

Boden macht Schule

E Schüleraktivität

Die Erde, die uns ernährt – Der Boden als Agrarstandort

Didaktische Hinweise	26
Bodenerosion (E1 – E5)	27
1. Bodenerosion durch oberflächlich ablaufendes Wasser	28
E1: Fortgespült!	30
2. Bodenerosion durch Wind (Winderosion)	29
E2: Vom Winde verweht	31
3. Wirkung einzelner Regentropfen auf Bodenerosion und -gefüge	32
E3: Steter Tropfen	33
4. Krümelstruktur des Bodens	32
E4: Wie stabil Bodenkrümel Boden schützen	35
5. Bohrstockondierung entlang eines Hangprofils zur Demonstration der Bodenverlagerung *	32
6. Pflanzenwuchs und Düngung	36
E6: Wie viele Nährstoffe braucht die Pflanze?	37
7. Bodenfruchtbarkeit	39
E7: Wie fruchtbar ist mein Boden?	40
8. Versorgung des Bodens mit dem Pflanzennährstoff Stickstoff	42
E8: Ist mein Boden ausreichend mit Stickstoff versorgt?	45
9. Bodenverdichtung	47
E9a: Kartieren der Pflugsohle *	47
E9b: Unter Druck	48
E9c: Pflanzenwurzeln unter Druck	50
E9d: Verflixt!	51
10. Landwirtbefragung und Kartierung von landwirtschaftlichen Nutzflächen	52
E10a: Wir befragen einen Landwirt	54
E10b: Wo baut der Landwirt was an – Wir kartieren landwirtschaftliche Nutzflächen	55

*) ohne Arbeitsblatt

Die Erde, die uns ernährt – Der Boden als Agrarstandort

Didaktische Hinweise

Im Modul E stehen die agrarwirtschaftliche Nutzung des Bodens und ihre Problembereiche im Vordergrund, wobei der Schwerpunkt im Ackerbau liegt. Die Schüler sollen erkennen, dass die Ernährungsgrundlage Boden sehr verletzlich ist und der Landwirt deshalb sorgsam damit umgehen muss.

Die Schüleraktivitäten E1–E5 beschäftigen sich mit den Vorgängen der Erosion. Sie sind in erster Linie für das Fach Erdkunde/Geographie von Interesse, wobei sich E1–E3 für die Unterstufe, E4 und E5 für die Mittelstufe und die Sekundarstufe II eignen. Für die Experimente E1–E3 sind grundsätzlich verschiedene Methoden denkbar. So können sie in Form eines Referats von einzelnen Schülern (besser: einer kleineren Schülergruppe) vorbereitet und durchgeführt werden. Mit erheblich größerem Aufwand verbunden sind Gruppenarbeiten, da entsprechend viel Material benötigt wird. Weil die Durchführung selbst aber relativ einfach ist, ist diese Vorgehensweise in Erwägung zu ziehen, da auf diese Weise alle Schüler aktiv mit eingebunden sind, was ein besseres Verstehen der Erosionsvorgänge ermöglicht. Die Durchführung als Demonstrationsexperiment durch die Lehrkraft mit Mess- und Beobachtungsaufträgen an die Schüler ist selbstverständlich möglich, der Effekt des Behaltens aufgrund nur eingeschränkter Aktivität aber sicherlich geringer.

Die Schülerexperimente E4 und E6 setzen Erfahrungen aus Schülerübungen bzw. chemische Grundkenntnisse voraus.

Für die Sekundarstufe II eignet sich die anspruchsvolle Arbeit mit und ohne PC-Programm zur Bodenverdichtung (E9).

Mit E6 und E7 werden Wachstumsexperimente für die Unterstufe thematisiert, die Bezugspunkte zu verschiedenen Fächern haben (v. a. Erdkunde/Geographie, Biologie und die Fächergruppe Physik, Chemie, Biologie an der Hauptschule). Sie sind langfristiger angelegt, was den Vorteil hat, dass eine wiederholte

Konfrontation mit der Thematik gesichert ist. Schülergruppen müssen hier die Verantwortung für die Betreuung des Experiments übernehmen – über den inhaltlichen Aspekt ist also auch der erzieherische Wert zu sehen.

Das in E8 vorgeschlagene Experiment zur Stickstoffversorgung kann in allen angeführten Fächern und auch im Chemieunterricht durchgeführt werden, allerdings nur in den dafür geeigneten Chemie- oder Biologie-Fachräumen. Je nach Jahrgangsstufe und Vorkenntnissen der Schüler kann die Durchführung des Experimentes vereinfacht werden. Da für die Experimente Bodenmaterial von landwirtschaftlichen Betrieben benötigt wird, bietet es sich an, die Untersuchungen, natürlich in Absprache mit den Landwirten, mit einer Betriebserkundung (s. u., E10) zu verbinden.

Dem geographischen Aspekt der Bodenverdichtung (E9) kann mit Geländeuntersuchungen, auch hier ist eine Verknüpfung mit einer Betriebserkundung sinnvoll, und einem Arbeitsblatt mit Rechenbeispielen ab der 7./8. Jahrgangsstufe nachgegangen werden (bei fächerverbindendem Einsatz des Arbeitsblattes insbesondere mit Physik sollte in korrekter Terminologie der Begriff „Masse“ anstatt „Gewicht“ verwendet werden).



E311 Bodenerosion durch Wind, sichtbarer Bodenabtrag.
(Foto: Dr. Kape)

Das Arbeitsblatt E9c eignet sich als Lernzielkontrolle zum Bereich Bodenbearbeitung, wenn dieser im Biologieunterricht genauer erarbeitet wurde.

Eine handlungsorientierte Erkundung eines landwirtschaftlichen Betriebes mit Schwerpunkt oder Teilbereich Bodennutzung ist in den Lehrplänen aller Schularten in Erdkunde/Geographie vorgesehen:

- Gymnasium, 5. Jahrgangsstufe; Themenbereich „Ländliche Räume in Deutschland“
- Realschule, 6. Jahrgangsstufe; Themenbereich „Nahrungsmittel aus Europa“ (evtl. auch 5. Jahrgangsstufe; Themenbereich „Veränderungen der Erdoberfläche“)
- Hauptschule, 8. Jahrgangsstufe; Themenbereich „Boden“.

Auch bei der Analyse des Nahraumes, wie im Erdkundeunterricht der Realschule in der 9. Jahrgangsstufe, ist eine Betriebserkundung möglich. Dieser Unterrichtsgang muss natürlich gründlich vorbereitet werden; Kinder, deren Eltern Landwirte sind, können sich hierbei besonders einbringen, z. B. indem sie die Kontakte knüpfen und die Organisation des Besuches mit übernehmen. Je mehr der Projektgedanke im Vordergrund steht, desto eigenständiger sollten die Schüler diesen Tag vorbereiten. Für die Lehrkraft ist es wichtig, darauf zu achten, dass die Schüler auch gezielt auf Materialsuche gehen und dabei Fragestellungen sammeln bzw. zusammenstellen. Für mögliche Fragen an einen Landwirt zum Thema „Bodennutzung“ bietet E10a Tipps, für eine Anbaukartierung E10b. Zum Schwerpunkt „Boden“ sollte ein ackerbaubetreibender Marktfrucht- oder Gemischtbetrieb aufgesucht werden. Informationen zu Klassenbesuchen bei Landwirten, v.a. auch Kontaktadressen, bieten z. B. die Bauernverbände oder Veröffentlichungen von verschiedenen Organisationen, beispielsweise über:

- www.aid.de,
- www.imaagrar.de oder für den ökologischen Landbau
- www.ecozept.com.

Bodenerosion (E1 – E5)

Hintergrund

Bodenerosion stellt eines der größten Umweltprobleme dar, da der durch fließendes Wasser oder Wind abgetragene Boden für den Menschen unwiederbringlich verloren ist. In Mitteleuropa tritt Bodenerosion vor allem auf landwirtschaftlich genutzten Flächen auf, denn hier werden den Erosionsprozessen durch die Bodenbearbeitung und die vegetationsfreien Zeiten besonders günstige Voraussetzungen geschaffen.

Die nachfolgenden Versuche beschäftigen sich mit der Erosion des Bodens in räumlich wie zeitlich sehr unterschiedlichem Maßstab. Die Wirkung eines einzelnen Regentropfens (E3) erscheint zunächst gering, erreicht in ihrer Gesamtwirkung für die Bodenerosion wie für das Bodengefüge jedoch große Bedeutung. Die insbesondere bei Böden mit instabilem Bodengefüge (E4) durch den dauerhaften und heftigen Regen verursachte Verschlämmung der Bodenoberfläche fördert den Oberflächenabfluss und damit wiederum die Bodenerosion. Der Abtrag des Bodens durch Wasser (E1) und Wind (E2) erfolgt oft schleichend, summiert sich über Monate und Jahre hinweg jedoch beträchtlich.



E32 I Bodenerosion durch Wasser mit anschließenden Verwehungen des Bodens (Foto: A. Niegengerd)

E1 Bodenerosion durch oberflächlich ablaufendes Wasser (Wassererosion)

Erosion durch fließendes Wasser ist von mehreren Faktoren abhängig. Dazu gehören unter anderem die Hangneigung, die Hanglänge (mit dieser nimmt die Wassermenge und bei gleich bleibendem oder sich versteilendem Hang die Fließgeschwindigkeit zu), die Bodenart, der Grad der Bedeckung mit Vegetation und die Intensität des Niederschlags (Regenmenge pro Zeiteinheit).

Schluff- und feinsandreiche Böden sind für die flächenhafte Erosion anfälliger als tonige Böden. Begründet ist dies in den Kohäsionskräften zwischen den tonigen Bodenpartikeln, die damit höhere Strömungsgeschwindigkeiten des Wassers zur Ablösung erfordern. Da sich bei einem flächigen Abfluss nur geringe Wasserhöhen ergeben und die Rauigkeit des Bodens den Abfluss zudem bremst, erreichen die Fließgeschwindigkeiten und damit die Ablösekräfte in der Fläche meist nur solche Beträge, die zum Abschwemmen des Feinbodens ausreichen. Durch die Konzentration des Abflusses in Abflussbahnen treten dagegen hohe Ablösekräfte auf, die meist zu tiefen Erosionsrinnen und -gräben führen. Hier ist das Spektrum transportierter Korngrößen breiter.

