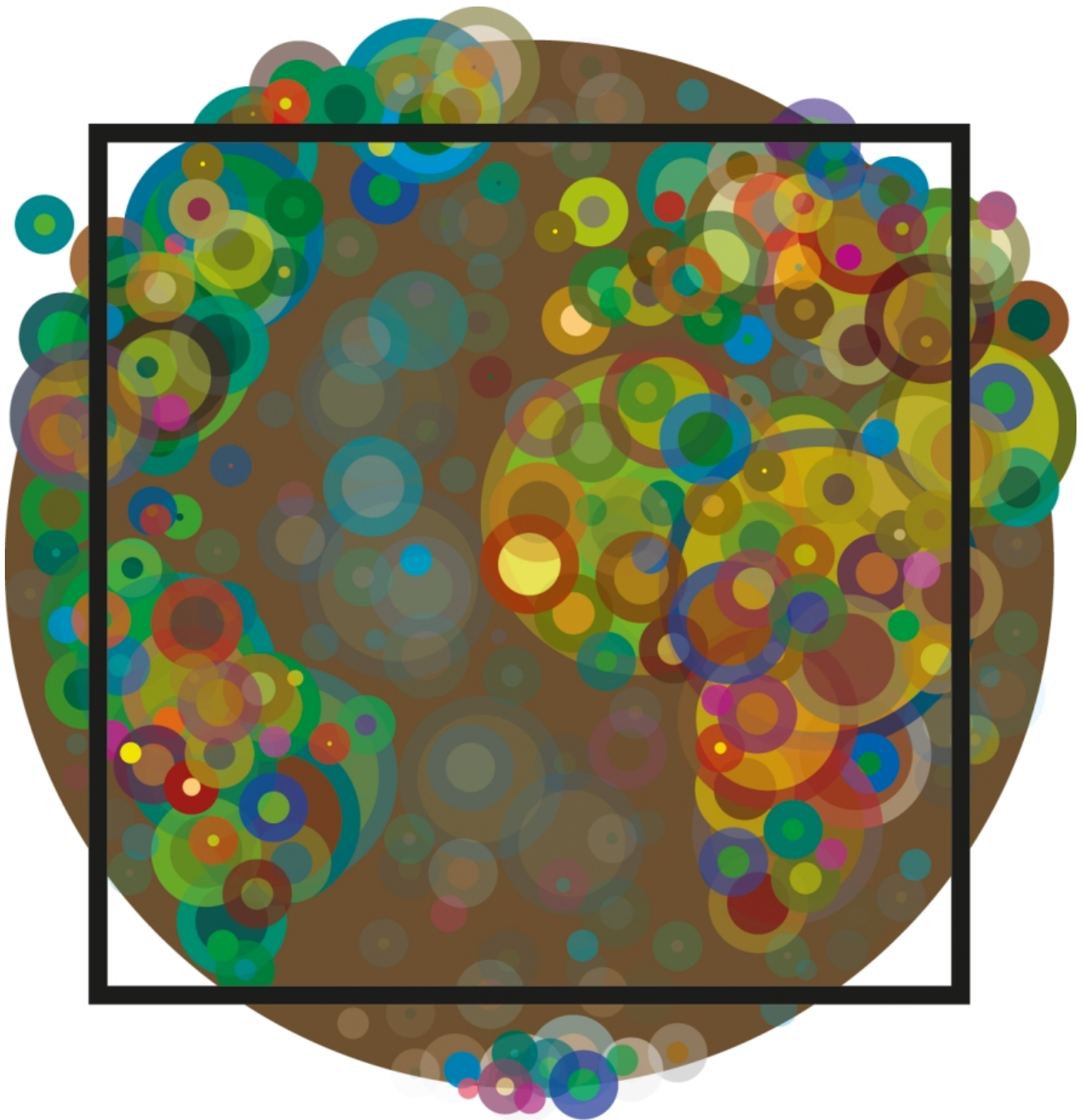




6 BODEN ERHALTEN

Mehrere UN Sustainable Development Goals (SDGs; UN 2015) behandeln die Ressource Boden (USSIRI & LAL 2018). SDG 2 nimmt Bezug auf die Bodenqualität, um die Nahrungsmittelproduktion zu verbessern, SDG 12 zielt darauf ab, die Bodenkontamination durch Chemikalien zu stoppen und SDG 15 hat die Wiederherstellung eines guten Bodenzustands bei degradierten Böden⁷² im Fokus. Konkrete, messbare Zielvorgaben für Bodenqualität gibt es weder auf UN-, EU- noch auf nationaler Ebene.

