TERRA. *info*

BODEN, BODENEROSION UND BODENSCHUTZ

Geogefahren und Schutzmaßnahmen für unsere Böden

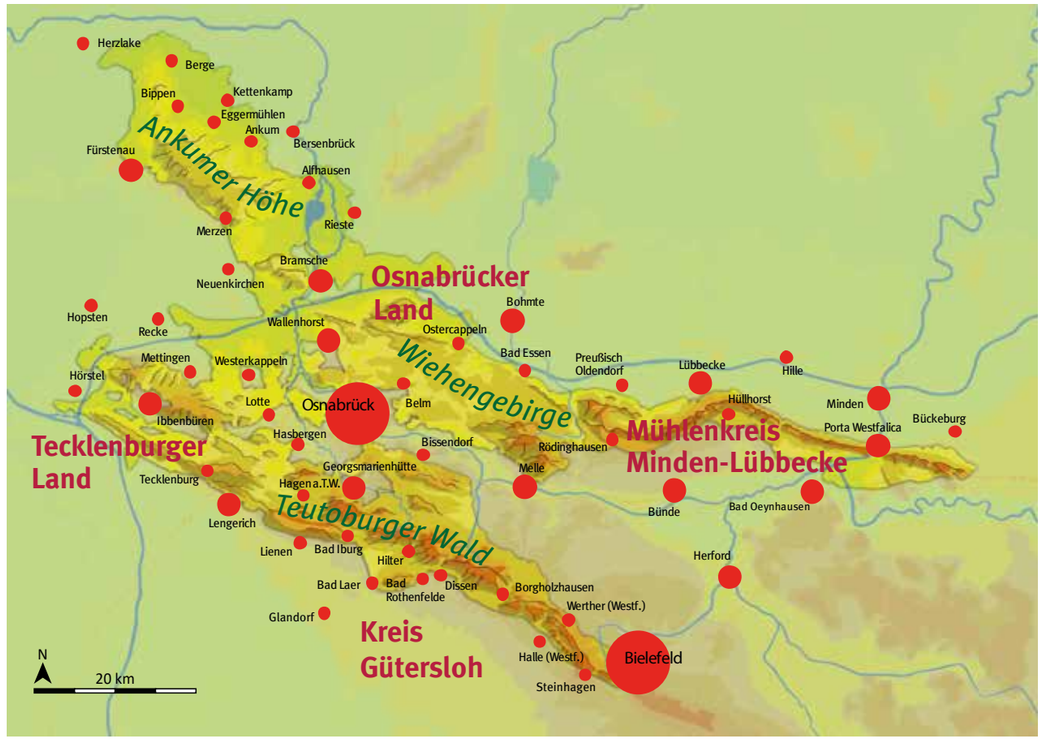
unesco
Global Geopark

NATUR- UND GEOPARK
NÖRDLICHER TEUTOBURGER WALD,
WIEHENGEBIRGE, OSNABRÜCKER LAND E.V.

www.geopark-terravita.de

Herzlich willkommen im Natur- und Geopark TERRA.vita

Ob still bewundernd oder aktiv genießend: Was uns die letzten 300 Millionen Jahre äußerst bewegter Erdgeschichte hinterlassen haben, lässt sich im Natur- und Geopark TERRA.vita auf 1.560 Quadratkilometern Fläche in ganz besonderer Weise erleben.



Was ist ein Naturpark?

Naturparks sind großräumige Landschaften, die überwiegend aus Landschafts- oder Naturschutzgebieten bestehen. Sie sind durch eine große Arten- und Biotopvielfalt und abwechslungsreiche Landnutzung geprägt – eine Kulturlandschaft, in der Mensch und Natur eng miteinander verbunden sind. Naturparks sollen zeigen, welche Besonderheiten es in der Tier- und Pflanzenwelt sowie der kulturellen Tradition der Region zu entdecken gibt.

Was ist ein UNESCO Global Geopark?

„Erdgeschichte zum Anfassen“ ist unser Motto!
Denn UNESCO Global Geoparks sind Stätten mit einem geologischen Erbe von internationaler Bedeutung: Einzigartige Landschaften mit besonderen Fossil- oder Mineralfundstellen oder bedeutenden geologischen Formationen. Weltweit gibt es 177 dieser ausgezeichneten Gebiete – in Deutschland sind es acht. Geoparks sollen den Menschen das geologische Erbe näherbringen und Identifikation mit der Region schaffen.

Unsere Region ist also Naturpark UND Geopark!
Die Landschaft will erkundet werden: **Ökologische, kulturelle und erdgeschichtliche Highlights versammeln sich auf engstem Raum.**

Wieso diese Broschüre?

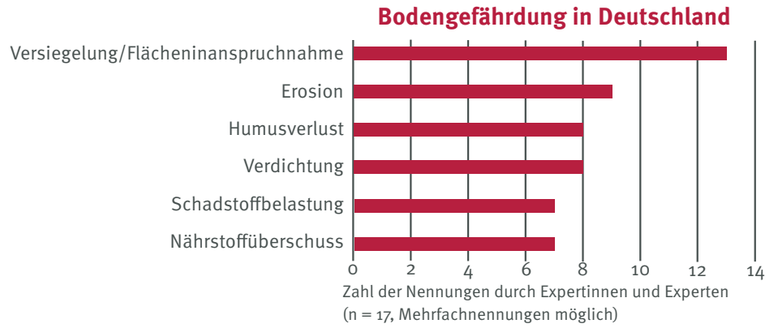
Boden ist neben Wasser und Luft eine der Grundlagen unserer Existenz. Der Schutz des Bodens und die Erhaltung seiner Fruchtbarkeit sind seit jeher Voraussetzung für eine erfolgreiche Landwirtschaft und stabile Gesellschaften.

Für einen Boden ist es am besten, seine **in und mit ihm lebenden Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen** ganz sich selbst zu überlassen. Dann dürften wir jedoch keine Straße und kein Haus bauen, keinen Wanderweg bewandern und wären gezwungen, unsere Nahrungsmittel und biobasierten Rohstoffe aus Ländern mit ungünstigeren klimatischen Anbaubedingungen und deutlich geringeren Umweltstandards zu importieren.

Weil wir unsere Böden also nutzen müssen, ist der **sorgsame Umgang** mit unseren Böden besonders wichtig. Dieser Verantwortung bewusst, kümmern sich viele unserer Landwirt*innen durch eine **standortangepasste Bewirtschaftung** um die **Schonung der Böden** und um eine **nachhaltige Erzeugung** von Lebens-mitteln, Rohstoffen und nachhaltigen Energieträgern. Doch auch abseits einer landwirtschaftlichen Nutzfläche sind wir dazu angehalten, Gefährdungen für unseren Boden wie neue Flächenversiegelungen, Verdichtungen oder Schadstoffbelastungen zu begrenzen.

Jedoch unterliegen die Böden im Gebiet des UNESCO-Geoparks TERRA.vita aufgrund der Auswirkungen der globalen Klimakatastrophe in zunehmendem Ausmaß einer **Geogefahr** – der Bodenerosion. Für unsere Gesellschaft wird Bodenerosion insbesondere dann bedeutend, wenn die fruchtbaren Böden unserer landwirtschaftlichen Nutzflächen durch großflächigen Abtrag von Bodenmaterial geschädigt werden. Es ist jedoch nicht jede Anbaufläche von dieser Geogefahr und vor allem nicht im gleichen Ausmaß betroffen. In unserer Region sind vor allem Flächen, die sich in steiler Hanglage befinden und auf Löss angelegt sind, einem erhöhten Erosionsrisiko ausgesetzt. Auf diesen gefährdeten Flächen werden in unserer Region **Schutzmaßnahmen** angewendet.

Welche Ursachen und Auswirkungen Bodenerosion haben kann und wie der Schutz vor Bodenerosion in unserer Region gelingt, sowie auch viele weitere Informationen zum Thema Boden, sind der Inhalt dieser Broschüre.



Die relevantesten Bodengefährdungen in Deutschland (nach Wunder et al. 2017).

This brochure is about soils in the Nature and UNESCO Global Geopark TERRA.vita and how they are threatened by soil erosion. This type of geohazard is particularly significant for our society when the fertile soil of our agricultural land is damaged by large-scale removal of soil material. In our region, areas that are located on steep slopes and on loess are exposed to an increased risk of soil erosion. Protective measures applied to these areas are present in this brochure. Information in English language can be accessed using the QR code.

In Sandgruben ist der Boden im Anschnitt gut erkennbar. Hier liegt der Oberboden einer ehemaligen landwirtschaftlichen Fläche auf eiszeitlich abgelagerten Schmelzwassersanden (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).

Boden – mehr als nur „Dreck“

Was wir Menschen auf einem Spaziergang über unbefestigte Wege ab und an gerne als „Matsche“ abtun, bildet die **Grundlage für das terrestrische Leben auf der Erde.** Ohne Boden hätte unsere Pflanzen- und Tierwelt ein völlig anderes Erscheinungsbild, kein Haus würde stehen, und **die Basis unserer Erzeugung von Lebensmitteln und biobasierten Rohstoffen würde fehlen.** Insbesondere als Grundlage unserer Ernährung ist ein fruchtbarer, gesunder Boden sowohl lebensnotwendig als auch ein **wichtiger Umwelt- und Wirtschaftsfaktor.** Dies gilt nicht nur für die Landwirtschaft, sondern auch für die Forstwirtschaft und den Abbau von Bodenrohstoffen. Boden ist auch ein wichtiger **Klimafaktor,** schließlich speichern Moore, Auenböden und Humusböden Kohlenstoff und entziehen der Atomsphäre dadurch große Mengen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO_2).

Bodenerosion – sowas von bodenlos

Bodenerosion, also das Wegspülen oder Verwehen von Bodenmaterial durch Wasser oder Wind, ist ein nicht zu unterschätzendes Problem. Durch den **Abtrag von Bodenmaterial** von landwirtschaftlichen Nutzflächen verringert sich deren Bodenfruchtbarkeit, während durch die **Ablagerung des Bodenmaterials** beispielsweise in Gewässern Umweltbelastungen entstehen können. Wird Bodenmaterial in Siedlungsbereiche geschwemmt, können Infrastruktur und Grundstücke stark geschädigt und Menschenleben gefährdet werden. Da zu den Auslösern von Bodenerosion zunächst viele natürliche Faktoren wie Niederschläge, Hangneigung und Bodenart zählen, wird Bodenerosion den sogenannten **Geogefahren zugeordnet,** zu denen beispielsweise auch Vulkanausbrüche und Erdbeben gehören. Durch die **Folgen des Klimawandels,** wie das häufigere Auftreten von **Dürren und Starkregenereignissen,** nehmen global die Schäden durch Bodenerosion zu.

Durch ein Hochwasserereignis an der Hase entstanden durch rückschreitende Erosion schwere Schäden auf diesem Feld (Foto: Unterhaltungsverband 97 Mittlere Hase).

Aufgrund des hohen Flächenanteils der Landwirtschaft an unserer Kulturlandschaft findet eine Vielzahl von kleinen und wenigen großen **Erosionsereignissen** auf den landwirtschaftlichen Flächen unserer Region statt. Auslöser hierfür kann eine dem Standort **nicht angepasste Bewirtschaftung** bzw. das **Fehlen von Schutzmaßnahmen** sein. Aber Bodenerosionsereignisse können auch auf den **Fremdwasserzufluss** von versiegelten Flächen, beispielsweise von Siedlungsbereichen auf Ackerflächen, zurückgeführt werden. Durch eine bodenschonende Bewirtschaftung kann die Bodenerosion auf Landwirtschaftsflächen deutlich reduziert werden.

Bodenerosionsereignis im südlichen Osnabrücker Land nach einem Starkregenereignis im Jahr 2018 (Foto: Ulrich Theiling).