Erosionsformen

Der Umfang und die Art der Wassererosion auf landwirtschaftlichen Flächen zeigen sich in unterschiedlichen Formen. Die häufigste Form der Wassererosion ist die **Flächenerosion** (7E33). Dabei werden vorwiegend feinkörnige (Ton) und leichte Bodenteile (Humus) durch überwiegend filmförmig abfließendes Wasser abgeschwemmt. Bei stärkerem Oberflächenabfluss kommt es ausgehend von der flächenhaften Erosion zunächst zur Bildung kleinerer Rillen von wenigen Zentimetern Tiefe, die bis zu einer Tiefe von 10 cm als **Rillenerosion** (7E33) bezeichnet werden. Die zu beobachtenden Rillen befinden sich entsprechend der Bodenbearbeitung oft innerhalb kleiner Bereiche in den Saatzeilen bzw. den Eggen- oder Striegelstrichen. Mit dem Anstieg bzw. der Konzentration des Abflusses in einzelnen Rillen können sich diese dann durch die gesamte Ackerkrume schneiden und Rinnen bilden. Bei Tiefen ab 10 cm bis ca. 40 cm wird diese Erosionsform dann als **Rinnenerosion** (7E33) bezeichnet. Mit anhaltendem Wasserfluss vertiefen sich diese Rinnen weiter und treten als Grabenerosion von mehr als 40 cm Tiefe in

Erscheinung. Insbesondere auf den leichteren Böden frisst sich die Erosion aufgrund der fehlenden Bindung in der Bodenstruktur sehr schnell in die Tiefe und wird dann als schmale vertikal ausgeprägte **Grabenerosion** (7E33) bis weit unterhalb der Krume sichtbar. Bei nachlassender Fließgeschwindigkeit und der sich damit verringernden Schleppspannung des Wassers werden die transportierten festen und gelösten Stoffen entsprechend ihres Gewichtes in der Reihenfolge Kies - Sand - Schluff - Ton - Organik abgelagert. Das abgelagerte Material wird als **Kolluvium** (7E34) bezeichnet. (Quelle Fachinformation LMS M-V)



E33 I (Fotos: Dr. Kape)



E34 I (Foto: Dr. Kape)

E2 Bodenerosion durch Wind (Winderosion)

Vegetationsfreie Flächen in flachem Gelände sind der Winderosion (→E35) besonders ausgesetzt, dabei sind trockene Böden durch die fehlende Wasserbindung erosionsanfälliger als feuchte Böden. Vor allem die kleinen Bodenaggregate (Feinsand, Schluff und Humuspartikel) werden verweht. Anfällig hierfür sind besonders Feinsand- und Schluffböden, da deren Bestandteile nur schwach Aggregate ausbilden und oberflächlich leicht austrocknen. Tonige Böden, insbesondere in feuchtem Zustand, sind durch die Kohäsionskräfte zwischen den Tonpartikeln weniger winderosionsanfällig.



E35 I (Foto: Dr. Kape)

Winderosion beginnt bei Windgeschwindigkeiten von 4 bis 5 m/s (gemessen in 30 cm Höhe über der Bodenoberfläche). In dem hier vorgesehenen Versuch können diese Windgeschwindigkeiten mit einem Haarfön (1.600 Watt) erreicht werden. Je nach Modell liegen die Windgeschwindigkeiten in ca. 30 cm Abstand vom Fön zwischen 3–4 m/s (kleinste Stufe) und 7–8 m/s (höchste Stufe). Eine Fixierung des Föns an einem Stativ dient dazu, bei den verschiedenen Bodenarten die gleichen Voraussetzungen zu bieten. Die Windgeschwindigkeit kann neben der Schaltstufe mit der Entfernung des Föns von der Bodenprobe beeinflusst werden. Die am besten seitlich am

Müllbeutel angebrachten Löcher dienen dazu, dass sich im und vor dem Beutel kein Luftstau bildet.

Schäden durch Winderosion

Winderosion ist ein sortierender Vorgang, der feines und meist fruchtbares Material aus dem Bodenverbund ausbläst. Der Abtransport von Bodenmaterial führt nicht nur zur Abnahme der Bodenfruchtbarkeit, sondern belastet die Landschaft durch Stoffakkumulationen an oder in sensiblen Ökosystemen.

Abtragsbereich (Auswehungsbereich) auf der Ackerfläche

Im Abtragsbereich ist mit folgenden Auswirkungen zu rechnen:

- Verlagerung von Bodenpartikeln und daran gebundener Nährstoffe,
- Strukturverschlechterung durch Verlust von Ton- und Schluff-Fractionen,
- Verkürzung des Pflughorizontes,
- Erhöhung der Bodenerodierbarkeit durch Verarmung an Humus und Feinbodenteilen,
- Verlagerung bzw. Verfrachtung von Saatgut, Nährstoffen und Pflanzenschutzwirkstoffen,
- Beeinträchtigung der Bodenfunktionen (z. B. Filter, Puffer und Speicher),
- Verletzung und Entwurzelung von Pflanzen z. B. durch Windschliff,
- Mehrkosten für zusätzliche Düngergaben zum Ausgleich von ausgewehten Nährstoffen.

Winderosionsmindernde Gehölzstrukturen anlegen

Eine langfristige aber nachhaltige Reduktion der Winderosität kann durch die Anlage von zusätzlichen Gehölzstrukturen wie Windschutzhecken erreicht werden, da durch die verbesserte Landschaftsrauigkeit die ungebremsen Wehstrecken verkürzt und die Windgeschwindigkeiten herabgesetzt werden.

(Quelle Fachinformation LMS M-V)



E36 I (Foto: Dr. Kape)

Fortgespült

Materialien

- 2 Obststiegen mit Plastikfolie
- 2 Messbecher (1.000 ml)
- robuste Gartenschere oder (Laub-)Säge
- Gartenboden (nicht bepflanzt), alternativ Sand
- Gießkanne mit Wasser (möglichst feine Wasserdüsen)
- ein ausgestochenes Stück Wiese, das in eine der Obststiegen eingepasst wird
- Steine, Holzklötze oder Ähnliches zum Schrägstellen der Obstkisten

Durchführung

- ➔ Schneide oder säge jeweils in die Mitte einer der beiden Querseiten der Obstkisten eine V-förmige Kerbe (am oberen Rand ca. 10 cm breit).
- ➔ Fülle die erste Stiege mit unbewachsenem Boden. Fülle die zweite Stiege mit dem Wiesenboden. Stelle die Obststiegen (mit der ausgekerbten Querseite nach unten) in einem Winkel von etwa 10° so erhöht auf, dass jeweils ein Messbecher darunter Platz hat.
- ➔ Begieße beide Stiegen anschließend nacheinander von oben mit der gleichen Menge Wasser (ca. 2 Liter Wasser).

Was ist zu beobachten?



Wie sieht das über den Boden abgelaufene und sich im Messbecher sammelnde Wasser aus?

Was passiert, wenn du Steine auf die nicht bewachsene Erde legst, Querrillen einbaust oder den Neigungswinkel veränderst und ebenfalls gießt?



Übertrage das Modell auf die Natur.



Ergänze den folgenden Text:

In der Kiste fließt das Wasser an der ab.

Der fruchtbare Boden wird und geht verloren.

In der Kiste das Wasser im Boden.

Die Pflanzen den Boden. Dadurch wird er festgehalten.



Setze ein: „unbewachsenen“, „durchwurzeln“, „versickert“, „Oberfläche“, „bewachsenen“, „weggespült“.

Vom Winde verweht

Materialien

- verschiedene trockene Böden ohne Vegetation (Sand-, Schluff-, Ton-, Humusboden)
- flacher Karton mit nicht zu hohem Rand (z. B. Deckel einer Schuhschachtel)
- Fön, durchsichtiger Müllbeutel, Klebeband
- Schere, Stativ zur Befestigung des Föns, Waage, Wassersprühflasche

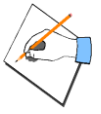
Durchführung

- ➔ Entferne die Schmalseiten des Kartons. Schneide mit der Schere kleine Löcher in den Müllbeutel und befestige ihn mit dem Klebeband auf der einen Schmalseite des Kartons.
- ➔ Überlege dir, welchen Zweck die Löcher haben, und plane danach, wo du sie anbringst.
- ➔ Fülle den Karton mit Boden auf und verteile diesen gleichmäßig. Ein wenig sollten die Kartonränder überstehen, damit dein Bodenmaterial nicht seitlich verweht wird.
- ➔ Befestige den Fön am Stativ und stelle ihn vor den Karton. Die Höhe bzw. Entfernung des Föns über deinem Boden sollte etwa 5–10 cm betragen und der Luftstrom gut über den Boden hinweg streichen können. Dies erreichst du durch einen flachen Neigungswinkel des Föns.
- ❓ Wie kannst du außer mit der Fön-Schaltstufe die Windgeschwindigkeit beeinflussen?
- ➔ Blase den Boden für 3 - 5 Minuten mit dem Fön von vorne an. Der verwehte Boden sollte sich im Müllbeutel sammeln.
- ➔ Schaue nach der angegebenen Zeit nach, wie viel Boden sich im Müllbeutel befindet.
- 📏 Wiege das im Beutel aufgefangene Bodenmaterial und trage dein Ergebnis in eine Tabelle ein.
- ➔ Feuchte den Boden mit der Wassersprühflasche an und wiederhole danach den Versuch.
- ➔ Führe den Versuch anschließend mit den anderen Böden durch und variiere die Windgeschwindigkeiten.
- ❗ **Diskutiert und interpretiert eure Beobachtungen und bezieht die in der Tabelle eingetragenen Werte mit ein.**

E3 Wirkung einzelner Regentropfen auf Bodenerosion und -gefüge

Versuch E3 untersucht die Wirkung des einzelnen Regentropfens auf die Bodenerosion. Das Ausmaß der Erosion hängt unter anderem von der Regentropfengröße ab. Da das auftreffende Wasser nicht unmittelbar in den Boden eindringen kann, zerplatzt der Tropfen und verteilt sich radial um den „Einschlagskrater“. Dabei werden Bodenteilchen aus der Oberfläche herausgerissen und verteilt. Diese feinen Partikel legen sich als Schleier über die Bodenoberfläche und führen zum Verstopfen feiner Poren, womit die Möglichkeit der Infiltration des

Regenwassers reduziert wird. Andererseits können die auftreffenden Regentropfen durch ihren Aufprall den Boden im Bereich des Kraters verdichten.

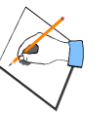


Ergänzend zu den Beobachtungen an selbst erzeugten Kratern bietet es sich an, im Anschluss an intensive Regenschauer „Einschlagskrater“ und ihr unmittelbares Umfeld im freien Feld auf verhältnismäßig offenen Ackerflächen zu untersuchen.