Boden ist ein wichtiger Kohlenstoff-, Nährstoff- und Wasserspeicher und hat damit eine zentrale Funktion bei der Bewältigung des Klimawandels und der Anpassung daran. Boden bindet Schadstoffe, reinigt Trinkwasser und ist Grundlage für die Produktion von Lebens- und Futtermitteln sowie von Biomasse. Um diese und andere Leistungen nachhaltig erfüllen zu können, ist Boden in ausreichender Qualität und Quantität zu erhalten. Es gilt, eine wachsende Bevölkerung mit hochwertigen Nahrungsmitteln zu versorgen. Gleichzeitig steigt der Bedarf an Flächen für erneuerbare Energien (Standort für Windkraftwerke, Produktion von Energiepflanzen etc.) und für weitere nachwachsende Rohstoffe.

Ein erhöhter Nutzungsdruck entsteht zusätzlich aufgrund der fortschreitenden und übermäßigen Nutzung sowie Versiegelung des Bodens für Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Dies betrifft vor allem die fruchtbaren Böden in den Ebenen und Tallagen im Umfeld der Siedlungen. Der Schutz von hochwertigen Böden unter verstärkter Berücksichtigung all ihrer vielfältigen Leistungen ist notwendig. Die Ausweisung von Vorsorgeflächen soll zu einem sorgsamem Umgang mit Böden beitragen, um sie dauerhaft in ihrem Wert für die Gesellschaft zu steigern und um diesen zu erhalten.

Auch wenn konkrete Zielvorgaben fehlen, ist der Bedarf zum Schutz des Bodens offenkundig. Die Europäische Bodenschutzstrategie⁷³ hat zum Ziel, die Funktionen des Bodens zu erhalten, die Bodenqualität zu schützen und den Boden nachhaltig zu nutzen. Die POP-Verordnung⁷⁴ fokussiert auf die Verringerung der Belastung mit persistenten organischen Schadstoffen (POP).

(→ 14 **Chemikalienmanagement**)

Gemäß dem Bodenschutzprotokoll zur Alpenkonvention⁷⁵ haben die Vertragsparteien alle Anstrengungen zu unternehmen, um den Schadstoffeintrag in die Böden über Luft, Wasser, Abfälle und weitere Eintragspfade so weit wie möglich zu verringern.

Der gezielte Humusaufbau sowie der Schutz der Böden vor Erosion und Einträgen von Schadstoffen wurde im Regierungsprogramm 2017 und in der Klima- und Energiestrategie #mission2030 (BMNT & BMVIT 2018) verankert. Ebenso wurde der quantitative Bodenschutz in der Bioökonomiestrategie festgelegt (BMNT et al. 2019).



**Leistungsfähigkeit
des Bodens erhalten**

**Bodenqualität
schützen,
Schadstoffeinträge
minimieren**

#mission2030

⁷² Als Bodendegradation wird die Verschlechterung der ökosystemaren Dienstleistungen des Bodens bis hin zu deren völligem Verlust bezeichnet (LYNDEN VAN 2000).

⁷³ KOM(2006) 231

⁷⁴ VO (EG) Nr. 850/2004

⁷⁵ BGBl. III Nr. 235/2002

In den Bodenschutzgesetzen der Bundesländer finden sich Ziele, um die Bodenqualität zu erhalten, vor allem hinsichtlich der landwirtschaftlichen Produktion.

6.1 Nährstoffkreisläufe

6.1.1 Daten und Fakten

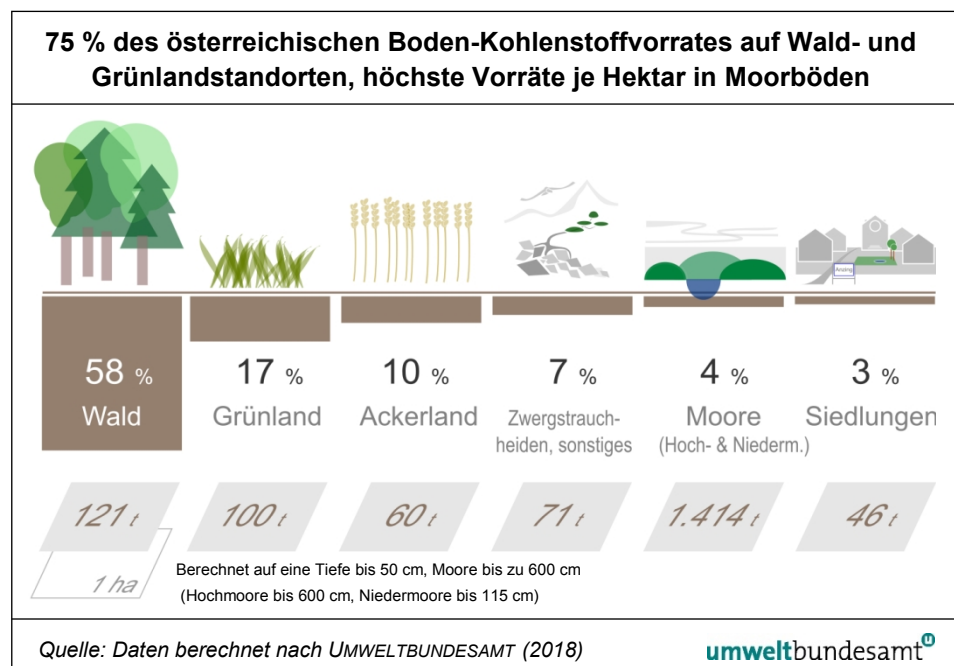
Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor

