Weiterentwicklung auf die Erfordernisse eines auf den Klimawandel bezogenen Bodenmonitorings.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Der Klimawandel wird Auswirkungen auf sämtliche Funktionen der Böden haben. Vordringlich zu bearbeiten sind die Themengebiete Bodenwasserhaushalt, Bodenerosion und Humusgehalt bzw. organische Substanz.

Eine standortangepasste Bodennutzung kann helfen, negative Auswirkungen des Klimawandels zu verringern oder zu vermeiden. Akteure, deren Handeln direkt oder indirekt Wirkungen auf den Boden hat - Politik, Wissenschaft, Behörden, Planer, Landwirtschaft u.a.- sind aufgefordert, Belange des Boden- und Klimaschutzes zukünftig stärker zu berücksichtigen.

- Informieren/Beraten
  - Stärkere Bewusstseinsbildung zur Rolle des Bodens im Klimawandel
  - Engere Vernetzung von Forschung und Beratung, z.B. in Demonstrationsvorhaben
- Bodendaten
  - Verbesserung und Aktualisierung der Datenbasis hochauflösender Bodeninformationen
  - Berücksichtigung von Aspekten des Klimawandels bei der Erarbeitung von Bodenfunktionskarten
- Bodenschutz
  - Bewertung der Klimafunktion von Böden
  - Schutz der Moorböden und hydromorpher Böden
  - Netzwerkbildung der Akteure, die Bodenschutz leisten (Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Naturschutz, Raum- und Bauleitplanung)
- Flächenverbrauch
  - Verstärkte innerstädtische Entwicklung und Brachflächenrecycling, zur Verringerung des Verbrauchs unversiegelter Böden im Außenbereich
  - Klimaschutzfunktion der Böden bei Planungen berücksichtigen
  - Bodenentsiegelung
- Arbeits- und Forschungsthemen
  - Analyse der Entwicklung von Starkniederschlägen
  - Bodentemperatur
  - Kohlenstoff-Monitoring
  - Bodenerosion: Zukunftsszenarien für den Bewirtschaftungs- und Bearbeitungsfaktor

WEITERE INFORMATIONEN

- Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (www.klimawandel-rlp.de)
- Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (www.lgb-rlp.de)
- Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz (www.mwkel-rlp.de)
- Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz (www.kwis-rlp.de)
- LABO-Positionspapier – Klimawandel. Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes
- Climsoil-Report: Review of existing information on the interrelations between soil and climate change

Pseudogley aus Sandstein (Oberer Buntsandstein).

BILDNACHWEIS

Titelbild: Zuckerrübenfeld - Erosionsschäden durch Sedimentation von abgeschwemmtem Boden.
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

Fotos:

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Seiten: 5, 6, 9, 14, 15, 20-21, 22, 23, 24, 26

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück
Seite: 13

Grafiken:

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Seiten: 8, 10, 16, 19

Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen
Seiten: 5, 11, 17

Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Seite: 18, Teilausschnitt der Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene
1:50.000 (HLfB 1990)

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Rheinland-Pfalz herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch Wahlbewerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

RheinlandPfalz

MINISTERIUM FÜR
WIRTSCHAFT, KLIMASCHUTZ,
ENERGIE UND
LANDESPLANUNG