

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Е.М. Каргина

ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Пенза 2016

УДК 811.112.2: 629
ББК 81.2 Нем.
К21

Рецензенты: кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Естественно-научные и гуманитарные дисциплины» ПФ НОУ ВО «Академия МНЭПУ» Ж.В. Ильина;
кандидат культурологии, доцент кафедры «Иностранные языки» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» Е.Ю. Куляева

Каргина Е.М.
К21 Иностранный язык. Немецкий язык: учеб. пособие по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» / Е.М. Каргина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 188 с.

Содержит основной курс дисциплины «Иностранный язык», состоящий из двух разделов: «Bodenkataster und Katastertheorie», «Funktionen von Böden in der Ökosphäre». Каждый раздел направлен на изучение определенного тематического блока: история кадастрового дела, знаменитые люди в сфере землеустройства, земельный кадастр в Германии и России, оценка земель, экологические проблемы землеустройства и др.

Тексты основных уроков, лексико-грамматические задания упражнений построены на основе аутентичного материала немецкой литературы и деловой документации.

В пособие включены: глоссарий, содержащий определения ключевых терминов по тематике направления подготовки; список наиболее употребительных в данной профессиональной сфере сокращений.

Учебное пособие подготовлено на кафедре иностранных языков и содержит материал, предназначенный для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016

© Каргина Е.М., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Пособие направлено на формирование и развитие достаточного уровня иноязычной коммуникативной компетенции в деловой и научной сфере, позволяющей студентам использовать иностранный язык как средство деловой межкультурной коммуникации на уровне международных стандартов и в профессиональной деятельности в условиях глобализации рынка интеллектуального труда.

Учебное пособие направлено на удовлетворение требований, предъявляемых к результатам освоения дисциплины, и способствует формированию следующих компетенций:

- Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- базовую лексику и грамматику, представляющую нейтральный научный стиль, а также основную терминологию направления подготовки;

- историю и культуру стран изучаемого иностранного языка, правила речевого этикета;

- иностранный язык в объеме, необходимом для возможности получения информации профессионального содержания из зарубежных источников;

- основы реферирования и аннотирования специальных текстов в устной и письменной формах;

уметь:

- применять знания иностранного языка для осуществления межличностной коммуникации;

- использовать знание иностранного языка в профессиональной деятельности;

- получать и сообщать информацию на иностранном языке в письменной и устной форме, оформлять профессиональную и деловую корреспонденцию;

- читать и понимать литературу по направлению подготовки, анализировать полученную информацию;

владеть:

- основами деловых устных и письменных коммуникаций и речевого этикета изучаемого иностранного языка;

- навыками анализа и составления документации на иностранном языке;

– навыками выражения мыслей и собственного мнения в межличностном и деловом общении на иностранном языке;

– навыками обсуждения тем, связанных с направлением подготовки;

иметь представление:

– о стилистических особенностях сферы профессиональной коммуникации;

– о научной терминологии, классификации, функционировании и способах перевода терминов и фразеологизмов области сферы профессиональной коммуникации.

• Способность к самоорганизации и самообразованию.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

– иностранный язык в объеме, необходимом для возможности получения информации профессионального содержания из зарубежных источников;

– историю и культуру стран изучаемого иностранного языка, правила речевого этикета;

– виды, формы, структуру, функции и стилистику профессиональной документации;

– традиции межкультурной коммуникации в странах изучаемого языка;

уметь:

– выполнять перевод со словарем научного текста по тематике направления подготовки, оформить перевод согласно существующим требованиям;

– правильно пользоваться специальной литературой: словарями, справочниками, электронными ресурсами интернета;

– самостоятельно получать и сообщать информацию на иностранном языке в письменной и устной форме, оформлять профессиональную и деловую корреспонденцию;

– читать и понимать литературу по направлению подготовки, анализировать полученную информацию;

– самостоятельно работать с иноязычными источниками профессиональной информации;

– грамотно и корректно вести переписку с зарубежными коллегами;

– организовывать деловые встречи, презентации на иностранном языке;

владеть:

– основами деловых устных и письменных коммуникаций и речевого этикета изучаемого иностранного языка;

– навыками анализа и составления документации на иностранном языке;

– навыками выражения мыслей и собственного мнения в межличностном и деловом общении на иностранном языке;

– навыками обсуждения тем, связанных с направлением подготовки;
иметь представление:

– о стилистических особенностях сферы профессиональной коммуникации;

– о научной терминологии, классификации, функционировании и способах перевода терминов и фразеологизмов области сферы профессиональной коммуникации.

• Способность изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта использования земли и иной недвижимости.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

– правила оформления деловой и технической документации на иностранном языке;

– виды, формы, структуру, функции и стилистику деловой корреспонденции;

– требования к составлению официальной корреспонденции и некоторые общепринятые правила;

– иностранный язык в объеме, необходимом для возможности получения информации делового содержания из зарубежных источников;

– речевые клише для устного делового общения.

уметь:

– применять знания иностранного языка для осуществления деловой межличностной коммуникации;

– получать и сообщать информацию на иностранном языке в письменной и устной форме, оформлять профессиональную и деловую корреспонденцию;

– читать и понимать деловую документацию и корреспонденцию по направлению подготовки, анализировать полученную информацию;

– работать с иноязычными источниками деловой информации;

– общаться лично и по телефону с иноязычными партнерами на деловую тематику;

– грамотно и корректно вести деловую переписку с зарубежными коллегами;

– организовывать деловые встречи, презентации на иностранном языке;

владеть:

– основами деловых устных и письменных коммуникаций и речевого этикета изучаемого иностранного языка;

– навыками анализа и составления договорной документации на иностранном языке;

– устной (диалогической и монологической) и письменной речью в области деловой коммуникации;

– навыками работы с коммерческой корреспонденцией (письмо, факс, телекс, электронная почта, запрос, заказ, рекламации и другие);

иметь представление:

– о стилистических особенностях сферы профессиональной коммуникации;

– о научной терминологии, классификации, функционировании и способах перевода терминов и фразеологизмов области сферы профессиональной коммуникации.

Аутентичность материала, на основе которого построены тексты основных уроков, лексико-грамматические задания, способствует формированию и развитию у студентов словарного запаса на иностранном (немецком) языке в сфере деловой, научной и профессиональной коммуникации; навыков чтения и понимания деловой профессиональной корреспонденции и документации с целью поиска необходимой информации.

Профессионально-ориентированный характер настоящего пособия готовит студентов к установлению деловых международных контактов, в которых они смогут выступать в качестве полноценных деловых партнеров, повышая тем самым мотивацию изучения дисциплины «Иностранный язык».

ВВЕДЕНИЕ

Укрепление деловых международных отношений, значительный по объему двусторонний поток деловой профессиональной информации свидетельствуют о необходимости конкретизации целей и задач обучения иностранному языку в учреждениях высшего профессионального образования. Это предопределяет такую задачу, как формирование практического навыка использования делового вокабулярия такого уровня языковой компетенции, которая позволила бы будущему специалисту технической отрасли снять языковые трудности в условиях работы с деловой корреспонденцией и документацией в профессиональной сфере.

Учебное пособие состоит из 2 частей и содержит материал, предназначенный для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Часть I «Bodenkataster und Katastertheorie» содержит следующие тематические разделы: «Überblick über die Geschichte der Vermessung», «Anfänge des Katasters», «F.G. Gauß – Organisator des preussischen Katasters», «Grund- und Gebäudesteuerkataster», «Die Katastersysteme in Deutschland», «Die Einrichtung des Liegenschaftskatasters», «Liegenschaftskataster», «Bodenkataster in Rußland», «Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem», «Automatisierte Liegenschaftskarte», «Amtliches topographisch-kartographisches Informationssystem».

Каждый из разделов имеет однотипную структуру и включает в себя:

- 1) список слов по предложенной тематике;
- 2) лексические упражнения;
- 3) оригинальные тексты для аудиторной работы;
- 4) послетекстовые упражнения;
- 5) тексты для самостоятельного перевода и реферирования.

Во II части «Funktionen von Böden in der Ökosphäre» учебного пособия представлены следующие темы: «Böden – die Haut der Erde», «Bodenentwicklung und Bodensystematik», «Bodenbewertung und Bodenschutz», «Gefährdung der Bodenfunktionen», основанные на аутентичном текстовом материале достаточного уровня сложности.

В структуру пособия включены: глоссарий, содержащий определения ключевых терминов по тематике направления подготовки; список наиболее употребительных в данной профессиональной сфере сокращений.

Рекомендуется использование тематического материала в предложенной в пособии последовательности, так как тексты и задания организованы по принципу увеличения трудности и постепенной детализации информации.

Teil I. BODENKATASTER UND KATASTERTHEORIE

LEKTION 1. ÜBERBLICK ÜBER DIE GESCHICHTE DER VERMESSUNG

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Abbildung f, -en	отображение, изображение
Aufteilung f, -en	деление, разделение
Ausdehnung f, -en	распространение
Berechnung f, -en	вычисление
Behandlung f, -en	обхождение, обращение, трактовка
Dreieck n, -(e)s, -e	треугольник
Einteilung f, -en	деление, классификация
Feldmesser m, -s	землемер
Größe f, -n	размер, величина
Grundlage f, -n	основа, основание, принцип
Grundriß m, -sses, -sse	абрис; чертеж; изображение в плане
Grundstück n, -(e)s, -e	участок земли, земельный участок, имение
Landmesser m, -s	землемер
Messen n, -s	измерение
Nachweis m, -es, -e	зд: доказательство; учет, свидетельство
Parzelle f, -n	парцелла; мелкий земельный участок
Rechteck n, -(e)s, -e	прямой угол
Schnur f, -Schnüre	веревка, шнур
Seil n, -(e)s, -e	веревка, канат
Sexagesimalteilung f, -en	шкала старого деления окружности (на 360°)
Stab m, -(e)s, -Stäbe	жезл, стержень, мерка, вежа
Verfahren n, -s	метод, способ
Vermessung f, -en	топографические работы; съемка
Verteilung f, -en	распределение, (раз)деление
aufmessen (a, e)	измерять, делать съемку
ausrichten	выравнивать
nachweisen (ie, ie)	зд: подтверждать, учитывать,
überliefern	передавать
verbinden (a, u)	связывать, соединять
vergleichen (i, i)	сравнивать
vermessen (a, e)	измерять, нивелировать, межевать
zerlegen	разлагать
exakt	точный

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

die Geodäsie, die Lehre, die Abbildung, die Erdoberfläche, die Entwicklung, die Mathematik, die Dörfer, die Größe, die Hüttengrundrisse, die Ausdehnung, die Bewässerungstechnik, Serbien, Mesopotamien, die Assyrer, die Babylonier, die Ägypter, die Trapeze, die Parzelle, die Vermessungsfachleute, die Dreiecke, die Rechtecke, die Sexagesimalteilung, die Grundstücksgrenze, der Seilspanner, das Zweistromland, sesshaft, exakt, trapezoid, alljährlich.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Геодезия, техника, культура, план, трапеция, астрономия, математика, геометрия, граница, специалисты, папирус, шнур, фигура, парцелла, штука, мегалит, гномон, Сербия, ассирийцы, вавилоняне, египтяне, Месопотамия, дельта Нила, в форме трапеции.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Die Geodäsie

Die Geodäsie (griech. Erdverteilung) – die Lehre von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche – ist eine der ältesten Wissenschaften und damit eine der bedeutendsten Grundlagen für die Entwicklung von Wissenschaft und Technik überhaupt. Geodäsie, Astronomie und Mathematik sind untrennbar miteinander verbunden.

Die Geschichte der Vermessung beginnt etwa um 8000 vor unserer Zeitrechnung, als die Menschen anfangen sesshaft zu werden. Beim Bau der Dörfer und bei der Aufteilung der Felder waren bereits Feldmesser nötig. Diese mussten natürlich schon die Begriffe des Messens kennen, um eine Größe mit einer anderen zu vergleichen. So gibt es Beispiele aus der Zeit vor der Megalith-Kultur (4000 – 1500 v.Chr.). Vor 7 000 Jahren bauten Menschen im heutigen Serbien exakt ausgerichtete trapezoide Hüttengrundrisse nach ausgeklügelten Verfahren mit Hilfe von Schnüren und Stäben. Bei der großen Ausdehnung der Städte und der hochentwickelten Landwirtschaft mit ihren Bewässerungstechniken müssen die alten Assyrer und die Babylonier, wie auch die alten Ägypter bereits Vermessungsfachleute gekannt haben.

Ein aufgefundener Altbabylonischer Felderplan aus 3 000 vor Chr. weist nach, dass ihre Landmesser die Parzellen in regelmäßige Figuren zerlegten und sie dann als rechtwinklige Dreiecke, Rechtecke oder Trapeze aufmaßen. Die Babylonier kannten bereits die Einteilung des Kreises nach der Sexagesimalteilung, die Sonnenuhr (oder der Gnomon) und die Zwölftelung des Tages.

Aus dem Zweistromland (Mesopotamien) sind Grundstücks- und Stadtpläne auf Tontafeln überliefert, die 4 000 Jahre alt sind. Der Ursprung der

wissenschaftlichen Behandlung der Geometrie ist aber in Ägypten zu suchen. Die alten Ägypter mussten das hoch entwickelte Nil-Delta wegen der alljährlichen Überschwemmungen planmäßig neu vermessen und die alten Grundstücksgrenzen wiederherstellen.

Vermessen und eingeteilt wurde mit einem mit Knoten in gleiche Abstände unterteilten Mess-Seil aus Hanf. Die mit den Messarbeiten betrauten Spezialisten wurden Harpedonaten (Seilspanner) genannt. Der älteste direkte Nachweis über die von den Landmessern geforderten Kenntnisse ist der sogenannte «Papyrus Rhind». Es ist ein Lehr- und Übungsbuch für die Berechnung der Dreiecke, Trapeze, Kreise und dergleichen und stammt aus 1700 vor Chr.

Texterläuterungen:

die Harpedonaten – гарпедонапты

die Seilspanner – натягивающие, протягивающие веревку

sesshaft – оседлый

ausgeklügelt – зд: предложенный

4 000 v. Chr. = 4 000 vor Christus 4 000 лет до Рождества Христова, до н. э.

der Gnomon – гномон, древнейший астрономический инструмент, определяющий азимут солнца, применяется как солнечные часы

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

Die Erde – ober – die Fläche, die Zeit – die Rechnung, das Land – die Wirtschaft, die Bewässerung – die Technik, die Felder – der Plan, drei – das Eck, recht – das Eck, zwölf – die Teilung, der Grund – das Stück, die Stadt – der Plan, der Grund – das Stück – der Plan, zwei – der Strom – das Land, die Sonne – die Uhr.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

Die Messung, die Verteilung, der Aufbau, die Erweiterung, die Rechnung, der Feldmesser, das Grundstück, die Teilung, die Methode, die Parzelle, der Landmesser, die Vermessungskunde, die Distanz, zusammenhängen, sollen, messen, teilen, genau.

3. Bilden Sie Substantive:

ausmessen, abbilden, entwickeln, vermessen, rechnen, aufteilen, messen, ausdehnen, bewässern, teilen, behandeln, arbeiten, berechnen, bauen, helfen, lehren.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Im Altertum bauten die Menschen die exakt ausgerichteten trapezoiden Hüttengrundrisse nach ausgeklügelten Verfahren mit Hilfe von Schnüren und Stäben.

2. Die mit den Messarbeiten betrauten Spezialisten wurden Seilspanner genannt.

3. Die zahlreichen auf verschiedene Weise verursachten Veränderungen verlangen eine kontinuierliche Laufendhaltung von Katasterplänen.

