

# FLORA DES INNVIERTELS

MICHAEL HOHLA

unter besonderer Mitwirkung von

FRANZ GRIMS †, ROBERT KRISAI †, P. AMAND KRAML,  
SIMON KELLERER, GERHARD KLEESADL, GEORG PFLUGBEIL,  
PETER PILSL, JOHANNA SAMHABER, CHRISTIAN SCHRÖCK, JOSEF  
A. STEMPFER, OLIVER STÖHR & WILLY ZAHLHEIMER

sowie mit Beiträgen von

GÜNTHER AUST, FRANZ ESSL, HANS-PETER HASLMAYR,  
EDWIN HERZBERGER, CHRISTOPH JASSER,  
MICHAEL STRAUCH & ALBERT ULBIG

**STAPFIA 115 (2022)**

# STAPFIA

is the botanical journal of the Biology Center of the OÖ Landes-Kultur GmbH, Linz and publishes original articles, reviews, brief communications and technical notes in all fields of botanical research including history of botany, systematics, geobotany, cytogenetics, conservation biology, physiology, molecular biology and other aspects of botanical sciences. The criterion for publication is scientific merit. There are no page charges in STAPFIA. Publication language is English or German.

## Editor-in-Chief

Martin Pfosser  
Biology Center, OÖ Landes-Kultur GmbH  
Johann-Wilhelm-Klein-Str. 73  
A-4040 Linz, Austria  
email: martin.pfosser@ooelkg.at

## Editorial Board

Gerhard Kleesadl, Biocenter Linz, Austria  
Hanna Schneeweiss, Vienna University, Austria  
Milan Stech, Ceske Budejovice, Czech Republic  
Roman Türk, University of Salzburg, Austria  
Thomas Wilhalm, Naturmuseum Bozen, Italy

## Editorial Assistance

Hermine Wiesmüller

## Herausgeber / Publisher

Alfred Weidinger für die OÖ Landes-Kultur GmbH

## Copyright

© 2022 OÖ Landes-Kultur GmbH, Director: Prof. Mag. Dr. Alfred Weidinger, OK Platz 1, 4020 Linz, Austria, [www.ooelkg.at](http://www.ooelkg.at); Biocenter Linz, Interimistic Director: Mag. Stephan Weigl, J.-W.-Klein-Str. 73, 4040 Linz, Austria.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored, transmitted, or disseminated, in any form, or by any means, without prior written permission from the copyright holder, to whom all requests to reproduce copyright material should be directed, in writing.

## Bestellinformation / Ordering Information

Please visit our homepage at <https://www.ooekultur.at/publikationen> / <https://www.ooekultur.at/location-detail/biologiezentrum> or contact us by email: [katalogbestellung@ooelkg.at](mailto:katalogbestellung@ooelkg.at). Exchange of publications is welcome!

## Submitting a Manuscript to STAPFIA

Before preparing your submission, please visit the STAPFIA homepage at [http://www.zobodat.at/publikation\\_series.php?id=1](http://www.zobodat.at/publikation_series.php?id=1) for instructions for authors and a sample document. Authors are encouraged to submit their papers in English to achieve the widest possible attention through the international dissemination of STAPFIA. Papers for consideration should be submitted to the editor-in-chief in electronic form either by email or on CD-ROM.

In the context of new times with new technologies emerging and last not least considering environmental concerns we found it appropriate to withdraw from the existing policy of distributing free reprints to authors. Instead, corresponding authors will receive a high resolution pdf of their paper for electronic dissemination.

## Umschlag / Cover

Vorderseite / Front: Kornblume (*Cyanus segetum*), Feuchtwiesen-Prachtnelke (*Dianthus superbus*), Knöllchen-Steinbrech (*Saxifraga granulata*), Berg-Sandknöpfchen (*Jasione montana*), Übersichtskarte des Innviertels.

Rückseite / Back: Innviertel, bei Obernberg am Inn, Dr. Walter Machat, ca. 1960.

## Zitiervorschlag / Citation Suggestion

HOHLA M. (2022): Flora des Innviertels. — *Stapfia* 115.

## DIE BÖDEN DES INNVIERTELS

Edwin Herzberger, Hans-Peter Haslmayr & Günther Aust

Für das Vorkommen oder Fehlen von Pflanzenarten in einer Region ist nicht nur das Klima maßgeblich; auch die vorkommenden Böden und deren spezifische Eigenschaften sind ein bedeutender Faktor. So sind viele Pflanzen auf spezielle, vom Boden bestimmte, Voraussetzungen angewiesen. Darüber hinaus beeinflussen die Pflanzen selbst den Boden auf dem sie wachsen.

Nachfolgend werden die Böden des Innviertels im Hinblick auf Vorkommen, Entwicklung und Gefährdung, sowie ihre Bedeutung als Pflanzenstandort beleuchtet.

Böden entwickeln und verändern sich über lange Zeiträume. Für die aktuelle Ausprägung und Verteilung der Böden sind Klima, Lage im Gelände, (geologisches) Ausgangsmaterial sowie ihre Nutzung bedeutsam. Im Innviertel waren die Eis- und Zwischeneiszeiten für die Bodenentwicklung besonders prägend. So entstanden ausgedehnte Schotterkörper, Moränen, Seen und Moore sowie Ablagerungen von windtransportiertem Staub (Löss) als Grundlage für die Bodenbildung.

Wenn der Mensch Böden intensiv nutzt, können Veränderungen jedoch auch sehr rasch ablaufen. Besonders augenfällig wird das etwa nach der Trockenlegung von Mooren oder unter Ackernutzung auf steilen Hängen, wo fruchtbarer Boden durch Erosion verlorengeht.

Ob und wie der Mensch einen bestimmten Boden bewirtschaftet, hängt stark von dessen Eigenschaften ab. Man nutzte von Beginn an die ertragreicheren Böden in günstiger Lage für die Landwirtschaft und damit direkt für die Produktion von Nahrungsmitteln.

Geländekuppen und Steillagen mit seichtgründigen Böden sowie stark vernässte Alluvial-Lagen verblieben in der Regel als Wald. Zusätzlich erfolgte – oft über lange Zeiträume – ein Nährstofftransfer vom Wald in die landwirtschaftlichen Flächen. Bei der sogenannten Streunutzung brachte man etwa die oberste organische Schicht aus Nadeln und Blättern, und damit natürlich auch die dort gespeicherten Nährstoffe, aus dem Wald als Streu für die Tiere in den Stall und in weiterer Folge auf die Felder. Teilweise wurde der Wald durch Nutztiere beweidet. Dieser einseitige Transfer von Nährstoffen sowie die heute übliche Düngung in der Landwirtschaft führten zu einem weiteren Auseinanderklaffen der Eigenschaften und Ertragsfähigkeit der Böden unter landwirtschaftlicher und forstlicher Nutzung.