Boden ist ein bedeutender Kohlenstoff-, Wasser- und Nährstoffspeicher, insbesondere für die wichtigen Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor. Ein größeres Stickstoffangebot erhöht in der Regel das Pflanzenwachstum und beeinflusst daher die Kohlenstoffmenge im Boden. Dadurch werden die Bodenkohlenstoffvorräte verändert. Stickstoff ist in Form von Nitrat im Boden sehr mobil, weshalb ein Überschuss leicht ausgewaschen werden und zu einer Belastung des Grundwassers führen kann. Phosphor ist an Bodenpartikel gebunden und kann durch Erosion in Seen und Flüsse gelangen sowie in der Folge auch Meere belasten. Durch Erosion geht Humus und damit Kohlenstoff verloren, gleichzeitig wird damit die Produktivität verringert (KREBS et al. 2017).

Böden sind größter Kohlenstoff- speicher an Land

Böden sind nach den Meeren der größte Kohlenstoffspeicher und daher für die Stabilisierung des Klimas von zentraler Bedeutung. Das Potenzial von Böden, langfristig Kohlenstoff zu speichern, ist jedoch begrenzt. Dies hängt von den natürlichen Bodeneigenschaften, wie z. B. Textur, pH-Wert, Wassersättigung und Sauerstoffverfügbarkeit, sowie vom Klima, wie z. B. Temperatur und Niederschlag, sowie von der Bodenbewirtschaftung und Landnutzung ab. In Österreichs Böden sind insgesamt 836 Megatonnen (Mt) Kohlenstoff gespeichert (berechnet nach UMWELTBUNDESAMT (2018)).

Abbildung 20:
Anteil der Boden-
Kohlenstoffvorräte
nach Nutzung.