4. Die meisten bei den Katastervermessungen verwendeten Geräte wurden in der Firma Leica entwickelt.

5. Der sogenannte Papyrus Rhind ist *ein der ältesten Lehrbücher* für die Berechnung der Dreiecke, Trapeze, Kreise und dergleichen.

6. Das Kataster ist *eine der bekanntesten Vermessungen* im Altertum.

7. Die Geodäsie ist *eine der ältesten Wissenschaften* und damit *eine der bedeutendsten Grundlagen* für die Entwicklung von Wissenschaft und Technik überhaupt.

8. Das Liegenschaftskataster ist *eine der wichtigsten Informationsquellen* für die staats- und wirtschaftsleitenden Organe.

5. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Was ist die Geodäsie? 2. Wann beginnt die Geschichte der Vermessung? 3. Wie wurden die mit den Messarbeiten betrauten Spezialisten in Ägypten genannt? 4. Was bauten die Menschen vor 7 000 Jahren im heutigen Serbien? 5. Wobei müssen die alten Assyrer, die Babylonier und auch die alten Ägypter bereits Vermessungsfachleute gekannt haben? 6. Was weist ein aufgefundener Altbabylonischer Felderplan aus 3 000 vor Chr. nach? 7. Was kannten die Babylonier? 8. Was ist der sogenannte «Papyrus Rhind»?

6. Übersetzen Sie den Text schriftlich mit dem Wörterbuch:

Die Limitation

Seit ältester Zeit wurde die rituelle Feldabsteckung bei der Gründung römischer Bürgerkolonien ausgeübt. Auf der als eben betrachteten Erdscheibe wurde nach den vier Haupthimmelsrichtungen ein Achskreuz mittels des Gnomons gezogen. Parallel zu den Hauptachsen wurden im Abstand von 2400 römischen Fuss, in unseren Maßen 710m weitere Linien den *limites* (*Einzahl limes*) gezogen. Es entstanden so Quadrate von 710m Seitenlänge, welche Zenturien hießen. Die ganze Operation nannte man *Limitation*. Die ganze Limitation wurde durch Grenzsteine gesichert und schließlich im Doppel auf Marmor- und Bronzetafeln, genannt *forma*, graviert. Das eine blieb bei der Kolonialstadt, das andere wurde im kaiserlichen Archiv in Rom verwahrt.

LEKTION 2. ANFÄNGE DES KATASTERS

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Abgabe f, -n	налог; сбор пошлины; взнос
Ansiedlung f, -n	(по)селение, колония и колонизация
Beschränkung f, -en	ограничение
Besteuerung f, -en	налогообложение; обложение налогом
Bodenanteil m, n, -(e)s, -e	земельный надел; земельный пай
Erhalt m, -(e)s, -e	получение
Erlaß m, -sses, -sse	указ; освобождение
Ertragsfähigkeit f, -en	доход; прибыльность; доходность
Fruchtbarkeit f, -en	плодородность
Gestalt f, -en	форма; вид; образ
Grundsteuer f, -en	поземельный налог
Hufe f, -n	гуфа; надел земли (от 7 до 15 га)
Landsteuer f, -, -n	поземельный налог
Nichtigkeitserklärung f, -en	аннуляция
Raum m, -(e)s, -Räume	пространство, объем, помещение
Reinertrag m, -(e)s, -erträge	чистый доход
Schock n, -(e)s, -e	шестьдесят штук (мера)
Steuerwesen n, -s	налоговая система
Teilbarkeit f, -en	делимость
Teilung f, -en	(раз)деление; дележ; деление шкалы
Veränderung f, -en	изменение; перемена
Verbot n, -(e)s, -e	запрещение, запрет
Wert m, -(e)s, -e	цена; величина; значение
Zeitpunkt m, -(e)s, -e	момент
Zerstückelung f, -en	разделение; раздробление
Zinszahlung f, -en	взнос арендной платы
Zusammenhang m, (e)s, hänge	связь
durchführen	проводить
einführen	вводить
eintragen (u, a)	регистрировать; вносить в список
entgegenwirken	противодействовать; бороться
entrichten	вносить, платить
richten, sich nach D.	руководствоваться (чем-либо)
verzeichnen	записывать; составлять опись
voraussetzen	предполагать
zuweisen (ie, ie)	наделять; предоставлять; отводить
auffällig	поразительный, бросающийся в глаза
gerecht	зд: обоснованно
vollständig	полный; совершенно, совсем

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:
der Zusammenhang, das Grundsteuerwesen, der Zinsherr, die Ostexpansion, die Ansiedlung, Sachsen, die Zinszahlung, die Zerstückelung, die Nichtigkeitserklärung, das Grundstück, die Ertragsfähigkeit, die Grundstücksfläche, das Grundsteuerwesen, der Reinertrag, entgegenwirken, abschätzen, sämtlich, auffällig, ursprünglich, unveränderlich, sächsisch, vollständig, damals.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Ландтаг, пункт, экспансия, гуфа, гектар, базис, грош, проба, грунт, форма, герцог, кадастр, натуральные продукты, политический.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Die Entwicklung des Katasters steht im engen Zusammenhang mit der Entwicklung des Grundsteuerwesens. Im 10. Jahrhundert, dem Zeitpunkt der Deutschen Ostexpansion, kam es zur verstärkten Ansiedlung von deutschen Bauern auf dem heutigen Gebiet Sachsens. Den ihnen zugewiesenen Bodenanteil nannte man – nach den niederdeutschen Worten «hoven» oder «behoven» (nötig haben) – die Hufe.

Die Größe einer Hufe war nach der Herkunft der Siedler und der Fruchtbarkeit des Bodens verschieden. Sie konnte zwischen 15 und 25 Hektar betragen. Diese Hufen bildeten die Grundlage für die in Form von Naturalien zu entrichtende Zinszahlung des Bauern an den Lehns- oder Zinsherrn. Als Basis diente hierfür die unter dem Herzog von Sachsen und dem deutschen König Heinrich I. (876-936) um 929 eingeführte Hufenverfassung.

Im Mittelalter wurde die Schock- oder Landsteuer, eine Grundsteuer, die sich nach dem Wert des Grundstückes in Schock Groschen richtete, eingeführt. Seit 1523 wurde diese Grundsteuer in ein Kataster eingetragen. Um einer unwirtschaftlichen Zerstückelung des Bodens nach dem Niedergang des deutschen Bauernstandes im 15. und 16. Jahrhundert entgegenzuwirken, wurden im Jahre 1661 das vollständige Teilungsverbot und die Nichtigkeitserklärung bereits durchgeführter Teilungen von Grundstücken durch die sächsische Herrschaft erlassen. Mit diesem Erlass wurde jede in dem Kataster verzeichnete Schockmenge für unveränderlich erklärt.

Diese Beschränkung der Teilbarkeit der Hufen, die auch in den folgenden Jahrhunderten immer wieder gesetzlich geregelt wurde, führte zum weitgehenden Erhalt der ursprünglichen Gestalt der Hufen im ländlichen Raum. Aufgrund der immer auffälliger gewordenen ungerechten Besteuerung von Grund und Boden befasste sich im Jahre 1711 die damalige Ständeversammlung – auch Landtag genannt – mit der Notwendigkeit der Veränderung des Steuerwesens.

Eine gerechte Besteuerung setzte aber die Kenntnis der Größe und der Ertragsfähigkeit aller Grundstücksflächen voraus.

Texterläuterungen:

der Lehnsherr – феодал
der Zinsherr – помещик
(der) Grund und Boden – земля и земельное владение
der Niedergang – закат, упадок
die Herkunft – происхождение
die Herrschaft – господство, власть
der Bauernstand – крестьянское сословие, крестьянство
die Ständeversammlung – собрание кантонов
erlassen – зд.: освободить

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

Der Grund – die Steuer – das Wesen, die Zeit – der Punkt, der Boden – der Anteil, das Land – die Steuer, die Teilung – das Verbot, der Grund – das Stück – die Fläche, der Ertrag – die Fähigkeit, die Nichtigkeit – die Erklärung, der Grund – die Lage, die Hufe – die Verfassung.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

Das Katasterwesen, die Verbindung, der Bereich, die Grundlage, der Gastherr, die Basis, die Grundsteuer, die Verteilung, der Boden, die Landsteuer, der Grund, die Einschränkung, die Erhaltung, die Zersplitterung.

3. Bilden Sie Substantive:

Entwickeln, zusammenhängen, ansiedeln, zerstückeln, verbieten, abschätzen, beschränken, erhalten, erlassen, kennen, teilen, verändern, werten, besteuern, vermessen, versammeln.

4. Suchen Sie im Text Antonyme:

Die Unteilbarkeit, die Unfruchtbarkeit, ungleich, gerecht, veränderlich, ungesetzlich, ungerecht, unauffällig, breit, wirtschaftlich, unvollständig.

5. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Als Basis diente um 929 eingeführte Hufenverfassung.
2. Es wurde in Frankreich mit der flächendeckenden Parzellenvermessung begonnen.
3. Im französisch besetzten Mainz und Düsseldorf wurden die Katasterschulen eröffnet.
4. Seit 1523 wurden diese Grundstücke in ein Kataster eingetragen.

5. Im Jahre 1811 beschloss man die Aufstellung eines neuen Abgabensystems.
6. Den Bauern *zugewiesenen* Bodenanteil nannte **man** die Hufe.
7. Unter Liegenschaftskataster versteht **man** eine Zusammenstellung und Beschreibung von Liegenschaften.
8. **Als** Flur bezeichnet **man den** auf einem Blatt der Katasterkarte *dargestellten Teil* einer Gemarkung.

6. Finden Sie im Text die den russischen Äquivalenten entsprechenden Sätze und schreiben Sie sie heraus:

1. Гуфы (наделы земли) составляли для крестьянина основу для взноса арендной платы феодалу или помещику в форме натуральных продуктов.
2. Обоснованное обложение налогом предполагало сведения о размере и доходе всех площадей земельных участков.

7. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Womit steht die Entwicklung des Katasters im engen Zusammenhang? 2. Was nannte man die Hufe? 3. Was ist die Hufe? 4. Wann wurde eine Grundsteuer eingeführt? 5. Seit wann wurde die Grundsteuer in ein Kataster eingetragen? 6. Wer befasste sich mit der Notwendigkeit der Veränderung des Steuerwesens? 7. Was setzte eine gerechte Besteuerung voraus?

LEKTION 3. F.G. GAUß – ORGANISATOR DES PREUßISCHEN KATASTERS

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Abschaffung f, -en	упразднение; отмена, уничтожение
Amt n, (e)s, -Ämter	служба; управление, учреждение, ведомство
Anforderung f, -en	требование
Angaben f, pl	данные, сведения, параметры, характеристики
Bestand m, -(e)s, -stände	состав; состояние, наличие
Darstellung f, -en	изображение; представление; производство
Dienst m, -(e)s, -e	служба; должность; служение
Eigentum n, -s, -tümer	собственность, состояние
Erhebung f, -en	собрание, сбор налогов
Flächengröße f, -n	размер (величина) площади
Gebäude n, -s	здание, строение
Gebäudesteuer f, -n	налог, взимаемый со зданий

Geometer m, -s	землемер
Gesetz n, -es, -e	закон
Grundbesitz m, -es	земельная собственность; землевладение
Herausforderung f, -en	вызов
Katastrierung f, -en	внесение в кадастр, составление кадастра
Liegenschaft f, -en	недвижимость; недвижимое имущество
Reinertrag m, -(e)s, -träge	чистый доход (прибыль)
Sicherung f, -en	обеспечение, гарантия, сохранение
ändern, sich	(из)меняться
annehmen (a, o)	принимать, соглашаться; считать
aufrücken	подвигать, подвигаться
beitreten (a, e)	вступать, присоединяться
bestimmen	определять
einrichten	формировать, устраивать
ermitteln	определять

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

die Flächengröße, die Eigentumssicherung, das Basisinformationssystem, die Katasterämter, die Provinzialgewerbeschule, der Feldmesserberuf, die Feldmesserprüfung, der Katasterkontrolleur, die Katasterinspektion, Preußen, das Finanzministerium, die Gebäudesteuer, die Reformation, die Zentraldirektion, die Flächengröße.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Кадастр, организатор, базис, информационные системы, гимназия, персонал, инспекция, контролер, министерство финансов, реформация, центральная дирекция, регулирование, инспектор, провинция, регистрация, Пруссия, реформировать, провинциальный, технический.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Der Name Friedrich Gustav Gauß ist untrennbar mit dem Begriff der Katastrierung von Liegenschaften verbunden. Er ist Gründer und Organisator des preußischen Katasters, dessen Zweck ursprünglich darin bestand, Flächengröße und Reinertrag der Grundstücke und Gebäude zu ermitteln, um hiernach die davon zu entrichtenden Steuern zu bestimmen. Im Laufe der Zeit änderten sich die Anforderungen, die an das Kataster gestellt wurden. Heute dient es der Eigentumssicherung und als Basisinformationssystem. Es ist auch ein Verdienst von Friedrich Gustav Gauß, daß die Katasterämter diese Herausforderung annehmen konnten.

Friedrich Gustav Gauß wurde am 20. Juni 1829 in Bielefeld geboren. Nach dem Besuch der Bürgerschule, des Gymnasiums und der Provinzialgewerbeschule widmete er sich dem Feldmesserberufe. Gauß erhielt seine praktische Ausbildung beim damaligen Obergemeister Johann Jakob Vorländer, der einen besseren Lehrer für den jungen Gauß war. Im Oktober 1848 legte er die Feldmesserprüfung in Minden ab, um im Januar des darauf folgenden Jahres vereidigt zu werden und dem Neumessungspersonal des Königlichen Dienstes des Rheinisch-Westfälischen Grundsteuerkatasters beizutreten. Einige Jahre arbeitete Gauß als Katasterkontrolleur in der Katasterinspektion Minden. Dort wurde er als Hilfsarbeiter in die Geheime Kalkulation des Königlichen Finanzministeriums berufen.

1861 traten für Preußen drei Gesetze, die die Grund- und Gebäudesteuer reformierten, in Kraft. Der Reformation lag der Gedanke der gerechten Verteilung der Grundsteuer und die Abschaffung von Privilegierungen zugrunde. Zur Erhebung der Steuern war die Vermessung, Darstellung und Registrierung aller Liegenschaften in Preußen notwendig. Eigens zur Regelung der Grund- und Gebäudesteuer wurde im Finanzministerium eine neue Abteilung, die «Zentraldirektion zur Regelung der Grundsteuer im Preußischen Staat», eingerichtet. Friedrich Gustav Gauß wurde zum technischen Leiter dieser Abteilung und gleichzeitig zum Vermessungsinspektor ernannt.

Die Steuern sollten zum ersten Mal am 1. Januar 1865 erhoben werden. Diese Forderung stellte Friedrich Gustav Gauß vor eine unlösbar erscheinende Aufgabe, denn für die sechs östlichen Provinzen Preußens lagen keine Angaben über die Flächengröße des Grundbesitzes und über den Gebäudebestand vor. Schon 1872 wurde Gauß zum Generalinspektor des preußischen Katasters ernannt.

Texterläuterungen:

ernennen	назначать, присваивать звание
berufen	призывать
vereidigen	приводить к присяге
Kalkulation	расчетный (калькуляционный) отдел
in Kraft treten	вступать в силу (о законе)
zugrunde liegen	лежать в основе
geheim	тайный

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

die Fläche – die Größe, der Grund – das Stück, das Eigentum – die Sicherung, die Basis – die Information – das System, rein – der Ertrag, neu – die Messung – das Personal, der Grund – die Steuer, das Kataster – der Kontrolleur, das Gebäude – die Steuer, die Finanzen – das Ministerium, zentral – die

Direktion, die Vermessung – der Inspektor, das Gebäude – der Bestand, der Grund – der Besitz.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

das Ziel, die Abgabe, die Forderung, die Verwaltung, der Landmesser, das Grundeigentum, die Landsteuer, die Teilung, der Zustand, die Abbildung, die Anforderung, zusammenhängen, bestimmen, sich verändern, ermitteln, nötig.