### Boden und Pflanze – eine lebenslange Beziehung

Pflanzen müssen über ihre gesamte Lebenszeit mit den Bedingungen am Wuchsort zurechtkommen und sich auch gegenüber anderen Arten behaupten. Der Boden spielt dabei eine wesentliche Rolle: Bestimmte Arten bevorzugen oder meiden gewisse Böden und Bodeneigenschaften bzw. können sich dort gegen Konkurrenten mehr oder weniger gut durchsetzen. So werden in der forstlichen Standortkunde sogenannte Zeigerpflanzen und (Pflanzen-)Artengruppen zur einfachen Cha-

rakterisierung bestimmter Standorts- und Bodeneigenschaften verwendet. Besonders deutlich kommt der Bezug zwischen Bodeneigenschaften und Pflanzenansprüchen in den von Ellenberg & al. (1992) entwickelten Zeigerwerten zum Ausdruck. Die Reaktions-, Feuchte- und Stickstoffzahlen beschreiben dabei das durchschnittliche Vorkommen einer Art in Bezug auf die Bodeneigenschaften pH-Wert und Basensättigung sowie die Wasser- und Stickstoffversorgung.

Pflanzen sind einerseits von den Bodeneigenschaften abhängig, beeinflussen aber auch selbst den Boden, auf dem sie wachsen. Sie können durch ihre Streu die Humusbildung und damit den Nährstoffumsatz beeinflussen. Dies ist besonders im Wald zu beobachten, wo die Biomasse nur in größeren zeitlichen Abständen geerntet und abgeführt wird, und die zu Boden fallende Streu über lange Zeit am Wuchsort verbleibt. Bei schlechter Abbaubarkeit können so in mächtigen Auflagen große Nährstoffmengen festgelegt werden, die für das aktuelle Wachstum dann nicht unmittelbar zur Verfügung stehen. Art und Geschwindigkeit des Streuabbaus äußern sich in der Ausprägung der sogenannten Humusform. Die sauersten Humusbildungen mit dem langsamsten Abbau werden als Rohhumus bezeichnet und finden sich eher unter Nadelwäldern (in höheren Lagen). Die Humusform Moder tritt unter Nadel- und Laubwäldern auf und zeigt einen durchschnittlich raschen Abbau an. Wird die Streu schnell und vollständig abgebaut, im „günstigsten“ Fall innerhalb eines Jahres, spricht man von Mullhumus (Abb. 1, rechts). Dies ist häufig unter Laubbaumarten wie Esche und Ahorn zu beobachten.

Aufgrund der unterschiedlich tief reichenden Durchwurzelung des Bodens gelingt es Pflanzen in unterschiedlichem Maße, nährstoff- und basenreiche Schichten zu erschließen und durch den jährlich wiederkehrenden Laubabwurf den Oberboden mit Nährstoffen anzureichern. Schmetterlingsblütige Pflanzen oder Erlen können in Symbiose mit Mikroorganismen den Boden mit Stickstoff anreichern. Vor allem Bäume können durch ihre Verdunstungsleistung das Wasserregime ihres Standortes beeinflussen. So kann nach einem Kahlschlag aufgrund des Wegfalls dieses Transpirationsstromes plötzlich Stauwasser auftreten.

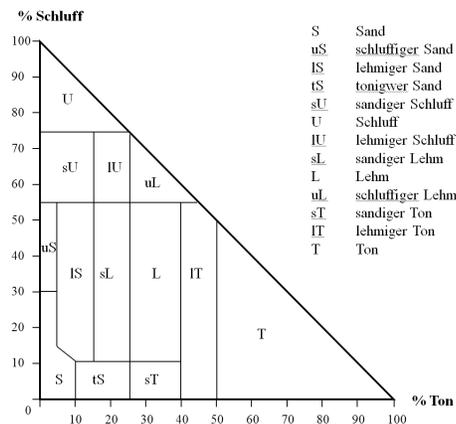
### Wichtige Eigenschaften von Böden:

#### Physikalische Bodeneigenschaften:

Im Zusammenhang mit der Wasserversorgung sind dies Gründigkeit und Feinbodenanteil (Bodenfraktion mit einem Korndurchmesser  $< 2$  mm) sowie die Bodenart. Diese wird auch als Textur bezeichnet und ergibt sich aus den Anteilen der drei Korngrößenfraktionen Sand (0,063 – 2 mm), Schluff (0,002 – 0,063 mm) und Ton ( $< 0,002$  mm). Die Bodenart Lehm ist eine ausgewogene Mischung von Sand, Schluff und Ton. In Abb. 2 sind die Anteile der Korngrößenfraktionen Ton und Schluff auf der X- bzw. Y-Achse und in der Dreiecksfläche die entsprechenden Bodenarten nach österreichischer Nomenklatur eingetra-



**Abb. 1** Mächtige Humusauflage (Rohhumusartiger Moder - links) und Mullhumusbildung mit rascher vollständiger Mineralisierung des Bestandsabfalls (rechts)



**Abb. 2** Österreichisches Texturdreieck nach ÖNORM L 1050 (2004)

gen. Der auf 100% fehlende Betrag repräsentiert den jeweiligen Sandanteil.

Böden aus Mergel, Schlier, Grundmoränenmaterial, Flugstaub und Löss sind üblicherweise schluff- und tonreich, während auf Granit und anderen grobkörnig auskristallisierten Gesteinen stärker sandige Verwitterungsrückstände entstehen. Sandböden können infolge ihres hohen Anteils an Grobporen Wasser schnell aufnehmen, leiten es aber ebenso rasch nach unten ab und stellen damit tendenziell trockene Standorte dar. Sehr tonreiche Böden wiederum können sehr viel Wasser aufnehmen und gegen die Schwerkraft festhalten, ihre Wasserspeicherkapazität ist deshalb groß. Dieses Wasser wird aber zu einem bedeutenden Teil in den vielen Feinporen so stark festgehalten, dass es auch für die Pflanzenwurzeln nicht nutzbar ist („Totwasser“). Schluffreiche bzw. lehmige Böden stellen in dieser Hinsicht das Optimum dar: Sie verhindern eine allzu rasche Versickerung, halten das Wasser aber in ihren mittelgroßen Poren pflanzenverfügbar gegen die Schwerkraft fest. Lehmige, schluffreiche Böden weisen daher eine hohe nutzbare Wasserspeicherkapazität auf. Eine geringe Gründigkeit des Bodens oder ein hoher Grobanteil (mineralische Bestandteile mit einem Durchmesser von > 2 mm; z. B. Steine) schränken diese Wasserspeicherkapazität wieder entsprechend ein.