E4 Krümelstruktur des Bodens

Stabile, feste Bodenkrümel kennzeichnen eine gute Bodenstruktur. Sie sind wesentlich verantwortlich für die Durchlüftung sowie eine gute Wasseraufnahme- und Wasserhaltefähigkeit des Bodens. Die Krümelstruktur muss jedoch so beständig sein, dass sie bei Regen nicht zerstört wird und das Gefüge des Bodens

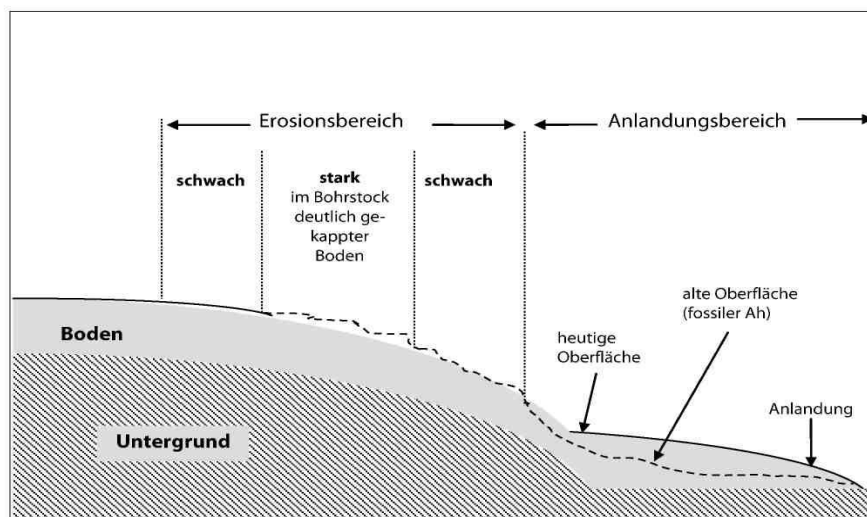
erhalten bleibt. Instabile Bodenkrümel neigen bei Niederschlag in besonderem Maße zur Verschlammung des Bodens und fördern damit den Oberflächenabfluss und die Bodenerosion. Zur Verbesserung der Bodenstruktur trägt eine regelmäßige Zugabe von Kalk und organischer Substanz bei.



E5 Bohrstocksondierung entlang eines Hangprofils zur Demonstration der Bodenverlagerung

Versuch E5 (ohne Arbeitsblatt) setzt Übung in der Differenzierung von Bodenhorizonten im Bohrstock voraus, erlaubt in Hanglagen jedoch im Regelfall sehr gut, das Ausmaß der Erosion abzuschätzen. Während im höheren Hangbereich mit meist fehlendem Oberboden und sogar gekappten Unterböden die Erosion durch die Ausbildung der Pflughorizontes oft nicht klar erkennbar ist, sind die hangabwärts zunehmenden Mächtigkeiten humusreicher Oberböden deutlicher Ausdruck der Verlagerung von Bodenmaterial. Es empfiehlt sich für

die Durchführung des Versuches, auf einem zur Zeit der Beprobung nicht bestellten Acker in Hanglage mehrere Bohrpunkte vom Ober- zum Unterhang zu wählen. Das stärkste Ausmaß der Erosion liegt bei konkaven (nach innen gewölbten) Hängen meist im höheren Mittelhangabschnitt, da hier die Wirkung des abfließenden Wassers auf steiler Hangstrecke am größten ist. Im Gegensatz dazu sind Wassermenge und Fließgeschwindigkeit im Oberhang geringer, im Unterhang ist das Hanggefälle kleiner.



E37 I Zu erwartendes Ergebnis einer Bohrstocksondierung in einem Ackerschlag in Hanglage. (Grafik: A. Niegengerd)

Steter Tropfen

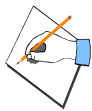
Materialien

- trockener Sand
- eventuell ein Stück "Wiesenteppich"
- kleiner Karton oder Obstkiste
- Stativ, Maßstab
- Spachtel
- Pipetten mit verschiedenen Volumeninhalten

➡ Fülle den trockenen Sand in den kleinen Karton, verteile ihn gleichmäßig und drücke ihn leicht an. Streiche den Sand mit der Spachtel glatt, um eine möglichst ebene Oberfläche zu bekommen.

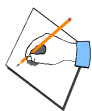
➡ Baue das Stativ auf und befestige eine mit Wasser gefüllte Pipette so daran, dass sie 10 cm über dem Karton mit dem Boden hängt.

➡ Lasse nun aus der Pipette einen Tropfen auf den trockenen Sand „regnen“ und schaue dir den entstandenen „Krater“ genau an.



Notiere den dabei entstandenen Durchmesser des Kraters.

➡ Führe den Versuch mit derselben Pipette in unterschiedlichen Höhen durch (20 cm, 30 cm, 50 cm und 100 cm). Regne den Tropfen dabei jeweils auf eine etwas ange-drückte und wieder glattgestrichene Sandoberfläche.



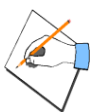
Miss und notiere jeweils die entstandenen Durchmesser der Krater in einer Tabelle. Berücksichtige auch den oben gewonnenen Wert.

➡ Führe den Versuch mit einer anderen Pipette, die einen größeren Volumeninhalt besitzt, durch. Benutze wieder unterschiedliche Fallhöhen für die Tropfen und ergänze deine Tabelle.



Welche Bedeutung hat das größere Volumen der Wassertropfen, auf die Natur übertragen? Unterscheiden sich die Krater von den vorhergehenden?

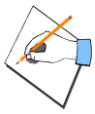
Notiere hier einige Stichpunkte:



(Fortsetzung:)



Führe den Versuch anstatt auf einer geraden auf einer schief stehenden Oberfläche durch?



Notiere hier deine Schlussfolgerungen aus dem Versuch. Formuliere die Faktoren, die Einfluss auf die Erosion durch einzelne Regentropfen haben.



Welche weiteren Folgen könnte die Einwirkung von Regentropfen auf die Bodenoberfläche haben?



E38 | Regentropfenkrater auf einem befestigtem Sandweg nach kräftigem Regenguss.
(Foto: A. Niegengerd)

Wie stabil Bodenkrümel den Boden schützen

Materialien

- Bodenprobe (lufttrocken)
- mehrere Petrischalen, ca. 11 cm Durchmesser
- Pinzette
- Aqua dest. in Spritzflasche

Durchführung

- ➡ Entnimm deiner Bodenprobe 10 Krümel mit einem Durchmesser von etwa 2–3 mm und gib sie in die offene Petrischale.
- ➡ Gib so viel Aqua dest. in die Petrischale, dass die Bodenkrümel etwa zu 2/3 im Wasser liegen. Schließe die Petrischale mit dem Deckel ab.
- ➡ Schüttele die Petrischale nach 10 Minuten kurz durch.
- ➡ Betrachte und bewerte das entstandene Verschlammungsbild nach dem folgenden Schlüssel.
- ➡ Führe den Versuch mit weiteren Bodenproben durch und vergleiche evtl. unterschiedliche Ackerböden miteinander.

	Verschlammungsbild
1	Krümel zerfallen in wenige große Bruchstücke oder bleiben erhalten.
2	Krümel zerfallen in vorwiegend große und wenige kleine Bruchstücke.
3	Krümel zerfallen zu gleichen Teilen in große und kleine Bruchstücke.
4	Krümel zerfallen in vorwiegend kleine Bruchstücke.
5	Krümel zerfließen.

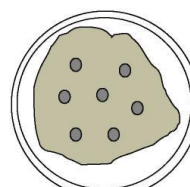


Wie beurteilst du die Stabilität deiner Krümel hinsichtlich der Gefahr der Verschlammung des Bodens bei Niederschlägen?

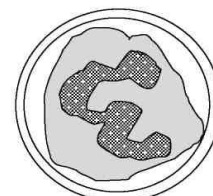


Welche Nachteile hat es, wenn der Boden zur Verschlammung neigt? Welche Vorteile hat es andererseits, wenn die Krümel stabil bleiben?

Krümelgefüge



stabil



zerfließend

(Grafik: A. Niegengerd)

E6 Pflanzenwuchs und Düngung

Hintergrund

Damit Pflanzen wachsen und gedeihen können, benötigen sie außer Licht, Wasser und Kohlenstoffdioxid auch Nährstoffe, zu denen z.B. Stickstoff, Kalium, Magnesium, Phosphor, Calcium und Schwefel gehören. Diese Nährstoffe sind im Regelfall austauschbar an Tonminerale und Humus gebunden oder im Bodenwasser gelöst. Sind Nährstoffe im Acker nicht in ausreichender Menge für die Kulturpflanzen verfügbar, kommt es zu einer Ertragsminderung (die Pflanzen wachsen nicht mehr so gut) und zu charakteristischen Mangelercheinungen. Sind durch Düngung andererseits zu viele Nährstoffe vorhanden, können sie das Wachstum ebenfalls einschränken (► Modul E Landwirtschaft).

Zur Versuchsdurchführung

Alternativ zur Durchführung des Versuches mit gewaschenem Sand kann auch Watte benutzt werden. In beiden Fällen ist gewährleistet, dass die Nährstoffe nur aus dem Gießwasser kommen und nicht möglicherweise die Pflanze ihre Nährstoffe aus dem Boden bezieht. Der Versuch sollte deutlich über das Keimstadium hinaus durchgeführt werden, da anfangs die Nährstoffversorgung des Keimlings noch aus dem Samen erfolgt und damit vom Nährstoffangebot der Umgebung unabhängig ist. Wird der Versuch mit Petrischalen durchgeführt, ist darauf zu achten, dass nicht zu viel Nährstofflösung hineingegeben wird, damit der Nährboden nicht zu nass ist. Im weiteren Verlauf des

Versuches ist darauf achten, dass der Nährboden nicht zu feucht ist, ggf. sollte man lieber auf das Gießen verzichten. Die einzelnen Pflanzansätze sollten annähernd gleich gegossen werden, da eine größere Zugabe von Nährlösung auch eine höhere zugegebene Konzentration bedeutet. Zudem wird so ausgeschlossen, dass der Faktor Wasser wachstumsbeeinflussend ist. Günstig für die Keimung ist es, die in der Petrischale oder dem Blumentopf ange-setzte Saat während der ersten Tage bis zur Keimung mit dem Deckel bzw. einer Folie abzudecken (danach weglassen). Je nach verwendetem Haushaltsdünger bzw. dessen Konzentration kann die Dosierung für das Düngeoptimum bzw. die Überdüngung unterschiedlich hoch liegen. Zur Feststellung günstiger Konzentrationen sollte die Lehrkraft den Versuch daher ggf. mit einer größeren Bandbreite vorab durchführen bzw. dies durch Schülerarbeitsgruppen ermitteln lassen.

Ergebnis

Der Versuch soll zeigen, dass für die Keimung die niedrig dosierten Dünge-lösungen wenig Einfluss haben, zu hohe Konzentrationen dagegen das Keimen bereits behindern können. Nachdem die im Samen gespeicherten Nährstoffe vom Keimling verbraucht sind, zeigt sich bei den geringeren Konzentrationen ein gutes, bei den überhöhten Konzentrationen ein eingeschränktes oder sogar stark gestörtes Wachstum.