3. Bilden Sie Substantive:

gründen, organisieren, steuern, anfordern, sichern, informieren, systematisieren, ausbilden, lehren, prüfen, reformieren, abschaffen, erheben, privilegieren, vermessen, darstellen, registrieren, regeln, leiten, besitzen, verdienen.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Als Organisator des preußischen Katasters, dessen Zweck die Ermittlung der Flächengröße und des Reinertrages der Grundstücke und Gebäude ist, gilt F.G. Gauß.

2. Neue Messungen erfolgten in den Gebieten, in denen infolge der Vernichtung von Katasterunterlagen eine Wiederherstellung oder Erneuerung des Katasters erforderlich war.

3. Im Laufe der Zeit änderten sich die Anforderungen, die an das Kataster gestellt wurden.

4. Der Zweck des Katasters bestand ursprünglich *darin*, Flächengröße und Reinertrag der Grundstücke und Gebäude *zu ermitteln*, *um* hiernach die *davon* zu entrichtenden Steuern *zu bestimmen*.

5. F.G. Gauß blieben dreieinhalb Jahre Zeit, *um* ein Steuerkataster *aufzubauen*.

6. *Um bessere* und *genauere* Katasterkarten *zu schaffen*, wurde für das vermessungstechnische Verfahren eine Neumessungsinstruktion erarbeitet.

7. Der Zweck der Katastrierung von Liegenschaften bestand *darin*, Flächengröße und Reinertrag der Grundstücke und Gebäude *zu ermitteln*.

5. Aufgaben zum Text:

a) Finden Sie im Text die den russischen Äquivalenten entsprechenden Sätze, und schreiben Sie sie heraus.

1. Целью прусского кадастра являлось определение размера площади и чистого дохода с земельных участков и зданий для обложения их налогом.

2. Сегодня кадастр служит для обеспечения прав собственности, в том числе является базовой информационной системой.

b) Erzählen sie über F.G. Gauß als Organisator und Gründer des preußischen Katasters.

1. Beschreiben Sie den Lebenslauf von F.G. Gauß.

2. Erläutern Sie alle Reformationen des preußischen Katasters.

6. Übersetzen Sie den Text schriftlich mit dem Wörterbuch:

Johann Jacob Vorländer

Eine besondere Stellung in der Katastervermessung der westlichen Provinzen Preußens nimmt J. J. Vorländer ein. Er versucht – mit ganz besonderem persönlichen Einsatz – die Katasteraufnahme auf eine dem damaligen Stand der Wissenschaft entsprechende geometrische Grundlage zu stellen. Johann Jacob Vorländer (1799–1886) erhält nach einer Geometerlaufbahn in Westfalen 1828 als Obergemeister die Leitung der Katastervermessungen im Regierungsbezirk Minden. 1833 wird er Katasterinspektor bei der dortigen Regierung. Er führt eine Triangulation I. und II. Ordnung des Bezirks Minden durch. Über die Dreiecksnetze von Müffling und Eckardt kann dieses Netz in Bezug auf den Kölner Dom koordiniert werden. Im Rahmen seiner Arbeiten wird Vorländer mit Carl Friedrich Gauß bekannt. Dabei erkennt er, angeregt durch die Arbeiten von Gauß und Gerling, dass eine einwandfreie Berechnung der bei der Katastereinrichtung allmählich entstandenen Dreiecksfigurationen nur mit der Methode der kleinsten Quadrate möglich ist.

LEKTION 4. GRUND- UND GEBÄUDESTEUERKATASTER

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Anweisung f, - en	указание; постановление, инструкция; отвод (земельного участка)
Aufnahme f, - en	съёмка; топографические работы
Behörde f, - n	учреждение, ведомство
Boden m, - Böden	земля, почва, грунт, земельное владение
Bodennutzung f, - en	землепользование, эксплуатация земли
Bonitierung f, - en	оценивание, оценка, определение стоимости
Erfassung f, - en	учет, охватывание, понимание
Ermittlung f, - en	определение, установление, обнаружение
Feststellung f, -en	определение; установка
Gemarkung f, -en	граница, земельное угодье, пашня (угодья)
Gemeinde f, - n	муниципалитет, община
Gemeinheit f, - en	община, местное самоуправление
Gesetzgebung f, - en	законодательство
Gut n, - (e)s, Güter	имущество, имение, поместье
Güte f, - n	качество, добротность, точность (вычисления)
Herstellung f, - en	изготовление, производство, составление
Lage f, - n	адрес, местоположение, положение
Nachtragung f, - en	дополнение, приложение

Nutzungswert m, - (e)s, - e	практическая ценность (стоимость)
Privatbesitz m, - (e)s, - e	частное владение, частное имение
Register m, - s	регистр, список, перечень, реестр, зд: планы
Riß m, - sses, - sse	план, чертеж
Separation f, - en	разделение, отделение, сепарация
Separationsverfahren n, - s	метод разделения (землепользования)
ergeben sich (a, e)	получаться, оказываться
erheben (o, o)	поднимать, взимать (налоги)
erstellen	изготавливать, устанавливать, составлять
vorliegen (a, e)	иметься, быть налицо
eintreten (a, e)	входить, вступать, наступать
erweisen, sich (ie, ie)	оказываться
vervollständigen	дополнять
geeignet	пригодный, удобный, подходящий
getrennt	раздельный, отдельный
vorhanden sein	быть в наличии, иметься

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

Königreich Sachsen, Preußen, die Provinzen, der Freistaat, das Grundsteuerkataster, das Gebäudesteuerkataster, der Ausgangspunkt, die Ortslage, die Kulturart, die Bonitierung, der Reinertrag, die Gemarkungskarte, das Exemplar, die Separation, die Gemeinheitsteilung, die Meliorationskarte, die Grundstückspläne, das Kreditinstitut, der Flächeninhalt, vervollständigen, dreieinhalb, jeweilig, lückenlos, anderweitig, geeignet, überwiegend, zweckmäßig.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Провинция, кадастр, парцелла, номер, культура, карта, экземпляр, сепарация, мелиорация, кредит, институт, копирование, масштаб, копия, регистр, оригинал, реформировать, технический, оригинальный.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Im Gegensatz zum Königreich Sachsen begann man in den östlichen Provinzen Preußens, zu denen auch die ehemaligen preußischen Gebiete des heutigen Freistaates Sachsen gehören, erst 1861 mit der Aufstellung des Grundsteuerkatasters.

Gleichzeitig entstand hiervon getrennt ein Gebäudesteuerkataster. Ausgangspunkt waren drei am 21. Mai 1861 in Kraft getretene Gesetze, die die Grund- und Gebäudesteuer reformierten.

Durch die neue Gesetzgebung ergab sich die Notwendigkeit der Aufstellung zweier getrennter Kataster, zum einen für die Grundstücke und zum anderen für die Gebäude. Da die Steuern bereits am 1. Januar 1865 zum ersten Mal erhoben werden sollten, blieben für den Aufbau der Kataster nur dreieinhalb Jahre.

In dieser Zeit musste eine «fast lückenlose (innere Ortslagen ausgenommen) nach jeweiligem Eigentum getrennte Erfassung (Katastrierung) der Grundstücke (Parzellen) und Gebäude durch Feststellung:

- der Lage (zum Beispiel Straße und Hausnummern),
- der Flächengröße,
- der Kulturart (Bodennutzung),
- der Bodengüte (Bonitierung) zur Ermittlung des sogenannten Reinertrages und des Nutzungswertes der Gebäude» erfolgen.

Nach dem «Gesetz, betreffend die anderweitige Regelung der Grundsteuer», waren zur Veranlagung Gemarkungskarten zu erstellen. Allerdings war in so kurzer Zeit eine Neuvermessung des gesamten Gebietes unmöglich, so dass alle vorhandenen und für den vorliegenden Zweck geeigneten Exemplare wie Karten aus Separationen und Gemeinheitsteilungen, Forst-, Guts-, Deich- und Meliorationskarten, Grundstückspläne, Risse und sonstige Vermessungsregister, die bei Behörden, Gemeinden, Kreditinstituten und in Privatbesitz vorhanden waren, nach eingehender Prüfung genutzt werden sollten. Für das heutige Gebiet des Freistaates Sachsen stammte der überwiegende Teil der vorhandenen Karten aus Separationsverfahren und Gemeinheitsteilungen. Die Herstellung der Gemarkungskarten, die Feststellung des Flächeninhalts der Liegenschaften und die dazu erforderlichen vermessungstechnischen Arbeiten wurden in den Anweisungen vom 21. Mai 1861 und 24. August 1861 geregelt.

Danach sollten Gemarkungskarten in der Regel durch Kopieren bereits vorhandener Karten im Maßstab der Originalkarte (Urkarte) hergestellt werden. In den Fällen, in denen sich der Maßstab als nicht zweckmäßig erwies, durfte die Kopie in dem erforderlichen Maßstab angefertigt werden. Die so entstandenen Gemarkungskarten waren danach durch Nachtragungen der seit der Originalaufnahme eingetretenen Veränderungen zu vervollständigen.

Texterläuterungen

die Ortslage – застроенная местность

der Forst – лес, бор

allerdings – конечно; правда

anderweit – иной, другой

ausgenommen – кроме, за исключением

betreffend – соответствующий, относящийся, данный

lückenlos – сплошной, непрерывный, без пробелов

eingehend – подробный, обстоятельный

im Gegensatz – в противоположность

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

der Grund – die Steuer – das Kataster, das Gebäude – die Steuer – das Kataster, der Grund – das Stück, die Gemarkung – die Karte, neu – die Vermessung, die Gemeinheit – die Teilung, der Forst – die Karte, der Grund – das Stück – die Pläne, die Vermessung – der Register, privat – der Besitz, frei – der Staat, das Original – die Karte.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

die Landsteuer, das Aufstellen, das Bodenstück, die Abgabe, das Katasterwesen, der Bau, der Nachweis, die Teilung, die Bestimmung, die Ausnutzung, das Ziel, der Wald, die Kontrolle, der Bereich, die Änderung, die Methode, das Amt, der Gehalt, die Erstellung, herstellen, benutzen, erstellen, entsprechend.

3. Bilden Sie Substantive:

aufstellen, aufbauen, steuern, erfassen, feststellen, bonitieren, ermitteln, nutzen, regeln, veranlagern, vermessen, separieren, prüfen, herstellen, arbeiten, anweisen, kopieren, nachtragen, aufnehmen, verändern, liegen.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Zweckmäßige Veränderungen der Gemarkungsgrenzen können durch die Liegenschaftsdienste veranlaßt und realisiert werden.

2. In vielen Fällen durfte die Kopie in dem erforderlichen Maßstab angefertigt werden.

3. Der öffentliche Nachweis von Grundeigentum begann frühzeitig dort, wo Anfechtung des Grundeigentums bei zunehmendem Grundstücksverkehr sichergestellt werden mußte.

4. Für die Vervollkommnung des Inhalts des Liegenschaftskatasters müssen die Liegenschaftskarten und Register ständig fortgeführt werden.

5. Danach sollten Gemarkungskarten in der Regel durch Kopieren bereits vorhandener Karten im Maßstab der Originalkarte (Urkarte) hergestellt werden.

6. Die Fortführung der Liegenschaftsdokumentation ist sorgfältig, übersichtlich und fehlerfrei auszuführen.

7. Nach dem «Gesetz, betreffend die anderweitige Regelung der Grundsteuer», waren zur Veranlagung Gemarkungskarten zu erstellen.

8. Die Gemarkungskarten waren danach durch Nachtragungen der entsprechenden Veränderungen zu vervollständigen.

5. Aufgaben zum Text:

1. Erzählen Sie über die Aufstellung zweier getrennter Kataster.

2. Erläutern Sie den Prozeß der Katastrierung.

3. Suchen Sie im Text die Antwort auf die Frage: Wodurch erfolgt eine fast lückenlose Erfassung der Grundstücke und Gebäude?

LEKTION 5. DIE KATASTERSYSTEME IN DEUTSCHLAND

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Abschätzung f, - en	оценка, определение
Einführung f, - en	введение
Erneuerung f, - en	обновление, восстановление, возобновление
Flächenangabe f, - en	размер площади, указание (разбивка) площади
Flurkarte f, -n	флорная карта, план (карта) с/х угодий
Genauigkeit f, - en	точность
Grenzpunkt m, - (e)s, - e	границная точка, межевой знак
Grundbuch n, - (e)s, - bücher	поземельная книга, земельный кадастр
Grundeigentum n, - (e)s, - tümer	земельная собственность
Kapitalanlagen f, pl	вложение (помещение) капитала
Kartenwerk n, - (e)s, - e	атлас
Laufendhaltung f, - en	обновление, ревизия (содержания) карт
Netz n, - (e)s, - e	сеть
Qualität f, - en	качество
Umkopierung f, - en	печатание, перекопирование
Umzeichnung f, - en	переписывание, перечерчивание
Unterschied m, - (e)s, - e	разница, различие
Uraufnahme f, - n	первичная (изначальная) съемка
Vermarkung f, - en	установление межевых знаков, закладка марки
Verlust m, - (e)s, - e	потеря, убыток
Zersplitterung f, - en	раздробление, раздробленность; раскол
Zusammenstellung f, - en	составление, сопоставление
benutzen	использовать
dienen	служить
durchführen	проводить
eintreten (a, e,)	вступать, встречаться
entfallen (ie, a)	доставаться
abhängig sein	быть зависимым
amtlich	ведомственный, отраслевой, служебный
ebenso	такой же, так же

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

das Liegenschaftskataster, das Grundsteuerkataster, die Einführung, die Abschätzung, die Ertragsfähigkeit, der Charakter, das Grundeigentum, die Statistik, die Laufendhaltung, das Rheinland, die Revision, die Gesellschaftsordnung, die Flächenangabe, die Genauigkeit, das Steuersystem,

die Aufnahmetechnologie, die Kartenerneuerung, die Qualität, der Qualifikationsstand, die Katastervermessung, früher, häufig, ursprünglich, abhängig, sorgfältig, vielgestaltig, wünschenswert, privatkapitalistisch.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Ревизия, роль, характер, планирование, статистика, карта, феодализм, кадастровая система, регистрация, капитал, форма, пункт, технология, республика, территория, копирование, квалификация, Европа, Тюрингия, натуральный, капиталистический, демократический, геодезический, социалистический, топографический, приватный, французский.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Das Kataster ist zur Revision der Steuerrollen unter französischer Herrschaft um 1800 im Rheinland entstanden. Es verlor seinen alleinigen Charakter als Steuerkataster und wurde bei der Aufstellung der Grundbücher zum Nachweis des Grundeigentums herangezogen. Heute soll es auch allen Bedürfnissen der Wirtschaft, der Planung und der Statistik gerecht werden und als Grundlage zur Laufendhaltung und Erneuerung der topographischen Kartenwerke dienen.

Das Liegenschaftskataster ist eine Zusammenstellung und Beschreibung von Grundstücken. Die ersten Liegenschaftskataster entstanden in Mitteleuropa mit der Einführung von Geldabgaben (Steuern) als sogenannte Grundsteuerkataster anstelle der früher im Feudalismus üblichen Naturalabgaben vor etwa 100 bis 150 Jahren.

Für die Abschätzung der Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich nutzbarer Grundstücke waren Flächenangaben erforderlich, die jedoch die Vermessung und Registrierung dieser Grundstücke voraussetzten. Erst später, mit der weiteren Entwicklung der kapitalistischen Gesellschaftsordnung wurden die ursprünglich nur steuerlichen Zwecken dienenden Kataster zur Sicherung des privatkapitalistischen Grundeigentums und zur Sicherung von Kapitalanlagen an Grundstücken benutzt.