**Chemische Bodeneigenschaften:**

Der **pH-Wert** als ein Maß für die Konzentration der Wasserstoffionen (H<sup>+</sup>-Ionen) in der Bodenlösung ist eine wichtige Einflussgröße im Zusammenhang mit der Nährstoffaufnahme von Pflanzen. Diese entnehmen dem Boden die Nährstoffe vorwiegend als positiv geladene Ionen (= Kationen – z. B. K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>) im Austausch gegen H<sup>+</sup>-Ionen. Wenn diese Nährstoffe mit der Streu wieder zu Boden fallen, sie dort durch Mineralisierung pflanzenverfügbar und schließlich wieder aufgenommen werden, ist der Kreislauf geschlossen. Eine allmähliche Versauerung

des Bodens ist im humiden Innviertel ein natürlicher Prozess, da die relativ hohen Niederschlagsmengen basisch wirksame Kationen auswaschen. Verstärkt wird dieser Vorgang durch das Eingreifen des Menschen, wenn er die Biomasse ohne weiteren Ersatz entnimmt und dadurch die Rückführung dieser basischen Verbindungen durch die Pflanzenstreu unterbindet. Dabei reduziert sich die Basensättigung und im Gegenzug steigt der Anteil an sauer wirkenden Wasserstoff-, Aluminium-, Eisen- und Mangan-Kationen. Dieses Phänomen zeigen zum Beispiel ehemals streugenuutzte Wälder. Hier kann das Weißmoos (*Leucobryum glaucum*) ebenso Indiz sein wie mächtige Humusauflagen in tiefen Lagen oder weit ausgedehnte Heidelbeerflächen auf nicht saurem geologischem Untergrund.

**Die Böden des Innviertels – Verbreitung und Besonderheiten:**

**Abb. 3: Acker bei Reichersberg (Foto: Michael Hohla)**

Tiefgründige Böden mit günstigen geologischen Voraussetzungen sowie großflächige und sanfte Geländeformen bieten sehr gute Bedingungen für die Landwirtschaft. So werden rund 68% der Fläche des Innviertels als Acker- oder Grünland genutzt, etwa 28% sind Wald.

Böden mit charakteristischen, durch ihre Entstehung verursachten Merkmalen, vergleichbarer Horizontabfolge und oft ähnlichen Eigenschaften werden in der Bodenkunde einem bestimmten Bodentyp zugeordnet.

**Landwirtschaft:**

Die nachfolgende Auflistung von Bodentypen und ihre jeweils in einer Übersichtskarte dargestellte Verbreitung ent-

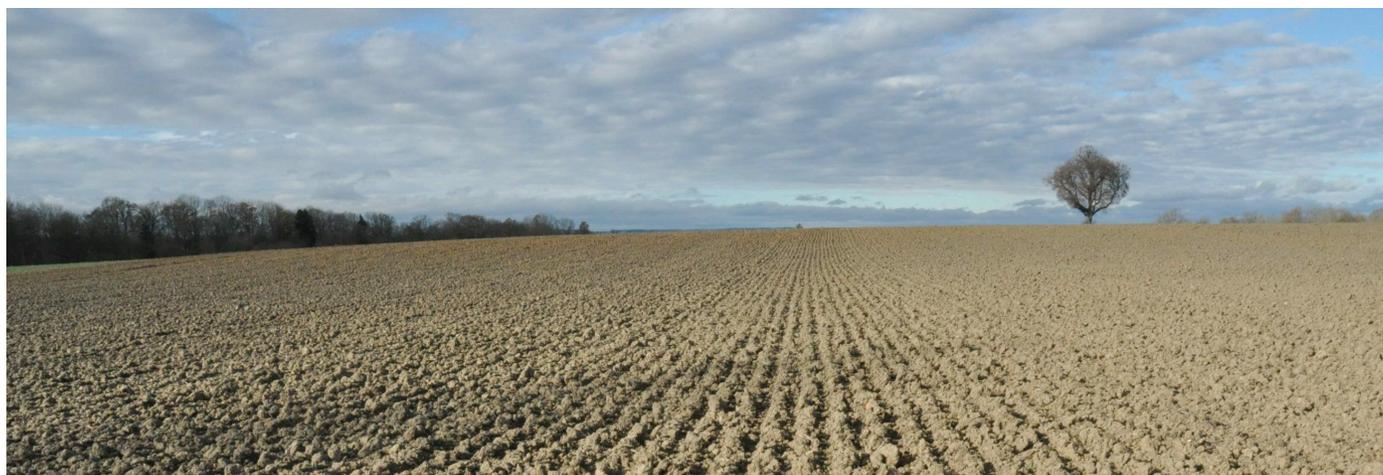


Abb. 3 Acker bei Reichersberg (Foto: Michael Hohla)

spricht dem Ergebnis der Österreichischen Bodenkartierung (BFW 2021), die jedoch nur für die landwirtschaftlich genutzte Fläche zur Verfügung steht. Die Analyse dieses Datensatzes zeigt im Innviertel nur in geringem Umfang seichtgründige oder skelettreiche (steinige) Böden. Die entsprechenden Bodentypen mit ihren Flächenanteilen in Österreich, Oberösterreich und im Innviertel sind in Tab. 1 aufgelistet. Auf Waldböden wird am Ende des Abschnitts gesondert eingegangen.

Einige Bodentypen fehlen im Innviertel, daher entspricht in Tab. 1 die Summe der Flächenanteile für Ö und OÖ nicht 100%. Es sei darauf hingewiesen, dass die hier dargestellten Bodentypenbezeichnungen nicht mehr exakt dem aktuellen Stand der Österreichischen Bodensystematik (NESTROY 2011) entsprechen.

Der Anteil an Lockersediment-Braunerden und Gleyen liegt im Innviertel deutlich höher als im übrigen Oberösterreich und auch im gesamten Bundesgebiet. Besonders das großflächige Vorkommen der Braunerden aus feinen Lockersedimenten weist auf die hier vorliegenden günstigen landwirtschaftlichen Produktionsvoraussetzungen hin.

Die nach Tab. 1 auf landwirtschaftlichen Flächen im Innviertel vorkommenden Bodentypen werden nachfolgend kurz beschrieben. Für jeden Bodentyp wird dabei auf einer Übersichtskarte die im Innviertel von der Bodenkartierung erfasste Fläche (grau) sowie das Vorkommen des jeweiligen Bodentyps (schwarz) dargestellt. Weiße, nicht kartierte Flächen sind zum Großteil Wald, aber auch Flächen anderer Nutzungsformen (z. B. Siedlungsflächen).

Tab. 1: Flächenanteile der Bodentypen nach Landwirtschaftlicher Bodenkartierung in Österreich, Oberösterreich und im Innviertel.