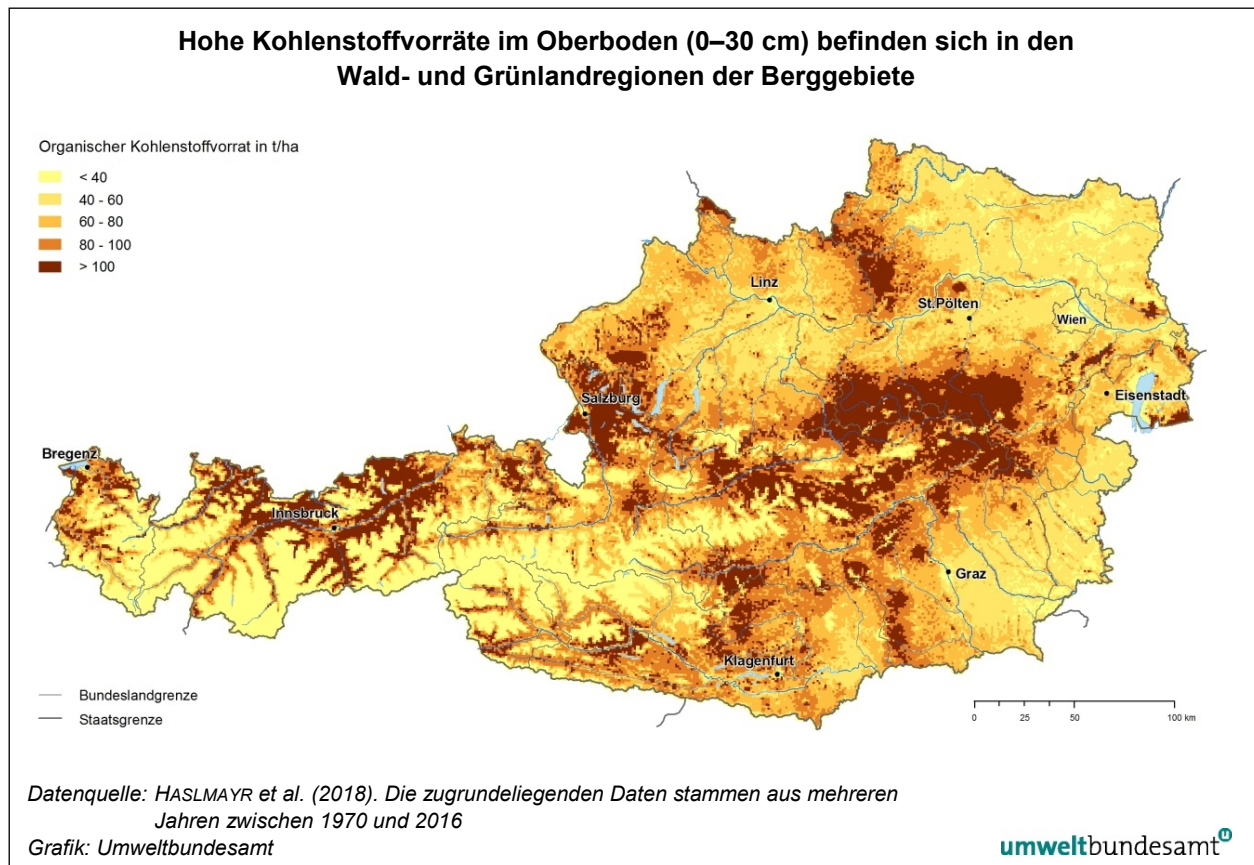


Abbildung 21: Verteilung des Bodenkohlenstoffes in Oberböden.

Bei Stickstoff besteht aus ökonomischer und ökologischer Sicht die Herausforderung darin, die Zufuhr so zu steuern, dass die Pflanzen optimal versorgt werden und die Nitrat-Grenzwerte in Nahrungsmitteln sowie im Grund- und Oberflächenwasser dauerhaft eingehalten werden. Außerdem sind die Stickstoff-Emissionen in die Luft (als Ammoniak oder treibhauswirksames Lachgas) so gering wie möglich zu halten. Im Wirtschaftsjahr 2016/17 wurden 117,7 Kilotonnen (kt) Stickstoff in Österreich als Mineraldünger abgesetzt (BMNT 2018). Auf nationaler Ebene trägt die Tierproduktion (in Form von Wirtschaftsdünger) etwa die Hälfte zum Stickstoffeintrag in Böden bei. In Österreich besteht ein Stickstoffüberschuss auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, der Brutto-N-Überschuss pendelt in den letzten fünf Jahren (2013–2017) um den Jahresmittelwert von rund 40 kg N/ha/Jahr (UMWELTBUNDESAMT 2019). (➔ [8 Nachhaltige Landbewirtschaftung](#))

Stickstoffgehalt

Die Phosphorgehalte in landwirtschaftlichen Böden haben in den letzten Jahrzehnten tendenziell abgenommen (DERSCH 2016). Der Phosphorüberschuss auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche betrug in den letzten fünf Jahren (2013–2017) im Durchschnitt 0,6 kg P/ha/Jahr und ist im Verlauf der Jahre 2000 bis 2017 abnehmend (UMWELTBUNDESAMT 2019). Böden, in denen in der Vergangenheit hohe Gehalte an Phosphor akkumuliert wurden, stellen bei auftretender Erosion dennoch ein Risiko für Oberflächengewässer dar, da die Phosphorgehalte im Boden nur langsam sinken. In Österreich werden jährlich rund 4.250 t Phosphor in Oberflächengewässer eingetragen (GABRIEL et al. 2011). (➔ [4 Wasser und Gewässerschutz](#))

Phosphorgehalt

Seit 2007 haben die erosionsgefährdeten Kulturarten, wie beispielsweise Mais, Soja oder Hirse um 76.000 ha zugenommen. Kulturarten mit hohem Erosionsschutz und zugleich positivem Beitrag zum Humusaufbau haben im gleichen Zeitraum um fast 44.000 ha abgenommen (DERSCH et al. 2019).

6.1.2 Interpretation und Ausblick

Es gilt, die Bodenvorräte an organischem Kohlenstoff zu erhalten bzw. zu erhöhen.