E39 I Düngungsversuch mit Kartoffeln, ungedüngte Fläche im Vordergrund (Foto: Dr. Kape)



E40 I Feldversuche zur Ermittlung des Düngedarfs (Foto: Dr. Kape)

Wie viele Nährstoffe braucht die Pflanze

Materialien

- gewaschener Sand, alternativ Watte
- 6 Petrischalen oder kleine Blumentöpfe, Lineal
- handelsübliche NPK- Düngemittellösung, aus der durch Zugabe zu Leitungswasser unterschiedlich konzentrierte Lösungen hergestellt werden (0,1 %, 1 %, 5 %, 10 %, 20 %)
- Kressesamen

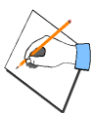
Durchführung

➡ Stelle die unterschiedlich konzentrierten Nährlösungen her. Gib für eine 5 %-ige Lösung 5 ml Düngemittellösung auf 100 ml Leitungswasser.

➡ Fülle in jeden der Blumentöpfe (oder Petrischalen) den gewaschenen Sand ein und drücke ihn leicht fest.

➡ Lege in jede Petrischale 10 Kressesamen (alternativ 20 Kressesamen in einen Blumentopf). Drücke sie leicht in den Sand ein.

➡ Gieße die Kressesamen mit jeweils unterschiedlich konzentrierten Düngelösungen, bis der Sand feucht, aber nicht nass ist. Gieße den sechsten Topf zum Vergleich mit reinem Leitungswasser.



Notiere dir, welchen Topf oder welche Petrischale du mit welcher Nährlösung gegossen hast.



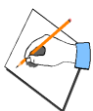
Diskutiere mit deinen Mitschülern, welches Ergebnis sich am Ende des Versuches einstellen wird.



Stelle die Töpfe an einen warmen, sonnigen Platz und beobachte sie mehrere Tage lang. Gieße sie dabei regelmäßig mit ihren speziellen Nährlösungen. Gib jedoch allen Pflanzen die gleiche Wassermenge zu (z. B. 5 ml mit Hilfe einer Pipette).



Warum ist es wichtig, den Pflanzen die gleiche Wassermenge zuzugeben? Überlege dir dazu die Bedeutung der Konzentration deiner Nährlösungen und auch, welche Bedeutung das Wasser für die Pflanze hat.

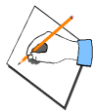


Schreibe auf, was sich von Tag zu Tag ändert und notiere dir, ob die Kressesamen keimen und wie hoch die Kresse wird.



Überlege dir, warum es Unterschiede zwischen den unterschiedlich mit Nährstoffen versorgten Pflanzen gibt. Entspricht das Ergebnis deiner/eurer Erwartung? Wenn nein, überlege dir, warum es anders aussehen könnte.

So könnte deine Auswertungstabelle aussehen



Datum		nur Wasser	0,1 % Düngelösung	1 % Düngelösung	5 % Düngelösung	10 % Düngelösung	20 % Düngelösung
	Höhe des Pflanzenwachstums						
	Aussehen der Pflanze						
	Höhe des Pflanzenwachstums						
	Aussehen der Pflanze						



Ergänze die Tabelle ggf., wenn dir noch etwas Weiteres wichtig erscheint.



E40 I Versuch an Maispflanzen, von links nach rechts: sehr gute Nährstoffversorgung durch optimale Düngung, keine Düngung und Überdüngung. Alle Pflanzen wurden zur gleichen Zeit gepflanzt und mit der gleichen Menge an Wasser versorgt.
(Foto: A. Niegengerd)

E7 Bodenfruchtbarkeit

Hintergrund

Böden sind unterschiedlich fruchtbar. Zum einen liegt dies an den verschiedenen Gehalten an Haupt- und Nebennährstoffen in den Ausgangsgesteinen, zum anderen können Böden diese Nährstoffe aufgrund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften unterschiedlich gut speichern. Tonige Böden können durch ihren großen Anteil an Tonmineralen Nährstoffe besser binden, speichern und wieder abgeben als Sandböden. Auch ein hoher Humusgehalt wirkt sich positiv auf die Bodenfruchtbarkeit aus. Die Verwendung unterschiedlicher Böden für den Versuch soll Unterschiede bei der Aufzucht der hier verwendeten Sonnenblumen zeigen.

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Bei der Auswahl der Böden ist darauf zu achten, dass möglichst große Unterschiede zwischen diesen bestehen. So ist beim Sandboden ein nur schwach lehmiger oder sogar reiner Sand auszuwählen, die Komposterde sollte mit etwas Sand abgemagert bzw. durchmischt werden,

damit das Bodengefüge locker ist, ggf. ist auch mit dem Lehm Boden so zu verfahren. Die Sonnenblumensamen im Topf mit dem Lehmboden sollten vorsichtig und nur dünn mit Boden „berieselt“ werden oder unbedeckt bleiben (Samen nur leicht in den Lehm eindrücken), da sonst das Keimen behindert wird. Sehr wichtig für die Anzucht und das anschließende Wachstum ist ein warmer und sonniger Standort sowie eine normale Befeuchtung (Boden leicht feucht, nicht nass halten). Nach Beendigung des Versuches können die Pflanzen in den eventuell vorhandenen Schulgarten umgesetzt werden. Um das Wachstum der Sonnenblumen zu bewerten, kann neben der Höhe der Pflanze auch die Größe der Blätter herangezogen werden. Dazu eignet sich z. B. die durchschnittliche Blattgröße, die sich aus der Summe aller Blattgrößen geteilt durch die Blattanzahl ergibt. Die Blattgröße kann dadurch näherungsweise bestimmt werden, dass das Blatt vorsichtig auf ein kariertes Papier gelegt und anschließend mit einem Stift umfahren wird. Durch Auszählen der Quadrate erhält man die gesuchte Fläche.



E411 Links: Sonnenblumensamen 8 Tage nach der Aussaat, rechts: weitere 6 Tage nach der Aussaat. Der Sandboden hat die wenigsten Nährstoffe und gehört zu den ärmsten Böden. (Fotos: A. Niegengerd)

Wie fruchtbar ist mein Boden?

Materialien

- 4 Blumentöpfe (nicht zu klein, Durchmesser mindestens 15 cm)
- verschiedene Böden (Kompostboden, Sandboden, humusreicher Waldboden, Lehm-boden)
- Sonnenblumensamen
- Lineal

➔ Befülle deine vier Blumentöpfe mit den unterschiedlichen Böden und drücke den Boden leicht fest.

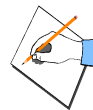
Notiere die wichtigsten Merkmale der von dir verwendeten Böden (z. B. Bodenart, Humusanteil):

Boden 1 () _____

Boden 2 () _____

Boden 3 () _____

Boden 4 () _____



➔ Lege in jeden Topf 4–6 Sonnenblumensamen und bedecke sie mit ein wenig Boden, indem du diesen auf die Samen rieseln lässt (nicht festdrücken, da sonst die Samen nicht aufgehen).



Beschrifte die Töpfe, damit du sie später wieder den jeweils verwendeten Boden zuordnen kannst.



Stelle die Töpfe an einen warmen, sonnigen Ort und beobachte sie in den nächsten Tagen und Wochen. Gieße sie dabei regelmäßig.



Lege ein „Sonnenblumen-Tagebuch“ an. Notiere darin die Veränderungen vom auf gehenden Sonnenblumensamen bis zur Sonnenblume.

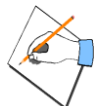


Miss auch regelmäßig die Höhe deiner Sonnenblumen. Du kannst auch die durchschnittliche Größe der Blätter als „Kenngröße“ verwenden. Wie kannst du sie ermitteln? Welche Farbe haben die Blätter?



Gibt es Unterschiede im Wachstum der Sonnenblumen auf deinen Böden? Was macht die Fruchtbarkeit eines Bodens aus?

So könnte deine Auswertungstabelle aussehen



Datum		Komposterde	Sandboden	Lehmboden	Waldboden
	Höhe des Pflanzenwachstums				
	Größe der Blätter				
	Aussehen der Pflanze				
	Besonderheit				
	Höhe des Pflanzenwachstums				
	Größe der Blätter				
	Aussehen der Pflanze				
	Besonderheit				



Ergänze die Tabelle ggf., wenn dir noch etwas Weiteres wichtig erscheint.

E8 Versorgung des Bodens mit dem Pflanzennährstoff Stickstoff

Hintergrund

Um Kulturpflanzen ausreichend mit Nährstoffen zu versorgen, ist eine Düngung des Bodens meist unumgänglich. Dies gilt besonders in der Landwirtschaft, in kleinerem Maßstab aber auch im eigenen Garten. Eine für das Wachstum der Pflanzen optimale und für die Umwelt am besten verträgliche Düngung setzt voraus, dass der Bedarf der Pflanzen an Nährstoffen einerseits und das Angebot der Nährstoffe im Boden andererseits bekannt sind. Die Zugabe hoher Konzentrationen an Nährstoffen durch Düngung steigert den Ertrag nur begrenzt, kann die Qualität der Agrarprodukte jedoch negativ beeinflussen. Auch aus diesem Grunde muss eine Düngung ausgewogen erfolgen. Die nachfolgenden Schüleraktivitäten beschreiben am Beispiel des verhältnismäßig leicht und rasch bestimmbar Nährstoffes Stickstoff das grundsätzliche Verfahren zur Bestimmung der Nährstoffversorgung im Boden. Das hier beschriebene Verfahren liefert auch für die landwirtschaftliche Anwendung hinreichend aussagekräftige Ergebnisse. Es kann in Abhängigkeit von der Jahrgangsstufe und vom Wissensstand der Schüler vereinfacht durchgeführt werden (z. B. grobes Abschätzen der Bodenfeuchte nach Tabelle 2).

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Den pflanzenverfügbaren Stickstoffvorrat im Boden bestimmen sowohl Nitrat (NO_3^-) als auch Ammonium (NH_4^+). In dieser Form ist Stickstoff für die Pflanzen in mineralischer Form verfügbar (= $N_{\min}$ -Gehalt). Grundlage für die Bestimmung des Nitrat-Gehaltes im Boden ist der Test mit Nitrat-Teststäbchen, die ähnlich wie die bekannten Indikator-Teststäbchen eingesetzt werden. Durch Zugabe einer Extraktionslösung (KCl oder CaCl_2) in die Bodensuspension kann mit Hilfe der Nitrat-Teststäbchen der Nitrat-Gehalt der Bodenlösung bestimmt werden. Da die Ammonium-Gehalte des Bodens nicht mit einfachen Teststäbchen bestimmt werden können, werden sie bei Schnelltestverfahren als Zuschlag berücksichtigt. Zwischen dem Nitrat- und dem Ammonium-Gehalt im Boden gibt es eine enge Beziehung, so dass zur Ermittlung des $N_{\min}$ -Gehaltes ca. 10 % des Nitrat-Gehaltes als Ammonium-Wert zugeschlagen werden können. Hat der Boden einen hohen Humusgehalt (dunkle Farbe) oder wurde im Herbst

Gülle oder Stallmist ausgebracht, sollten 20 % des Nitrat-Gehaltes zugeschlagen werden.