Durch die seinerzeitige Zersplitterung Deutschlands in viele kleine Staaten waren die Liegenschaftskataster genauso wie die Forderungen an die Genauigkeit der Vermessung, die Art und Weise der Bestimmung der Ertragsfähigkeit des Bodens sowie die Form der Flächennachweise insgesamt ebenso vielgestaltig wie die rechtlichen Grundlagen und Steuersysteme dieser Staaten.

Im damaligen Deutschland bestanden 40 verschiedene Katastersysteme, davon im Gebiet der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik 15, wobei allein 10 auf das Territorium Thüringens entfielen. Häufig bilden die Karten der Uraufnahme auch heute noch die Grundlage für die jetzt gültigen

Flurkarten, so daß ihre innere, oft ungleichmäßige Genauigkeit von der damaligen Aufnahmetechnologie und den Verfahren der Kartenerneuerung abhängig ist. Die Messungen wurden im allgemeinen für damalige Voraussetzungen sehr sorgfältig und mit hoher geodätischer Genauigkeit durchgeführt, mit gebietsweisen Unterschieden, bedingt vor allem durch den unterschiedlichen Qualifikationsstand der Bearbeiter. Die schlechtesten Karten sind in der Regel später erneuert worden. Durch mehrmalige Umkopierungen bzw.

Umzeichnungen sind weitere Genauigkeitsverluste eingetreten. Neben der Genauigkeit der Vermessung und der Kartendarstellung bestimmt die Qualität der Vermarkung der Grenzpunkte und der Punkte des Aufnahmenetzes den Wert einer Katasterurvermessung.

Texterläuterungen

die Art und Weise – образ действия
heranziehen (о, о) – привлекать
rechtlich – законный, правовой, юридический
gültig – действенный, законный
gerecht – справедливый, законный, обоснованный
seinerzeitig – в свое время

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

die Liegenschaft – das Kataster, zusammen – die Stellung, der Grund – die Steuer – das Kataster, die Fläche – die Angabe, der Grund – das Eigentum, die Fläche – der Nachweis, die Steuer – das System, die Flur – die Karte, die Karte – die Erneuerung, die Qualifikation – der Stand, der Grund – das Buch, die Karte – die Darstellung.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

die Zusammensetzung, die Flächengröße, die Steuer, das Ziel, die Zerstückelung, die Anforderung, die Präzision, das Land, die Ermittlung, die Ausmessung, die Methode, das Bodenstück, die Abgabe, nutzen, existieren, ermitteln, dürfen, unterschiedlich, mannigfaltig, oft, verschieden.

3. Bilden Sie Substantive:

zusammenstellen, beschreiben, einführen, abschätzen, aufstellen, sichern, zersplittern, fordern, vermessen, systematisieren, messen, voraussetzen, aufnehmen, unterscheiden, stehen, bearbeiten, umkopieren, umzeichnen, darstellen, vermarken, erneuern, bestimmen.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Der Begriff «Kataster» entstammt dem mittellateinischen «capitationis registrum» = Kopfsteuerverzeichnis, *das* später zum Wort «capitastrum» zusammengefügt wurde.

2. Neumessungen erfolgten in den Gebieten, *in denen* infolge der Vernichtung von Katasterunterlagen eine Wiederherstellung oder Erneuerung des Katasters erforderlich war.

3. Die Faktoren, *die* die Stabilität des Grundkatasters gewährleisteten, haben ihren Ursprung in der Technologie des Aufbaus und der Fortführung des Katasters.

4. Ursprünglich stellte das Kataster ein Buch dar, *das* die besteuerte Bodenliste enthielt.

5. Es ist sehr wünschenswert, an den heute noch bedeutungsvollen Eigentumsgrenzen Grenzsteine vorzufinden, *an die* Fortführungsmessungen angeschlossen werden können.

6. Die *schlechtesten* Karten sind in der Regel später erneuert worden.

7. Zweckmäßige Veränderungen der Gemarkungsgrenzen können durch die Liegenschaftsdienste veranlaßt und realisiert werden.

8. *Dadurch* wird künftig eine weitere Vereinheitlichung der Flurkarten erreicht werden.

5. Finden Sie im Text die den russischen Äquivalenten entsprechenden Sätze und schreiben Sie sie heraus:

1. Для цели налогообложения земельных участков, используемых в сельском хозяйстве, были необходимы сведения о площади, которые предполагали съемку и регистрацию этих участков.

2. Первые кадастры недвижимости возникли в Европе с введением денежного сбора (налога) в качестве так называемых кадастров поземельного налога вместо натуральных продуктов, взимаемых ранее при феодализме.

6. Geben Sie den Inhalt des Textes nach dem folgenden Plan wieder:

1. Das erste Liegenschaftskataster in Mitteleuropa.

2. Die Liegenschaftskataster in Deutschland.

3. Die Rolle der Karten in den Katastersystemen.

7. Übersetzen Sie den Text schriftlich mit dem Wörterbuch:

Römische Vermessungen

Eroberte Gebiete wurden sofort neu organisiert, erschlossen und planmäßig besiedelt. Bei der Gründung der Kolonien wurden vom Senat Kommissionen eingesetzt, denen auch die Agrimensoren angehörten. Sie hatten die Aufgabe, die Grenzen des zur Besiedlung vorgesehenen Territoriums festzulegen und mit

Steinen abzumarken. Diese «Landlose» wurden an die Siedler, bzw. Kriegsveteranen verteilt.

Bei der Vermessung und Aufteilung wurden in der Regel gleich große Flächeneinheiten gebildet und den Siedlern steuerfrei zugewiesen. Der im 1. Jahrhundert n.Chr. lebende Agrimensor Balbus veröffentlichte: «*Sobald wir das feindliche Land betraten, erforderten die Operationen unseres Kaisers sofort methodische Vermessungen. Es waren Parzellen abzustecken, sowie die Breiten der Flüsse und die Höhen der zu erstürmenden Berge nach den Methoden der Feldmesskunst zu ermitteln.*»

LEKTION 6. DIE EINRICHTUNG DES LIEGENSCHAFTSKATASTERS

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Abschnitt m, - (e)s, - e	раздел, отрезок, участок
Angabe f, - n	указание, сообщение
Bezeichnung f, - en	обозначение, условный знак, название
Dienststelle f, - n	служба, служебная инстанция
Einheit f, - en	единица, единица измерения, единство
Einrichtung f, - en	организация, устройство, оборудование
Flur f, - en	флур, поле, единица площади немецкого земельного кадастра
Flurstück n, - (e)s, - e	участок поля, надел
Gegenstand m, - (e)s, - stände	вещь, предмет, тело
Gewanne f, - n	граница угодья, полоса земли (пашни)
Kennzeichen n, - s	знак, отметка, характеристика
Lagebezeichnung f, - en	условное обозначение (название)
Nutzung f, - en	(ис)пользование, эксплуатация, польза
Nutzungsart f, - en	зд: вид разрешенного использования, категория земли, целевое использование
Unterlage f, - n	основа, оригинал, первоисточник
Unterscheidung f, - en	различие, отличие, распознавание
Verhältnis n, - ses, - se	связь, отношение, пропорция, обстановка
Wirtschaft f, - en	хозяйство, экономика
Wirtschaftskataster n, - s	хозяйственный кадастр
abschließen (o, o)	заключать, завершать, кончатся
anlegen	размещать, составлять, располагать
aufführen	воздвигать, возводить, приводить, ставить
bebauen	застраивать, обрабатывать

erfolgen	происходить, (по)следовать, производиться
umfassen	охватывать
umschließen (o, o)	окружать, включать
umschreiben (ie, ie)	переписывать
unterteilen	(под)разделять
eigen	собственный
zweckmäßig	целесообразно

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter!

das Verzeichnis, das Flurstück, das Gebäude, das Verhältnis, die Bodennutzungsverhältnisse, die Gebietseinteilung, der Liegenschaftsregister, die Schätzungsabschnittsgrenze, der Numerierungsbezirk, die Ortsteile, das Unterscheidungskennzeichen, charakterisieren, zurücklaufen, aufführen, erhalten, gleichartig, tatsächlich, alphabetisch, örtlich, einzig, selbständig, häufig, gewählt, zweckmäßig, einheitlich.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen!

Кадастр, граница, группа, нумерация, кадастровая карта, линия, номер, регистр, флюор, характеризовать, регистрировать, по алфавиту, топографический, идентичный, политический.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Unter Kataster versteht man Verzeichnisse gleichartiger Gegenstände. Als Liegenschaften werden unbebaute bzw. bebaute Flurstücke mit deren Gebäuden bezeichnet.

Das Liegenschaftskataster ist eine Zusammenstellung und Beschreibung von Liegenschaften; in ihnen werden die tatsächlichen Verhältnisse von Liegenschaften dargestellt und beschrieben, während im Grundbuch die rechtlichen und im Wirtschaftskataster die Bodennutzungsverhältnisse nachgewiesen werden.

Die Gemeinde ist die kleinste Einheit der politischen Gebietseinteilung. Infolge ihres geschichtlichen Werdens verlaufen die Grenzen der Gemeinden vielfach unregelmäßig. Die Bücher des Liegenschaftskatasters sind in der Regel nach Gemeinden angelegt und nach den Namen der Gemeinden alphabetisch geordnet.

Die Gemarkung ist ein Bezirk des Katasters, der eine einzige örtlich erkennbare, umschriebene und abgeschlossene Gruppe von Flurstücken im topographischen Zusammenhang umfaßt.

Als Flur bezeichnet man den auf einem Blatt der Katasterkarte dargestellten Teil einer Gemarkung.

Unter einem Flurstück versteht man einen Teil der Erdoberfläche, der von einer in sich zurücklaufenden Linie umschlossen und in der Liegenschaftskarte unter einer besonderen Nummer aufgeführt wird. Das Flurstück ist die kleinste selbständige Katasterfläche, die in den Liegenschaftskarten und in den Liegenschaftsregistern unter einer besonderen Nummer – der Flurstücksnummer – nachgewiesen wird.

Obwohl das Flurstück häufig durch Nutzungsarten- und Schätzungsabschnittsgrenzen weiter unterteilt wird, erhalten diese Teile keine eigenen Nummern. Der gewählte Numerierungsbezirk ist im Gebiet Deutschlands örtlich verschieden und z. T. mit der Flur, der Gemarkung oder auch der Gemeinde identisch.

Jedes Flurstück ist in den Katasterunterlagen durch Lagebezeichnungen zu charakterisieren. Für bebaute Flurstücke ist die Angabe von Straße und Hausnummer zweckmäßig, da die meisten Dienststellen und Institutionen die Grundstücke nach diesen Angaben registrieren. Eine weitere Bezeichnung der Lage kann nach Gewannen, Feldlagen, Fluren, Ortsteilen bzw. anderen Unterscheidungskennzeichen erfolgen. Für jedes Flurstück sowie für die verschieden genutzten Teile eines Flurstückes wird im einheitlichen Liegenschaftskataster außerdem die Art der Nutzung nachgewiesen.

Texterläuterungen

die Schätzungsabschnittsgrenze – зд: кадастровая оценка
tatsächlich – фактически(й), в самом деле
vielfach – многократный
unregelmäßig – зд: неравномерно
außerdem – кроме того
erkennbar – заметный
z.T.= zum Teil – отчасти
sich zurücklaufende Linie – непрерывная (замыкающаяся линия)

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

Zusammen – die Stellung, der Boden – die Nutzung – die Verhältnisse, das Gebiet – die Einteilung, die Wirtschaft – das Kataster, die Erde – ober – die Fläche, die Liegenschaft – der Register, die Flur – das Stück – die Nummer, die Schätzung – der Abschnitt – die Grenze, das Kataster – unter – die Lage, der Dienst – die Stelle, das Feld – die Lage, die Unterscheidung – kennen – das Zeichen.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

der Unterschied, die Sache, das Grundstück, die Zusammensetzung, die Teilung, der Rayon, die Verbindung, der Anteil, der Bereich, die Anweisung, das Amt, heißen, abbilden, teilen, bekommen, oft, unterschiedlich, kennzeichnen, systematisieren.

3. Bilden Sie Substantive:

zusammenstellen, beschreiben, nutzen, einteilen, werden, teilen, schätzen, liegen, bezeichnen, unterscheiden, verzeichnen, einrichten, zusammenhängen, numerieren.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Als Liegenschaften bezeichnet man *bebaute* oder *unbebaute* Flurstücke mit *deren* Gebäuden.

2. Unter die Gemeinde versteht man die *kleinste* Einheit der politischen Gebietseinteilung.

3. Unter Kataster versteht man Verzeichnisse gleichartiger Gegenstände.

4. Als Hofraum bezeichnet man *unbebaute*, nicht als Garten *benutzte* Flächen.

5. Anfangs sind in diesem Verzeichnis 526 Fluren aufgeführt.

6. Der Name F.G. Gauß ist untrennbar mit dem Begriff der Katastrierung von Liegenschaften verbunden.

7. Durch mehrmalige Umkopierungen oder Umzeichnungen sind weitere Genauigkeitsverluste eingetreten.

8. Die Katasterentstehung ist mit dem Privateigentum an Boden und mit der Notwendigkeit der Bodenerhebung von den Grundbesitzern verbunden.

5. Finden Sie im Text die den russischen Äquivalenten entsprechenden Sätze und schreiben Sie sie heraus!

1. Недвижимым имуществом называются земельные участки на застроенных или незастроенных территориях с их постройками (объектами недвижимости).

2. Флюром (полем) называют часть земельного участка, изображенного на кадастровой карте.

3. Участок поля – это самая маленькая самостоятельная площадь кадастра, которая указывается в картах и регистрах недвижимости под определенным номером (номером участка поля).

6. Erzählen Sie alles über das Flurstück dem Plan nach:

a) Das Flurstück als ein Teil der Oberfläche;

b) Das Flurstück als die kleinste selbständige Katasterfläche.

7. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Was versteht man unter Kataster? 2. Was wird als Liegenschaften bezeichnet? 3. Was ist das Liegenschaftskataster? 4. Was ist die Gemeinde? 5. Was ist die Gemarkung? 6. Was bezeichnet man als Flur? 7. Was versteht man unter einem Flurstück?