Bodentyp(gruppe)	Ö [%]	OÖ [%]	Innviertel [%]	Reihung*
(Kultur-)Rohboden	2,8	1,8	2,3	6
Gebirgsschwarzerde	0,3	0,004	0,02	11
Pararendzina	1,5	0,4	0,69	10
Felsbraunerde	14,4	21,6	7,48	1
Lockersediment-Braunerde	24,7	40,4	57,27	
Parabraunerde	1,5	2,9	4,8	5
Ortsboden	0,5	0,5	0,87	9
Pseudogley	6,3	9,7	10,86	3
Au-/Schwemmboden	5,1	4,0	2,2	7
Gley	0,9	0,9	11,88	2
Moor	1,4	0,7	1,6	8

\*Reihung nach dem Flächenanteil im Innviertel

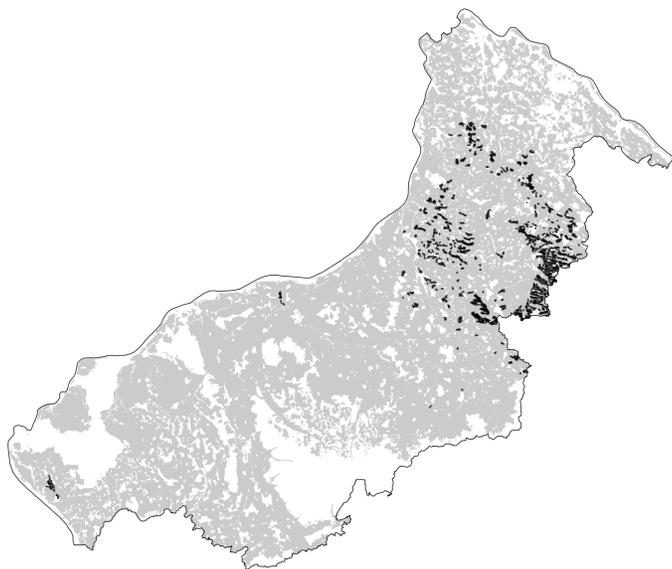


Abb. 4 Vorkommen von Rohböden im Innviertel



Abb. 5 Vorkommen der (Gebirgs)Schwarzerden im Innviertel

### Rohböden:

Dieser Bodentyp weist keine Differenzierung durch *in situ* ablaufende bodengenetische Prozesse innerhalb des Profils auf. Es gibt keine erkennbare Verbraunung (= Prozess der Bodenbildung, der mit einer Braunfärbung, also der Ausbildung eines braunen B-Horizontes („Zwischenbodenhorizontes“) und einer Zunahme des Tonanteils (Verlehmung) einhergeht). Weiters zeigen Rohböden nur eine sehr geringe Humusanreicherung (oben).

Diese morphologische Ausprägung kann durch eine erst kürzlich erfolgte Ablagerung bzw. Freilegung von Material, etwa durch eine Rutschung, bedingt sein. Der häufigste Vertreter in unserer Kulturlandschaft ist jedoch der **Kulturrohboden** (s. Tab. 1). Die Entstehung dieser Böden ist auf intensive landwirtschaftliche Nutzung und eine damit verbundene Humusverminderung sowie einen Bodenmaterialverlust durch Erosion an Oberhängen und Kuppen zurückzuführen. Charakteristisch ist eine geradlinige und scharfe Untergrenze des bearbeiteten Bodenbereiches.

### (Gebirgs)Schwarzerden:

Es handelt sich hier um Böden mit einem mächtigen, oft dunkel gefärbten Humushorizont. Dies resultiert aus einer eingeschränkten biologischen Abbaubarkeit der abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Rückstände infolge von Trockenheit. Dieser Bodentyp ist im Innviertel selten, in trockeneren Gebieten in Ostösterreich unter der Bezeichnung Tschernosem deutlich weiter verbreitet. Die wenigen in der landwirtschaftlichen Kartierung ausgewiesenen Schwarzerde-Vorkommen des Innviertels liegen auf Schotterriegeln im Flussterrassenbereich bei Ostermiething (Abb. 5) und sind, aufgrund des hohen Gehalts an

Grobanteil (> 2 mm) und der hohen Durchlässigkeit des Untergrundes, hinsichtlich ihrer landwirtschaftlichen Wertigkeit nur als gering- bis mittelwertig eingestuft. Hier gibt offensichtlich nicht das Klima mit zu geringen Niederschlägen, sondern der durchlässige Untergrund den Ausschlag für einen gehemmten Streuabbau und eine entsprechende Humusanreicherung ohne weitere Bodendifferenzierung.



Abb. 6 Vorkommen von Pararendzinen im Innviertel



**Abb. 7** Pararendzina auf silikatisch-carbonatischem Flussschotter (Foto: BFW)



**Abb. 9** Lockersediment-Braunerde (Foto: BFW)



**Abb. 10** Felsbraunerde (Foto: BFW)

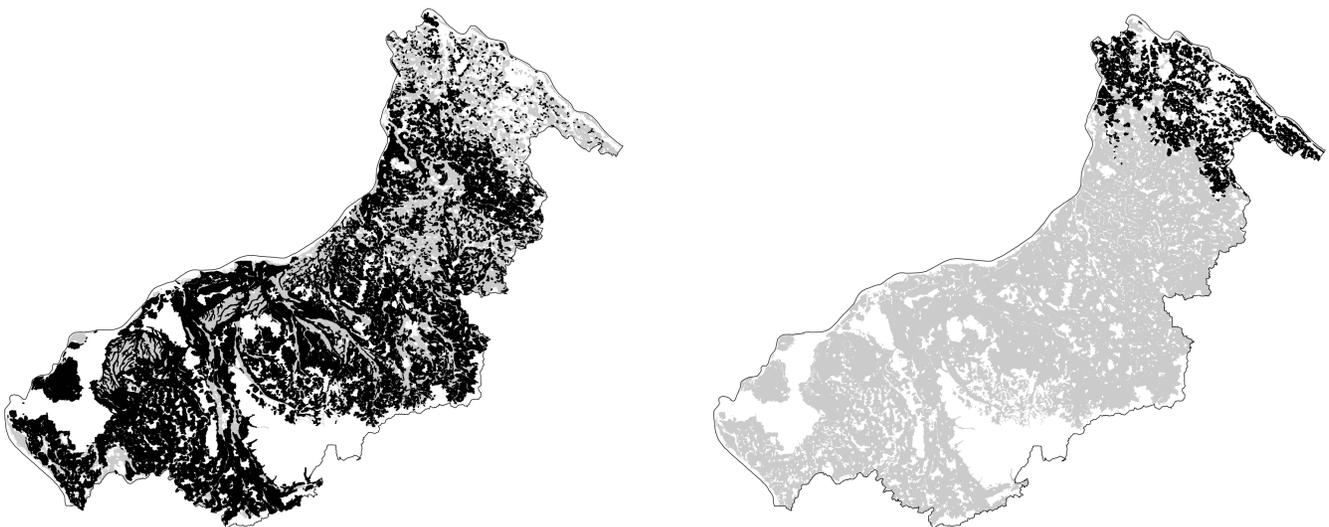
**Pararendzinen:**

Pararendzinen bilden sich auf gemischt silikatisch-carbonatischem Ausgangsmaterial. Solches Material kann etwa Mergel, Schlier oder Kalksandstein, aber auch gemischter kalkhaltig-silikatischer Schotter sein.

Während die Bodenbildung bei Rendzinen, die auf reinem Kalk- oder Dolomitgestein entstehen, aufgrund der fast rückstandsreichen Verwitterung sehr lange Zeiträume in Anspruch nimmt und hauptsächlich auf die Anreicherung von organischer Substanz beschränkt ist, sind Pararendzinen aus Sicht der Pflanzenproduktion günstiger zu beurteilen, weil bei der Verwitterung des Ausgangsgesteins bereits ausreichend mineralische Komponenten für die Bodenbildung bereitgestellt werden. Pararendzinen neigen aufgrund ihres Carbonatgehaltes und der damit verbundenen großen Pufferkapazität nicht zur Versauerung.