Die Durchführung der Nitrat-Bestimmung gliedert sich in die folgenden Teilschritte:

- 1) Bodenprobenentnahme mit Bohrstock, evtl. mit Spaten, Mischen und Wiegen der Bodenprobe,
- 2) Herstellen einer Bodensuspension und Filtrieren der Bodensuspension,
- 3) Messen der verschiedenen Parameter (Nitrat, Nitrit),
- 4) Berechnen der $N_{\min}$ -Werte und ggf. Zuschläge zur Berücksichtigung der Bodenfeuchte.

Zu 1) Die Tiefe der Probennahme sollte sich nach der Durchwurzelungstiefe der Pflanzen richten, andererseits praktikabel bei der Durchführung mit den Schülern sein. Zur Saatzeit ist bei allen Kulturpflanzen der $N_{\min}$ -Gehalt in den obersten 30 cm wichtig. Erst im fortgeschrittenen Wachstumsstadium sind die tieferen Bodenschichten entscheidend. Es bieten sich in diesem Fall Probennahmen in Tiefen 0–30 cm und 30–60 cm an. Um einen repräsentativen Wert für die Stickstoffversorgung zu erhalten, sollten pro Parzelle mehr als 10 Einzelproben pro Tiefenintervall genommen werden, die anschließend (jedoch nach Tiefe getrennt) miteinander vermischt werden. Von der jeweiligen Mischung werden 100 Gramm Boden abgewogen.

Im Bedarfsfall können die Mitarbeiter der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Rostock (LUFA, www.lmsberatung.de) Bohrstöcke zur Probenahme ausleihen.



E42 I Bodenprobe für Nitratbestimmung. (Foto: A. Groth)

Zu 2) Die Bodenprobe wird mit 100 ml der Extraktionslösung versetzt (KCl). Diese sollte von der Lehrkraft bereits im Vorfeld hergestellt werden (dazu 7–8 g KCl in 1 Liter Aqua dest. lösen). Die anschließenden Messungen erfolgen am Filtrat der Bodenlösung.

Zu 3) Zur Messung des Nitrat-Gehaltes wird wie in der Schüleranleitung beschrieben verfahren. Wenn die genannten Einwaagemengen von 100 g Boden eingehalten werden, dann entsprechen je 1 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ /100 g Boden (gemessen in der Bodenlösung aus 100 g Boden) aufgrund der Umrechnung auf das Gewicht einer 30 cm starken Bodenschicht von 4.500 t/ha jeweils 45 kg/ha N. Wurden mehrere Bodenintervalle (0–30 cm, 30–60 cm) beprobt, werden die kg Nitrat-N-Werte addiert. Die Summe gibt den Nitrat-N-Wert des Bodens bis in eine Tiefe von 60 cm, also der im Regelfall durchwurzelten Bodenzone grob wieder.

Bodenwasser- gehalt in Gew.-%	Zuschlagsfaktor zum gemessenen N-Gehalt in %
1	2
2	4
3	6
4	8
5	11
6	13
7	15
8	17
9	20
10	23
11	25
12	27
13	30
14	33
15	35
16	38
17	41
18	44
19	47
20	50
21	53
22	56
23	60
24	63
25	67

Tabelle 1 I

Zuschlagsfaktoren zur Berücksichtigung des Bodenwassergehaltes am Beispiel des Merckoquant- Nitratschnelltests. (Quelle: AgroQuant®14602 Gebrauchsanleitung).

Beispiel: In einem Ackerschlag wurde für die Schicht 0–30 cm 2 mg/100 g Boden Nitrat-N und für die Schicht 30–60 cm 1 mg/100 g Boden Nitrat-N ermittelt. Daraus ergibt sich für die Fläche eine Stickstoffmenge von 90 kg/ ha Nitrat-N. Schicht 0– 30 cm plus 45 kg/ha Nitrat-N und Schicht 30– 60 cm ergeben insgesamt 135 kg/ha Nitrat-N. Zu dieser Menge wird eine Ammonium-N- Menge von 14 kg/ ha (10% des Nitrats-N) dazugeschlagen, so dass sich für die Fläche ein $N_{\min}$ -Gehalt von 149 kg/ ha N ergibt.

Zu 4) Da sich die ermittelten $N_{\min}$ -Werte auf 100g ungetrockneten Boden beziehen, zur Beurteilung aber der Bezug zu einem trockenen Boden hergestellt werden muss, ist das im Boden enthaltene Wasser zu berücksichtigen. Durch Trocknen der Bodenprobe und Ermitteln des Masseverlustes wird der Gehalt an Bodenwasser bestimmt. Der $N_{\min}$ -Gehalt ergibt sich anschließend durch Multiplikation des Messwertes mit einem Korrekturfaktor bzw. Zuschlagsfaktor (↗Tabelle 1). Näherungsweise kann, und dies sei hier empfohlen, der Korrekturfaktor auch über Feuchtezustand und Bodenart geschätzt werden (↗Tabelle 3 Schülerarbeitsblatt).

Beispiel (anhand der Tabelle 1): Bei einem Messwert von 60 und einem Bodenwassergehalt von 12 % beträgt der Zuschlagsfaktor 27 %. Der $N_{\min}$ -Wert erhöht sich demnach auf $60 \times 1,27 = 76$ kg N/ha.

Beispiel (anhand der Tabelle 3 auf dem Schülerarbeitsblatt):

Liegt ein lehmiger Sand in feuchtem Zustand vor, beträgt bei einem Messwert von 60 der Zuschlag 30 %. Der korrigierte Wert ist dann $60 \times 1,30 = 78$ kg N/ha.

Für eine grobe Orientierung genügt auch die Anwendung der in Tab. 2 zusammengestellten Zuschlagsfaktoren.

Bodenfeuchte	Zuschlagsfaktor [%]
Trockene Böden	10
Normale Böden	30
Nasse Böden	50

Tabelle 2 I

Stark vereinfachte Zuschlagsfaktoren zur Berücksichtigung des Bodenwassergehaltes am Beispiel des Merckoquant- Nitratschnelltests. (Quelle: Agro-Quant®14602 Gebrauchsanleitung)

Beispiel (anhand der Tabelle 2): Bei einem Messwert von 60 und einem normalen (nicht auffällig trockenen, aber auch nicht nassen) Boden beträgt der Zuschlagsfaktor 30 %. Der Wert erhöht sich demnach auf $60 \times 1,30 = 78 \text{ kg N/ha}$.

Mit Hilfe der Nitrat-Teststreifen lässt sich auch der Nitritgehalt in der Bodensuspension bestimmen. Beurteilt wird hier die Farbe der zweiten, inneren Reaktionszone durch Vergleich mit der Nitrat-Farbskala (ggf. Packungsbeilage beachten). Die Konzentrationswerte entsprechen hier 1/10 der Nitratwerte, so dass bei einer Zuordnung von 100 mg/l Nitrat (NO_3^-) der zugehörige Nitritwert (NO_2^-) 10 mg/l beträgt. Im Boden nachweisbare Nitritgehalte sind in jedem Fall ein Alarmzeichen (► Modul E Landwirtschaft).

Auswertung der Messergebnisse, Anwendung der eigenen Messung in der Praxis

Messungen des $N_{\min}$ -Gehaltes vor Beginn des Feldfruchtanbaus zeigen, wie viel Stickstoffvorräte sich im Boden befinden und wie viel Stickstoff dem Boden durch Düngung zugegeben werden muss, damit die Pflanzen ein optimales Wachstum erreichen. Die erforderliche Stickstoffdüngung wird aus der Differenz des Sollwertes im Frühjahr für die jeweilige Feldfrucht und dem im Boden verfügbaren $N_{\min}$ -Gehalt bestimmt:

Erforderliche Düngung durch Zugabe von Stickstoffdünger [kg/ha] =
Sollwert [N/ha] – $N_{\min}$ [N/ha].

Beispiele für Sollwerte zur Stickstoffversorgung einzelner Kulturpflanzen können der entsprechenden Tabelle unten genannter Literatur entnommen werden (ggf. den Schülern zur Hand geben). Auf dem Schülerarbeitsblatt ist zur Vereinfachung der Stickstoffbedarf nur einiger weniger Feldfrüchte angegeben. Ggf. können sich die Schüler über eine Recherche im Internet, z.B. über das Angebot der LMS-Landwirtschaftsberatung – Zuständige Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung in Mecklenburg-Vorpommern über den jeweiligen Stickstoffbedarf erkundigen.

Beurteilung des Ernährungszustandes der Pflanzen mit Stickstoff (ohne Arbeitsblatt)

Der Ernährungszustand der Pflanzen mit Stickstoff lässt sich mit Hilfe des Pflanzensaftes auch

direkt beurteilen und eine Über- oder Unterversorgung der Pflanzen erkennen, auch wenn sich äußerlich noch keine entsprechenden Symptome zeigen sollten (► Modul E Landwirtschaft). Bei einem Überangebot an Nährstoffen kommt es bei den Pflanzen zu einem „Luxuskonsum“ an dem jeweiligen Nährstoff. Äußerlich nicht erkennbar, erfolgt in diesem Falle eine unnötig hohe Nährstoffaufnahme, die aber aufgrund anderer begrenzter Faktoren, wie z.B. die Wasserversorgung, nicht in einen entsprechenden Ertrag umgesetzt werden kann. Aufgrund der Anreicherung dieser Nährstoffe kann es insbesondere bei einer sehr hohen Stickstoffaufnahme zu einer Verschlechterung der Qualität der Agrarprodukte kommen.

Der Test wird ebenfalls mit Nitrat-Teststreifen durchgeführt. Dazu können diese entweder direkt in den aus der Pflanze austretenden Saft gehalten werden (punktuelle Stickstoffversorgung) oder in den aus größeren Teilen der Pflanze ausgepressten Saft. Wichtig ist es, zu berücksichtigen, dass der Stickstoffgehalt sehr stark vom untersuchten Pflanzenteil und vom Wachstumsstadium der Pflanze abhängt. Daher sollten für die Untersuchung in der Schüleraktivität jeweils gleiche Pflanzenteile in vergleichbarem Wachstumsstadium festgelegt werden. Da der Stickstoff von den Pflanzen vor allem als Nitrat aufgenommen wird und dieser sehr schnell in der Pflanze in andere Stickstoffverbindungen umgebaut wird, empfiehlt es sich, vor allem untere, wurzelnahe Pflanzenteile für die Untersuchung zu nutzen.