LEKTION 7. LIEGENSCHAFTSKATASTER

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Auswertung f, - en	использование; оценка; обработка
Bedürfnis n, - ses, - se	потребность, нужда
Beschaffenheit f, - en	свойство, качество, состояние
Bestandsaufnahme f, - n	инвентаризация, инвентарная опись
Bestandteil n, - (e)s, - e	составная часть, элемент
Daten pl	цифровые данные, информация, сведения
Entsorgung f, - en	удаление отходов
Fachbereich m, - (e)s, - e	отрасль (техники), область науки
Fachgebiet n, - (e)s, - e	область науки, специальность
Führung f, -en	ведение (дел), управление, руководство
Handhabe f, - n	средство, возможность
Hinweis m, - es, - e	указание, ссылка
Mehrfach n, - (e)s, - fächer	многократность
Regelung f, - en	регулировка, (у)регулирование, управление
Recht n, - (e)s, - e	право
Suche f, - n	поиски, разыскивание
Umweltschutz m, - es, - e	защита (охрана) окружающей среды
Verknüpfung f, - en	связывание, скрепление, связь, обсуждение
Versorgung f, - en	снабжение, обеспечение
Verwaltung f, - en	(у)правление, заведение, администрация
Vorhaltung f, - en	опережение, упреждение
Weisung f, - en	указание, предписание, сведения
anpassen	приспосабливаться
aufbereiten	подготавливать, сортировать
beeinflussen	влиять
beseitigen	устранять
verhindern	предотвращать
vornehmen (a, o)	взяться, приниматься
vollziehen (o, o)	исполнять, осуществлять, совершать
vorhanden sein	иметься, присутствовать
lagemäßig	по положению
fachübergreifend	межотраслевой
flächendeckend	непрерывный, сплошной

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

die Bestandsaufnahme, das Eigentumsrecht, das Informationssystem, die Handhabe, das Grundsteuerkataster, der Strukturwandel, die Weisung, die Praxis, die Mehrfachvorhaltung, die Verknüpfung, die Statistik, der Katasterinhalt, die

Nutzungsart, die Bodenbeschaffenheit, die Ertragsfähigkeit, die Bodenschätzungsangaben, die Eigentümerangaben, die Verfügungsbeschränkung, die Flurstückscoordinate, das Suchkriterium, lagemäßig, hauptsächlich, zukünftig, jederzeit, flächendeckend, jeweilig, einheitlich, dynamisch, traditionell, grundstücksbezogen.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Информационная система, республика, форма, кадастр, формальности, грунт, структура, практика, планирование, статистика, координата, критерий, флюр, информация, традиционный, дифференцированный, динамический, геометрический.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Das Liegenschaftskataster ist die geometrische und lagemäßige Bestimmung, Bestandsaufnahme und Beschreibung von Liegenschaften. Sein Bestandteil sind auch Daten über ausgewählte Rechte an den Liegenschaften, hauptsächlich an Eigentumsrechten. Das Liegenschaftskataster dient auch als Informationssystem für ausgewählte Zwecke sowie zum Aufbau anderer Informationssysteme über Liegenschaften. Die Führung des Katasters ist in der Bundesrepublik Deutschland eine öffentliche Aufgabe, die in der Regel vom Staat, in wenigen Bundesländern auch von den Städten oder Landkreisen nach staatlicher Weisung vorgenommen wird. Alle Bundesländer haben moderne Vermessungs- und Katastergesetze, nach denen ein Liegenschaftskataster zu führen und Grundstücke und Gebäude nachzuweisen und zu beschreiben sind, wie es die Bedürfnisse von Recht, Verwaltung und Wirtschaft erfordern. Diese dynamische Regelung verhindert die Erstarrung des Liegenschaftskatasters in einmal festgelegte Formen und bietet die Handhabe, veraltete Formalien zu beseitigen und jederzeit das Liegenschaftskataster modernen Entwicklungen anzupassen.

Das heutige Liegenschaftskataster hat seinen Ursprung im Grundsteuerkataster Anfang des letzten Jahrhunderts. Seitdem hat sich ein Strukturwandel vollzogen, der gerade in den letzten Jahren sehr tiefgreifend war und die Praxis bei der Vermessungs- und Katasterverwaltung entscheidend beeinflusste. Schon früh wurde erkannt, daß das Liegenschaftskataster mit seinen flächendeckenden, bodenbezogenen Grunddaten die Basis für alle grundstücksbezogenen Informationen der jeweiligen Fachbereiche sein muß, um eine unwirtschaftliche Mehrfachvorhaltung dieser Daten zu vermeiden und fachübergreifende Verknüpfungen und Auswertungen zu ermöglichen. Dies gilt insbesondere für die Bereiche Planung, Umweltschutz im weitesten Sinne, Statistik sowie Ver- und Entsorgung. Die in den jeweiligen Fachgebieten gesammelten und aufbereiteten Daten können fachübergreifend nur dann ausgewertet werden,

wenn sie auf einheitliche flächendeckende Grunddaten bezogen werden. Wesentliche Grunddaten sind im Liegenschaftskataster vorhanden. Zu diesen Daten gehören nicht nur traditionelle Katasterinhalte, wie z.B. Gauß-Krüger-Koordinaten, Flächenangaben, Nutzungsarten, Daten über die Bodenbeschaffenheit und Ertragsfähigkeit (Bodenschätzungsangaben), Eigentümerangaben, sondern insbesondere auch Hinweise auf öffentlich-rechtliche Verfügungsbeschränkungen, die Flurstückscoordinate als Suchkriterium, differenzierte Nutzungsartenangaben.

Texterläuterungen

die Erstarrung – застой, застывание

veralten – устаревать

jederzeit – во всякое время

jeweilig – соответствующий

tiefgreifend – глубокий, основательный, радикальный

öffentlich – государственный, общественный, публичный

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

der Bestand – die Aufnahme, das Eigentum – das Recht, die Information – das System, die Vermessung – das Gesetz, das Kataster – das Gesetz, die Liegenschaft – das Kataster, das Fach – das Gebiet, der Grund – die Daten, die Basis – die Daten, das Kataster – die Verwaltung, mehr – das Fach – die Vorhaltung, die Flur – das Stück – die Coordinate, die Umwelt – der Schutz, die Nutzung – die Art, die Fläche – die Angaben.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

die Ermittlung, das Ziel, der Bau, die Formalität, die Leitung, der Hinweis, die Information, der Bedarf, das Amt, die Ökonomik, das Fachgebiet, die Angaben, der Fachbereich, das Praktikum, die Verbindung, die Daten, die Ausnutzung, die Eigenschaft, fordern, sollen, erfassen, wählen.

3. Bilden Sie die Verben:

die Bestimmung, die Aufnahme, die Information, das System, der Aufbau, die Führung, die Vermessung, der Nachweis, die Festlegung, die Planung, die Entwicklung, die Regelung, die Auswertung, die Verwaltung.

4. Gebrauchen Sie die gegebenen Verben in der genannten Zeitform des Aktivs! Übersetzen Sie die Sätze:

1. Das heutige Liegenschaftskataster ... seinen Ursprung im Grundsteuerkataster Anfang des letzten Jahrhunderts. (haben – Präsens)

2. Die Größe einer Hufe ... nach der Herkunft der Siedler und der Fruchtbarkeit des Bodens verschieden. (sein – Imperfekt)

3. Man ... im französisch besetzten Mainz und Düsseldorf 1804 und 1806 Katasterschulen ... (eröffnen – Perfekt)

4. Die Realisierung der Automatisierten Liegenschaftskarte ... in einigen Bundesländern Deutschlands ... (beginnen – Plusquamperfekt)

5. Diese Aufgaben der katasterführenden Behörden ... nur auf der Basis der automatisierten Datenverarbeitung ... (bewältigen – Futurum)

5. Übersetzen Sie den Text schriftlich mit dem Wörterbuch: Römisches Kataster

Die Römer haben als straff organisierter Verwaltungsstaat ein umfangreiches System zur Vermessung und Besteuerung des Grundbesitzes angelegt und dieses Ordnungssystem auch in alle von ihnen beherrschten Ländern übertragen. So hatte jede Provinz ihr zentrales «Finanzamt» (tabularium), das für Germanien war in Trier.

Das Römische Reich, das bis zur Mitte des 5. Jhd. unserer Zeitrechnung auch große Teile Deutschlands umfasste, erstellte ein Liegenschaftskataster mit Einteilung in Steuerstufen (capita) und in Listen (capitum registra). Es ging später verloren. Aus dem capitum registra entstand capitastra = Kataster, so eine der vielen Deutungen über die Herkunft dieses Wortes. Jeder Autor, der sich mit diesem Thema beschäftigt, kommt auf eine andere Deutung.

LEKTION 8. LIEGENSCHAFTSKATASTER IN POLEN

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Änderung f, - en	изменение, перемена
Eigenschaft f, - en	свойство, качество
Einheitlichkeit f, - en	единство, единообразие, унификация
Eindeutigkeit f, - en	ясность, определенность, однозначность
Einfluß m, - es, - flüsse	влияние
Gehalt m, - (e)s, - e	содержание, содержательность, емкость
Grundbuchwesen n, - s	земельная регистрация, поземельный кадастр
Vervollkommnung f, - en	(у)совершенствование
Vergleich m, - (e)s, - e	сравнение, соглашение, сделка
Vollständigkeit f, - en	полнота, точность (данных), законченность
Wirkung f, - en	действие, влияние; эффект, последствие
auszeichnen	отличать, отличаться, выделяться
bestehen (a, a)	существовать
erfolgen	происходить, следовать
gewährleisten	гарантировать, обеспечивать

gewinnen (a, o)	добывать, получать, приобретать
gliedern, sich	делиться, расчленять
liefern	снабжать, поставлять, доставлять
unterliegen (a, e)	находиться в (чьем-л.) ведении, уступать
ähnlich	похожий, подобный
gegenwärtig	настоящий, современный; теперь
vollwertig	полноценный

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

das Katastersystem, die Vervollkommnung, der Prozeß, der Informationsgehalt, die Änderung, die Agrarpolitik, das Eigentumsverhältnis, die Modernisierung, die Vollständigkeit, die Aktualität, die Einheitlichkeit, die Dokumentationsbearbeitung, die Datenerneuerung, die Stabilität, das Eigentumssicherungssystem, die Steuererhebung, vergrößern, gewährleisten, anhaftend, ähnlich, früher, preußisch, höher, verschiedenartig, tatsächlich, einheitlich, verknüpft.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Система, кадастр, процесс, планирование, цель, информация, фактор, статистика, актуальность, документация, норма, модернизация, стабильность, документы, технология, компетенция, аграрная политика, Польша, классический, систематический, прусский, организаторский, технический, польский.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Das polnische Liegenschaftskataster zählt zu den klassischen Grundkatastern und ist anderen Katastersystemen in Europa ähnlich. Im Laufe von Jahren unterlag das Grundkataster dem systematischen Prozeß der Vervollkommnung und Modernisierung – es vergrößerte sich der Wirkungsbereich und Informationsgehalt, wodurch diese Einrichtung heute zu einem wirksamen Arbeitsmittel des Staates für die Verwaltung und Raumplanung geworden ist. Einen Vergleich für Entwicklung des Grundkatasters können Beispiele aus dem österreichischen und dem früheren preußischen Katastersystem geben, die auch in Polen am meisten bekannt waren. Der Aufbau dieser beiden Katastersysteme erfolgte mit dem Ziel, Informationen über Liegenschaften zwecks Berechnung der Grundsteuer zu sammeln.

Später eingeführte organisatorische und technische Änderungen in diesen Systemen ergaben sich aus höheren Anforderungen der Wirtschaft dieser Staaten, und das Kataster gewann auch mit der Zeit Einfluß auf Sicherung des

Eigentums sowie auf die Agrarpolitik. Gegenwärtig liefern die Katastersysteme verschiedenartige Angaben über Grundstücke und Eigentumsverhältnisse für die Planung, Bodenwirtschaft, Steuererhebung, Statistik u.a. Die Datenmenge zeichnet sich durch folgende Faktoren aus:

- Vollständigkeit und Aktualität der Informationen über Liegenschaften und ihre Eigentümer;
- Richtigkeit der Daten;
- Eindeutigkeit der Informationen und Einheitlichkeit der Dokumentationsbearbeitung;
- hoher technischer Wert der Dokumente;
- vollwertiges System der Datenerneuerung auf der Grundlage von Rechts- und technischen Normen.

Die Faktoren, die die Stabilität des Grundkatasters gewährleisten, haben ihren Ursprung in der Technologie des Aufbaus und der Fortführung des Katasters. Das Eigentumssicherungssystem in Polen gliedert sich in das Grundbuch und das Liegenschaftskataster. Im Grundbuch werden Grundstücke mit den ihnen anhaftenden Rechten (z.B. Eigentum), im Liegenschaftskataster werden unter anderem die tatsächlichen Eigenschaften von Flurstücken (z.B. Lage, Größe) beschrieben. Die Flurstücke des Liegenschaftskatasters dienen dem Grundbuch zur Beschreibung der Grundstücke. Das Kataster- und Grundbuchwesen wird einheitlich geführt. Die Gesetzgebungskompetenz liegt beim Staat. Grundbuch und Kataster stellen zwei verschiedene Systeme dar, die nebeneinander bestehen und eng miteinander verknüpft sind.

Texterläuterungen

- anhaftend – свойственный, присущий
- werden zu – превращаться
- zählen zu – относиться, причислять к чему-либо
- wirksam – действующий, действительный
- unter anderem – между прочим
- u. a. = und and(e)res – и другое, и прочее

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

das Kataster – das System, die Wirkung – der Bereich, die Arbeit – das Mittel, der Raum – die Planung, das Eigentum – das Verhältnis, der Boden – die Wirtschaft, die Steuer – die Erhebung, die Dokumentation – die Bearbeitung, die Daten – die Erneuerung, das Eigentum – die Sicherung – das System, der Grund – das Buch – das Wesen, der Grund – das Kataster.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

das Landkataster, das Gebiet, der Inhalt, die Organisation, der Bau, die Veränderung, die Forderung, die Daten, die Einwirkung, die Beschaffenheit, die Verarbeitung, das Katasterwesen, das Grundbuchwesen, die Landsteuer, der Zweck, der Anteil, sich teilen, steigern, existieren, unterschiedlich.

3. Bilden Sie die Substantiv:

systematisieren, vervollkommen, modernisieren, wirken, einrichten, verwalten, planen, vergleichen, entwickeln, aufbauen, informieren, berechnen, ändern, anfordern, erheben, bearbeiten, erneuern, liegen, sichern.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Grundbuch und Kataster stellen zwei verschiedene Systeme dar, die nebeneinander verknüpft sind.
2. Der Inhalt der Liegenschaftsdokumentation ist ständigen Veränderungen unterworfen.
3. Seit 1523 war die Grundsteuer in ein Kataster eingetragen.
4. Die Bücher des Liegenschaftskatasters sind nach Gemeinden angelegt und nach den Namen der Gemeinden alphabetisch geordnet.
5. Im Mittelalter war Schock- oder Landsteuer, eine Grundsteuer eingeführt.
6. Das Kataster- und Grundbuchwesen wird einheitlich geführt.
7. Im Liegenschaftskataster werden die tatsächlichen Eigenschaften von Flurstücken (z. B. Lage, Größe) beschrieben.
8. Im Wirtschaftskataster werden die Bodennutzungsverhältnisse nachgewiesen.

5. Finden Sie im Text die den russischen Äquivalenten entsprechenden Sätze und schreiben Sie sie heraus:

1. Целью создания двух кадастровых систем является сбор информации о недвижимости для вычисления земельного налога.
2. Поземельная книга и кадастр – две разные, но тесно связанные друг с другом системы.

6. Aufgaben zum Text:

1. Erzählen Sie über die polnischen Katastersysteme.
2. Nennen Sie alle Faktoren, durch die sich die Datenmenge auszeichnet.
3. Erläutern Sie das Eigentumssicherungssystem in Polen.