**Braunerden:**

Diese im Innviertel flächig dominierenden Böden können aus Fest- oder Lockergestein entstehen. Vertreter aus Festgestein (in der Bodenkartierung als „Felsbraunerden“ bezeichnet) sind oft reicher an Grobboden und aufgrund der damit verbundenen erschwerten Bearbeitung tendenziell häufiger unter Grünlandnutzung (oder unter Wald) zu finden. Charakteristisch für Braunerden ist ein Bodenhorizont, der durch Oxidation von Eisen eine braune Farbe aufweist sowie die Anreicherung und Neubildung von Tonmineralen erkennen lässt (B-Horizont, landläufig oft auch als Zwischenbodenhorizont bezeichnet). Der Bodentyp Braunerde ist in Österreich, wie auch im Innviertel, der am häufigsten vorkommende. Gründigkeit, Textur und Ausgangsmaterial können sehr unterschiedlich sein, Braunerden finden sich jedoch nie auf feuchten oder nassen Standorten. Unter



**Abb. 8** Vorkommen von Lockersediment- (links) und Felsbraunerden (rechts) im Innviertel

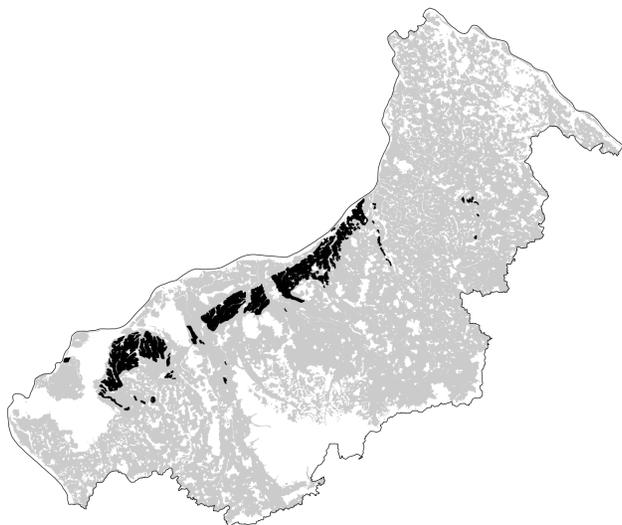


Abb. 11 Vorkommen von Parabraunerden im Innviertel



Abb. 13 Vorkommen von Ortsböden im Innviertel

solchen Bedingungen würde auch die namensgebende braune Farbe des Eisenoxids verschwinden.

Das Bodenprofil in Abb. 9 zeigt eine Lockersediment-Braunerde aus feinem Schwemmmaterial, die auf einer Niederung im Schlier-Hügelland (Pelite des ehemaligen Molassemeeres) des Alpenvorlandes entstanden ist. Da diese schluff-/tonreichen Lockergesteine die Versickerung des Niederschlagswassers hemmen, weisen solche Braunerden oft einen Stauwassereinfluss auf. Dieser ist in der Abbildung im Bereich des Unterbodens durch die dunkelbraunen Flecken (Manganoxid-Konkretionen) auch deutlich erkennbar. Verbreitet sind solche

Lockersediment-Braunerden auf Schlier vor allem in der Region zwischen dem Sauwald und dem Kobernauberwald bzw. Hausruck. Lockersediment-Braunerden kommen aber auch häufig auf Resten der eiszeitlichen Sedimente (Moränen, Terrassen) vor.

Auf Festgestein, wie es im Sauwald in Form des Perlgneises und untergeordnet auch anderen silikatischen Gesteinen auftritt, kam es zur Ausbildung von Felsbraunerden, die entweder direkt vom angewitterten Festgestein oder vom stark verwitterten Kristallingrus (Flins) unterlagert werden.

**Parabraunerden:**

Bei ausreichend Niederschlag können sich aus Braunerden Parabraunerden entwickeln. Bei pH-Werten zwischen 5,5 und 7 werden Tonteilchen aus dem Oberboden ausgewaschen und in tieferen Profillbereichen (bei etwas höherem pH) wieder angelagert. Parabraunerden sind oft sehr produktiv, können jedoch bei stärkerer Dichtlagerung durch die Tonanreicherung im Unterboden zu Wasserstau neigen und sich zu Pseudogleyen weiterentwickeln.

Die Parabraunerden erstrecken sich meist über die mit Lösslehm bedeckte Hochterrasse entlang des Inns (von Burg hausen über Altheim bis Schärding) und stellen die fruchtbarsten Ackerböden des Innviertels dar.

**Ortsböden:**

Ortsböden, auch Substratböden genannt, sind stark vom Ausgangsmaterial geprägt, etwa durch intensive Farbe oder extreme Textur, sodass eine weitere Klassifikation nicht möglich ist.



Abb. 12 Parabraunerde (Foto: BFW)

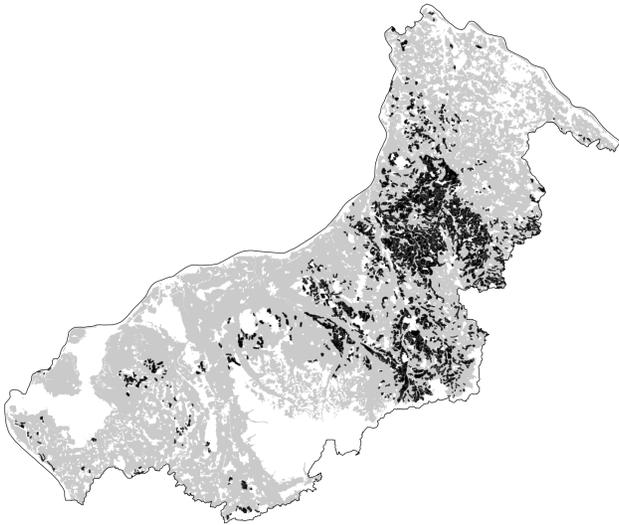


Abb. 14 Vorkommen von Pseudogleyen im Innviertel

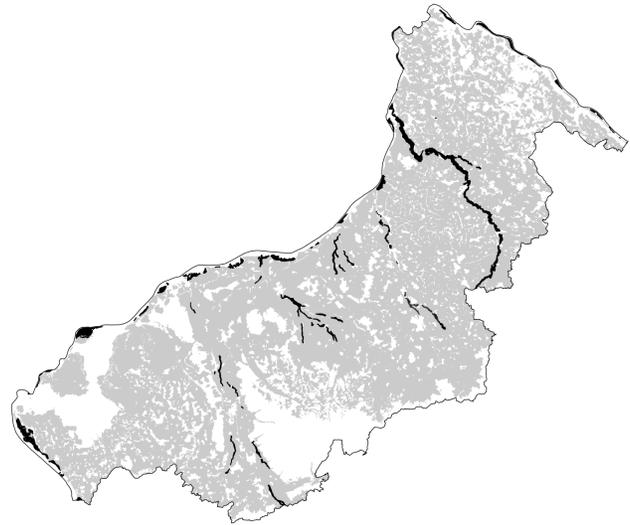


Abb. 16 Vorkommen von Au- und Schwemmböden im Innviertel



Abb. 15 Typischer Pseudogley (Foto: BFW)



Abb. 17 Auböden, wie er entlang der größeren Fließgewässer mit entsprechender Überflutungsdynamik vorkommt (Foto: BFW)

### Pseudogleye:

Pseudogleye sind stark durch Stauwasser beeinflusste Böden. Durch das Stauen von Niederschlagswasser an einem undurchlässigen Bodenhorizont kommt es zu zeitweilig auftretendem Wasserüberschuss und zu einem Mangel an Sauerstoff. Andererseits können derartige Bedingungen auch durch das enorme Wasserhaltevermögen des schluffreichen, jedoch grobporenarmen Feinbodens entstehen (vor allem auf Lösslehmen). Von unseren Baumarten kommen Stieleiche und Tanne am besten mit den Bedingungen auf Pseudogleyen zurecht. Die flachwurzelnende Fichte ist auf solchen Standorten besonders windwurfgefährdet.