ÖPUL und biologische Landwirtschaft fördern Humusaufbau

Der Einfluss der Bodenbewirtschaftung auf den Kohlenstoffgehalt zeigt sich unter anderem darin, dass seit der Einführung von ÖPUL-Maßnahmen im Jahr 1995 in den ersten 10 bis 15 Jahren deutliche Zunahmen des Humusgehaltes auf Ackerflächen festgestellt wurden. In den letzten 8 bis 10 Jahren konnten diese in manchen Regionen (Tullnerfeld, Marchfeld) noch leicht erhöht und in anderen Regionen auf einem erhöhten Niveau gehalten werden (BMNT 2019). Die Maßnahmen „Begrünung von Ackerflächen durch Zwischenfruchtanbau“, „System Immergrün“ (flächendeckende Begrünung von mind. 85 % der Ackerflächen während des gesamten Jahres), „Much- und Direktsaat“, „Erosionsschutz bei Obst, Wein, Hopfen“ und die „Beibehaltung ökologischer/biologischer Wirtschaftsweise“ spielen dabei eine ganz wesentliche Rolle.

Die biologische Landwirtschaft trägt durch ihre Bewirtschaftung zum Humusaufbau bei. Allerdings führen die – im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung – notwendige und daher häufiger eingesetzte mechanische Beikrautregulierung und der häufigere Pflugeinsatz wiederum zu einem Humusabbau.

Es gilt jedoch generell, dem allgemeinen Trend der Zunahme an eher humuszehrenden, erosionsgefährdenden Feldfrüchten und der Abnahme an humusfördernden Ackerfutterpflanzen entgegenzuwirken (BMNT 2019).

Die ebenfalls durch die Temperaturerhöhungen vermehrt erforderliche Bewässerung führt zusätzlich zu einem verstärkten Abbau von Bodenkohlenstoff, der durch reduzierte Bodenbearbeitung, organische Düngung (Kompost) und Begrünung kompensiert, aber nicht verhindert werden kann (BMNT 2019).

Das tatsächliche Potenzial einer weiteren Kohlenstoffspeicherung ist abzuschätzen, da mit einer Temperaturerhöhung (APCC 2014) gleichzeitig eine zusätzliche Freisetzung von Kohlenstoffdioxid aus dem Boden einhergeht.

Bodenworkshops zur Aus- und Weiterbildung

Da die Erhaltung und Erhöhung der Humusvorräte und somit der Bodenfruchtbarkeit für die Landwirtinnen und Landwirte sowohl ökonomisch als auch im Sinne des Klimaschutzes vorteilhaft ist, gilt es, dies verstärkt in der landwirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung und in der Beratung zu vermitteln.

Regelmäßige Bodenuntersuchungen gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung sind ein wesentliches Element für eine optimale Nährstoffversorgung der Pflanzen.

Werkzeuge unterstützen beim Stickstoff- management

Der Stickstoffanteil im Boden hängt von der Kulturart, dem Ertragsniveau und der jeweiligen Witterung ab. Um eine möglichst optimale und bedarfsgerechte Stickstoffversorgung zu erreichen und einen Stickstoffüberschuss zu vermeiden, sind die bestehenden „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (BMLFUW 2017) und Instrumente zur Optimierung der Bewirtschaftung, wie z. B. „Digitali-

sierung für eine bedarfsgerechte Düngung“, anzuwenden. Der Anbau von Zwischenfrüchten, Untersaaten und speziellen Pflanzen erhöht die Nährstoffeffizienz und reduziert die Stickstoffverluste.

Die Abnahme der Phosphorgehalte ist eine sinnvolle Entwicklung, solange die Böden nicht – wie bereits an manchen Standorten in Österreich – in einen Phosphormangelbereich kommen. Ein wichtiges Ziel ist es, den Phosphorkreislauf zu optimieren und dadurch Phosphorimporte zu verringern. Mit Hilfe von Technologien, durch die möglichst keine Schadstoffe in den Kreislauf gelangen sollten, kann Phosphor aus organischen Reststoffen rückgewonnen werden.

Phosphor stärker im Kreislauf führen

Erosionsschutz ist eine wirksame Möglichkeit, um den Erhalt und den Aufbau von Humus zu fördern und den Austrag von Phosphor und Stickstoff in Oberflächengewässer zu reduzieren. Vor allem auf Hanglagen sollte möglichst auf erosionsgefährdete Kulturarten (wie Mais, Ölkürbis, Zuckerrübe, Erdäpfel, Soja, Hirse, Feldgemüse, ...) verzichtet werden. Ein gezielter Erosionsschutz bei einer Hangneigung über 18 % wäre weiterzuentwickeln und eine möglichst ganzjährige flächendeckende Begrünung in Kombination mit Mulch- und Direktsaat wäre zu fördern. Ergänzend können eine Reduzierung der Intensität der Bodenbearbeitung und Bearbeitung parallel zum Hang, innovative Entwicklungen (wie Querfurchen, Mikroretentionsmaßnahmen bei Dammkulturen, ...), Flächen mit Hecken und Feldgehölzen, Windschutzstreifen (Landschaftselemente) sowie Begrünungsstreifen an kritischen Stellen und an Gewässern (Gewässerrandstreifen) als Erosionsschutz wirken.

wirksamer Erosionsschutz

Durch entsprechende ÖPUL-Maßnahmen kann gleichzeitig zum Erosionsschutz auch zum Humusaufbau und zum Erhalten des Stickstoffes im Wurzelraum (in Pflanzen und Pflanzenresten) und damit zur Reduzierung des Nitrat-Eintrags in das Grundwasser beigetragen werden.