Exkurs
Landwirtschaft im Landkreis Osnabrück

Seit vielen Jahrhunderten und mit derzeit **62 % der Landkreisfläche** prägt die Landwirtschaft das Kulturlandschaftsbild unserer Region. Dabei gilt die Landwirtschaft im Landkreis Osnabrück mit einer Größe eines landwirtschaftlichen Schlags von durchschnittlich 2,3 Hektar und einer überwiegenden Flächenausstattung von weniger als 50 Hektar als eher **kleinstrukturiert.** Auch viele der überwiegend **im Familienbetrieb** bewirtschafteten Höfe können auf eine **jahrhundertelange Geschichte** zurückblicken, weswegen häufig eine sehr enge Beziehung der landwirtschaftlichen Familien zu Land und Leuten der Region besteht, die wiederum die Basis für ein breites gesellschaftliches Engagement der landwirtschaftlichen Familien bildet.

Etwa die Hälfte der etwa 2.500 landwirtschaftlichen Betriebe wird im **Haupterwerb,** die weitere Hälfte im **Nebenerwerb** bewirtschaftet (Stand: 2018). Dabei erzeugen sie Ausgangsprodukte für Nahrungsmittel und Rohstoffe für den **regionalen, nationalen und internationalen Markt.**

Unsere Landwirt*innen verfolgen die Aufgaben, Anpassungen an den Klimawandel, Umwelt- und Naturschutzbelange, Tierwohl und sich verändernde Verbraucheransprüche in die nachhaltige Erzeugung von Lebensmitteln, Rohstoffen und Energie in ihre betriebswirtschaftlichen Abläufe zu integrieren. Dazu gehört auch der **sorgsame Umgang mit den bewirtschafteten Böden.**

Viele der landwirtschaftlichen Betriebe im Natur- und Geopark TERRA.vita blicken auf eine jahrhundertelange Familien- und Betriebsgeschichte zurück (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).

In einer Handvoll Bodenerde existieren mehr Lebewesen, als es Menschen auf der Erde gibt: Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen (Foto: Jannes Bludau).

Jeder Boden ist anders aufgebaut und strukturiert. Dieser Bodentyp aus der Nähe von Bippen wird Podsol genannt (Foto: Christian Dahlhaus und Yvonne Kniese, Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita 2018).

Bodenschutz – verhindern, den Boden unter den Füßen zu verlieren

Aufgrund dieser hohen Bedeutung für uns und für die Natur ist daher der **Schutz der Böden** wichtig. Dieser ist in Deutschland sogar gesetzlich durch den Erlass des Bundesbodenschutzgesetzes im Jahr 1998 verankert. Mit dieser Broschüre möchten wir informieren, was überhaupt Boden ist, welche Ursachen und Folgen Bodenerosion hat und welche Maßnahmen zum Bodenschutz ergriffen werden können. Sie möchten wissen, was Sie persönlich gegen Bodenerosion machen können? Wir geben Ihnen einige Ideen.

Bundesbodenschutzgesetz §BBodSchG

Seit dem 01. März 1998 ist das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) das „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten“ verabschiedet worden. Das Ziel: die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Die Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) bestimmt dabei durch die Bereitstellung von nutzungsbezogenen Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerten den Vollzug des BBodSchG.

Was ist eigentlich Boden?

Wo sich Atmosphäre (die Luft), Biosphäre (die belebte Natur), Hydrosphäre (Gewässer) und Geosphäre (das tiefe Erdreich) gegenseitig beeinflussen, finden wir die sogenannte Pedosphäre: den Boden. Der Boden liegt den Gesteinen auf bzw. ist aus diesen entstanden und bildet den obersten Bereich der Erdkruste. Mit nur wenigen Zentimetern bis einigen Metern Mächtigkeit spannt sich der Boden wie eine dünne Hautschicht über unsere Erde.

Multitalent und des Menschen bester Freund

Für uns Menschen erfüllt der Boden viele lebenswichtige Funktionen. Wir nutzen Boden nicht nur zur Erzeugung biobasierter Rohstoffe durch die Land- und Forstwirtschaft oder als Siedlungsfläche. Er übernimmt viele weitere wichtige Aufgaben für uns. Wussten Sie, dass Böden Schadstoffe aus versickerndem Regenwasser filtern (wie ein Kaffeefilter!) und Mikroorganismen im Boden diese abbauen können? War Ihnen bekannt, dass Boden unser Wasser speichert und durch die Aufnahme des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid die globale Klimaerwärmung abbremst? Und am aller wichtigsten – er bietet die Grundlage für eine Vielzahl an Lebensräumen für Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen.

Grundwasserspeicher und Schadstofffilter

Landwirtschaft

Forstwirtschaft

Archiv für die Kultur- und Naturgeschichte

Siedlungsfläche und Infrastruktur

Multi-talent Boden

Abbau von Bodenschätzen

Begräbnisstätte

Erholung

Lebensraum für Tiere, Pilze und Pflanzen

Entsorgung

Kohlenstoffspeicher

Fotos: Björg Dewert, Alexandra Semenova, Natur- und Geopark TERRA.vita, Tobias Hoferichter (OWS Ingenieurgeologen), Hartwig Wachsmann, Ingmar Bojes, Axel Friederichs (Stadt- und Kreisarchäologie Osnabrück), Melanie Schnieders

Festgestein wie Sand-, Ton- und Kalkstein entstand vor mehreren zehn bis hunderten Millionen Jahren (links; Steinbruch Müller bei Wallücke, Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita), während Lockersedimente wie Sand, Ton, Kies, Löss und Lösslehm in der jüngeren Erdgeschichte vorwiegend eiszeitlich oder nacheiszeitlich entstanden (rechts; Sandgrube Herdemann bei Merzen, Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).

Wie entsteht Boden?

DEN einen Boden gibt es nicht! Durch Unterschiede im unterliegenden Gestein und im Landschaftsrelief, durch geogene Umlagerungsprozesse sowie durch den Einfluss von Klima und Organismen bilden sich über lange Zeiträume unterschiedlichste Bodentypen.

Gestein – die Basis des Seins

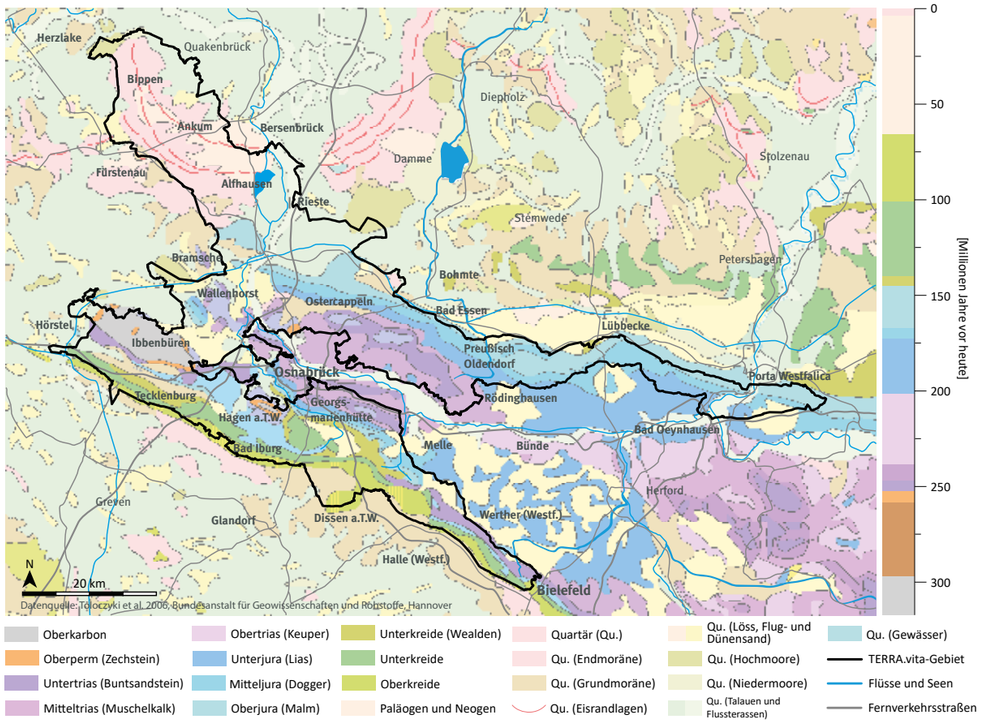
Als Voraussetzung für die Bildung eines Bodens ist ein Ausgangsmaterial notwendig. Dies sind in der Regel oberflächennahe **Gesteinsschichten** – sei es Festgestein (z. B. Sandstein) oder Lockersedimente (z. B. Sand). Doch auch hier gilt dasselbe wie für die Böden. Gestein ist nicht gleich Gestein. Insbesondere im UNESCO Global Geopark TERRA.vita ist eine Vielzahl unterschiedlicher Gesteine zu finden!

Glückliche Zufälle in der **Erd- und Lebensgeschichte** wollten es, dass im Erdreich von TERRA.vita die vergangenen **300 Millionen Jahre** fast durchgängig konserviert wurden – und wir diese heute als Gestein in Aufschlüssen wie natürlichen Felsen, Steinbrüchen und Einschnitten an der Oberfläche sehen können. Klimaveränderungen und Gebirgsbildungsprozesse prägten unsere Region im Verlauf der Erdgeschichte stark, wodurch viele unterschiedliche Lebensräume entstanden, die zur Ablagerung unterschiedlicher Sedimente und ihrer Verfestigung zu Sedimentgestein führten. Diese hohe **Geodiversität** ermöglichte die Voraussetzung für die Entstehung einer großen Anzahl unterschiedlicher Böden im Natur- und Geopark-Gebiet.

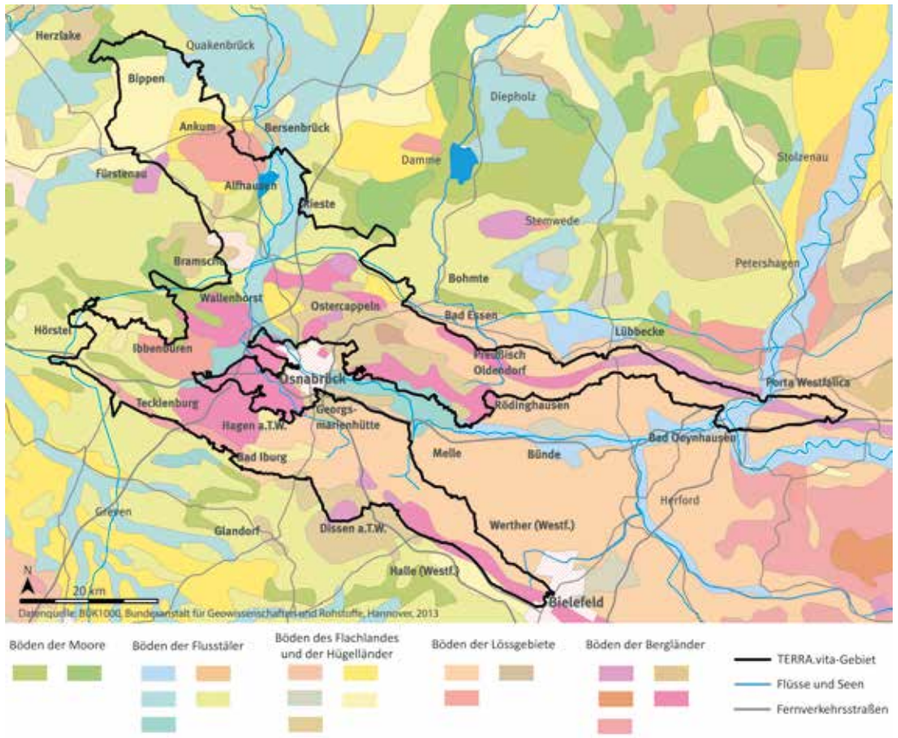
Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita

Der Natur- und Geopark TERRA.vita hat aufgrund seines sehr unterschiedlichen geologischen Untergrundaufbaus auch ein großes Spektrum unterschiedlicher Böden. Die Bodenkundler*innen der Hochschule Osnabrück stellen im sogenannten Bodenatlas die im Natur- und Geopark vorkommenden Bodentypen und deren Eigenschaften in Steckbriefen vor. Mit einer allgemeinverständlichen Darstellung informiert der Bodenatlas über die Verbreitung, Eigenschaften, Nutzung sowie Besonderheiten der Bodentypen und ihrer Gefährdungen durch Nutzungen. Der Atlas wendet sich nicht nur an Bodenkundler*innen und Geowissenschaftler*innen, sondern insbesondere an die öffentliche Verwaltung, Pädagog*innen, Vertreter*innen der Fachrichtungen Landnutzung und Ökologie sowie an interessierte Laien.