Eine häufige Pflanze auf solchen Böden und Bedingungen im Wald ist die Seegrass-Segge (*Carex brizoides*). Bei Neigungen über 5° wirkt sich der Wasserstau nicht mehr so stark negativ aus wodurch sich etwa auch die Buche durchsetzen kann.

### Auböden und Schwemmböden:

Auböden treten entlang größerer Gerinne mit eher weitläufigen Überflutungszonen auf, während das Vorkommen von Schwemmböden typischerweise an kleinere Gerinne und Gräben mit kleinen, lokalen Einzugsgebieten gebunden ist. Bedeu-



Abb. 18 Vorkommen von Gleyen im Innviertel



Abb. 20 Vorkommen von Mooren im Innviertel (An-, Nieder- und Hochmoore)

tend ist der Einfluss des Wassers durch periodische Überflutungen und damit verbundener Zufuhr, Auf- und Umlagerung von feinem bis grobem Material sowie Ufererosion. Wenn die Standorte, etwa aufgrund von Verbauungen, nicht mehr überflutet werden, entwickeln sich die Auböden häufig weiter zu Braunerden. Auböden sind wegen der periodisch wiederkehrenden „Düngung“ über frisch zugeführtes Sediment-Material gut nährstoffversorgt.

In den gewässerferneren, etwas höher liegenden und deshalb seltener überschwemmten Bereichen, der sogenannten Harten Au, können hoch anstehende Schotter für durchlässige und zeitweise sehr trockene Standorte verantwortlich sein („Heißländen“).



Abb. 19 Typischer Gley mit sichtbarem Grundwasserspiegel nahe der Profilgrubensohle (Foto: BFW)

**Gleye:**

Dieser Bodentyp findet sich vorwiegend in Senken, die bereits außerhalb des Gerinneinflussbereiches liegen. Gleye sind von Grundwasser geprägt und können bis an die Geländeoberkante wassergesättigt sein. Sie wurden in großem Umfang drainiert, um günstigere Bodenbedingungen für eine effektivere Landwirtschaft zu schaffen. Wenn der wassergesättigte Bereich nicht bis ganz nach oben reicht, bieten die Böden für eine Vielzahl von Pflanzen günstige Standortbedingungen. Bei noch stärkerem Grundwassereinfluss kann die mit der Wassersättigung einhergehende Sauerstoffarmut zu einer Behinderung des Streuabbaus führen. Dann bilden sich dunkle, humusreiche Oberböden, die zu den Anmooren und Mooren überleiten.

**Moore:**

**Anmoor:**

Bei permanent wassergesättigten Böden kann wegen der Sauerstoffarmut das anfallende tote Pflanzenmaterial weniger rasch und vollständig abgebaut werden. Es bildet sich ein dunkler, kohlenstoffreicher, oft schmieriger, nasser Humushorizont aus. Als bestimmendes Kriterium für den Bodentyp Anmoor gilt ein Horizont mit einem organischen Anteil zwischen 10 und 35%, der über 30 cm mächtig ist.

**Niedermoor:**

Geht die beim Anmoor beschriebene Entwicklung weiter und steigt der organische Anteil im Oberboden auf über 35 %, kommt es zur Ausbildung eines Niedermoores. Dabei steht die mehr als 30 cm mächtige Torfschicht (> 35 % organischer Substanz) weiter mit dem mineralischen Untergrund im Austausch



**Abb. 21** Anmoor mit einem mächtigen tiefschwarzen Humushorizont



**Abb. 23** Hochmoor (Foto: BFW)

und koppelt sich, im Gegensatz zum Hochmoor, nicht davon ab. Diese Böden liegen oft in den Verlandungsbereichen von Seen. Bei entsprechender Wasserabsenkung durch Drainage kann die Entwicklung über ein Anmoor zu terrestrischen Bodentypen und damit zum Verlust der besonderen Bedingungen für Spezialisten unter den Pflanzen führen.

### Hochmoor:

Auch Hochmoore weisen, wie die Niedermoore, Torfschichten von mindestens 30 cm Mächtigkeit und mehr als 35% organischer Substanz auf. Diese bestehen zum Großteil aus



**Abb. 22** Vererdung eines Moores nach Entwässerung (Moosleithen in Andorf bei Antersham, Foto: Michael Hohla)

Torfmoosen, deren abgestorbene Biomasse ein extrem hohes Wasserspeichervermögen besitzt. So kann der Wasserspiegel des entstehenden Hochmoores über Jahrtausende bis über das Umgebungsniveau angehoben werden. Diese Torfe sind sauer und extrem nährstoffarm, da es keinen Kontakt von Pflanzenwurzeln mit dem mineralischen Untergrund mehr gibt, aus dem Nährstoffe und Basen bezogen werden könnten. Speziell angepasste Pflanzen leben von dem, was über den Niederschlag eingetragen wird. Besonders Stickstoff ist Mangelware und einige Spezialisten unter den Pflanzen decken ihren Bedarf über Insekten, die über spezielle Organe gefangen und verdaut werden (z. B. Sonnentau *Drosera* sp.). Die Hoch-, Übergangs- und auch Niedermoore im (Oberen) Innviertel haben sich seit der letzten Eiszeit gebildet. Jedoch wurde schon seit dem 19. Jahrhundert durch Torfstich und Entwässerung „die Entsumpfung der hiesigen Moore“ vorangetrieben (GAMS 1947). Weltweit sind Moore und Feuchtgebiete die größten Speicher von Kohlenstoff. In Abb. 27 ist zu erkennen, dass auch im Innviertel vorhandene Gräben zur Entwässerung und landwirtschaftlichen Nutzung dieser einzigartigen Böden und Landschaften weiter gepflegt werden.