6.2 Schadstoffbelastung

6.2.1 Daten und Fakten

Schadstoffe können über Luft oder Niederschlag und als produktionsbedingte Einträge, z. B. über Pflanzenschutz- und Düngemittel, oder lokal durch die unsachgemäße Handhabung gefährlicher Stoffe bzw. durch Unfälle in den Boden gelangen. Sie stellen bei entsprechender Konzentration eine direkte Gefährdung für Bodenorganismen und für Pflanzen dar. Indirekt gefährden sie auch Menschen und Tiere, da die Qualität von Futter- und Lebensmitteln sowie von Trinkwasser beeinflusst wird.

Eintragspfade

Im Jahr 2015 wurde ein österreichweites Moos-Monitoring durchgeführt, wobei an 75 Standorten polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht wurden. Dieses Monitoring findet seit 1995 alle fünf Jahre statt. Die Ergebnisse zeigen große Unterschiede in der Verteilung einzelner PAK und erhöhte PAK-Gehalte an einzelnen Standorten (UMWELTBUNDESAMT 2016).

PAHs an einzelnen Standorten erhöht

Schwermetalle, wie Cadmium, Blei und Quecksilber, sammeln sich in Böden und können von Pflanzen aufgenommen werden, in Futter- und Lebensmittel gelangen und so die Gesundheit beeinträchtigen (WHO 2007). Böden wurden in Österreich in den letzten Jahren nur regional auf Schwermetallgehalte untersucht.

Schwermetalle in Böden

Schwermetall-Einträge gehen zurück – außer bei As und Cr

Aktuelle österreichweite Aussagen zu Schwermetall-Einträgen können derzeit über das Monitoring der Moose getroffen werden. Bei fast allen untersuchten Elementen wurde ein Rückgang der Belastungen seit 1995 festgestellt. Auffallend hoch ist dieser Rückgang bei Blei – ein Erfolg der europaweiten Maßnahmen. Ausnahmen bilden Arsen (As) und Chrom (Cr), die vor allem im Nordosten Österreichs erhöht sind. Die Gehalte an Eisen und Aluminium haben seit 2010 leicht zugenommen.