Weitere Infos zum Bodenatlas sind im TERRA.vita-Shop zu finden **(https://geopark-terravita-shop.de)**.



Die 300 Millionen Jahre fast durchgängig an der Erdoberfläche aufgeschlossene Erdgeschichte spiegelt sich in einer sehr bunten geologischen Übersichtskarte des Geopark-Gebiets wider.



Die vielfältige Geologie unserer Region bildet die Voraussetzung für eine große Anzahl unterschiedlicher Bodentypen im TERRA.vita-Gebiet.

Exkurs

Vom versteinerten Ökosystem zum Boden – Beispiele aus dem Geopark

In tropischen Meeren, in denen einst Meeressaurier und Ammoniten schwammen, lagerte sich Kalkschlamm ab, der zu **Kalkstein und Mergel** versteinerte. Aus beiden Gesteinen bildete sich der flachgründige, kalkhaltige Bodentyp **Rendzina,** auf dem am Südhang des Teutoburger Waldes Frühblüher wie Leberblümchen und Lerchensporn gedeihen und im Frühjahr zu einem wundervollen Naturphänomen führen.

Kalkstein und Mergel

Rendzina

Lerchenspornblüte

Ein weiteres Beispiel? In der unteren Trias-Zeit vor rund 250 Millionen Jahren lagerten sich in einem Flusssystem Sande und Tone ab, in welchen aufgrund eines warmtrockenen, subtropischen Klimas Eisenbestandteile zu rosten begannen und zu einer charakteristischen Rotfärbung des Gesteins führten – die **Buntsandsteine und -tone.** Durch Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse zum Bodentyp **Ranker** umgebildet, ist die Erde manch eines Ackers oder Waldwegs rot gefärbt.

Buntsandsteine und -tone

Ranker

Rotgefärbter Acker

Fotos: Natur- und Geopark TERRA.vita, Lina Rohlmann, Christian Dahlhaus und Yvonne Kniese (Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita 2018)

Bodenbildung – eine Einführung

Damit Boden überhaupt entstehen kann, müssen **bodenbildende Prozesse** das Ausgangsgestein umwandeln. Durch Verwitterung wird es biologisch, physikalisch und chemisch in immer kleinere Gesteinsteilchen zerlegt. Dies geschieht durch Regenwasser, Wind, durch die Sprengkraft von Pflanzenwurzeln und Frost sowie durch das Zersetzen von abgestorbenem Pflanzen- und Tiermaterial durch andere Tiere und Mikroorganismen. Vor allem durch die Belebung des Bodens mit Mikroorganismen, Bakterien und Pilzen bilden sich organische Substanzen **(Humus)** und Porenräume aus, die einen Boden fruchtbar werden lassen.

So entsteht nach und nach ein erster Bodenhorizont. Durch eine Vielzahl an Prozessen setzt sich die Bodenbildung in die Tiefe fort, sodass aus zuerst flachgründigen, steinigen, schwach verwitterten, mineralreichen Böden tiefgründige, feinkörnige, stark verwitterte, ausgewaschene Böden hervorgehen. Dabei benötigt die Bildung für eine ein Zentimeter mächtige Bodenschicht etwa 100 bis 300 Jahre. Bei einem einzigen Starkregenereignis kann diese Schicht vollständig verloren gehen.

Humus – Helfer gegen die globale Klimaerwärmung

Humus und Torf nehmen besonders in stark organischen Böden und Mooren eine bedeutende Rolle im Kampf gegen den Klimawandel ein. Da hauptsächlich abgestorbenes Pflanzen- und Tiermaterial das Ausgangsmaterial der Humusbildung darstellt, besteht dieser zu rund 60 Prozent aus Kohlenstoff. Der Kohlenstoff wurde vorher durch die Photosyntheseaktivität der Pflanzen als Kohlenstoffdioxid der Atmosphäre entzogen. Durch diese **Kohlenstoffbindung** reduziert sich der Gehalt des Treibhausgases in der Atmosphäre, weswegen Humus zur Abschwächung der globalen Klimaerwärmung beiträgt. Auch aus diesem Grund wird zunehmend die Erhaltung, Rückwirkung und Steigerung des Humusgehalts landwirtschaftlich genutzter Böden gefördert. Eine humuserhaltende Bodennutzung ist daher im **Bundesbodenschutzgesetz in § 17** vorgeschrieben und zählt zur **guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung.**

Der **Humusaufbau** terrestrischer Böden ist jedoch **begrenzt.** Er ist u. a. abhängig vom Tongehalt und einer ausreichenden Stickstoffversorgung. Daher definiert sich Bodenfruchtbarkeit nicht über hohe Humusgehalte, sondern über stetige Auf-, Um- und Abbauprozesse der organischen Substanz, welche den Nährstoffkreislauf zwischen Boden, Pflanze und Mikroorganismen in Bewegung halten.

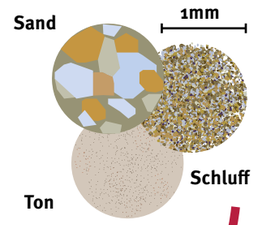
Kurze Einführung in die Bodenkunde

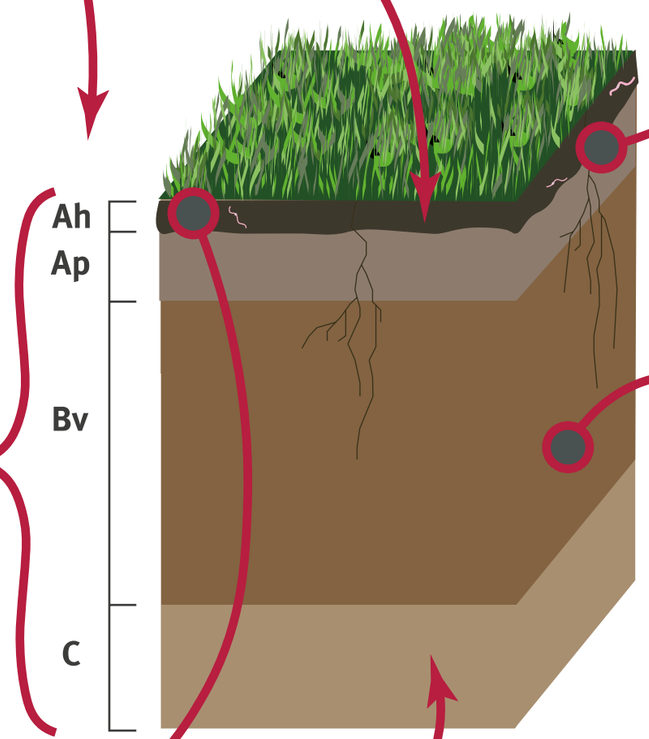
Bodenhorizonte
Der Boden ist in Abschnitte gegliedet, die durch verschiedene bodenbildende Prozesse entstehen und sich daher in ihren Eigenschaften wie Farbe oder Dichte unterscheiden.
Als Kennung geben Bodenkundler*innen zunächst den Horizont, dann den stattfindenden Prozess an.

Im Beispiel:
Ah = Oberbododen, humos
Ap = Oberboden, gepflügt
Bv = Unterboden, verwittert/ verbraunt,
C = Untergrund/ Ausgangsmaterial

Humus
Gesamtheit der durch Bodenorganismen aufgebauten, abgebauten oder umgewandelten organischen Bodensubstanz. Der Humusanteil macht die Fruchtbarkeit eines Bodens aus.

Bodenart
Die Bodenart beschriebt die Korngrößenzusammensetzung des Bodens. Es werden von grobkörnig nach feinkörnig sortiert Sand, Schluff und Ton unterschieden.

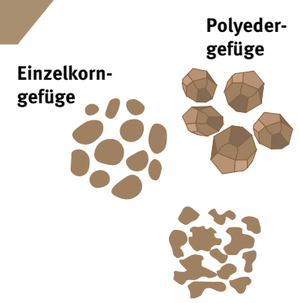




Bodentyp
Die Zusammensetzung der unterschiedlichen Bodenhorizonte und der bodenbildenden Prozesse charakterisieren den Bodentyp.

Im Beispiel:
Ah - Bv - C = Braunerde

Bodengefüge
Mineralische und organische Bodenteilchen bilden zusammen größere Aggregate. Wie die Aggregate im Boden angeordnet sind, wird im Bodengefüge beschrieben.



Bodenorganismen
Pflanzen, Pilze, Tiere und Mikroorganismen wie Bakterien machen den Boden lebendig. Sie zerkleinern und wandeln Bodenbestandteile um, machen ihn fruchtbarer und führen über Umwege zur Kohlenstoffspeicherung.

Ausgangsmaterial
Fest- oder Lockergestein, auf dem die Bodenbildung einsetzt, in diesem Beispiel Löss.

Bei Starkwinden können von ausgetrockneten und freiliegenden Ackerflächen (hier ein Zwiebelacker im nördlichen Osnabrücker Land) Staubstürme ausgehen (Foto: Bundesverband Boden e.V.).

Was ist Bodenerosion?

Bodenerosion beschreibt den **oberflächigen Abtrag von Bodenmaterial durch Wasser oder Wind.** Dies geschieht grundsätzlich durch natürliche Prozesse. Starkregenereignisse können Erde wegschwemmen und starke Winde die Bodenpartikel auswehen. Je weniger der Boden zum Beispiel durch eine Vegetationsdecke geschützt ist und je stärker er Bodenbearbeitungsprozessen unterliegt, desto stärker sind auch die Auswirkungen von Bodenerosion. Hier spielt der **Faktor Mensch** mit seiner Intensität der Bodenversiegelung und Bodennutzung bzw. der Intensität der Bodenpflege eine wichtige Rolle.

Zwangsläufig ist Landwirtschaft mit Eingriffen in den Boden verbunden. Durch erosionsmindernde Bewirtschaftungsweisen, beispielsweise Reduzierung der Bearbeitungstiefe, Anbau vielfältiger Ackerkulturen mit unterschiedlichen Wurzelsystemen oder Vermeidung von Bodenverdichtung, ist eine Reduzierung der Bodenerosion jedoch möglich.

Auch **das Klima** spielt eine wichtige Rolle, da Sturmereignisse im Laufe der derzeitigen Klimaerwärmung durch den Treibhauseffekt in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zunehmen und somit auch die **Wasser- und Winderosionsgefahr** steigt. Beispiele von Maßnahmen, welche die Auswirkungen von Bodenerosionsereignissen eindämmen, finden Sie im weiteren Verlauf dieser Broschüre.

Extremwetterlagen können zu starker Wassererosion führen. Bei einem Hochwasserereignis 2010 im Osnabrücker Land wurde der Boden der Böschung des Stichkanals auf mehreren hundert Metern Länge weggespült und die Wurzeln der Bäume freigelegt (Foto: Joachim Dierks).