### Waldböden:

Entsprechend der extensiveren Bewirtschaftung von forstwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber jenen der Landwirtschaft ist auch das Wissen über die explizite räumliche Verteilung der Bodentypen im Wald geringer. Zusätzlich ist im Wald die räumliche Heterogenität im Oberboden gegenüber einem Ackerboden deutlich größer, weil letzterer periodisch durch das Pflügen durchmischt und damit homogenisiert wird. Nur in Ausnahmefällen existieren für den Wald Boden- oder Standortskartierungen. Vor allem lokales Wissen und die Kenntnis von aussagekräftigen Zeigerpflanzen sind hier wesentlich für eine ökologisch wie ökonomisch nachhaltige Bewirtschaftung.



**Abb. 24** Podsol auf pliozänen Quarzschottern am Eichberg, Gemeinde Gurten (Foto: Hans-Peter Haslmayr) – Unter einer dicken Humusauf-lage und einem geringmächtigen Mineralboden-Humushorizont ist der etwa 35 cm mächtige Bleichhorizont deutlich erkennbar



**Abb. 25** Bodenabschwemmung und Akkumulation am Hangfuß (Ampfenham/Kirchheim – Foto: Michael Hohla)

Ausgehend von der schon getroffenen Feststellung, dass eher die armen, steinigen und „sauren“ Böden dem Wald überlassen wurden, kann von einer anderen Verteilung der Bodentypen ausgegangen werden. So finden sich hier auch Böden mit extrem saurer Reaktion, wie Semipodssole und Podsole.

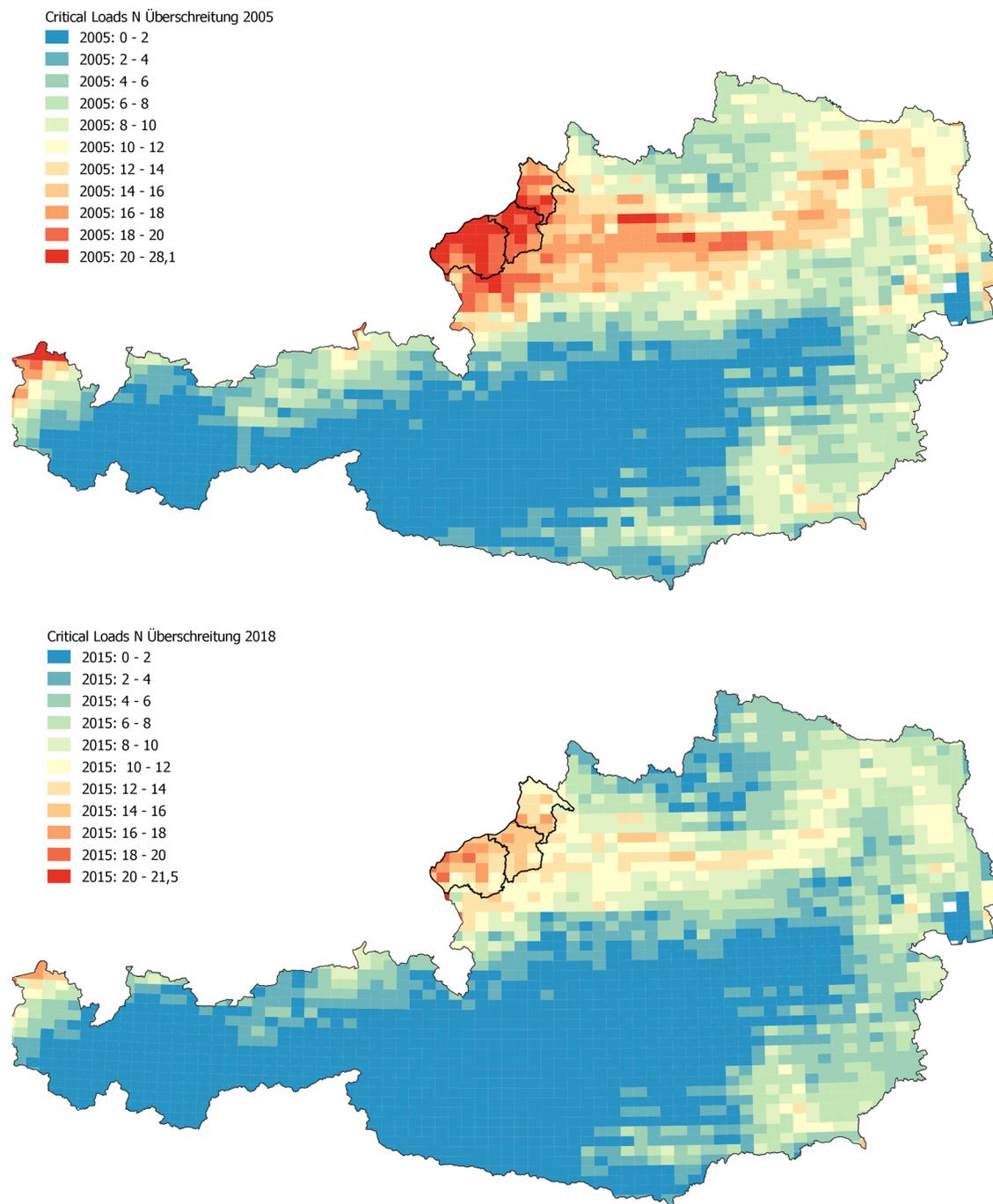
### Semipodssole und Podsole:

Semipodssole und im Besonderen Podsole weisen vor allem im Oberboden sehr niedrige pH-Werte auf. Unter solchen Bedingungen werden Tonminerale zerstört und deren „Reste“ ausgewaschen, die sich teilweise in tieferen Profilmereichen wieder anreichern. Echte Podsole findet man in Österreich wohl ausschließlich im Wald. In der Lüneburger Heide sind sie aber typisch und gerade eine Folge langer und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Im Innviertel sind die sauren Gesteine des Sauwaldes, aber auch quarzreiche Schotter bei entsprechend langen Zeiten etwa von Nadelholzanbau, Streunutzung und der damit einhergehenden Verarmung an basischen Nährstoffen für eine Podsolierung „anfällig“. Erkennbar ist dieser Verlust an einem bleichen Horizont direkt unter dem humosen Oberboden. Darunter folgen intensiver dunkelbraun (Humus) bzw. rötlich-braun (v.a. Eisenoxide und-hydroxide) gefärbte Anreicherungs-horizonte, in denen die oben ausgewaschenen Stoffe wieder ausgefallen sind. Podsole weisen nur eine geringe biologische Aktivität auf, Regenwürmer sind selten.