LEKTION 9. BODENKATASTER IN RUßLAND

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Bedeutung f, - en	значение
Bedingung f, - en	условие
Bewachung f, - en	зеленый покров (о растениях)
Bewertung f, - en	оценка, назначение цены
Bodenkataster n, - s	земельный кадастр
Einrichtung f, - en	организация, учреждение
Gesamtheit f, - en	совокупность
Kennzahlen pl	нумерация, цифры
Landwirtschaft f, - en	сельское хозяйство
Maßnahme f, - n	мероприятие
Verstaatlichung f, - en	национализация
Zustand m, - (e)s, - stände	состояние, положение
ausarbeiten	вырабатывать
beruhen	покоиться, основываться
berücksichtigen	принимать во внимание
empfehlen (a, o)	рекомендовать
erwarten	ожидать
gelingen (a, u)	удаваться, ладиться
leiten	руководить; проводить
übergeben (a, e)	передавать
allseitig	всесторонний, разносторонний

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

das Datensystem, die Rechtslage, die Gesamtheit, der Bodenzustand, die Maßnahme, die Sowjetmacht, die Oktoberrevolution, die Verstaatlichung, der Landeinrichtungsdienst, die Produktionsorganisation, die Kennzahlen, die Bonitierung, die Produktivität, die Bewachung, die Praxis, die Projektion, die Klassifizierung, die Melioration, charakterisieren, berücksichtigen, beeinflussen, beruhen, rationell, allseitig, ökonomisch, natürlich, vollständig.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Система, материал, текст, документ, Октябрьская революция, инструкция, карта, форма, министр, территория, фонд, элемент, категория, министерство, продукция, организация, методика, дискуссия, практика, классификация, рельеф, фактор, продуктивность, климат, мелиорация, масштаб, проекция, характеризовать, рациональный, административный, натуральный, экономический.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Das Bodenkataster ist das Datensystem von Raum-, Natur-, Wirtschafts- und Rechtslage des Bodens. Das staatliche Bodenkataster wird für die Versorgung der rationellen Bodenausnutzung geführt. Das ist die Gesamtheit der plankartographischen Materialien und der Textdokumente, die den Bodenzustand allseitig charakterisieren. Eine der ersten Maßnahmen der Sowjetmacht nach der Oktoberrevolution war die Verstaatlichung des Bodens. Zur Erfassung und rationelleren Nutzung des Bodens erschien die erste 1919 in Kraft getretene Instruktion über den Nachweis des Bodens. 1933 wurde die Karten- und Listenform des Bodennachweises eingeführt.

Auf Grund des Ministerratsbeschlusses von 1954 «Über den einheitlichen staatlichen Nachweis des Bodenfonds der UdSSR» entstand ein einheitliches System des Nachweises des Bodens und seiner Nutzung. In den Städten und Kreisen werden Bücher der Bodennutzung geführt. Nachgewiesene Einheit ist das Territorium als Teil des einheitlichen staatlichen Bodenfonds, das dem Nutzer für bestimmte Zwecke vom Staat zur unbegrenzten, lang- oder kurzfristigen Nutzung übergeben wird.

Grundelement ist das Flurstück. Der Nachweis erfolgt hinsichtlich der landwirtschaftlichen Bedeutung und Nutzung sowie der administrativen Einteilung, der Ordnung nach Nutzerkategorien. Der Bodennachweis wird vom Landeinrichtungsdienst im Ministerium für Landwirtschaft geleitet und ist eng mit Maßnahmen zur Gestaltung des Bodens verbunden. In den letzten Jahren ergab sich daher die Notwendigkeit, ein Bodenkataster auszuarbeiten, das Angaben über Menge, Güte und Wert des Bodens enthält.

Arbeiten von wissenschaftlichen Einrichtungen und Produktionsorganisationen zur Gestaltung der Methodik der Bodenbewertung gelangten zum Teil schon in die Praxis. Nach der bisherigen Diskussion ergeben sich zwei Teile:

1. Klassifizierung und Angabe des Bodenwertes nach natürlichen Eigenschaften und Kennzahlen (Bonitierung).

2. Bewertung nach ökonomischen Kennzahlen. Außer dem Boden sollen auch Relief und Klima berücksichtigt werden, d.h. die natürlichen Bedingungen und die Faktoren, die die Produktivität des Bodens beeinflussen.

In nächster Zeit sind Festlegungen über Inhalt und Methodik des Bodenkatasters zu erwarten. Die Bodenkatasterkarten sollen einen vollständigen Überblick über den Zustand und die Nutzung des Bodens sowie seine Bewachsung geben. In Gebieten mit Meliorationen werden dafür Maßstäbe 1:5000 und größer, für sonstige landwirtschaftlich genutzte Gebiete 1:50000 oder 1:100000 empfohlen. Die Karten sollten auf der Gauß-Krüger-Projektion beruhen.

Texterläuterungen

der Beschluß – решение
langfristig – долгосрочный
kurzfristig – краткосрочный
hinsichtlich – по отношению, относительно
zum Teil – отчасти
d. h. = das heißt – это означает, то есть

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

der Raum – die Lage, die Natur – die Lage, der Boden – das Kataster, der Boden – die Ausnutzung, der Boden – der Zustand, der Text – das Dokument, die Karte – die Form, der Nutzer – die Kategorie, die Produktion – die Organisation, das Land – die Einrichtung – der Dienst, der Boden – der Wert, kennen – die Zahlen, der Boden – das Kataster – die Karte, der Boden – die Bewertung.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

das Landkataster, das Praktikum, die Abschätzung, die Nutzung, die Daten, das Land, der Nachweis, die Ausnutzung, der Benutzer, die Erfassung, die Teilung, das Ziel, die Schätzung, der Anteil, die Feststellung, die Beschaffenheit, der Bereich, verknüpfen, warten.

3. Bilden Sie Verben:

die Führung, der Charakter, die Erscheinung, die Einführung, die Entstehung, die Leitung, die Verbindung, das Ergebnis, die Berücksichtigung, der Einfluß, die Erwartung, die Empfehlung.

4. Bestimmen Sie die Zeitform des Passivs! Übersetzen Sie die folgenden Sätze ins Russische:

1. Der Bodennachweis wird eng mit Maßnahmen zur Gestaltung des Bodens verbunden.
2. Die Bodenschätzung wurde durch den zweiten Weltkrieg unterbrochen.
3. Die früheren Katastersysteme sind ausschließlich zu Besteuerungszwecken geschaffen worden.
4. Die schlechtesten Karten waren in der Regel später erneuert worden.
5. Dadurch wird künftig eine weitere Vereinheitlichung der Flurkarten erreicht werden.
6. Außer dem Boden sollen auch Relief und Klima berücksichtigt werden.

5. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Wofür wird das staatliche Bodenkataster geführt? 2. Wozu erschien die erste Instruktion über den Nachweis des Bodens? 3. Wann entstand ein einheitliches System des Nachweises des Bodens und seiner Nutzung? 4. Was ist nachgewiesene Einheit? 5. Welche Notwendigkeit ergab sich in den letzten Jahren? 6. Was sollen die Bodenkatasterkarten geben?

6. Übersetzen Sie den Text schriftlich mit dem Wörterbuch: Bodenskataster

Das staatliche Bodenkataster besteht aus Übersichten über die Rechte am Boden, seinen Natur- und wirtschaftlichen Zustand. Die Dokumente hierfür sind Eigentümer- und Nutzernachweise, die Evidenz des Bodens, die Bonitierung des Bodens und seiner Eigenschaften sowie seine ökonomische Bewertung. Das Bodenkataster wird einheitlich für unser Land auf Kosten des Staatshaushalts geführt.

Die Landeinrichtung hat geodätische, kartographische, bodenmäßige, geobotanische und andere Maßnahmen zum Inhalt, die auf den Schutz und die rationelle Nutzung des Bodens gerichtet sind. Hierfür werden Schemas und Projekte für Nutzung und Schutz des Bodens, für die Flurbereinigung, für die innerwirtschaftliche Landeinrichtung der Eigentümer und Nutzer, für den Naturschutz und anderes aufgestellt.

LEKTION 10. AMTLICHES LIEGENSCHAFTSKATASTERINFORMATIONSSYSTEM (ALKIS)

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Bereitstellung f, - en	подготовка, заготовка, изготовление, ассигнование
Erstellung f, - en	изготовление, установка, составление
Fachdaten pl	отраслевые сведения, профессиональные характеристики
Geobasisdaten pl	пространственные данные
Gewährleistung f, - en	гарантия
Grunddaten pl	основные характеристики (параметры)
Grundstücksverkehr m, - (e)s	отчуждение земельного участка, уступка права собственности на земельный участок
Liegenschaftsbuch n, - (e)s, - bücher	реестр недвижимости, книга недвижимого имущества

Liegenschaftskarte f, - n	карта недвижимого имущества
Merkmal n, - (e)s, - e	признак, отличительная черта
Rechtspflege f, - n	зд: защита прав
Sachdaten pl	отраслевые сведения, основные данные
Wahrung f, - en	соблюдение, сохранение
Wiedervereinigung f, - en	объединение
Vermessungswesen n, - s	геодезия
abschließen (o, o)	завершать, подводить итог
bedingen	обуславливать
festschreiben (ie, ie)	определять, записывать, фиксировать
definieren	определять
erfassen	учитывать
ermöglichen	иметь (давать) возможность
digital	цифровой
gesteuert	управляемый
momentan	мгновенный
raumbezogen	пространственный
redundanz	избыточный

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

das Liegenschaftskatasterinformationssystem, die Wiedervereinigung, die Sicherung, der Grundstücksverkehr, die Liegenschaftsdokumentation, die Ordnungsmerkmal, die Flächengröße, die Entstehung, das Vermessungswesen, die Bereitstellung, die Vermessungsverwaltung, die Arbeitsgemeinschaft, die Geobasisinformation, die Gewährleistung, (die) Recherchen, ausschließlich, anwenderspezifisch, hinausgehend, gegenwärtig, nutzergerecht, momentan, redundanzfrei, maßstabsunabhängig, blattschnittfrei.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Грунт, штука, статистика, планирование, информация, система, концепция, карта, компьютер, автоматизированная карта, документация, кадастр, моделирование, график, модель, масштаб.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Nach der Wiedervereinigung Deutschlands diente das Liegenschaftskataster nach dem Vermessungsgesetz der Sicherung des Eigentums und der Wahrung der Rechte an Grundstücken und Gebäuden, dem Grundstücksverkehr und der Ordnung von Grund und Boden.

Es berücksichtigte darüber hinaus die Bedürfnisse von Rechtspflege, Verwaltung, Statistik, Planung und Wirtschaft. Gleichzeitig war es Grundlage

für weitere raumbezogene Informationssysteme. Letzteres und die Forderung der Nutzer nach digitalen amtlichen Daten bedingten den Aufbau der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und des Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB). Die Erstellung des ALB konnte unter Nutzung der in der computergesteuerten Liegenschaftsdokumentation erfassten Daten kurzfristig abgeschlossen werden. Das Liegenschaftsbuch wird ausschließlich digital geführt. Derzeit enthält das Liegenschaftsbuch als der beschreibende Teil des Liegenschaftskatasters:

- die Angaben zu den Flurstücken mit ihren Ordnungsmerkmalen, Flächengrößen, Nutzungen und Lagebezeichnungen;
- die Angaben zur Entstehung und Fortführung von Flurstücken. Mit dem neuen Vermessungsgesetz wurde die digitale Führung der Daten des amtlichen Vermessungswesens festgeschrieben. Diese Daten dienen auch allen weiteren Nutzern als Geobasisdaten. Nutzer können ihre Fachdaten mit den Geobasisdaten verbinden und gezielte Recherchen sowie anwenderspezifische Auswertungen in den verschiedenen Bereichen der Wirtschaft, Verwaltung, Planung sowie des Umwelt- und Naturschutzes vornehmen. Hieraus wird deutlich, dass das heutige Liegenschaftskataster über die Aufgabe der Eigentumssicherung hinausgehende Bedeutung hat. Gegenwärtig wird im Sinne einer nutzergerechten Führung und Bereitstellung von Geobasisdaten am Aufbau des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) gearbeitet. ALKIS ist ein Projekt der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) zur Modellierung von Geobasisinformationen des Liegenschaftskatasters. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Führung und Bereitstellung von Geobasisinformationen in Deutschland wurde durch die AdV ein Grunddatenbestand definiert, den alle Vermessungsverwaltungen bereitstellen. In ALKIS werden die Graphik- und Sachdaten, die momentan getrennt digital in der Liegenschaftskarte und dem Liegenschaftsbuch geführt werden, in einem gemeinsamen Modell zusammengeführt. Damit wird eine redundanzfreie, maßstabsunabhängige und blattschnittfreie Führung der Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters ermöglicht.

Texterläuterungen

(die) Recherchen – поиски

Fortführung von Flurstücken – зд: продолжение развития участков

hinausgehen – превышать

nutzergerecht – зд: удобный для пользователя

gerecht – справедливый, законный, правильный

gezielt – целенаправленный

darüber hinaus – сверх этого

derzeitig – нынешний, теперешний

blattschnittfrei – единый, не разделенный на планшеты или трапеции

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

Wieder – die Vereinigung, die Liegenschaft – das Kataster, der Grund – das Stück – der Verkehr, das Recht – die Pflege, der Grund – die Lage, die Information – das System, die Liegenschaft – die Karte, die Liegenschaft – das Kataster – die Information – das System, die Liegenschaft – die Dokumentation, die Flur – das Stück, die Vermessung – das Wesen, die Vermessung – das Gesetz, die Fläche – die Größe, die Vermessung – die Verwaltung.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

das Katasterwesen, die Geodäsie, die Herstellung, der Benutzer, die Aufbewahrung, die Angaben, die Ausnutzung, der Bau, der Anteil, die Fortsetzung, die Anforderung, die Daten, das Amt, die Aufbereitung, nachweisen, bestimmen, zusammenhängen.

3. Bilden Sie Substantive:

vereinen, vermessen, wahren, ordnen, verwalten, verkehren, planen, aufbauen, nutzen, fordern, bezeichnen, führen, auswerten, bedeuten, sichern, bereitstellen, informieren, erstellen, fortführen, gewährleisten.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Danach war bei Flurstückszerlegungen den Unterlagen nur eine Handzeichnung der Trennstücke als Beilage zum Flurbuch beizulegen.

2. Daraus resultierend folgte der Beschluß, ein neues, für das gesamte Reichsgebiet einheitliches Liegenschaftskataster aufzustellen.

3. Es berücksichtigte darüber hinaus die Bedürfnisse von Rechtspflege, Verwaltung, Statistik, Planung und Wirtschaft.

4. Bei Baumaßnahmen ist darauf einzuwirken, dass möglichst wenig landwirtschaftliche Nutzfläche verlorenggeht.

5. Dadurch ist eine weitere Vereinheitlichung der Flurkarten zu erreichen.

6. Auch die Ergänzungsblätter und Beiblätter mit ihren *vergrößerten* Darstellungen oder Sonderzeichnungen sind fortzuführen.

7. Jedes Flurstück ist in den Katasterunterlagen durch Lagebezeichnungen zu charakterisieren.

8. *Festgestellte* Veränderungen sind ins Liegenschaftskataster zu übernehmen.

5. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Wozu diente das Liegenschaftskataster nach der Vereinigung Deutschlands?
2. Was bedingte den Aufbau der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und des Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB)?
3. Was enthält derzeit das Liegenschaftsbuch?

4. Wo können die Nutzer ihre Fachdaten verwenden?
5. Was ist ALKIS?
6. Was wird in ALKIS zusammengeführt?

LEKTION 11. AUTOMATISIERTE LIEGENSCHAFTSKARTE (ALK)

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Abmarkung f, - en	межевание, ограничение
Ausgabe f, - n	выдача
Auszug m, - (e)s, - züge	выписка
Basisdaten pl	базовые данные, основные сведения
Bezeichnung f, - en	название, обозначение, условный знак
Bezugssystem n, - (e)s, - e	система отсчета, система ориентировки, основная система координат
Gelände n, - s	местность, ландшафт
Datei f, - en	массив данных, файл
Datenfluß m, - sses, - sse	поток информации
Forschung f, - en	исследование
Kartenwerk n, - (e)s, - e	государственная карта, атлас
Lagebezeichnung f, - en	обозначение (название) местоположения
Vorhaben n, - s	намерения, замысел
Zahlenwerk n, - (e)s, - e	книга числовых данных
bilden	образовывать, организовывать; составлять
speichern	накапливать, хранить информацию
übemitteln	передавать, пересылать
zunehmen (a, o)	увеличиваться
amtlich	ведомственный, отраслевой
ununterbrochen	непрерывный

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

das Informationssystem, die Vermessungsverwaltung, die Grundrißinformation, das Entwicklungsvorhaben, die Grundstücksdatenbank, die Grundrißdatei, das Lagebezugssystem, das Ordnungsmerkmal, die Gemarkungsgrenze, die Lagebezeichnung, das Dokument – Management – System, blattschnittfrei, maßstabsunabhängig, einheitlich, effizient, verknüpfbar, ständig, graphisch, ununterbrochen, grundstücksbezogen, automatisiert, daher.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Информация, информационная система, карта, пункт, геометрия, граница, документы, менеджмент, базис, рамка, банк, флюор, графический, топографический, геометрический, автоматизированный, аналогичный, масштабный, картографический.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Die Nachfrage nach raumbezogenen Informationen und der Bedarf, Sachdaten der unterschiedlichsten Fachbereiche raumbezogen darstellen zu können, nimmt ständig zu. Raum- und bodenbezogene graphische Informationssysteme der Vermessungsverwaltung sind: ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte) und ATKIS (Amtliches Topographisch- Kartographisches Informationssystem). Die ALK wurde entwickelt, um die Grundrißinformation der Liegenschaftskarte einschließlich der beschreibenden Informationen zu den Punkten digital erfassen, speichern, fortführen und nutzen zu können.