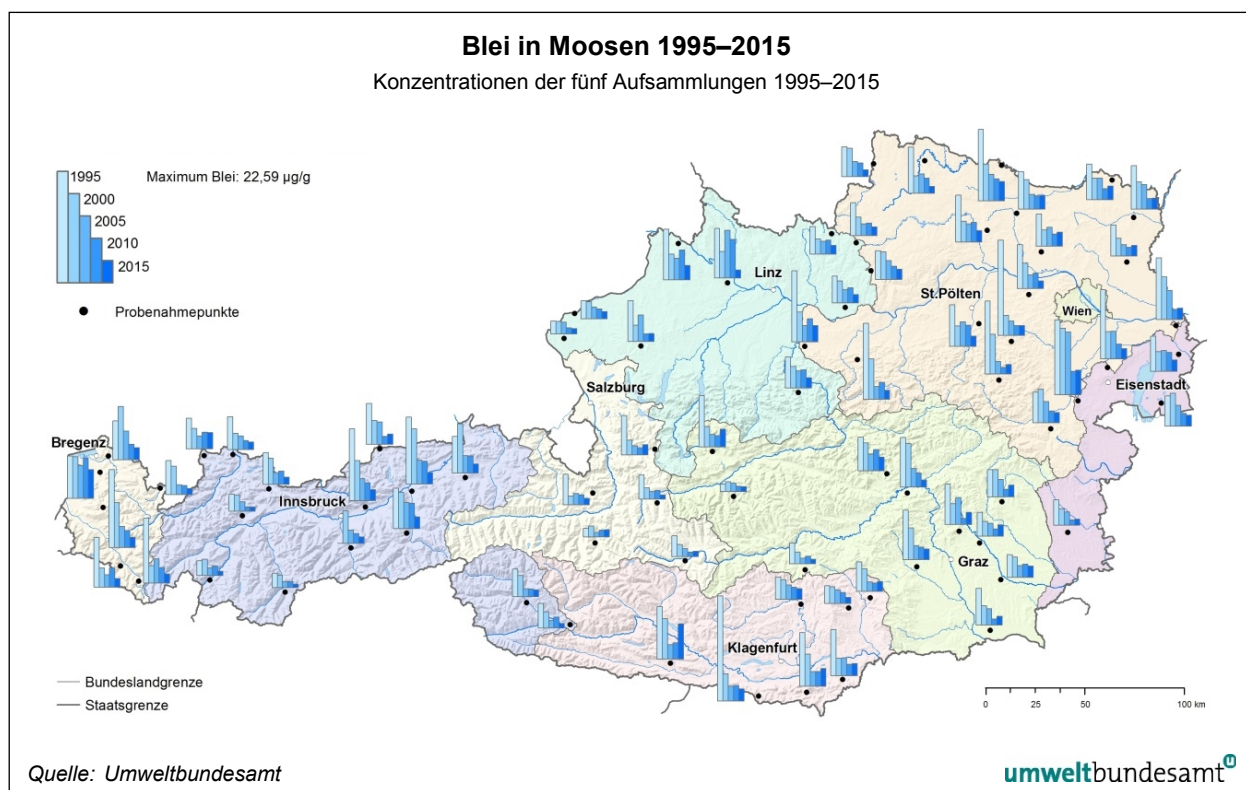


Abbildung 22: Bleigehalte in Moosen, 1995–2015. Quelle: UMWELTBUNDESAMT (2016)

Plastik in allen untersuchten Böden gefunden

Kunststoffe können in unterschiedlichen Größen im Boden gefunden werden: vom sichtbaren Makroplastik (> 25 mm) bis hin zu Mikroplastik (1 µm–5 mm) und Nanoplastik (< 1 µm) (UMWELTBUNDESAMT 2015). Die Eintragsquellen bilden Reifenabrieb, abgelagerte Abfälle, Deposition aus der Luft, Klärschlamm und Kompost sowie der Einsatz von landwirtschaftlichen Betriebsmitteln, wie Mulchfolien (SEXLINGER et al. 2019).

6.2.2 Interpretation und Ausblick

Grenzwerte für organische Schadstoffe erforderlich

Zur Belastungssituation mit organischen Schadstoffen in Österreich liegen regionale Einzelstudien vor. Für eine österreichweite Beurteilung wird mit „Austro-POPs“ ein national abgestimmtes Monitoringsystem eingerichtet. Im Jahr 2020 werden Daten, Auswertungen sowie ein Konzept für das nationale Monitoring inklusive Methodenharmonisierung als Grundlage für nationale Richt- und Grenzwerte zur Verfügung stehen. Diese Richt- und Grenzwerte sind Voraussetzung für eine flächendeckende Bewertung der Belastungssituation.

Der Rückgang der Schwermetallbelastung wurde durch das Moos-Monitoring dokumentiert. Auffallend ist hierbei, dass einzelne Werte an stark belasteten Standorten nicht sinken. In Einzelfällen sind diese an Industriestandorten gestiegen. In diesen Fällen sind Überprüfungen wichtig, um entsprechende Maßnahmen zu setzen und deren Erfolg zu dokumentieren (UMWELTBUNDESAMT 2016).

**Schwermetalle
vereinzelt erhöht**

Dem Thema Plastik und dessen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ist aufgrund der darin enthaltenen Schadstoffe in Zukunft verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken. (→ 14 [Chemikalienmanagement](#)) Maßnahmen zur Reduktion des Eintrags in Ökosysteme sind zu ergreifen, da Kunststoffe und auch Mikroplastik, wenn sie in den Boden gelangen, nicht mehr entfernt werden können.

**Maßnahmen zur
Reduktion von
Plastik**

Um österreichweite, gesicherte Auswertungen zu Schadstoffbelastungen durchführen zu können, sind harmonisierte Methoden zur Erhebung der Daten sowie deren nachfolgende Aufnahme in ein bestehendes Bodeninformationssystem erforderlich.

**österreichweite
Erhebungen wichtig**

6.3 Literaturverzeichnis

- AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (2011): Baumgarten, A.; Dersch, G.; Hösch, J.; Spiegel, H.; Freudenschuss, A. & Strauss, P.: Bodenschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft.
- AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit & BODENSCHUTZBERATUNG OÖ (2013): Humusgehalt, Säuregrad und pflanzenverfügbare Phosphor- und Kaliumgehalte auf Acker- und Grünland in Oberösterreich. Studie Evaluierung LE 2007-2013. BMLFUW-LE.1.3.7/0014-II/5/2011.
- APCC – Austrian Panel on Climate Change (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich. 1.096 S. ISBN 978-3-7001-7699-2.
- BMGF – Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (2017): Gesundheitsziele Österreich – Richtungsweisende Vorschläge für ein gesünderes Österreich (Langfassung, Ausgabe 2017 mit aktualisiertem Vorwort). Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+ – Vielfalt Erhalten – Lebensqualität und Wohlstand für uns und zukünftige Generationen sichern!
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018): Grüner Bericht 2018. 59. Auflage, Wien.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019): Ländliches Entwicklungsprogramm 2014–2020. Erweiterter jährlicher Durchführungsbericht 2019. Wien.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus & BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2018): #mission2030. Die österreichische Klima- und Energiestrategie. Wien.

- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, BMBWF – Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung & BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2019): Bioökonomie. Eine Strategie für Österreich. Wien.
- DERSCH, G. (2016): Was bei der Grunddüngung zu beachten ist. In: BauernZeitung Nr. 36. 8. September 2016.
- DERSCH, G.; WEINBERGER, C.; KUDERNA, M.; SCHMALTZ, E. & STRAUSS, P. (2019): Neue Auflagen gegen Bodenabtrag. Blick ins Land 1/2019.
- GABRIEL, O.; KOVACS, A.; THALLER, S.; ZESSNER, M.; HOCHEDLINGER, G.; SCHILLING, C. & WINDHOFFER, G. (2011): Stoffbilanzmodellierung für Nährstoffe auf Einzugsgebietsebene (STOBIMO-Nährstoffe) als Grundlage für Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme. Bmlfuw. Wien.
- HASLMAYR, H.P.; BAUMGARTEN, A.; SCHWARZ, M.; HUBER, S.; WEISS, P.; OBERSTEINER, E.; AUST, G.; ENGLISCH, M.; HORVATH, D.; JANDL, R.; LEITGEB, E.; RODLAUER, CH. & BOHNER, A. (2018): ASOC – Österreichische Karte des organischen Bodenkohlenstoffs. Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 101255 des BMNT, Wien.
- KREBS, R.; EGLI, M.; SCHULIN, R. & TOBIAS, S. (Hrsg., 2017): Bodenschutz für die Praxis. UTB-Band-Nr.: 4820, Haupt Verlag.
- LYNDEN, G. W. J. VAN (2000): Soil Degradation in Central and Eastern Europe – The Assessment of the Status of Human-Induced Soil Degradation. Report 2000/05, FAO & ISRIC.
- SEXLINGER, K.; HUMER, M. & SCHEFFKNECHT, CH. (2019): Kunststoffe im Boden – Untersuchungen zu Kunststoffverunreinigungen in landwirtschaftliche Böden Vorarlbergs. Umweltinstitut Bregenz, Vorarlberg.
- UMWELTBUNDESAMT (2015): Mikroplastik in der Umwelt. Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf. Reports, Bd. REP-0550. Umweltbundesamt, Wien.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0550.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT (2016): Moos-Monitoring in Österreich, Aufsammlung 2015. Reports, Bd. REP-0959. Umweltbundesamt, Wien.
http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/schadstoffe_einleitung/moose1/
- UMWELTBUNDESAMT (2018): Austria's National Inventory Report 2018. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Reports, Bd. REP-0640. Umweltbundesamt, Wien.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0640.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT (2019): Umstellung der österreichischen Stickstoff- und Phosphorbilanz der Landwirtschaft auf Eurostat-Vorgaben. Umweltbundesamt, Wien. (in Vorbereitung)
- UN – United Nations (2015): Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1. 25. September 2015.
http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- USSIRI, D.A.N. & LAL, R. (2018): The role of soil management and restoration in advancing Sustainable Development Goals. In: Soil and Sustainable Development Goals. Edited by Rattan Lal, Rainer Horn, Takashi Kosaki. Published in the CATENA series GeoEcology essays, Schweizerbart, Stuttgart.

WHO – World Health Organization (2007): Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. WHO, Regional Office for Europe.

Rechtsnormen und Leitlinien

Alpenkonvention – Protokoll „Bodenschutz“ (BGBl. III Nr. 235/2002 i.d.g.F.): Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Bodenschutz.

BGBl. I Nr. 2013/111: Bundesverfassungsgesetz über die Nachhaltigkeit, den Tierschutz, den umfassenden Umweltschutz, die Sicherstellung der Wasser- und Lebensmittelversorgung und die Forschung. ausgegeben am 11.07.2013.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2017): Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft, 7. Auflage, 2017.

KOM(2006) 231 endg.: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Thematische Strategie für den Bodenschutz (Europäische Bodenschutzstrategie).

POP-Verordnung (VO (EG) Nr. 850/2004): Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG. ABl. Nr. L 158.