Zur Durchführung nach der Pflanzensaftmethode werden mehrere Pflanzenproben mit einem Messer oder einer Schere zerkleinert und anschließend der Saft mit einer kleinen Hausaltspresse (z.B. Knoblauchpresse) ausgepresst. Sowohl bei diesem Verfahren wie auch beim Befeuchten des Teststreifens direkt an der Pflanze wird der Nitratgehalt in mg/l pro Liter Pflanzensaft bestimmt. Sind die Nitratgehalte in den Proben sehr hoch oder besitzen die Pflanzensäfte intensive Eigenfarben, dann empfiehlt sich die Verdünnung der Presssäfte, z.B. im Verhältnis 1:10. Die an der Farbskala abgelesenen Werte müssen in diesem Falle mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert werden.

Weiterführende Literatur:
Gebrauchsanleitung AgroQuant® 14602 Bodenlabor 3 x N/pH Fa. Merck
► www.merck.de/servlet/PB/show/1153390/bodenlabor.pdf
► www.LMS-Landwirtschaftsberatung.de>> Fachrecht und Beratung M-V

Ist mein Boden ausreichend mit Stickstoff versorgt

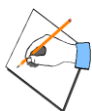
Materialien

- Bodenproben aus unterschiedlichen Tiefen
- Nitrat-Nitrit-Teststäbchen (0–500 ppm) (z. B. Fa. Merck, MERCKOQUANT® - Teststreifen) Rundfilterpapier, 3 Bechergläser (je 250 ml)
- Waage
- Extraktionslösung (7–8 g KCl in 1 l Aqua dest. gelöst)

Durchführung

➔ **Probennahme:** Entnimm in einer ausgewählten Ackerparzelle aus den Tiefenabschnitten 0–30 cm und 30–60 cm je 10 Einzelproben.

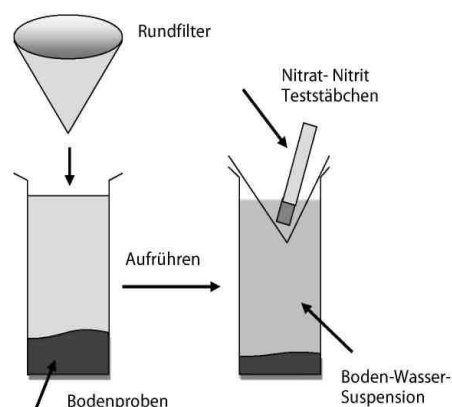
➔ **Probenmischen:** Gib jeweils die Proben aus den gleichen Tiefenintervallen in ein größeres Gefäß und mische sie darin einige Minuten kräftig durch. Fülle anschließend jeweils 100 g in ein Becherglas und beschrifte dieses entsprechend seiner Herkunft.



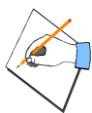
Was wird mit dem Mischen der Proben bezweckt? _____

➔ **Zugabe der Extraktionslösung:** Gib in jedes Becherglas zur Bodenprobe 100 ml der Extraktionslösung und rühre diese Suspension mindestens 2 Minuten lang kräftig um.

➔ **Nitrat-Gehalt bestimmen:** Tauche von oben einen Rundfilter in die Bodensuspension und filtriere von außen nach innen (↗ Grafik).
 Teste anschließend mit Hilfe der Nitrat-Teststreifen den Nitratgehalt des Filtrats [in mg/l]. Diese Konzentration entspricht, wenn du die Einwaagemengen eingehalten hast, dem für die Pflanzen verfügbaren Stickstoffgehalt $N_{\min}$ (mineralischer Stickstoff) in kg/ha für die jeweils 30 cm dicke Bodenschicht.



(Grafik: A. Niegengerd)



Trage die Werte in die Tabelle ein.

Bodenintervall	N-Gehalt in der Bodenlösung [mg/l]	Gemessener N-Gehalt [kg/ha] (ohne Berücksichtigung der Bodenfeuchte)	Bodenfeuchte	Zuschlagsfaktor	Stickstoffgehalt [kg/ha]
0-30 cm					
30-60 cm					
Gesamt-Stickstoffvorrat bis 60 cm (nicht zutreffendes streichen)					



Wenn du den Boden vor der Nitratbestimmung nicht getrocknet hast, wird dein Messergebnis durch die Bodenfeuchte beeinflusst. Korrigiere daher deine Messwerte durch Multiplikation mit dem Zuschlagfaktor. Beachte, dass ein Zuschlag von 20 % der Multiplikation deines Messwertes mit dem Faktor 1,2 entspricht. Diskutiere mit deinem Lehrer den Zuschlagfaktor oder entnimm ihn der Tabelle.



Warum muss die Bodenart berücksichtigt werden?

Bodenfeuchte	Zuschlagsfaktoren in Abhängigkeit von der Bodenart [%]			
	Sand	lehmgiger Sand	sandiger Lehm	Lehm
sehr trocken	8	15	17	23
trocken	10	20	24	33
mittel bis feucht	12	25	31	43
feucht	14	30	38	53
sehr feucht	16	35	45	63

Tabelle 3 | Näherungswerte für die Zuschlagsfaktoren zur Berücksichtigung des Bodenwassergehaltes am Beispiel des Merckoquant-Nitratschnelltest.

Durch Addition der Werte in der letzten Spalte deiner Tabelle erhältst du den für die Pflanzen verfügbaren Stickstoffvorrat bis in eine Bodentiefe von 60 cm.

Kläre mit Hilfe der Angaben zum Sollwert der Stickstoffversorgung, ob der von dir untersuchte Boden für die darauf angebauten Feldfrüchte ausreichend mit Stickstoff versorgt ist. Bestimme die notwendige Menge an mineralischem Stickstoffdünger, die möglicherweise zugegeben werden muss.

Tabelle 4 |

Rechts: Sollwerte der Stickstoffversorgung des Bodens bei einem mittleren Ertrag.

Fruchtart	N-Sollwert kg/ha
Winterweizen	120
Wintergerste	110
Winterroggen	100
Triticale	120
Sommerweizen	130
Sommergerste - Braugerste	80
Sommergerste - Futtergerste	110
Winterraps	200
Sommerraps	170
Ackerbohne	60
Erbse	40
Zuckerrüben	140
Kartoffeln - Pflanzkart.	140
Kartoffeln - Speisekart.	160
Kartoffeln - Stärkekart.	150
Silomais	190
Körnermais	180
Feldgras	120
Kleegrass	80

Erforderliche Düngung durch Zugabe von Stickstoffdünger [kg/ha] =
Sollwert [N/ha] – N_{min}[N/ha]

E9 Bodenverdichtung

Hintergrund

Durch den Einsatz von schweren Geräten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, vor allem bei nassem Boden, kann es zur schadhafte Bodenverdichtung kommen. Dieser Verdichtung arbeitet der Landwirt durch Einsatz des Pfluges bis in eine Tiefe von 20–40 cm entgegen, doch bleibt unterhalb der Pflugsohle der Boden meist dauerhaft verdichtet.

9a: Kartieren der Pflugsohle mit Hilfe einer Metallstange (ohne Arbeitsblatt)

Durch Aufgraben (Erlaubnis des Landwirtes einholen!) kann der Pflughorizont durch die Gefügeunterschiede oberhalb und unterhalb der Pflugsohle studiert werden. Mit Hilfe einer ca. 1 m langen Metallstange (z. B. konisch zugespitzte Rankestangen aus dem Gartenbedarf; Durchmesser ca. 0,5 cm) kann die Pflugsohle und der darunter befindliche verdichtete Horizont durch den spürbaren Widerstand beim Eindrücken der Stange flächenhaft erfasst werden. Dem Schüler vermittelt dieses Verfahren ein Gefühl dafür, dass an der Pflugsohle eine Barriere für die Pflanzenwurzeln (→ E18) und das versickernde Niederschlagswasser besteht. Der Versuch sollte bei mäßig feuchtem Boden und in einem nicht bestellten Acker durchgeführt werden. Ist der Boden zu trocken, können schon die obersten Zentimeter des Bodens durch die Austrocknung verhärtet sein.

Der ermittelte Verdichtungshorizont ist in Tiefen zwischen 20 und 40 cm zu erwarten.

Nicht jede Bodenverdichtung im Bodenprofil geht auf die Wirkung von Landmaschinen zurück. Durch die natürliche Verlagerung von Tonpartikeln aus den höheren in die tieferen Bodenschichten (besonders durch den Prozess der Lessivierung bzw. den dabei entstehenden Parabraunerden, ► Modul A „Was ist Boden?“) können ebenfalls verdichtete Horizonte entstehen. In diesem Falle bestehen jedoch Unterschiede in der Bodenart des verdichteten und des unverdichteten Horizontes.

9b: Auswirkungen der mechanischen Bodenbelastung

Die hier ausgeführten Schüleraktivitäten sollen den Schülern an Rechenbeispielen und beim Anbau von Pflanzen demonstrieren, wie der auf den Boden wirkende Druck (hier: Bodendruck = Masse pro Fläche) von der Auflagerungsfläche abhängt und dadurch das Pflanzenwachstum beeinflusst. Da in den unteren Jahrgangsstufen die physikalischen Begriffe Masse, Gewicht und Druck noch nicht behandelt sind, werden im Text die Begriffe „Masse“ durch „Gewicht“ und „Druck“ durch den Ausdruck „Bodendruck“ B (in kg/cm²) ersetzt.

Zu 1.: 1a) $B = \frac{70 \text{ kg}}{200 \text{ cm}^2} = 0,35 \text{ kg/cm}^2$

1b) $B = \frac{70 \text{ kg}}{2 \cdot 200 \text{ cm}^2} = 0,18 \text{ kg/cm}^2$

2) $B = \frac{60 \text{ kg}}{2 \text{ cm}^2} = 30 \text{ kg/cm}^2$

3) $B = \frac{0,6 \cdot 5800 \text{ kg}}{2 \cdot 80 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm}} = 0,54 \text{ kg/cm}^2$

4) $B = \frac{40000 \text{ kg}}{2 \cdot 48 \text{ cm} \cdot 580 \text{ cm}} = 0,72 \text{ kg/cm}^2$

Lösungen zu
Schüleraktivität E9b
auf S. 48 und 49

Damit ergibt sich folgende Reihenfolge (vom größten zum kleinsten Bodendruck):

$$\boxed{2} > \boxed{4} > \boxed{3} > \boxed{1a} > \boxed{1b}$$

Zu 2.:

2a) Es ergibt sich eine größere Auflagefläche → **der Bodendruck wird geringer**

2b) Es ergibt sich eine doppelte Auflagefläche der Hinterreifen → **der Bodendruck wird halbiert**

2c) Breitreifen besitzen eine größere Auflagefläche → **der Bodendruck wird geringer**

2d) Ketten vergrößern den Bodenkontakt → **der Bodendruck wird geringer**

Unter Druck

Schüleraufgabe 1



Ein Mann, eine Frau, ein Traktor, ein Kettenfahrzeug – wer übt den größeren Bodendruck aus? Gib einen Tipp ab, bevor du die Frage rechnerisch löst. Vielleicht hast du bereits Argumente dafür?