Die Automatisierte Liegenschaftskarte soll in Verbindung mit dem Automatisierten Liegenschaftsbuch insbesondere den Basisdatenbestand des Liegenschaftskatasters für ein Landinformationssystem bilden, aber auch den ununterbrochenen Datenfluß von der Aufnahme der Daten im Gelände bis zur graphischen Ausgabe über Bildschirm oder Kartiertisch ermöglichen. Die ALK stellt die geometrischen Basisdaten für den großmaßstäbigen, grundstücksbezogenen Bereich (1:1 000 bis max. 1:5 000) zur Verfügung.

Die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) ist das Ziel eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens zur automatisierten Führung des Karten- und Zahlenwerkes des Liegenschaftskatasters im Rahmen der Grundstücksdatenbank. Kern der ALK ist die „digitale Karte“. Sie bildet die gemeinsame geometrische Grundlage für verschiedene Fachbereiche. Die Geometrie ist mit unterschiedlichen Anwenderdaten verknüpfbar und regional auswertbar. Seit der Fertigstellung der ALK, bestehend aus der Grundriß- und Punktdatensatz, wird die Liegenschaftskarte blattschnittfrei und maßstabsunabhängig in einem einheitlichen Lagebezugssystem geführt. Derzeit enthält die Liegenschaftskarte als der darstellende Teil des Liegenschaftskatasters:

- die Flurstücke mit ihren Ordnungsmerkmalen, Grenzen, Abmarkungen, Nutzungen, Gebäuden und Lagebezeichnungen;
- die Flur- und Gemarkungsgrenzen.

Berechtigte Nutzer können Daten aus der Liegenschaftskarte digital oder analog erhalten. Letzteres wird als Auszug aus der Liegenschaftskarte übermittelt. Die analogen Unterlagen des Liegenschaftskatasters werden zur Sicherung und zu einer effizienten Messungsvorbereitung derzeit im Dokumenten-Management-System für die Unterlagen des Liegenschaftskatasters (DMS-Lika) digital erfasst.

Texterläuterungen

zur Verfügung stellen – предоставить в чье-либо распоряжение
berechtigter Nutzer – обладающий правом пользователь
raumbezogene Information – информация, касающаяся пространствен-
ного положения

bodenbezogene Information – информация, касающаяся использования
земли

der Kartiertisch – столик для картографирования

der Bereich – зд: масштабный ряд

das Landinformationssystem – земельная ИС

verknüpfbar – (при)годный для объединения

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

der Grundriß – die Information, die Liegenschaft – die Karte, das Fach – der
Bereich, die Information – das System, die Basis – die Daten, die Forschung –
das Vorhaben, die Entwicklung – das Vorhaben, der Grund – das Stück – die
Daten – die Bank, der Anwender – die Daten, der Punkt – die Datei, die Flur –
das Stück, die Ordnung – das Merkmal, die Lage – die Bezeichnung.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

der Anteil, die Ausnutzung, der Anzug, der Nutzer, die Basis, die
Ausmessung, der Anwender, die Angaben, die Erforschung, das Feld, das Amt,
das Gebiet, die Leitung, das Katasterwesen, die Verknüpfung, der Zweck,
nachweisen, bekommen, fortsetzen, benutzen.

3. Bilden Sie Verben:

die Information, die Nutzung, die Fortführung, die Speicherung, die
Vermessung, das System, die Verfügung, die Verwaltung, die Forschung, die
Entwicklung, die Bildung, die Anwendung, die Lage, die Fertigstellung, die
Führung, die Erfassung, die Ordnung, die Abmarkung, die Bezeichnung, die
Übermittlung, die Grenze, das Teil.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze ins Russische:

1. Zum *beschreibenden* Teil gehört das Flurbuch, *bestehend* aus dem
Eigentümer- oder Miteigentümergeverzeichnis.

2. Seit der Fertigstellung der ALK, *bestehend* aus der Grundriß- und
Punktdatei, wird die Liegenschaftskarte maßstabsunabhängig in einem einheitlichen
Lagebezugssystem geführt.

3. *Entsprechend* den *wachsenden* Bedürfnissen, besteht für alle Mitarbeiter
der Liegenschaftsdienste die Verpflichtung, alle Möglichkeiten zu nutzen.

4. Um den Inhalt des Liegenschaftskatasters systematisch *zu vervollkommen*, ist die Liegenschaftsdokumentation ständig fortzuführen.

5. Das Kataster hat ursprünglich die Aufgabe, die Fläche jedes Grundstückes, ein Schema, die Bodeneigenschaft und die Größe der Bodensteuer hinzuweisen.

6. Eine hervorragende Voraussetzung bestand *darin*, die Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters *als* Grundlage einer deutschen Geodateninfrastruktur zu etablieren.

7. Die Katastrierung von Liegenschaften hat den Zweck, Flächengröße und Reinertrag der Grundstücke und Gebäude zu ermitteln.

8. Der Inhalt der Liegenschaftsdokumentation ist den ständigen Veränderungen unterworfen.

5. Suchen Sie im Text die Antwort auf folgende Fragen:

1. Wozu wurde die ALK entwickelt?

2. Was enthält die Liegenschaftskarte als der darstellende Teil des Liegenschaftskatasters?

6. Übersetzen Sie den Text schriftlich mit dem Wörterbuch:

Der heilige Glauben der Römer an die Eigentumsgrenzen

Bemerkenswert ist der heilig zu nennende Glaube der Römer an die Eigentumsgrenzen. König Numa Pompilia (715-672 v.Chr.) ließ einen Tempel für Terminus, den Gott der Grenzen errichten. Der Bedeutung der Grenzen gemäß verlief die Festlegung und Erhaltung der Abmarkung mit entsprechendem religiösen Kult. Die Römer hatten die Achtung der Abmarkung von den griechischen und etruskischen Vorbildern übernommen. So schrieb Platon (427-347 v.Chr.): *«Unser erstes Gebot soll sein: Daß niemand den Grenzstein berührt, der sein Feld von dem Nachbarn trennt, denn dieser Stein soll unbeweglich bleiben... Daß es sich niemand einfallen lasse, den kleinen Stein zu versetzen, der Freundschaft von Feindschaft trennt und den an seinem Platz zu lassen man geschworen hat».*

LEKTION 12. AMTLICHES TOPOGRAPHISCH – KARTOGRAPHISCHES INFORMATIONSSYSTEM (ATKIS)

I. Die lexikalischen Übungen

1. Beachten Sie den aktiver Wortschatz zum Thema:

Achse f, - n

ось

Anreicherung f, - en

обогащение, разработка, сортировка

Anwendung f, - en

применение, употребление

Gestaltung f, - en	оформление, очертание, форма
Generalisierung f, - en	генерализация, обобщение
Dimension f, - en	размер, размерность
Landesvermessung f, - en	государственные геодезические работы, государственная съемка
Landschaft f, - en	поверхность земли, местность, ландшафт
Präsentation f, - en	предъявление, предложение
Position f, - en	позиция, положение
Schnittstelle f, - en	место пересечения, засекаемое место
Signatur f, - en	условный знак, картографический знак
Umarbeitung f, - en	переработка, передельвание
Zeichen n, - s	знак, примета, признак
anbieten (o, o)	исполнять, совершенствовать
auswerten	обрабатывать, использовать, вычислять
beschleunigen	ускорять
beziehen, sich (o, o)	относиться (к чему-либо)
vermitteln,	посредничать, способствовать
vorhalten (ie, a)	ставить на вид, держать (перед чем-либо)
veredeln	облагораживать
zukommen (a, o)	причитаться, приходиться (на долю)
zuordnen	сочетать, (при)соединять
rechnergestützt	базирующийся на ПЭВМ
programmgestützt	базирующийся на программе
geeignet	пригодный, подходящий, удобный

2. Lesen Sie folgende Wörter! Beachten Sie die Aussprache dieser Wörter:

das Informationssystem, die Schnittstelle, die Präsentation, die Datenpräsentation, die Modellversion, die Achse, die Generalisierung, die Signatur, die Dimension, der Kartenmaßstab, die Dateiprodukte, das Abbildungssystem, die Datenanreicherung, standardisiert, rechnergestützt, computergerecht, bildschirmgerecht, maßstabsabhängig, abbildungsabhängig, programmgestützt, eigenständig, datenverarbeitungsgerecht.

3. Übersetzen Sie folgende Internationalismen:

Информация, информационная система, рельеф, модель, масштаб, текст, график, объект, программа, карта, банк, форма, компьютер, ландшафт, презентация, версия, модельная версия, координатная система, генерализация, позиция, продукт, топографический, картографический, стандартизированный, аналогичный, геометрический.

II. Grundtext

1. Lesen Sie den Text:

Die Nachfrage nach raumbezogenen Informationen der topographischen Objekte der Landschaft, des Reliefs und zum Nachweis der Grundstücke in datenverarbeitungsgerechter Form nimmt ständig zu. Die Vermessungs- und Katasterverwaltung schafft die Rahmenbedingungen für die beschleunigte Umstellung der Liegenschaftskarten und Topographischen Landeskarten in die digitale Form der raumbezogenen Informationssysteme ALK und ATKIS. Das «Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS)» hat die Aufgabe, topographische Informationen als digitale Daten vorzuhalten und sie unter Benutzung standardisierter Regeln, Verfahren und Schnittstellen anzubieten.

Dem Informationssystem ATKIS kommt die Aufgabe zu, für moderne, rechnergestützte Anwendungen digitale Modelle der Landschaft anzubieten. Sie sollen sozusagen computere geeignete Landschaftsdaten vermitteln und eine bildschirmgerechte kartographische Präsentation der Landschaft ermöglichen. Die ATKIS-Datenbank sieht deshalb grundsätzlich zwei unterschiedliche Modellversionen vor: Digitale Landschaftsmodelle (DLM) und Digitale Kartographische Modelle (DKM).

– Digitale Landschaftsmodelle (DLM) beschreiben die Landschaft mit Hilfe digitaler topographischer Daten. Diese bestimmen die topographischen Objekte nach Lage und Form, nach Namen und Eigenschaften. Ihre geometrischen Festlegungen erfolgen maßstabs- und abbildungsunabhängig im Koordinatensystem der Landesvermessung.

– Digitale Kartographische Modelle (DKM) beschreiben die Landschaft mit Hilfe digitaler kartographischer Daten. Diese bestimmen nach Anwendung kartographischer Generalisierungs- und Gestaltungsregeln für die topographischen Objekte Positionen, Achsen und Flächen, denen eine kartographische Signatur zugeordnet ist. Die geometrischen Dimensionen dieser Kartenobjekte beziehen sich auf einen Kartenmaßstab, auf ein Abbildungssystem und auf das Koordinatensystem der Landesvermessung.

Dem Nutzer sollen Daten aus beiden Modellversionen zur Verfügung stehen. Er kann diese Daten rechner- und programmgestützt auswerten, sie durch Datenanreicherung und Umarbeitung veredeln oder zu eigenständigen Dateiprodukten entwickeln. Die Ergebnisse einer Verarbeitung von Landschaftsdaten werden digitale Dateien und analoge Präsentationen, etwa Tabellen, Texte, Graphiken und Karten, sein können.

Texterläuterungen

Digitale Landschaftsmodelle (DLM) – цифровые модели местности

Digitale Kartographische Modelle (DKM) – цифровые карты местности

bildschirmgerechte Präsentation – представление на экране
datenverarbeitungsgerecht – приспособленный, пригодный (удобный)
для обработки на ЭВМ

Übungen zum Text

1. Bilden Sie Zusammensetzungen:

der Schnitt – die Stelle, die Daten – die Bank, die Landschaft – die Daten,
das Modell – die Version, das Land – die Vermessung, die Generalisierung – die
Regel, die Koordinate – der Maßstab, die Datei – das Produkt, die Landschaft –
das Modell, die Information – das System.

2. Suchen Sie im Text Äquivalente zu folgenden Wörtern:

die Angaben, die Nutzung, die Methode, die Bereicherung, die Verwendung,
die Bearbeitung, die Beschaffenheit, die Feststellung, die Landesaufnahme, das
Gelände, der Gegenstand, die Stellung, die Größe, umfassen, ermitteln,
verschieden.

3. Bilden Sie Substantive:

Informieren, systematisieren, benutzen, regeln, modellieren, anwenden,
präsentieren, helfen, liegen, festlegen, vermessen, generalisieren, abbilden,
verfügen, nutzen, anreichern, umarbeiten, ergeben.

4. Übersetzen Sie folgende Sätze:

1. Topographische Informationen sind in den Kartenwerken durch
kartographische Signaturen und Schriften verschlüsselt.

2. Mit ATKIS sind die notwendigen Voraussetzungen geschaffen.

3. Durch die Attributierung ist eine weitere, *feinere* Strukturierung der
Landschaft gegeben.

4. Es wäre möglich, vollständige digitale Vermessungsunterlagen zu erzeugen.

5. Eine noch *bessere* Lösung in vielen Staatsgebieten wäre die
Durchführung der Flurbereinigung.

6. Die Flurbereinigung wäre eine noch *bessere* Lösung, weil *dadurch* auch
viele andere Probleme umfasst würden.

7. Dies würde in den mittleren und *kleineren* Maßstäben einerseits zu einer
Genauigkeit führen, andererseits wäre der Datenbestand für viele Anwendungen
zu groß.

8. Das endgültige DLM 25 könnte für weite Teile Deutschlands etwa im
Jahre 2000 zur Verfügung stehen.

5. Aufgaben zum Text:

1. Erläutern Sie die Aufgabe des Amtlichen Topographisch-Kartographischen
Informationssystems.

2. Beschreiben Sie zwei Modellversionen: Digitale Landschaftsmodelle
(DLM) und Digitale Kartographische Modelle (DKM).

6. Übersetzen Sie den Text schriftlich mit dem Wörterbuch:

DKM25 – Die künftige Karte 1:25000 im modernen Kartendesign

Aus dem endgültigen Digitalen Landschaftsmodell DLM 25 rechnergestützt die künftig modern gestaltete TK25 abzuleiten, digital vorzuhalten und zu aktualisieren – das ist eines der internen Ziele des Projektes ATKIS. Hierzu erarbeiten die Landesvermessungsämter zur Zeit ein modernes Zeichen- und Farbsystem, das in besonderem Maße geeignet sein soll, topographische Informationen als Digitales Kartographisches Modell DKM 25 zu veranschaulichen. Gleichzeitig sind Forschungsprojekte eingeleitet worden mit dem Ziel, Generalisierungs- und Gestaltungsalgorithmen für die kartographische Modellierung zu entwickeln.