Exkurs

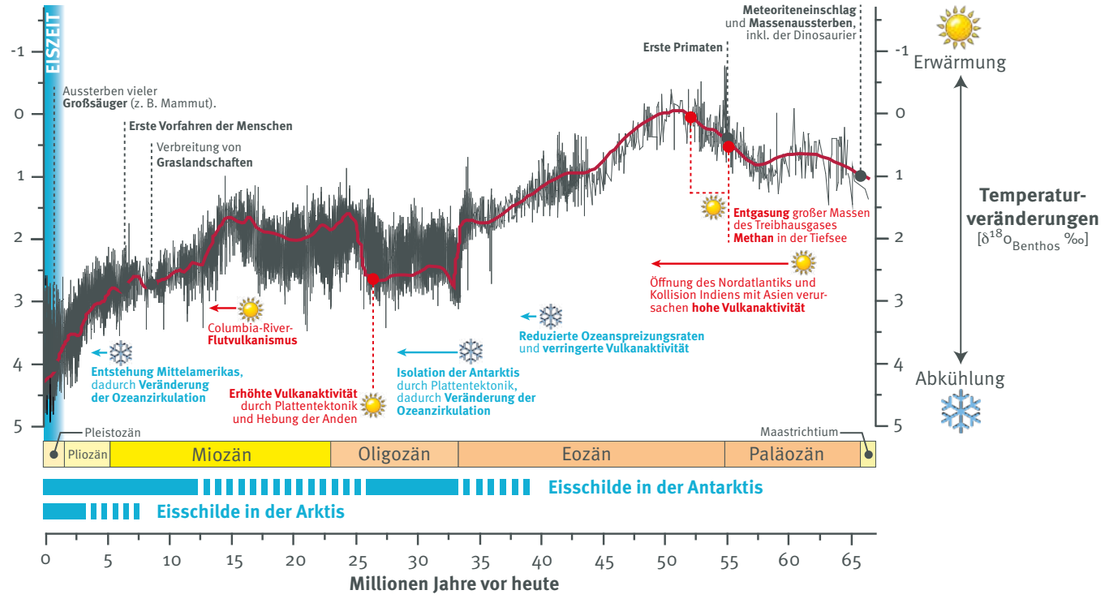
Die globale Klimakatastrophe: Verstärker des Bodenerosionsrisikos

Erdgeschichtlich betrachtet, sind es vor allem natürliche Phänomene, die das Klima unserer Erde beeinflussen. Dazu zählen beispielsweise Veränderungen in den **orbitalen Parametern** unserer Erde (Form der Erdumlaufbahn um die Sonne, Grad der Schiefe der Erdachse, Stärke des Pendelns der Erde bei ihrer Drehung um die eigene Achse), **plattentektonische Verschiebungen** und daraus folgende Veränderungen der Meeresströmungen oder **natürliche Entgasungen von Treibhausgas-Quellen** wie Vulkane und Tiefsee-Methaneis. Veränderungen in diesen Faktoren führten zur Vereisung der Antarktis vor mindestens 34 Millionen Jahren und der Arktis vor rund 3,5 Millionen Jahren. Aus diesem Grund befinden wir uns seit 2,6 Millionen Jahren in einer Eiszeit.

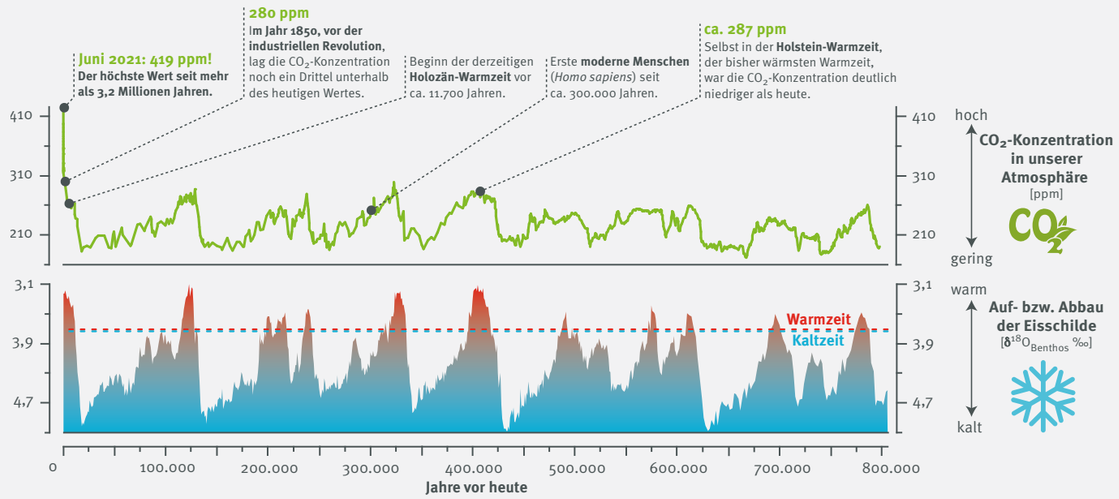
Seitdem schwankt das Klima sehr stark zwischen **Kaltzeiten,** in denen sogar Gletscher von Skandinavien aus bis in unsere Region vorgedrungen sind, und **Warmzeiten.** Seit rund 11.700 Jahren befinden wir uns wieder in einer Warmzeit, dem **Holozän.** Die derzeitigen Klimaveränderungen werden vor allem durch Veränderungen der Gehalte der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) in unserer Atmosphäre gesteuert, die wiederum durch viele verschiedene natürliche Faktoren beeinflusst werden, wie das Vorhandensein von Meereis, Permafrost, Wäldern und Feuchtgebieten, Verwitterung von Gesteinen, ...

Seit Beginn der Industrialisierung ab etwa 1850 steigt die CO_2-Konzentration in unserer Atmosphäre jedoch sprunghaft an und erreicht mit 419 ppm (= 0,0419 Volumenprozent) einen Wert, der zuletzt vor frühestens 3,2 Millionen Jahren derart hoch lag.

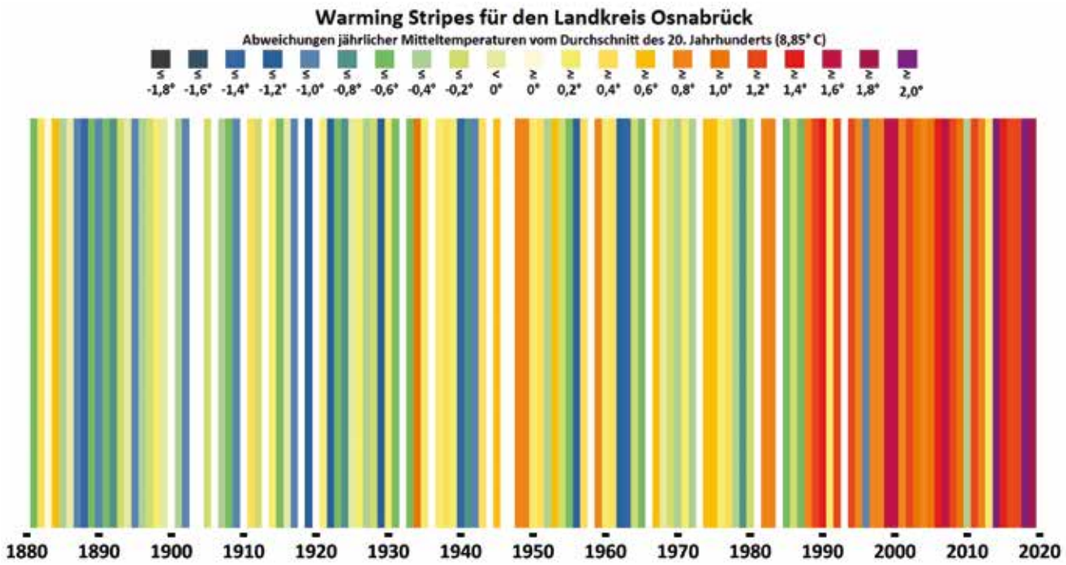
Damals war es auf der Erde so warm, dass der Eisschild in der Arktis noch sehr klein war und sich in Europa noch Giraffen, Krokodile und Gazellen wohlfühlten. Die Ursache der unnatürlichen Zunahme des CO_2-Gehalts liegt an der Emission von großen Mengen an CO_2 durch den Menschen – CO_2, das über Jahrmillionen als Kohle, Gas und Öl in Gesteinen gespeichert war. Infolgedessen erwärmen sich die Atmosphäre und die Ozeane, wodurch eine Kettenreaktion ausgelöst wird (Abschmelzen von Meereis und Eisschilden, Auftauen des Permafrosts, ...) und noch mehr CO_2 sowie auch CH_4 emittiert werden. Letztendlich beeinflusst dieser Klimawandel auch Meeresströmungen, Jetstreams und Wetterlagen, wodurch es in unserer Region vermehrt zu Extremwetterbedingungen kommt und sich das Bodenerosionsrisiko stark erhöht.



Diese Klimakurve zeigt die graduelle globale Klimaabkühlung, die vor etwa 50 Millionen Jahren einsetzte (verändert nach Zachos et al. 2001, 2008).



Dieses Diagramm zeigt die Veränderung der CO_2-Konzentration in unserer Atmosphäre, gemessen in Antarktis-Eisbohrkernen und in der heutigen Atmosphäre (Daten aus Petit et al. 1999, Siegenthaler et al. 2005, Lüthi et al. 2008, McGee 2021), sowie der Auf- und Abbau der Eisschilde ($\delta^{18}O_{Benthos\ globaler\ Stack}$; Daten aus Lisiecki & Raymo 2005) über die vergangenen 800.000 Jahre.



Auch für unsere Region, wie hier für den Landkreis Osnabrück, kann die Klimaerwärmung eindeutig belegt werden. Insbesondere seit den 1990er Jahren sind die jährlichen Mitteltemperaturen deutlich zu hoch und Jahre kälter als der Durchschnitt so gut wie nicht mehr existent (Umsetzung: GreenAdapt; Idee: Ed Hawkins; Daten: DWD).

Die Klimainitiative des Landkreises Osnabrück

Aufgrund der Klimakatastrophe und der daraus folgenden Gefahren bauen Kreisverwaltungen Abteilungen zum **Klimaschutz** und zur **Anpassung an die Folgen des Klimawandels** auf. Im Landkreis Osnabrück bietet das Team der Klimainitiative konkrete Hilfen für Bürger*innen an, vernetzt regionale Akteur*innen, erarbeitet Konzepte und begleitet Studien zum Klimaschutz. Dabei stehen die **alternative Energieerzeugung** (z. B. Solarenergie oder Windkraft), die **Einsparung von Energie** (z. B. Gebäudesanierung und Austausch von Altgeräten) sowie der **Umbau der Mobilität** (z. B. durch E-Autos oder der Ausbau von Radverkehr und ÖPNV) zur Reduktion der Treibhausgase im Mittelpunkt. Für Einwohner*innen des Landkreises stellt die Klimainitiative Kataster bereit, in dem das eigene Haus beispielsweise zur Eignung für eine Dachbegrünung (**www.gruendachkataster-lkos.de**) oder eine Solaranlage (**www.solardachkataster-lkos.de**) in wenigen Minuten selbstständig geprüft werden kann. Im Klimaschutz und in der Klimafolgenanpassung spielen Böden eine sehr große Rolle. In Karten zum Thema Landwirtschaft und in „Klimagefahrenkarten“ (z. B. auf dem NIBIS®-Kartenserver) werden daher auch erosionsgefährdete Böden erfasst.

KLIMA Initiative

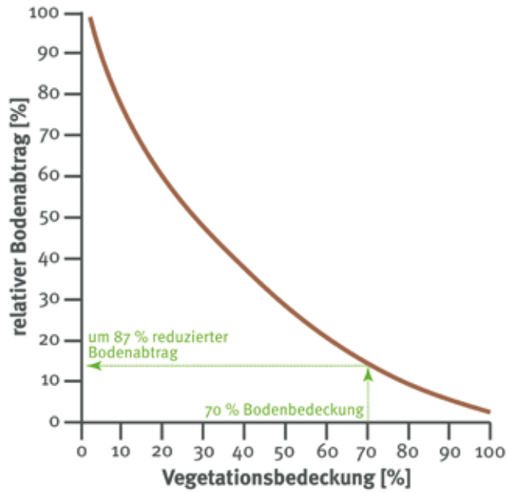
Erhöhtes Erosionsrisiko durch geringe Bodenbedeckung bei Kartoffeldämmen (Foto: Alexandra Semenova).

Was sind die Ursachen und Folgen von Bodenerosion?

Im dichtbesiedelten Deutschland unterliegen Bodenflächen einem hohen Nutzungsdruck. Rund 50 % der Fläche Deutschlands stehen der Landwirtschaft zur Verfügung. Da der Boden auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen mehr oder weniger intensiv bearbeitet wird, ist er besonders erosionsgefährdet. Besonders hoch ist die **Gefahr für Erosion auf Acker- und Gemüseanbauflächen,** wenn diese vollständig **vegetationsfrei** sind, z. B. unmittelbar vor oder nach der Einsaat. Dann fehlen Pflanzenwurzeln, die den Boden zusammenhalten, oder ein Blätterdach, dass vor Regen und Wind schützt. Das Problem besteht weiterhin im Wachstum von Kulturpflanzen wie Wein, Hopfen, Kartoffeln, Mais oder Zuckerrüben, die nur mit weitem Reihenabstand gesät werden können. Das Risiko für Bodenerosion steigt weiter, wenn sich die Ackerfläche in einer **kritischen (= steilen) Hanglage** befindet.