Diskutiere sie evtl. im Kreis deiner Mitschüler.



Ergänze die beiden Begriffe „Gewicht“ und „Fläche“ in der Formel an der richtigen Stelle:

Bodendruck = _____ / _____



Welches sind demnach mögliche Einheiten für den Bodendruck? _____

Um deine Resultate miteinander vergleichen zu können, musst du jeweils die gleiche Einheit für den unterschiedlichen Bodendruck verwenden. Überlege dir, welche sinnvoll ist.



Ein Mann, der 70 kg wiegt, steht _____ (Die Fläche seiner Fußsohle beträgt jeweils 200 cm²)

mit einem Bein auf dem Boden → **ausgeübter Bodendruck:** _____ (1a)

mit beiden Beinen auf dem Boden → **ausgeübter Bodendruck:** _____ (1b)



Eine zweite Person, eine Frau, geht mit Stöckelschuhen über ein Feld.

Ihr Gewicht von 60 kg wirkt kurzzeitig
(Der Absatz hat eine Fläche von 2 cm²)

nur auf einen Absatz → **ausgeübter Bodendruck:** _____ (2)



Ein Traktor mit einem Gesamtgewicht von 5,8 Tonnen steht auf dem Acker.

60 % des Gewichtes liegen auf der Hinterachse. Die Hinterreifen berühren den Boden jeweils auf einer Länge von 80 cm und einer Breite von 40 cm.

Hinterreifen: L = 80 cm, B = 40 cm → **ausgeübter Bodendruck:** _____ (3)



Ein Kettenfahrzeug mit einem Gewicht von 40 Tonnen steht auf einem Feld.

Jede Kette liegt in einer Breite von 48 cm und in einer Länge von 580 cm auf dem Boden.

Kette: L = 580 cm, B = 48 cm → **ausgeübter Bodendruck:** _____ (4)



Notiere hier aufgereiht nach der Höhe ihres jeweiligen Bodendrucks die Nummern 1a – 4:

□ > □ > □ > □ > □

Schüleraufgabe 2



Beurteile folgende Maßnahmen im Hinblick auf den Bodendruck!

- Ein Landwirt verringert den Luftdruck in seinen Traktorreifen.
- Beim Eggen werden sog. Zwillingsreifen (4 Reifen pro Hinterachse) montiert.
- Ein Landwirt kauft sich „Breitreifen“ für seinen Traktor.
- Statt eines Radtraktors wird eine Maschine mit Gummiketten eingesetzt.



Formuliere deine jeweiligen Antworten in folgender Form: (Durch diese Maßnahme wird die Auflagerungsfläche verkleinert → der Bodendruck steigt.)



- _____ → _____
- _____ → _____
- _____ → _____
- _____ → _____



E43 I Fahrspuren – meist Ursache der schadhaften Bodenverdichtung (Foto: A. Niegengerd)

Lösung zu Schüleraktivität E9d S. 51

1	2	3	4	5	6	7	8
C	E	H	B	G	D	F	A

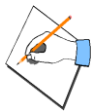
Pflanzenwurzeln unter Druck

Materialien

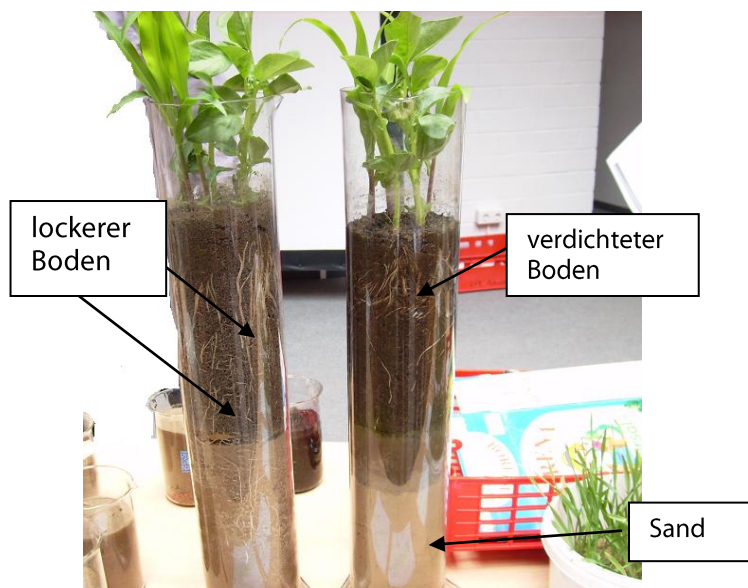
- Probenahmen von Böden einer landwirtschaftlichen Nutzfläche (könnte mit der Schüleraktivität E9a verbunden werden mit Einverständnis des Landwirts).
- Spaten und Bohrstock
- 2 durchsichtige Behälter, Gläser, Höhe mindesten ca. 50 cm, Holzmörser
- landwirtschaftliche Pflanzen, am besten Mais (Fragt euren Landwirt, ob ihr einige Maispflanzen bekommen könnt)

Durchführung

- ➡ Entnimm in einer ausgewählten Ackerparzelle eine Probe vom lockeren Oberboden und eine Probe aus dem verdichteten Unterboden.
- ➡ Befülle die beiden Behälter jeweils mit einer der Proben. Achte darauf, dass der verdichtete Boden nicht zu locker (ggf. mit einem Holzmörser feststampfen) im Behälter liegt. Damit es nicht zu einem Wasserstau beim Gießen in dem Behälter kommt, füllt vorher den Boden mit Sand auf (↗E44)
- ➡ Setzt in beide Behälter die Maispflänzchen ein. Bei dem Behälter mit dem verdichteten Boden muss zum Einsetzen der Pflanze (nur obere Schicht) ein wenig verdichteter Boden entnommen und mit lockerem Boden aufgefüllt werden. Gieße sie regelmäßig, aber nicht zu nass halten.



Beobachte und notiere die Ergebnisse. Wie bilden sich die Pflanzenwurzeln in den Behältnissen aus.



E44 | Versuchsdurchführung E9c. von oben links: Entnahme des lockeren und unten des verdichteten Bodens. Rechts: Ausbildung der Pflanzenwurzeln. (Fotos: links oben: A. Groth unten und rechts: A. Niegengerd)

Verflixt



Hobbygärtner Hans Maier sind in seiner Zettelwirtschaft seine wertvollen Gartentipps durcheinander geraten. Hilf ihm und ordne die gärtnerischen Tipps wieder der richtigen Wirkung auf den Boden zu.

Überlege dir Begründungen für deine Zuordnungen.



A Hacken unterbricht die Kapillarwirkung, der Boden bleibt länger feucht.

B Der Boden bleibt länger feucht, die Schattengare hält die Oberfläche krümelig, Mikroorganismen und Regenwürmer vermehren sich, die Bodenfruchtbarkeit wird verbessert.

C Umgraben stört die Lebensräume der Mikroorganismen, schonendes Auflockern führt ihnen Luft zu.

D Einem einseitigen Nährstoffentzug wird vorgebeugt, der Schädlingsbefall wird vermindert.

E Nasse Böden verdichten leicht (besonders Lehm- und Tonböden), Bearbeitung bei Trockenheit hält sie krümelig.

F Boden, Grundwasser und Nahrungsmittel bleiben schadstofffrei und gesund.

G Dem Boden werden Nährstoffe zugeführt. Mikroorganismen schließen diese für die Pflanzen langsam auf, Überdüngung und Nährstoffauswaschungen werden vermieden, krümelige Struktur und Humusgehalt nachhaltig verbessert. Die Bodenfruchtbarkeit steigt, die Qualität der Produkte (Geschmack) wird günstig beeinflusst.

H Regen und Gießwasser können die Bodenoberfläche verschlämmen und abdichten.

1	2	3	4	5	6	7	8

Ordne mit Pfeilen zu oder trage in die linke Tabelle ein:

E10 Landwirtbefragung und Kartierung von landwirtschaftlichen Nutzflächen

Hintergrund

63,4 % der Gesamtbodenfläche (Landesfläche) wird in Mecklenburg-Vorpommern landwirtschaftlich genutzt. Den Landwirten obliegt damit die Verantwortung, mit dem Boden als ihrer Erwerbs- und unserer Lebensgrundlage besonders schonend und nachhaltig umzugehen. Das über Generationen überlieferte traditionelle Wissen in Verbindung mit modernen Erkenntnissen aus der Agrarforschung ergeben eine wichtige Synthese bei der Bearbeitung und Pflege des Bodens nach den so genannten „Grundsätzen der guten fachlichen Praxis“.

(Quelle: Agrarbericht M-V 2009)

Durchführung

Die Schüleraktivität ist in zwei Abschnitte gegliedert. Daher bietet es sich für die Bearbeitung an, die Klasse in zwei Gruppen zu teilen, die wiederum aus mehreren Teams bestehen können. Der erste Teil der Schüleraktivität besteht aus der Befragung des Landwirtes, wobei Beispiele relevanter Themen im Fragenkatalog im Anschluss zu finden sind. Dies setzt einen standardisierten Fragebogen voraus, der von den Schülern selbst entworfen werden soll. Inhalt und Umfang richten sich nach der Jahrgangsstufe. Bei der Konzeption muss die Lehrkraft den Schülern jedoch beratend zur Seite stehen. Es sollten aber Fragen nach dem Anteil an Eigen- und Pachtflächen ebenso mit einfließen wie die nach der wahrscheinlich unterschiedlichen Qualität der Böden, die im Rahmen der Geländearbeit durch die zweite Gruppe kurz bewertet werden kann. Der Fragebogen kann zudem weiter reichende Fragenkomplexe bis hin zur EU-Agrarpolitik und den EU-Vorschriften enthalten. Es ist jedoch darauf zu achten, dass der Fragenkatalog nicht zu umfangreich ausfällt, damit die Beantwortung für den Landwirt nicht zu zeitaufwändig ist.