### Gefahren für die Böden:

#### Erosion:

Ohne Einfluss des Menschen tritt Erosion nur auf von Natur aus vegetationsarmen bzw. -freien Standorten auf. Seit der Mensch Wälder zum Zwecke des Ackerbaus gerodet hat, ist die Situation jedoch eine andere: So wird geschätzt, dass in Deutschland seit dem frühen Mittelalter ackerbaulich genutzte Hänge durch Erosion im Durchschnitt um 50 cm tiefer gelegt wurden (THÜRKOW & al. 2021). Bodenerosion ist auch heute im Innviertel nach wie vor ein Problem. Auf landwirtschaftlichen Flächen des oberösterreichischen Alpenvorlandes (inkl. des Innviertels) wurde anhand realer Bewirtschaftungsdaten ein Bodenabtrag von im Durchschnitt 12,7 t/ha/Jahr errechnet (STRAUSS & al. 2020). Unter der Annahme einer Dichte des Bearbeitungshorizontes von 1,5 g/cm<sup>3</sup> ergibt sich ein durchschnittlicher Bodenverlust von etwa 0,85 mm/Jahr bzw. 850 mm für 1000 Jahre. Dieser läge damit sogar höher als die angeführten Schätzungen aus der Vergangenheit in Deutschland. Das Ausmaß dieser Bodenverluste ist dabei von verschiedenen Faktoren abhängig. Verstärkend wirken hohe Intensitäten, Mengen und Häufigkeiten von Niederschlagsereignissen, große Hangneigungen sowie Hanglängen, schluffdominierte Bodenarten, fehlende Bodenbedeckung (Fehlen von Zwischenfrüchten und Mulchung) sowie Bearbeitung in der Falllinie.



**Abb. 26** Überschreitung der Critical Loads für Eutrophierung durch Stickstoff für die Jahre 2005 und 2018, Österreich mit den Bezirksgrenzen des Innviertels, Datengrundlage: Umweltbundesamt (2020), (online, shp-Datei)

### Stickstoffeinträge:

Anthropogen induzierte Einträge von Stickstoffverbindungen über Atmosphäre und Niederschläge können Böden und Ökosysteme durch Eutrophierung und Versauerung nachhaltig verändern. Überschreiten sie auf einem Standort längerfri-

stig einen bestimmten Schwellwert, so ist mit einer Änderung gewisser Standorteigenschaften zu rechnen. Die Überschreitung dieser sogenannten Critical Loads (für Wälder bzw. ungedüngte Flächen) gibt somit ein Maß für die Gefährdung bzw. eine Abschätzung des Ausmaßes von bereits ablaufenden Veränderungen durch diese Stickstoffbelastung an.



**Abb. 27** Drainage eines Moores (möglicherweise nun Anmoor – Foto: Michael Hohla)

Ein positiver Aspekt des zusätzlichen Eintrags von Stickstoff – gepaart mit dem Ende der Streunutzung und damit von zusätzlichen Nährstoffverlusten – zeigt sich in den Wäldern zum Teil durch erhöhten Holzzuwachs. Auf der anderen Seite kann jedoch eine erhöhte Instabilität von Bäumen durch Nährstoff-Ungleichgewichte stehen. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass das bisherige Stickstoff-Mangelsystem Wald bei Stickstoffsättigung schließlich auch Nitrat ins Grund- und Trinkwasser abgeben könnte. Und natürlich werden dadurch allgemein die Rückzugsgebiete für an stickstoffarme Bodenbedingungen angewiesene Pflanzen(gesellschaften) weiter reduziert. In einem Bericht des Umweltbundesamtes (UMWELTBUNDESAMT 2020) wird auf die Ermittlung dieser Critical Loads eingegangen und Entwicklung und Stand der Belastung in Österreich aufgezeigt. Wie aus Abb. 26 hervorgeht, hat die Belastung durch eutrophierenden Stickstoff von 2005 auf 2018 in Österreich abgenommen. Es wird jedoch auch deutlich, dass das Innviertel nach wie vor die höchsten Überschreitungen der kritischen Schwellwerte für eutrophierende Stickstoffeinträge aufweist.

### **Bodenverluste durch Verbauung und Versiegelung:**

Diese stellen ein grundsätzliches Problem dar, das sich nicht nur im Innviertel beobachten lässt. Aber gerade weil es hier (noch) viel Acker- und Grünland gibt, ist man geneigt, das Verschwinden von ein paar Hektar Boden unter Asphalt oder Beton als weniger kritisch zu betrachten. Und gerade günstig gelegene, ebene Standorte mit guter Produktionskraft scheiden auf diese Weise laufend als Pflanzenstandorte aus. Vor allem aus volkswirtschaftlicher Perspektive ist dieser Trend kritisch zu betrachten: In Hinblick auf eine wachsende Bevölkerung, die vermehrte

Beanspruchung von landwirtschaftlichen Flächen für Energie aus Biomasse sowie den Trend zu mehr biologisch erzeugten Produkten und damit tendenziell geringeren Erträgen werden diese Flächen dringend für die Lebensmittelversorgung benötigt.

### **Entwässerung:**

Das Gros der Flächenentwässerung erfolgte bereits in den vergangenen Jahrzehnten. In der Zukunft wird die Bedeutung von Nassstandorten nicht nur aus Biodiversitätsgründen, sondern auch im Sinne einer Kohlenstoffsänke sowie ihrer dämpfenden Wirkung auf die Umgebungstemperatur steigen.

### **Humusverlust:**

Der Humus im Boden hat verschiedene positive Wirkungen. So wird beim Abbau der organischen Substanz der Großteil der darin enthaltenen Nährstoffe sukzessive freigesetzt und wieder pflanzenverfügbar. Ein hoher Humusgehalt verbessert die Fähigkeit des Bodens Nährstoffe vor Auswaschung zu schützen und den Pflanzen zur Verfügung zu stellen.

Weiters stellt er die Nahrungsgrundlage für das Bodenleben dar und sorgt für eine gute Bodenstruktur. Er begünstigt damit auch den Luftaustausch und verbessert die Wasserhaltefähigkeit und -verfügbarkeit. Und nicht zuletzt ist der Bodenhumus – im globalen Maßstab – der größte terrestrische Kohlenstoffspeicher.

Humusverluste können – abseits der Entwässerung von Feuchtstandorten – durch Bodenerosion entstehen. Diese wirkt sich überproportional aus, weil sie vor allem den Oberboden und damit die Bereiche mit den höchsten Humusgehalten betrifft. Humusschwund ist aber auch bei intensiver Bodenbearbeitung und damit erhöhter Mineralisierung von Pflanzrückständen zu beobachten. Auch der Anbau von Zuckerrüben, Kartoffeln und Silomais wirkt humuszehrend, weil dabei ein sehr hoher Anteil der Biomasse und damit der potenziellen Humusgrundlage abgeführt wird.

Aktuell liegen jedoch für Österreich Daten vor, die einen grundsätzlich positiven Trend in der Entwicklung der Humusgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Flächen belegen (AGES 2015). So wurden regionsspezifisch Humusgehalte von Ackerland für die Zeiträume 1991–1995 und 2008–2012 miteinander verglichen. Dabei zeigte sich durchwegs eine Zunahme der Gehalte von 0,1 bis 0,3 Prozent. Grund dafür sind v.a. die seit dem EU-Beitritt 1995 im Rahmen des Agrar-Umweltprogramms (ÖPUL) geförderten Maßnahmen (z. B. Anbau von Winterbegrünungen etc.).

Anschriften der Verfasser:

Dipl. Ing. Edwin Herzberger, Dipl. Ing. Günther Aust:  
Bundesforschungszentrum für Wald, Naturgefahren  
und Landschaft, 1131 Wien

Dipl. Ing. Dr. Hans-Peter Haslmayr: 4072 Alkoven