Relevant ist auch die Bodenart (= Korngröße), aus der ein Boden besteht (Sand, Schluff oder Ton). Insbesondere schluffige und feinsandige Böden sind erosionsgefährdet. Eine intensive landwirtschaftliche Bodenbearbeitung kann die bereits bestehende Erosionsanfälligkeit eines Bodens verstärken. Die Kunst besteht darin, den Boden sowohl locker (mit vielen stabilen Poren) als auch kompakt (für die Befahrbarkeit) zu halten. Wichtig ist hier den Aufbau stabiler Bodenaggregate durch regelmäßiges Kalken, ausreichende Zufuhr organischer Substanz in Form von Ernteresten und organischer Düngung sowie durch ein aktives Bodenleben zu fördern. Daher sind die Wahl der Kulturart, die **Abfolge des Anbaus** (z. B. Getreide-Raps-Fruchtfolge) sowie weitere Maßnahmen der Bodenpflege gerade in steilen Hanglagen sehr entscheidende Faktoren.

Insbesondere der Bodentyp Parabraunerde, der sich häufig aus Löss entwickelt, ist in steiler Hanglage ohne Bewuchs sehr stark erosionsgefährdet. Dieses Parabraunerde-Löss-Profil wurde auf dem Gebiet von Georgsmarienhütte-Oesede erstellt (Foto: Markus Meyer, Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita 2018).



Die Vegetationsbedeckung dargestellt gegen die Erosionsrate. Eine Bodenbedeckung von 70 % reduziert den Bodenabtrag bereits um fast 90 % (nach Hiller 2007).

Abgetragenes Bodenmaterial floss zum Hangfuß und führte dort zur Verschlämmung. Nach der folgenden Aussaat keimte der Mais in dem Bereich nicht (Nördliches Osnabrücker Land, Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).

Die Folgen von Bodenerosion bezogen auf die Erosionsfläche werden als „on-site"-Schäden bezeichnet:

- Abnahme der Mächtigkeit des humosen, fruchtbaren Oberbodens (bei landwirtschaftlichen Nutzflächen die Ackerkrume)
- Wasser- und Nährstoffhaltekapazität verschlechtert sich
- Wurzeln von Pflanzen werden freigespült oder die Pflanze an sich weggespült oder verschlämmt
- Geländemorphologie ändert sich durch die Bildung tiefer Erosionsrinnen oder durch Ablagerung abgetragenen Materials in tieferen Bereichen
- Verschlechterung des Lebensraums für Pflanzen und Bodenlebewesen
- In der Landwirtschaft erfolgen insgesamt Ertragseinbußen aufgrund abnehmender Bodenfruchtbarkeit

Außerhalb der Erosionsfläche kommt es zu sogenannten „off-site"-Schäden:

- Nährstoffe der Ackerflächen werden in umliegende Gewässer transportiert und bringen durch Eutrophierung dortige Ökosysteme ins Ungleichgewicht
- Beschädigung benachbarter Acker- und Siedlungsflächen sowie von Infrastruktur durch Sedimenteintrag

Die Vergrößerung und Zusammenlegung von Ackerflächen, insbesondere durch Flurbereinigungsmaßnahmen, die gemäß dem niedersächsischen **Flurbereinigungsgesetz** erfolgten, sorgte in den vergangenen Jahrzehnten zusätzlich für einen hohen Verlust an Elementen, wie Gräben, Feldraine oder Hecken, die der Erosion entgegenwirkten. Seit 2013 werden deswegen in Niedersachsen im Rahmen von Flurneuordnungen ökologische Maßnahmen gefördert, um neben der Agrarstruktur und dem ländlichen Raum auch den ökologischen Wert zu stärken. Auch der **Umbruch von Grünland zu Ackernutzflächen,** der in Niedersachsen noch bis 2010 häufig erfolgte, verringerte die Vegetationsbedeckung und somit den Schutz der Standorte vor Bodenerosion.

Auch die Befahrung der Flächen mit **landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen** spielt eine wichtige Rolle. Sie verursacht zum Teil tiefe Fahrrinnen, welche die Ausbildung von Sedimentströmen und somit den Abfluss fördern. Zudem drücken sie den Boden mechanisch zusammen und führen daher zur Verdichtung und Zerstörung des Porensystems, wodurch Niederschlagswasser weniger gut bis gar nicht versickern kann. In Verbindung mit z. B. zu geringen Kalkgehalten oder zu hohen Kaliumwerten neigen die Oberflächen solch belasteter Flächen zur **Verschlämmung** (Abdichtung der Oberfläche).

Zusammenfassend geht durch Bodenerosion auf Ackerflächen mit dem Bodenabtrag fruchtbarer Oberboden verloren. Der Verlust der Bodenfruchtbarkeit führt zu erheblichen **Ertragseinbußen** und global gesehen besonders in Ländern mit ungünstigen klimatischen Anbaubedingungen zu **verminderter Nahrungsmittelerzeugung.** Wird das erodierte Bodenmaterial mit dem abfließenden Wasser außerhalb der Ackerfläche in Siedlungsgebiete transportiert, kann dies zu **schweren Schäden** an der Infrastruktur und schlimmstenfalls zu Personenschäden führen. Durch den Eintrag in Gewässer können im Boden enthaltene Pflanzenschutzmittel- und Nährstoffe die dortigen Ökosysteme schwer schädigen.

Erosionsanfällig sind schluffige Böden in steiler Hanglage. Hier suchte sich hangabwärts fließendes Wasser seinen Weg in einer Fahrrinne und begann diese zum Graben aufzureißen (Südliches Osnabrücker Land, Foto: Stefan Simon).

Wasser- und Winderosion

Es werden zwei Arten der Erosion unterschieden, die im Gebiet des Geoparks zu Bodenerosion führen.

Erosion durch Wasser

Wassererosion beginnt in der Regel durch **Regentropfen.** Sie treffen auf die Bodenoberfläche und lösen durch die Kraft des Aufschlags feinste Partikel aus den Bodenaggregaten heraus (Splash-Effekt). Das gelöste Feinmaterial lagert sich auf der Bodenoberfläche ab und verschließt die Bodenporen. Es kommt zur **Verschlämmung**. Das Wasser hat nun keine andere Möglichkeit, als in Richtung des Hanggefälles abzufließen. Mit zunehmender **Hanglänge** gewinnt das herabfließende Wasser an Fließgeschwindigkeit und Menge, wodurch es mehr Bodenmaterial löst und transportiert. Durch das Wegspülen des Bodens entstehen zunächst kleine Rillen. Die **Rillen** vergrößern sich über die Zeit zu **Rinnen** und schließlich bis zu metertiefen **Gräben.** Auch ein flächenhafter Abtrag ist möglich, wodurch die Wurzeln von Nutzpflanzen freigelegt oder diese vollständig mit verfrachtet werden. Bei anhaltenden Starkregenereignissen ist das **Gleiten ganzer Hänge** möglich (Massenversatz).

Werden Fließgewässer nicht ausreichend geschützt, so können **Hochwasserereignisse** zu **rückschreitender Erosion** führen und Böschungen abgetragen werden.
Deswegen wird bei Landwirtschaftsflächen je nach Gewässerordnung und Hangneigung ein gesetzlich festgelegter **Gewässerrandstreifen** zur Böschungsoberkante eines Fließgewässers eingehalten. Der Klimawandel verstärkt die Wassererosionsgefahr durch häufiger und stärker ausfallende **Starkregenereignisse.** Dabei erhöhen die zunehmende Bebauung und Bodenverdichtungen insbesondere in Hanglagen die Gefahr von Hochwasserereignissen (z. B. Flutkatastrophe 2021 in West- und Mitteleuropa).

Bei starken Regenfällen sind Ackerflächen mit schluffigen Böden (Löss), in Hanglage und ohne Bodenbedeckung durch Pflanzen oder Mulch am stärksten von Erosion durch Wasser gefährdet, besonders dann, wenn aufgrund intensiver landwirtschaftlicher Bodenbearbeitung und fehlender Bodenpflege stabile Bodenaggregate fehlen.

Fortschreitende Sedimentation durch Sedimenteintrag in Gewässer

Sedimentabtragendes, abfließendes Niederschlagswasser

Beginnende Bildung eines Erosionsgrabens

Massenversatz (Hangrutsch)

Saatverfrachtung off-site (hier von Mais)

Erosionsrinne

Verschlämmung

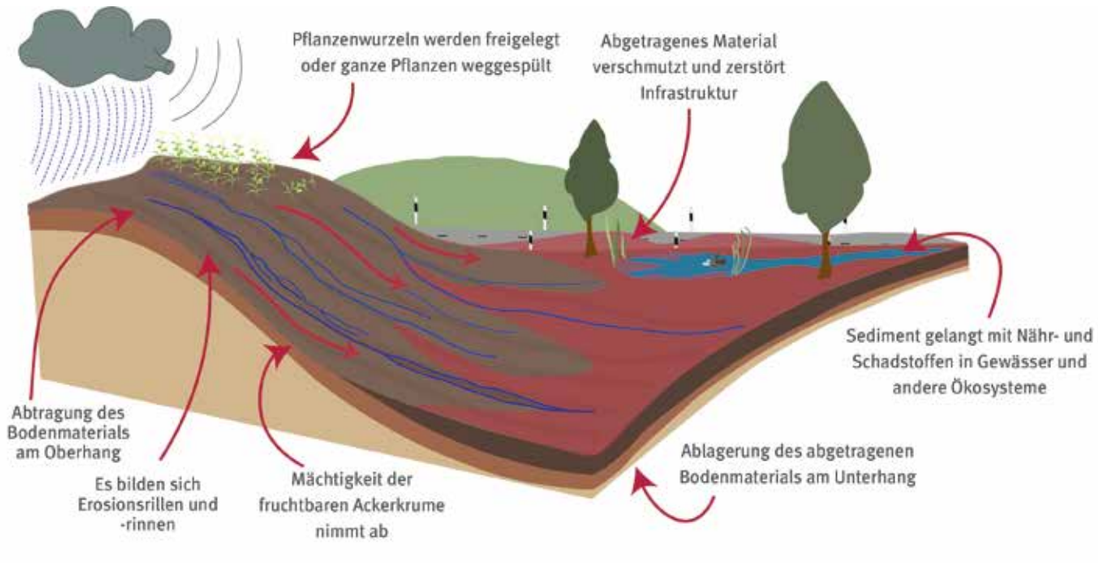
Rückschreitende Erosion nach Hochwasserereignis

Fotos: Jürgen Herpin, Natur- und Geopark TERRA.vita, Stefan Simon, Gerrit Tegtbauer, Unterhaltungsverband 97 Mittlere Hase