Die Lehrkraft sollte schon einige Zeit vor Beginn der Aktivität Namen und Adressen in Frage kommender Landwirte ermitteln. Dazu kann bei kleineren Kommunen die Gemeindeverwaltung hinreichende Auskunft geben oder bei größeren Untersuchungsgebieten der Bauernverband Mecklenburg-Vorpommern. Ein rechtzeitiges Anschreiben der Landwirte mit einer

kurzen Darstellung des Vorhabens oder ein persönlicher Besuch informiert diese und lässt mögliche Fragen oder Probleme bereits im Vorfeld klären. Eine Telefonnummer für Rückfragen oder Terminänderungen sollte auf jeden Fall angegeben werden. Bei entsprechender Vorlaufzeit kann sich der Landwirt auf den Besuch der Schüler einrichten und hat dann vielleicht auch die Zeit, neben einer ausführlichen Befragung, Teile seines Betriebes zu zeigen. Für eine Kartierung der landwirtschaftlichen Flächen bildet ein Auszug aus dem Katasterplan eine gute Kartengrundlage. Dieser kann bei der Gemeinde oder beim Vermessungsamt erworben werden.

Der zweite Bestandteil der Schüleraktivität ist die Kartierung der aktuellen landwirtschaftlichen Flächen und ihrer Nutzung. Innerhalb der Arbeitsgruppen können jeweilige „Spezialisten“ Einzelaspekte wie Fruchtfolge, Bodenbearbeitungsgeräte oder Arten der Düngung erarbeiten. Beide Arbeitsgruppen („Interviewgruppe“ und „Bodennutzungsgruppe“) sollten sich ggf. gegenseitig Arbeitsaufträge geben. Eine Erweiterung der Arbeitsgruppen um Teams, die sich mit der Betriebsstruktur (z. B. Betriebsgröße, Eigen-/Pachtland, Arbeitskräfte, Hofanlage) oder, wenn vorhanden, der Viehhaltung beschäftigen, ist denkbar.

Je nach Zeitrahmen, der für die Aktivität eingeplant ist, sollte die Anzahl der zu befragenden Personen gewählt werden. Zudem ist eine Untergliederung in Neben- und Vollerwerbslandwirte sinnvoll. Beide Berufsgruppen sind in unterschiedlichem Maße mit der Landwirtschaft verbunden und haben sicherlich verschiedene Auffassungen, Perspektiven und Ziele.

Im Anschluss an diese Informationen sind eine Reihe möglicher Themen für die Landwirtbefragung und die Nutzflächenkartierung aufgeführt. Diese sind so gehalten, dass sie den Schülern als Arbeitshilfen ausgegeben werden können. Nachfolgend zu den einzelnen Rubriken einige Anmerkungen.

Anbau und Bodennutzungsstruktur

Hier sollte neben dem Acker-/Grünland-Verhältnis auch das Anbauspektrum des Betriebes ermittelt werden; wenn mehrere Arbeitsgruppen gebildet werden, dann sollte diese Frage dem Team „Betriebsstruktur“ zuge schlagen werden.

Fruchtfolge

Im jeweilig besuchten Betrieb können auch Brachflächen oder Extensivierungsmaßnahmen wie z. B. Ackerrandstreifen vorhanden sein, die vor allem durch Flächenstilllegungen im Rahmen der EU-Agrarpolitik zur Verringerung von Überschuss- und Agrarmarktproblemen bedingt sind.

Probleme/Bodenfruchtbarkeit

Zahlenwerte zur Bodengüte bzw. den natürlichen Produktionsvoraussetzungen müssen mit

den Schülern vorher besprochen bzw. erklärt werden, z.B. die Bodenwertzahl/Ertragsmesszahl als relative Ertragsleistung der Böden im Vergleich zum ertragreichsten Boden Deutschlands (Schwarzerden der Magdeburger Börde).

Auswertung

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse lassen sich durch thematische Karten gut darstellen und können zusammen mit den Befragungen Grundlage für eine abschließende Diskussion über die Bedeutung des Bodens als Agrarstandort sein. Die Ergebnisse können zum Beispiel in Form einer Posterausstellung oder einer Internet-Präsentation verarbeitet werden. In diesem Fall ist eine Zustimmung der befragten Landwirte einzuholen bzw. auf die Einhaltung der Datenschutzbestimmungen zu achten.

Fragenkatalog (Auswahl) zur Erkundung eines landwirtschaftlichen Betriebes mit den Schwerpunkten Bodennutzung, Erhaltung von Boden und Bodenfruchtbarkeit

Anbau, Fruchtfolge und Brache

Welche Feldfrüchte baut der Landwirt auf welchen Flurstücken und zu welchem Zwecke an. Verfolge dies für die letzten 5 Jahre zurück und trage die Ergebnisse in eine Tabelle ein. Sind regelmäßige Aufeinanderfolgen erkennbar? Wenn ja, warum baut der Landwirt abwechselnd verschiedene Feldfrüchte an? Wie nutzt der Landwirt die Flächen seines Betriebes? Welchen Anteil machen sie an der Gesamtfläche aus? Gibt es Feldfrüchte, die die Bodenfruchtbarkeit verbessern? Warum lässt der Landwirt Felder unbebaut (Brachflächen) oder sät Pflanzen aus, die er weder verkauft noch im Betrieb als Viehfutter verwendet?

Düngung

Welche Düngemittel verwendet der Landwirt (Gülle, Jauche, Mist, mineralische Dünger, „Gründünger“)? Wenn der Betrieb keine Viehhaltung hat, woher bekommt der Landwirt Gülle, Jauche oder Stallmist? Wann werden die Düngemittel ausgebracht (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter)? Woher weiß der Landwirt, wie viel er düngen muss? Gibt es Zeiten, in denen der Landwirt nicht düngen darf?

Bodenbearbeitung

Mit welchen Geräten wird der Boden bearbeitet? Tragt die Form der Bodenbearbeitung zusammen mit der weiteren Bestellung des Ackers sowie den Vor- und Nachteilen in eine Tabelle ein. Wie verhindert der Landwirt eine Verdichtung des Bodens? Welche Technik des Pflügens wendet er dabei an?

Probleme

Ist die natürliche Fruchtbarkeit der Böden (Ertragsmesszahl, Ackerzahl) des Betriebes im Vergleich zu anderen Gebieten höher/gleich/geringer? Sind die Böden des Betriebes besonders schwer zu pflügen oder staut sich das Wasser im Boden? Gibt es im Betrieb auch Flurstücke, auf denen Boden-erosion droht? Wenn ja, was tut der Landwirt dagegen?

Wir befragen einen Landwirt

Das über Generationen überlieferte traditionelle Wissen des Landwirtes ist eine wesentliche Grundlage für eine ertragbringende Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Heutzutage kommen moderne Techniken hinzu.

Informiert euch persönlich bei einem oder mehreren Landwirten, wie er bzw. sie „Tradition“ und „Modernes Zeitalter“ zur Erhaltung des Bodens und der Bodenfruchtbarkeit einsetzt/einsetzen.

Hinweise und Anregungen zur Durchführung

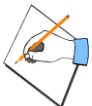
- ➔ Fertigt eine Stoffsammlung mit Fragen an, die ihr dem Landwirt stellen möchtet. Denkt schon jetzt daran, eure Fragen nach Teilthemen zu gliedern, zum Beispiel nach Fragen zur Fruchtfolge, Bodenbearbeitung oder Düngung.
- ➔ Geht die Fragen zusammen durch, streicht unpassende oder doppelte Fragen, fasst mehrere Fragen zu einer zusammen. Achtet immer auf eine sachliche und neutrale Formulierung eurer Fragen.
- ➔ Versucht nun, die Fragen in verschiedene Gruppen zu ordnen. Achtet dabei auf eine sinnvolle Reihenfolge der Fragen. Beginnt am besten mit Fragen zur Person des Landwirtes und zum Hof.
- ➔ Macht euch Gedanken über die Antwortmöglichkeiten zu euren Fragen. Denkt daran, dass nicht immer nur „ja“ oder „nein“ als Antworten in Frage kommen.
- ➔ Versucht, von allgemeinen Fragen zu Detailfragen zu kommen.
- ➔ Macht einen Rohentwurf eures Fragebogens. Spielt untereinander die Befragung durch und diskutiert Verbesserungsmöglichkeiten. Ist ein roter Faden in der Strukturierung des Fragebogens erkennbar?
- ➔ Entwerft abschließend mit Hilfe eurer Lehrkraft einen Fragebogen, der für alle ausgewählten Landwirte verwendet werden soll. Achtet darauf, dass dieser nicht zu umfangreich wird.
- ❗ **Führt die Befragung der Landwirte in Arbeitsgruppen durch und wertet die Ergebnisse anschließend aus.**

Wo baut der Landwirt was an – Wir kartieren landwirtschaftliche Nutzflächen

Materialien

- Kopie eines Katasterplanes, topographische Karte im Maßstab 1: 25.000
- Kompass, Fotoapparat, kleiner Spaten
- Zeichenbrett, Farbstifte, Lineal, Radiergummi

Durchführung

- ➡ Überlegt euch die Fragenkomplexe, nach denen ihr kartieren wollt.
- ➡ Verschafft euch mit Hilfe der topographischen Karte einen Eindruck der Landschaft (hügelig, flach, Bachläufe, Verkehrswege etc.). Markiert in eurer Kartiergrundlage (Katasterplan) die Lage des Hofes.
- ➡ Setzt euch mit dem Landwirt zusammen und tragt nach seinen Angaben seine landwirtschaftlichen Besitzflächen in euren Plan ein.
- ➡ Wählt für eure Geländearbeit einen Weg aus, der euch an allen Flächen vorbeiführt. Plant euren Weg so, dass ihr Hindernisse wie Bäche oder größere Straßen sicher überqueren könnt und keine Abschnitte doppelt geht.
- ➡ Tragt in eure Karte mit verschiedenen Farben die Anbauprodukte der einzelnen Felder ein (Getreidearten, Mais, Rüben etc.). Gliedert Felder mit Zwischensaaten aus. Markiert auch die Grünlandflächen und den Waldbesitz.
-  Macht euch Notizen über die Böden. Finden sich Besonderheiten (z. B. viele Steine auf dem Acker, große Pfützen, Erosionsrinnen, angeschwemmtes Bodenmaterial)? Dokumentiert eure Beobachtungen durch Fotos.
-  Grabt mit dem Spaten ein kleines Loch (Spatentiefe reicht aus), um das Bodengefüge der einzelnen Felder zu betrachten. Bestimmt eventuell mit Hilfe der Fingerprobe die Bodenart. Wie ist der Boden einzuordnen (locker oder dicht, feucht oder trocken)? Notiert eure Ergebnisse.
-  **Übertrag eure erarbeiteten Ergebnisse in eine oder mehrere Karten. Denkt an eine aussagekräftige Legende. Ergänzt eure Karte eventuell durch Angaben zu den Anbauprodukten des letzten Jahres. Informationen dazu bekommt ihr sicherlich vom Landwirt.**
-  **Diskutiert mit den anderen Arbeitsgruppen eure Ergebnisse und überlegt euch eine geeignete Form der Präsentation auch außerhalb eurer Klasse.**

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Verbraucherschutz
Mecklenburg-Vorpommern