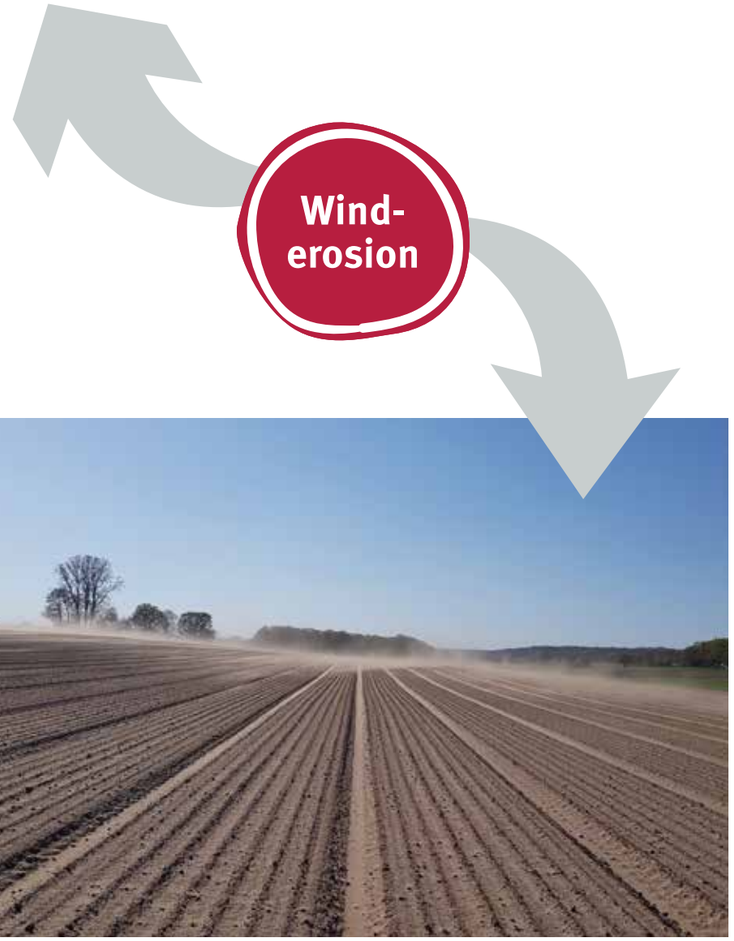
Erosion durch Wind

Wenn starke Winde über die Bodenoberfläche wehen, können diese die Bodenteilchen in Bewegung bringen. Je nach Windgeschwindigkeit und Korngröße s**chweben, springen oder kriechen** die Bodenteilchen mit dem Wind davon. Das erfolgt vor allem, wenn der Boden sehr stark **ausgetrocknet** und nur gering von Vegetation bedeckt ist. Der Klimawandel verstärkt die Winderosionsgefahr durch häufiger und länger anhaltende Dürreperioden. Fruchtbare Bestandteile des Bodens, wie Tonminerale, Schluff und Humusteilchen, werden ausgeweht, wodurch sich die **Bodenfruchtbarkeit verschlechtert.** Pflanzen können durch die fliegenden Partikel durch Abschliff beschädigt oder durch die Sedimentfracht bedeckt werden. Die Staubwolken führen zu Sichtbehinderungen und können auf angrenzenden Straßen zu schweren Verkehrsunfällen führen.

Im Fall von starken Winden sind Ackerflächen mit feinen und schluffigen Sanden in Tallage (Flugsande und Löss) am stärksten gefährdet, besonders dann, wenn eine dichte Vegetationsdecke und windbremsende Elemente fehlen.



Sichtbehinderung durch Staubwolken im Straßenverkehr (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita)



Sedimentverfrachtung durch Winderosion (nördliches Osnabrücker Land, Foto: Bundesverband Boden e.V.)

Exkurs
Plaggenwirtschaft – Ursache von Winderosionsgefahr in der Vergangenheit

Die **Plaggenwirtschaft** war eine besondere, vorwiegend in Nordwestdeutschland verbreitete Form der Landnutzung, die zu extremen Winderosionsereignissen führte und unsere Region nachhaltig veränderte. Die eiszeitlich-bedingte, weite Verbreitung sandiger, wenig fruchtbarer Böden führte bereits im 12./13. Jahrhundert dazu, dass Menschen ihre Böden zusätzlich mit Nährstoffen versorgten, um eine auskömmliche Ernte zu erzeugen und Ernteentzüge wieder auszugleichen.

Hierzu wurde der humusreiche Oberboden landwirtschaftlich schlecht nutzbarer Flächen und die Böden der umliegenden Heideflächen, nassen Niederungen und Waldgebiete in sogenannten Plaggen abgestochen und zur Einstreu in Ställen genutzt. Der Abbau war eine sprichwörtliche „Plackerei“ (Illustration: Oliver Thielsch).

Die Plaggen wurden mit den Nährstoffen aus den Hinterlassenschaften der Tiere vermischt und zunächst kompostiert. Die zum Teil erfolgte Ergänzung von Hausasche glich den Kaliummangel der Plaggen aus (Illustration: Oliver Thielsch).

*Das Gemisch wurde schließlich als Dünger auf den hofnahen Ackerflächen, den sogenannten Eschen, aufgetragen. Dadurch wuchs der Acker rund ein Millimeter pro Jahr in die Höhe. Dieser Auftragsboden-Bodentyp wird als **Plaggenesch** bezeichnet (Illustration: Oliver Thielsch).*

Die karge Heide-Kulturlandschaft etablierte sich auf abgeplaggten Flächen und ist heute nur noch als Relikt in unserer Region zu finden, beispielsweise in Form des Wacholderhains bei Plaggenschale (Foto: Hartwig Wachsmann).

Die abgeplaggten Flächen benötigten oft mehr als ein Jahrzehnt, bis sich eine neue bemerkbare Vegetationsdecke ausbildete und erneut abgeplaggt werden konnte. Während dieser Zeit waren die Flächen meist schutzlos dem Wind ausgesetzt und es kam zu starken Auswehungen. So entstanden meterhohe **Wanderdünen**, die sehr problematisch für in der Region lebende Menschen waren und zahlreiche Ackerflächen und manch einen Hof durch Sandbedeckung nicht bewirtschaftbar bzw. unbewohnbar machten. Auf den abgeplaggten, kargen Bereichen konnten nur spezialisierte Pflanzen gedeihen, weswegen sich großflächig **Heidelandschaften** verbreiteten. Diese existieren in unserer Region heute nur noch als schützenswerte Reliktflächen. Die Plaggenwirtschaft wurde stellenweise noch bis in die 1930er Jahre ausgeübt.

Durch die Plaggenwirtschaft bildeten sich teilweise mehr als 1,5 Meter mächtige Plaggenesche. Der abgebildete Plaggenboden ist in der Nähe von Osnabrück zu finden (Foto: Klaus Mueller, Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita 2018).

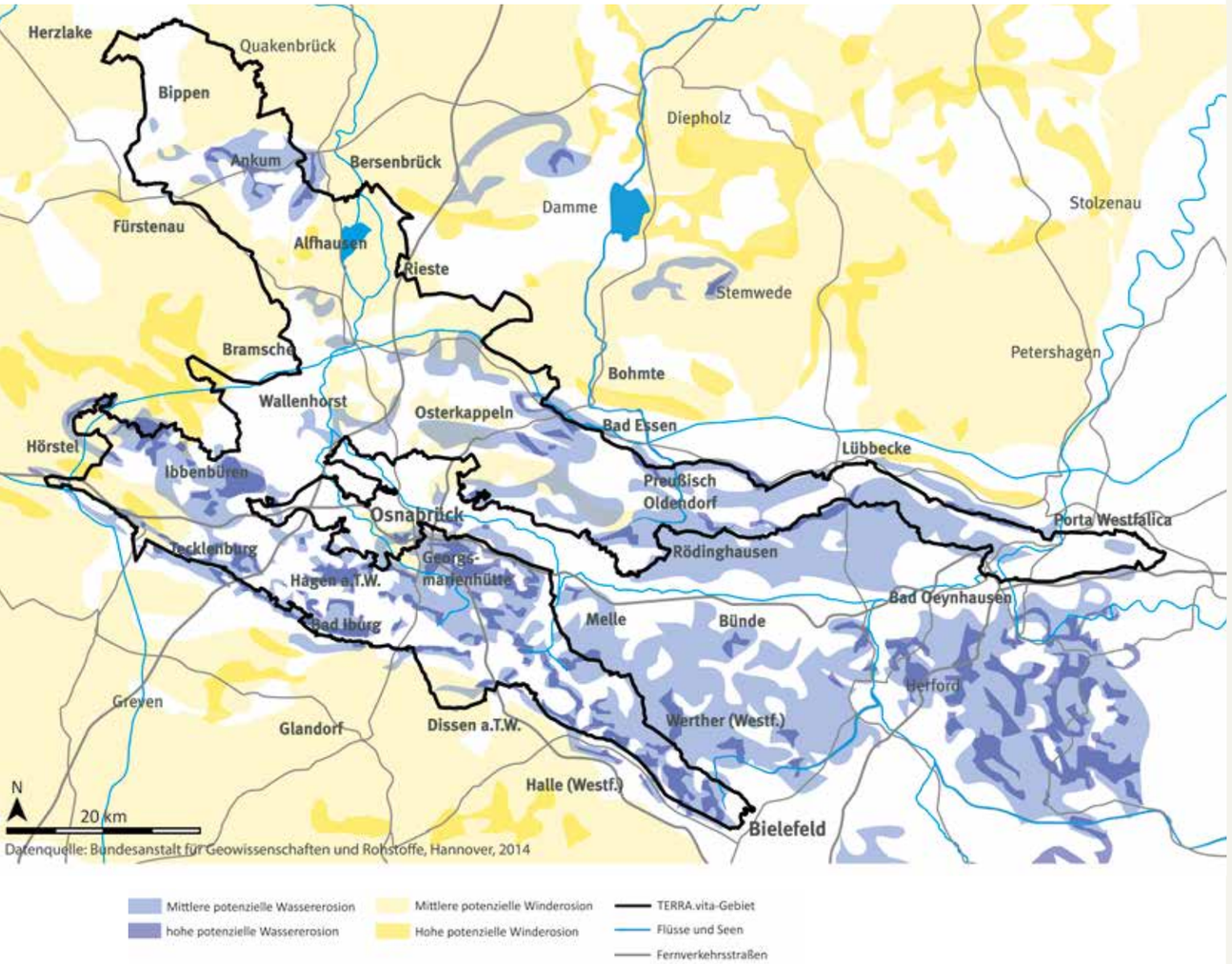
Exkurs
Das Plaggenesch-Infozentrum an der Lechtinger Mühle

Wer mehr zum Thema Plaggenwirtschaft und die Plaggenböden erfahren möchte, sollte im wahrsten Sinne des Wortes einen Abstecher zu Deutschlands einzigem Plaggenesch-Infozentrum an der Lechtinger Mühle des Mühlenvereins Lechtingen e.V. machen. In einem ehemaligen Schweinestall sowie im Außengelände werden die einzelnen Arbeitsschritte, sowie die Ursachen und Folgen von Plaggenwirtschaft nähergebracht. Die Ausstellung eignet sich insbesondere für Familien und Schulklassen.

Bodenerosionsgefährdung im Natur- und Geopark-Gebiet

Die **gebirgigen und hügeligen Strukturen** des Natur- und Geoparks TERRA.vita, wie der Teutoburger Wald, das Wiehengebirge sowie das südliche Osnabrücker Land sind stark **wassererosionsgefährdet.** Dies liegt zum einen an der Verbreitung von Böden mit hohem Schluffanteil in der Kornzusammensetzung des Bodens – dem **Löss.** Zum anderen ergibt sich die hohe Wassererosionsgefährdung durch die Lage der Flächen im Bereich **steiler Hänge.** Lössstandorte sind zwar sehr erosionsgefährdet, sie weisen jedoch auch ein hohes Wasserspeichervermögen auf und können sehr kalk- und nährstoffhaltig sein, weshalb sie zu unseren fruchtbarsten Böden gehören.

Demgegenüber sind das nördliche Osnabrücker Land und **Tallagen,** wie die Gebiete zwischen dem Schafberg und dem Teutoburger Wald, stark **winderosionsgefährdet.** Hier lagerten sich ebenfalls in der Weichsel-Kaltzeit (vor ca. 115.000 bis 11.700 Jahren), aber auch noch in der derzeitigen Holozän-Warmzeit (seit ca. 11.700 Jahren) **Flugsanddecken** ab. Die feinen Sande führen insbesondere bei trockenen Bedingungen zu hoher Winderosionsgefährdung.



Die Wasser- und Winderosionsgefährdung im Natur- und Geopark TERRA.vita.

Löss ist ein schluffiges, gelbbraunes Sediment. Dieser Löss steht am Haarlass im UNESCO-Geopark Bergstraße-Odenwald an, dem „locus classicus et typicus" für den Löss. Hier wurde der Löss im Jahr 1824 erstmals wissenschaftlich beschrieben (Foto: Polina Vakhrameeva).

Exkurs
Was ist Löss?

Löss ist ein gelbes bis gelbbraunes, feinkörniges (schluffiges) Sediment, das hauptsächlich aus **Quarzkörnchen und Kalkpartikeln** besteht. Der **hohe Kalkanteil** von bis zu 20 % macht den Löss zur Grundlage sehr fruchtbarer Böden. In unserer Region entstand der Löss während der letzten Weichsel-Kaltzeit vor etwa 115.000 bis 11.700 Jahren. In dieser Kaltzeit bildete sich aufgrund des kalttrockenen Klimas eine **karge Kältesteppe** in unserer Region aus, die von Mammuts, Wollnashörnern und anderen Eiszeit-Tieren besiedelt wurde. Aufgrund der kargen Vegetation trugen Winde in umliegenden Tieflandschaften die Feinbestandteile aus den Sander und Schotterterrassen der damaligen Flüsse ab. Die **verwehte Sedimentfracht** lagerte sich dann an den Hängen unserer Gebirge als Löss ab. Mit Beginn der derzeitigen Holozän-Warmzeit vor 11.700 Jahren nahmen die Niederschläge in unserer Region zu. Der Kalk wurde ausgewaschen oder von Pflanzen aufgenommen, so dass der pH-Wert des Bodens sank. Durch die feuchteren Bedingungen und die Versauerung des Bodens verstärkte sich die Bildung von Tonmineralen aber auch deren Verlagerung, sodass sich aus dem Löss lehmige Böden bildeten.

Der Löss lagerte sich in der Weichsel-Kaltzeit ab, als unsere Region durch karge Vegetation und umherstreifende Mammutherden gekennzeichnet war (Grafik: Natur- und Geopark TERRA.vita).

In diesem Gebiet des Osnabrücker Berglands sind die Flächen hangunterteilt und zum Teil gemulcht. Die Bearbeitung erfolgt hangparallel. Strukturgebende Elemente schützen vor Winden und fangen im Fall eines Erosionsereignisses Schwemmfracht ab (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).

Bodenschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft

Insbesondere **Böden in Hanglagen mit Löss oder Tallagen mit Flugsand** sind für Wassererosion bzw. Winderosion anfällig. In Deutschland sind dies vor allem **landwirtschaftliche Nutzflächen,** wenn sie in der entsprechenden Geländemorphologie liegen. Doch auch wenn diese Charakteristika für eine Nutzfläche zutreffen, lassen sich nicht für alle Felder die gleichen Aussagen im Hinblick auf einen nötigen Erosionsschutz treffen. Vielmehr muss vor der Anwendung der Schutzmaßnahmen jede Fläche individuell betrachtet werden. Werden die Ackerflächen beispielsweise für Getreide genutzt, ist der Bedeckungsgrad und somit der Erosionsschutz höher als beispielsweise bei einem weitständig gesäten Maisfeld. Daher ist die **Umsetzung von Maßnahmen** immer im gesamten Kontext des landwirtschaftlichen Betriebs, dessen Betriebsausrichtung, der Ausstattung des Maschinenparks und der zukünftigen Entwicklungsperspektiven zu betrachten. Meistens wirkt auch nur die Kombination mehrerer Schutzmaßnahmen. Folgend sind Beispiele von landwirtschaftlichen Maßnahmen zum Schutz vor Bodenerosion aus dem Osnabrücker Land dargestellt:

Mulchsaat oder Direktsaat (fast) ohne Pflugeinsatz (Foto: Florian Avermann)

Gewässer- und Ackerrandstreifen (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita)

Hangparallele Bearbeitung (Foto: Jannes Bludau)

Bodenschonende Nutzfahrzeuge (Foto: Florian Avermann)

Standortangepasste, erosionsmindernde Fruchtfolge (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita)

Untersaat einer zweiten Frucht zur Hauptfrucht (Foto: Alexandra Semenova)

Humusmehrende Bewirtschaftung (Foto: Florian Avermann)

Künstliche Barrieren gegen Wassererosion (Foto: Stefan Simon)

Hangunterteilung (Foto: Jannes Bludau)

Winderosionsbremsende Strukturen (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita)

Welche Flächen sind noch von Bodenerosion gefährdet?

Bodenerosion tritt nicht ausschließlich auf landwirtschaftlichen Ackerflächen auf. Eine fehlende schützende Vegetationsdecke bei steiler Hanglage und Bodenverdichtung sind Faktoren, die auch in unseren **Wäldern** zu Bodenerosion führen können.

Insbesondere nach den Dürrejahren 2018 bis 2020 mussten in unserer Region viele **Waldflächen gerodet** werden. Die Trockenheit stresste sowohl Nadel- als auch Laubbäume, wodurch die Wehrhaftigkeit gegen Schädlinge fehlte. Dadurch starben beispielsweise großflächige Fichtenbestände durch Borkenkäfer-Befall und Buchen aufgrund der durch Pilz-Befall ausgelösten Weißfäule ab. Zwar schützen Unterholz und den Boden bedeckendes Laub oder Gehölz die gerodeten Hänge, bis die Flächen wiederaufgeforstet werden und die Vegetation wieder aufgewachsen ist. Jedoch ist bis dahin örtlich bei Starkregenereignissen mit einer erhöhten Wassererosionsgefahr insbesondere bei den schluffigen, verdichteten Hangböden mit Lössmaterial zu rechnen.

Zur Bodenverdichtung tragen in den Wäldern vor allem die Erntemaschinen der Forstwirtschaft bei, wenn stark durchnässte Böden befahren werden. Durch die Bodenverdichtung ist nicht nur der Abfluss in Fahrspuren und Rückegassen gesteigert, sie beeinträchtigt auch das Bodenleben der Waldböden. Erntemaschinen mit bodenschonender Bereifung, Bandlaufwerken oder der unterstützende Einsatz von Rückepferden können die Bodenverdichtung reduzieren.

Trampelpfade, Reitwege und insbesondere Mountainbike-Strecken fungieren ebenfalls als Abflussrinnen für Niederschlagswasser. Sie können sich in Folge dessen zu Gräben aufweiten, Wurzeln freilegen und Waldböden nachhaltig und großflächig durch Abtrag irreversibel beschädigen. Auf Wanderwegen und Mountainbike-Strecken ist zudem die Bodenverdichtung erhöht. Zur Vermeidung weiterer Zerstörung ist jeder von uns angehalten, auf gekennzeichneten Wegen zu bleiben und somit nicht nur das Leben im Boden, sondern auch das darüber zu schonen.

In Folge der Waldschäden, die in den Dürrejahren 2018 bis 2020 entstanden, mussten große Waldflächen gerodet werden. Diese Flächen sind sehr stark erosionsgefährdet (Teutoburger Wald, Foto: André Morre, www.andre-morre.de).

Dies ist nicht etwa ein Wanderweg, sondern eine von einer Sanddüne ausgehende Erosionsrinne in einem Waldstück und daraus resultierende Verschlämmung einer Weide (Münsterland, Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).

Die schweren Arbeitsmaschinen führen bei stark durchnässten Böden in den Wäldern zur Ausbildung von Fahrrinnen und verdichtetem Boden (Teutoburger Wald, Foto: André Morre, www.andre-morre.de).

*Mechanische Beanspruchung durch Wander*innen und Fahrradfahrer*innen ermöglichten die Erosion des geringmächtigen, humosen Oberbodens in diesem Naturschutzgebiet und führten zur Freilegung und Beschädigung der Wurzeln (Münsterland, Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).*

Ein Arbeitspferd bei Landschaftspflegemaßnahmen auf einer Heidefläche im Naturschutzgebiet Gehn bei Bramsche.

Exkurs
Arbeits- und Rückepferde – eine besonders bodenschonende Form der Bewirtschaftung

Noch bis in die 1950er Jahre waren Arbeitspferde verlässliche Partner in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Gewerbe, bis sie modernen, effizienter arbeitenden Maschinen weichen mussten. **Für die Schonung der Böden wären sie jedoch mancherorts eine echte Alternative.** Im Gegensatz zu den großen Nutzfahrzeugen führen sie nur unwesentlich zur Verdichtung eines Bodens und können in „Zusammenarbeit“ mit speziellen Maschinen effizient und naturverträglicher arbeiten. Der Einsatz von Arbeits- und Rückepferden schont zudem den Bestand, trägt zur Biodiversität bei und reduziert die Emissionen von Kohlenstoffdioxid.

Sicherlich können Arbeitspferde den maschinellen Einsatz im großen Stil nicht mehr ersetzen, aber private Landeigentümer, Forstämter und Kommunen setzen wieder vermehrt auf diese bodenschonende Art der Bewirtschaftung, insbesondere auf kleinräumigen zu bearbeitenden Flächen. Vor allem für **Landschaftspflegemaßnahmen in Schutzgebieten** werden wieder zunehmend Arbeitspferde eingesetzt.

Von so einem Garten mit Gräsern, (Wild-)blumen, Kräutern, Obstbäumen und Gartenteich profitieren nicht nur das Bodenleben, viele Insekten und die Eigentümer – er verringert auch die lokale Bodenerosionsgefahr (Foto: Natur- und Geopark TERRA.vita).

Was kann jeder von uns tun?

Jeder kleine Beitrag zählt. **Wandern und Mountainbiken** sollten wir nur auf Strecken durchführen, auf denen dies auch gestattet ist. So halten wir das Wegesystem in den Wäldern begrenzt, schonen das dortige Bodenleben und verringern das Auftreten von Bodenerosionsereignissen in den Wäldern.

Auch in unseren **Gärten** können wir durch einfache Maßnahmen der Bodenerosion entgegenwirken und noch dazu ein reiches Bodenleben etablieren. Das Wachsen und Gedeihen der Gartenblumen und -kräuter hängt schließlich stark von einem funktionierenden Boden ab. Es sollten **bodenverdichtende und das Bodenleben schädigende Flächen** wie Parkplätze, gepflasterte Terrassen, Gartengebäude oder Außenpools möglichst kleinflächig gehalten werden. Dies verringert den Fernabfluss des Bodenmaterials und gibt dem Garten- oder einem Rasenboden die Möglichkeit, Wasser aufzunehmen. Übrigens sind offene Pflastersteine wie **Rasengittersteine oder Versickerungspflaster wie Porenbetonsteine** erhältlich. Sie ermöglichen das Versickern von Regenwasser, reduzieren dadurch den Fernabfluss und ermöglichen so auch unterhalb einer gepflasterten Fläche etwas Bodenleben.

Für das Bodenleben und die Pflanzen im Garten ist ein mindestens 30 Zentimeter mächtiger Oberboden mit relativ hohem Humusgehalt besonders wichtig – dieser wird von den Pflanzenwurzeln selbst und von den Bodenlebewesen durch Einmischung von oberirdischen Pflanzenresten, Kompost und Mist selbst erzeugt. Die **richtige Struktur und Zusammensetzung des Oberbodens** kann dabei am besten durch das Belassen der abgestorbenen Beetpflanzen auf dem Oberboden erreicht werden **(Mulchbeet).** Hier ist es wichtig zu wissen, dass beispielsweise die tiefgrabenden Regenwürmer nur Pflanzenreste fressen, die an der Oberfläche liegen. Werden sämtliche Pflanzenreste in den Boden eingearbeitet, verhungern sie. Es ist sehr wichtig, den Boden nicht **umzugraben.** Wie beim Pflügen auf dem Acker wird ansonsten die feingeschichtete und hochspezialisierte Bodenwelt stark gestört. Stattdessen kann der Boden **mit Grabgabeln oder dem Sauzahn gelockert werden.** Nicht nur der Mulch, auch eine **möglichst dichte Bepflanzung** schützt weiterhin den Boden vor Wind- und Wassererosion durch die Ausbildung einer Vegetationsdecke.

TERRA.park Erlebniswelt Boden

Mehr zum Thema Boden? Der TERRA.park Erlebniswelt Boden (Am Schölerberg 1, 49082 Osnabrück, nahe des Kreishauses) vermittelt auf rund zwei Hektar Fläche Wissen zu den Themen Boden, Bodennutzung und Altlasten, aber auch zu den Gesteinen der Region und zur Erdgeschichte.

Ein Erlebnisrundweg führt durch typische Landschaften aus dem Naturpark-Gebiet, die hier im Kleinformat nachgebildet wurden. Nachdem man an Wald, Heide und Feuchtgebiet, aber auch an durch Menschen genutzten Räumen wie Ackerfläche, Deponie und Parkplatz vorbeiläuft, kann man sich im zentral gelegenen Bodenpavillon den Boden unterhalb dieser Landschaften anschauen. Der TERRA.park eignet sich besonders gut als außerschulischer Lernstandort. Interessierte Lehrer*innen und Pädagog*innen melden sich am besten unter info@geopark-terravita.de. Weitere Infos finden Sie unter **www.geopark-terravita.de/de/terrapark.**

Weitere Informationen

Allgemeine Informationen zum Thema Bodenerosion finden Sie auf der Seite des **Umweltbundesamts:**
www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/erosion

Sie möchten wissen, wie stark Ihre landwirtschaftliche Fläche erosionsgefährdet ist? Die **Landwirtschaftskammern der Bundesländer** geben individuelle Infos für Landwirt*innen und beraten, welche Schutzmaßnahmen möglich sind:
www.landwirtschaftskammern.de

Das **Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie** in Hannover hat vielfältige Informationen und interaktive Karten für Niedersachsen erstellt, in dem jeder die Bodenerosionsgefährdung der eigenen Fläche einsehen kann:
www.lbeg.niedersachsen.de/boden_grundwasser/landwirtschaft/bodenerosion/

Auch der **Geologische Dienst NRW** in Krefeld hält viele Infos und hochaufgelöste, digitale Gefährdungskarten für Bodenerosion für Nordrhein-Westfalen bereit:
www.gd.nrw.de/bo_start.htm

Das Johann Heinrich von Thünen-Institut in Braunschweig, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei – kurz **Thünen-Institut** – forscht und gibt vielfältige Infos zum Thema Boden und zur guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft:
www.thuenen.de

ELSA – die Allianz für den Boden

Im Europäischen Bodenbündnis ELSA (European Land and Soil Alliance) sind Städte, Gemeinden, Landkreise, Bundesländer, sowie Organisationen Europas vernetzt und tauschen sich zu den Themen Bodenschutz, Landnutzung und Landschaftspflege sowie Siedlungsentwicklung aus. Die Geschäftsstelle der ELSA liegt dabei in der Stadt Osnabrück. Das gemeinsame Ziel ist ein nachhaltiger und sozialgerechter Umgang zum Schutz der Böden.

Weiterführende Informationen finden Sie hier: **www.bodenbuendnis.org**.

Bodenbündnis
Europäischer Städte, Kreise und Gemeinden (ELSA)

Literaturhinweise und weiterführende Literatur

aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V., 2015. Gute fachliche Praxis. Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz. 2. Auflage, Bonn, 119 S. (kostenloser Download über www.ig-gesunder-boden.de).

Amelung, W., Blume, H.-P., Fleige, H., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knaber, I., Kretzschmar, R., Stahr, K., Wilke, B.-M., 2018. Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde. 17. Auflage, Springer Spektrum, 749 S.

Blume, H.-P., Horn, R., Thiele-Bruhn, S., 2010. Handbuch des Bodenschutzes. 4. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim, 758 S.

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), 2017. Vorsorge gegen Bodenerosion durch Wasser vor dem Hintergrund des Klimawandels. Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes. Kiel, 13 S. (kostenloser Download über www.labo-deutschland.de).

Dahlhaus, C., Kniese, Y., Mueller, K., 2018. Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita. Natur- und Geopark TERRA.vita (Hrsg.), Osnabrück, 110 S.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 2018. Bodenerosion – Was hat die Landwirtschaft damit zu tun? Unterrichtsbaustein für die Jahrgangsstufen 7 und 8. Bonn, 13 S. (kostenloser Download über www.ble-medienservice.de).

Elhaus, D., Auerswald, K., Winterrath, T., 2020. Böden und Klimawandel: Neue Aspekte bei der Abschätzung der Erosionsgefährdung durch Wasser als Folge des Klimawandels. scriptum online 12, 1-10 (kostenloser Download über www.gd.nrw.de).

European Commission, 2020. Achieving Land and Soil related Sustainable Development Goals in Europe. What each of us can do to reach Land degradation Neutrality by 2030. Deltares (Hrsg.), Niederlande, 36 S. (kostenloser Download über https://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm).

Geologischer Dienst NRW, 2016. Boden in Nordrhein-Westfalen. Erkunden. Nutzen. Erhalten. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), 2. Auflage, Krefeld, 19 S. (kostenloser Download über www.gd.nrw.de).

Hiller, D.A., 2007. Bodenerosion durch Wasser. Ursachen, Bedeutung und Umgang in der landwirtschaftlichen Praxis von NRW. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Münster, 37 S. (kostenloser Download über www.landwirtschaftskammer.de).

Keesstra, S., Mol, G., de Leeuw, J., Okx, J., Molenaar, Co, de Cleen, M., Visser, S., 2018. Soil-Related Sustainable Development Goals: Four Concepts to Make Land Degradation Neutrality and Restoration Work. Land 2018, 7, 133, land7040133.

Landentwicklung und Agrarförderung (LEA) 2018. LEA-Portal – Geodaten: Landschaftselemente. Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung. Hannover (www.sla.niedersachsen.de).

Landkreis Osnabrück (LKOS), 2020. Landkreis kompakt 2020. Daten Fakten Informationen Bestand Struktur Entwicklung. Osnabrück, 34 S. (kostenloser Download über www.landkreis-osnabrueck.de).

Landkreis Osnabrück (LKOS), 2020. Landwirtschaftlicher Fachbeitrag zum Regionalen Raumordnungsprogramm für den Landkreis Osnabrück. Osnabrück, 206 S. (kostenloser Download über www.landkreis-osnabrueck.de).

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 2020. Leitlinien der ordnungsgemäßen Landwirtschaft. Oldenburg, 112 S. (kostenloser Download über www.lwk-niedersachsen.de).

Lisiecki, L.E., Raymo, M.E., 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. Paleoceanography 20, PA1003.

Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., Blunier, T., Barnola, J.M., Siegenthaler, U., Raynaud, D., Jouzel, J., Fischer, H., Kawamura, K., Stocker, T.F., 2008. High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present. Nature 453, 379-382.

McGee, M., 2021. Earth CO_2 Home Page. Internet: https://www.co2.earth/, Pro Oxygen Website, Victoria, British Columbia, eingesehen am 08.12.2021.

Morgan, R.P.C., 2005. Soil Erosion and Conservation. Blackwell Publishing, 3. Auflage, 304 S.

Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N.I., Barnola, J.-M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V.M., Legrand, M., Lipenkov, V.Y., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman, E., Stievenard, M., 1999. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. Nature 399, 429-436.

Siegenthaler, U., Stocker, T.F., Monnin, E., Lüthi, D., Schwander, J., Stauffer, B., Raynaud, D., Barnola, J.M., Fischer, H., Masson-Delmotte, V., Jouzel, J., 2005. Stable Carbon Cycle – Climate Relationship During the Late Pleistocene. Science 310, 1313-1317.

Steinhoff-Knopp, B., 2021. Jährliche Variabilität und räumliche Muster der Bodenerosion – Erkenntnisse aus der niedersächsischen Bodenerosionsdauerbeobachtung. GeoBerichte 39 (kostenloser Download über www.lbeg.niedersachsen.de).

Steininger, M., Wurbs, D., 2017. Bundesweite Gefährdung der Böden durch Winderosion und Bewertung der Veränderung infolge des Wandels klimatischer Steuergrößen als Grundlage zur Weiterentwicklung der Vorsorge und Gefahrenabwehr im Bodenschutzrecht. Umweltbundesamt (Hrsg.), Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, TEXTE 13/2017, Dessau-Roßlau, 118 S. (kostenloser Download über www.umweltbundesamt.de/publikationen/).

Verband der Landwirtschaftskammern (VLK), 2019. Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. Berlin, 15 S. (kostenloser Download über www.landwirtschaftskammern.de)

Wunder, S., Kaphengst, T., Frelih-Larsen, A., McFarland, K., Albrecht, S., 2017. Land Degradation Neutrality. Handlungsempfehlungen zur Implementierung des SDG-Ziels 15.3 und Entwicklung eines bodenbezogenen Indikators. Umweltbundesamt (Hrsg.), Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, TEXTE 15/2018, Dessau-Roßlau, 102 S. (kostenloser Download über www.umweltbundesamt.de/publikationen/).

Geoparks und die Ziele für nachhaltige Entwicklung

Im Jahr 2015 haben die Vereinten Nationen (UN) mit der **Globalen Nachhaltigkeitsagenda 2030** die **Ziele für nachhaltige Entwicklung** (SDGs) verabschiedet. Diese 17 Ziele bieten einen Fahrplan für die Gesellschaft, um weg von der Ausbeutung hin zu einer nachhaltigen Nutzung der Ressourcen unseres Planeten zu gelangen und statt Ungleichheit, Armut und Hunger eine hochwertige Bildung und ein gutes Leben für alle zu ermöglichen. **UNESCO-Geoparks sind Modellregionen für nachhaltige Entwicklung.** Die Agenda 2030 bildet für sie dabei den zentralen Referenzrahmen. Auch die Themen Boden, Bodenerosion und Bodenschutz sind in vielfältiger Weise in der Agenda 2030 aufgegriffen:

Unterziel 2.4: www.sdg-indikatoren.de/2/

„Bis 2030 die Nachhaltigkeit der Systeme der Nahrungsmittelproduktion sicherstellen und resiliente landwirtschaftliche Methoden anwenden, die die Produktivität und den Ertrag steigern, zur Erhaltung der Ökosysteme beitragen, die **Anpassungsfähigkeit an Klimaänderungen, extreme Wetterereignisse, Dürren, Überschwemmungen** und andere Katastrophen erhöhen und die Flächen- und **Bodenqualität** schrittweise verbessern.“

Unterziel 13.2: www.sdg-indikatoren.de/13/

„Die **Widerstandskraft und die Anpassungsfähigkeit gegenüber klimabedingten Gefahren** und Naturkatastrophen in allen Ländern stärken.“

Unterziel 15.3: www.sdg-indikatoren.de/15/

„Bis 2030 die Wüstenbildung bekämpfen, die **geschädigten Flächen und Böden** einschließlich der von Wüstenbildung, **Dürre und Überschwemmungen** betroffenen Flächen **sanieren** und eine **bodendegradationsneutrale Welt** anstreben.“

ISBN 978-3-945096-07-9

Impressum

Boden, Bodenerosion und Bodenschutz – Geogefahren und Schutzmaßnahmen für unsere Böden
1. Auflage, Osnabrück, September 2022
Auflage: 750

Herausgeber
Natur- und Geopark TERRA.vita
Nördlicher Teutoburger Wald, Wiehengebirge, Osnabrücker Land e.V.
Am Schölerberg 1 · 49082 Osnabrück
Telefon: 0541/501 4217 · info@geopark-terravita.de
www.geopark-terravita.de

Autoren
Dr. rer. nat. Tobias Fischer, Natur- und Geopark TERRA.vita, Geologe (tobias.fischer@Lkos.de)
Alexandra Semenova, Natur- und Geopark TERRA.vita, Geographin

Layout und Satz
lichtweisz kommunikationsdesign, Dissen a.T.W.

Druck
Steinbacher. Meinders & Elstermann GmbH & Co. KG, Belm,
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.

Danksagung
Wir danken Stefan Simon, Bodenschutz Landkreis Osnabrück, Mariam El Hourani, Institut für Geographie der Universität Osnabrück, und einer weiteren Gutachterin für die guten Einwände und Kommentare. Dem Landwirt Florian Avermann danken wir für den Einblick in die bodenschonende Bearbeitung seiner landwirtschaftlichen Nutzflächen. Weiterhin sei den Bildautoren für die zahlreichen Beiträge gedankt. Diese Broschüre entstand durch maßgebliche Mitwirkung der Geographie-Studentin Alexandra Semenova im Rahmen des Commerzbank-Umweltpraktikum-Programms 2021.

LANDKREIS OSNABRÜCK

unesco
Global Geopark

TERRA. vita
NATUR- UND GEOPARK
NÖRDLICHER TEUTOBURGER WALD,
WIEHENGEBIRGE,OSNABRÜCKER LAND E.V.