Teil II. FUNKTIONEN VON BÖDEN IN DER ÖKOSPHERE

LEKTION 1. BÖDEN – DIE HAUT DER ERDE

TEXT 1

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Böden sind der belebte Teil der obersten Erdkruste. Sie besitzen eine Mächtigkeit von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Zehner Metern bei einer Dicke der Erdkruste von meist 5...40 km. Die Erdkruste ist wiederum Teil der im Mittel ca. 100 km dicken Lithosphäre, die sich aus den tektonischen Platten mit den Kontinenten zusammensetzt. Die gesamte Strecke von der Erdoberfläche bis zum Erdmittelpunkt beträgt 6.370 km. Bei diesen Größenverhältnissen wird deutlich, dass Böden die dünne und verletzbare Haut der Erde bilden, die besonderer Aufmerksamkeit bedarf.

Die Bodenkunde (Bodenwissenschaft) oder Pedologie ist die Wissenschaft von den Eigenschaften und Funktionen sowie der Entwicklung und Verbreitung von Böden. Sie befasst sich mit den Möglichkeiten der Nutzung von Böden und mit den Gefahren, die mit ihrer Fehlnutzung durch den Menschen zusammenhängen sowie mit der Vermeidung und der Behebung von Bodenbelastungen.

Böden als Naturkörper in Ökosystemen

Böden sind auf dem Festland (terrestrisch), im Übergangsbereich zwischen Wasser und Land (semiterrestrisch) und unter Wasser (subhydrisch) entstanden.

Die terrestrischen und semiterrestrischen Böden sind nach unten durch festes oder lockeres Gestein, nach oben (meist) durch eine Vegetationsdecke und den Übergang zur Atmosphäre begrenzt, während sie zur Seite gleitend in benachbarte Böden übergehen. Sie bestehen aus Mineralen unterschiedlicher Art und Größe sowie aus organischer Substanz, dem Humus. Minerale und Humus sind in bestimmter Weise im Raum angeordnet und bilden miteinander das Bodengefüge mit einem charakteristischen Hohlraumsystem.

Dieses besteht aus Poren unterschiedlicher Größe und Form, die mit der Bodenlösung, d.h. mit Wasser und gelösten Stoffen, und der Bodenluft gefüllt sind. Zwischen der festen, flüssigen und gasförmigen Phase bestehen dabei zahlreiche chemische und physikalische Wechselwirkungen.

Böden sind grundsätzlich belebt. Ihre Hohlräume enthalten eine Vielzahl von Bodenorganismen; darunter können mehr als 10 Millionen noch unbekannter Mikroorganismen pro Gramm fruchtbaren Bodens sein und diesen zusammen mit anderen Organismen in einen hoch aktiven Reaktor verwandeln.

Parallel dazu lockern, mischen und aggregieren vor allem die größeren Bodentiere ihren Lebensraum.

Böden sind Naturkörper unterschiedlichen Alters, die je nach Art des Ausgangsgesteins und Reliefs unter einem bestimmten Klima und damit einer bestimmten streuliefernden Vegetation mit charakteristischen Lebensgemeinschaften (Biozöosen) durch bodenbildende Prozesse entstanden sind.

Damit ist die Entstehung der Böden an die Entwicklung des Lebens auf der Erde gebunden, worauf bereits der Bodenkundler W.L. Kubiena 1948 hingewiesen hat. Im Präkambrium, als sich erste Bakterien und Algen im Meer entwickelten, entstanden zunächst nur subhydrische Böden. Mit der Entwicklung erster Landpflanzen vor 430 Millionen Jahren im Silur wurden dann auch semiterrestrische und schließlich terrestrische Böden gebildet. Der russische Bodenkundler W. W. Dokučajev erkannte Ende des 19. Jh. Böden als eigenständige Naturkörper.

Der Schweizer Bodenkundler H. Jenny (1941) definierte Böden (B) dann als Funktion ihrer genetischen Faktoren: Ausgangsgestein (G), Klima (K), Organismen (O), Relief (R) und Zeit (Z). In den letzten 5000 Jahren der Erdgeschichte wurden Böden außerdem in bis heute zunehmendem Maße vom Menschen (M) durch unterschiedliche Formen der Bodennutzung geprägt:

$$B = f(G, K, O, R, M) \cdot Z$$

Die genetischen Faktoren lösen in ihrem komplexen Zusammenspiel bodenbildende Prozesse aus, die unterteilt werden in Umwandlungs- und Umlagerungsprozesse (Transformation und Translokation). Zu ersteren gehören vor allem Gesteinsverwitterung und Mineralumwandlung, Verlehmung und Verbraunung, sowie Zersetzung organischer Substanz und Humifizierung. Umlagerungsprozesse werden durch perkolierendes und aszendierendes Bodenwasser ausgelöst, z.B. Entsalzung und Versalzung, Entkalkung und Carbonatisierung, Tonverlagerung oder Podsolierung. Die Umwandlungs- und Umlagerungsprozesse führen in Abhängigkeit von ihrer Intensität und Dauer zu charakteristischen Bodeneigenschaften wie z.B. den für die verschiedenen Böden typischen Bodenhorizonten, die oben streuähnlich sind, nach unten gesteinsähnlicher werden. Damit ergibt sich insgesamt die folgende Kausalkette der Pedogenese:

Genetische Faktoren → bodenbildende Prozesse → Bodenmerkmale

In umgekehrter Reihenfolge gelesen, erlauben die heutigen Merkmale der Böden Rückschlüsse auf die abgelaufenen Prozesse sowie die sie bestimmenden genetischen Faktoren und tragen damit zu einer Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte bei.

Mit Hilfe der Kausalkette der Pedogenese sind auch Prognosen zur zukünftigen Boden- und Landschaftsentwicklung möglich. So können bei Veränderung eines genetischen Faktors, wie z.B. des Klimas als Folge einer globalen Erwärmung, Prognosen zu den sich in verschiedenen Regionen der Erde ändernden pedogenen Prozessen und damit auch zu den zukünftigen

Eigenschaften der Böden und deren sich ändernden Nutzungsmöglichkeiten gemacht werden.

Die Gesamtheit der Böden bildet die Bodendecke oder Pedosphäre (pedon, griech. Boden), die sich im Überschneidungsbereich von Atmosphäre, Lithosphäre und Hydrosphäre gemeinsam mit der Biosphäre entwickelt hat. Die Ökosphäre (Abb. 1) umfasst die Gesamtheit aller Ökosysteme und schließt damit auch die Pedosphäre ein. In einer Landschaft als einem charakteristischen Ausschnitt der Ökosphäre sind ähnliche und verschiedene Böden miteinander vergesellschaftet.

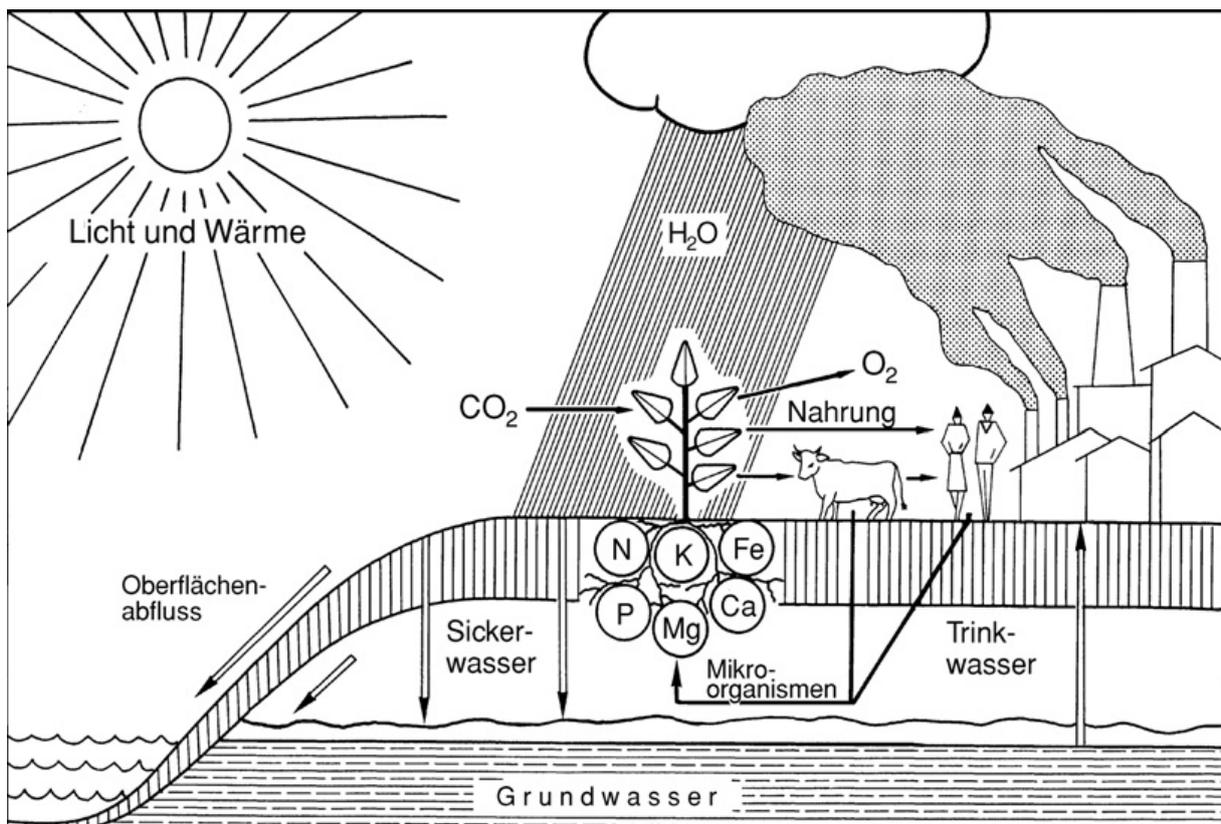


Abb.1. Stellung und Funktionen von Böden in der Ökosphäre
(nach BRÜMMER 1978, 1985)

Die Böden einer Landschaft sind dabei miteinander durch Energie-, Wasser- und Stoffflüsse verknüpft. So werden den Senkenböden einer Landschaft mit dem Oberflächenabfluss und dem Sickerwasser gelöste Verwitterungsprodukte zugeführt, die den Böden der benachbarten Kuppen entstammen; häufig werden Hangböden auch durch den Oberflächenabfluss erodiert und benachbarte Senkenböden mit deren Erosionsmassen überdeckt. Die im Sickerwasser gelösten und bis in größere Bodentiefe verlagerten Stoffe gelangen in das Grundwasser und werden mit dem Tiefenabfluss in die Senken transportiert. Durch Oberflächen-, Zwischen- und Tiefenabfluss findet damit ein Stofftransport von den Kuppen in die Senken und schließlich in die eine

Landschaft entwässernden Oberflächengewässer statt. Damit beeinflussen Böden in Abhängigkeit von ihrem Stoffbestand – einschließlich anthropogener oder natürlicher Schadstoffbelastungen – die Zusammensetzung und Qualität des Grundwassers und Abflusswassers. Letzteres beeinflusst wiederum die Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer in den verschiedenen Landschaften. Damit bestehen enge stoffliche Verknüpfungen sowohl zwischen den Böden einer Catena (lat. Kette) von der Kuppe bis zur Senke als auch zwischen den Böden einer Landschaft und deren Grund- und Oberflächengewässern.

Böden sind (meistens) von Pflanzen bewachsen und durchwurzelt sowie von Tieren und Mikroorganismen besiedelt; sie sind damit Teil eines Ökosystems. Zusammen mit der bodennahen Luftschicht bilden sie den Lebensraum (= Biotop) der Lebensgemeinschaft aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen (= Biozönose). Zwischen Biotop und Biozönose bestehen dementsprechend enge Wechselbeziehungen wie auch zwischen den oberirdischen und unterirdischen Lebensgemeinschaften.

Der Boden bietet den Pflanzen als Wurzelraum Verankerung und versorgt sie mit Wasser, Sauerstoff und Nährstoffen. Letzteres gilt auch für Bodentiere und Mikroorganismen. Die Versorgung wird dabei vor allem durch den jeweiligen Vorrat und die Verfügbarkeit von Wasser, Sauerstoff und Nährstoffen im Wurzelraum bestimmt.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was versteht man unter dem Begriff «Böden»?
- 2) Wie heisst die Wissenschaft von den Eigenschaften und Funktionen sowie der Entwicklung und Verbreitung von Böden?
- 3) Wie definierte der Schweizer Bodenkundler H. Jenny (1941) Böden?
- 4) Wie sieht die Kausalkette der Pedogenese aus?
- 5) Was bildet die Gesamtheit der Böden?

TEXT 2

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Funktionen von Böden in der Ökosphäre

In Abb. 1 sind Stellung und Funktionen der Böden in der Ökosphäre dargestellt. Die Ökosphäre umfasst den Bereich an der Erdoberfläche, der von Lebewesen besiedelt ist und durch vielfältige miteinander verknüpfte Kreisläufe von Energie, Luft und Wasser sowie anorganischen und organischen Stoffen gekennzeichnet wird. Innerhalb der Ökosphäre stellen Böden die Basis dar, auf der menschliches und tierisches Leben existiert. Sie bilden den Standort, in dem die höheren Pflanzen wurzeln und unter Ausnutzung der Sonnenenergie aus dem Kohlendioxid der Atmosphäre, aus dem mit den Niederschlägen in den Boden

gelangenden Wasser und aus den Nährstoffen des Bodens unter Abgabe von Sauerstoff Biomasse aufbauen.

Diese steht dann Mensch und Tier als Nahrung zur Verfügung. Gleichzeitig liefern vor allem Pflanzen dem Boden organische Abfälle und damit Streu. Die Streu dient den Bodentieren und Mikroorganismen als Nahrung. Diese veratmen den größten Teil der anfallenden organischen Substanz und transformieren sie wieder zu CO₂. Mit dem Absterben aller Lebewesen unterliegen deren organische Körpersubstanzen einer solchen Zersetzung und Transformation im Boden, durch die die gebundenen Nährstoffe mineralisiert und erneut in den Stoffkreislauf der Biosphäre überführt werden. Diese natürlichen Funktionen der Böden werden im Bundesbodenschutzgesetz von 1998 als **Lebensraumfunktionen** bezeichnet.

Darüber hinaus üben Böden für das Leben auf der Erde entscheidende **Regelungsfunktionen** aus.

Sie sind wirkungsvolle Speicher-, Filter-, Puffer und Transformationssysteme, die Wasser, gelöste und suspendierte Nährstoffe sowie Schadstoffe aus natürlichen Quellen und aus anthropogenen Emissionen zu binden und zu transformieren vermögen.

Das Niederschlagswasser steht deshalb nach der Bodenpassage bei intakten Böden in der Regel als gefiltertes sauberes Grundwasser für eine Trink- und Nutzwassergewinnung zur Verfügung. Ebenso beeinflussen Böden und Sedimente in starkem Maße den Wasserhaushalt einer Landschaft. Sie wirken dabei mit ihrer Wasserspeicherkapazität als Regulatoren des Landschaftswasserhaushalts.

Von besonderer Bedeutung ist außerdem die Speicherfunktion der Böden für das in Form seiner Gase: CO₂ und CH₄ klimarelevante Element Kohlenstoff, das als Humus in Mineralböden und besonders in Mooren gespeichert, oder in Form der gelösten Kohlensäure-Anionen durch die bei der Verwitterung und Bodenbildung freigesetzten Calcium-Ionen als Carbonat ausgefällt werden kann.

Regelungs- und Lebensraumfunktionen werden im Bundesbodenschutzgesetz als natürliche Bodenfunktionen bezeichnet.

Die **Nutzungsfunktionen** der Böden umfassen ihre Eignung für eine land- und forstwirtschaftliche Nutzung. Sie werden außerdem zur Abfalllagerung, als Baugrund sowie als Rohstofflieferanten für Ton, Sand, Kies, Kalk, Ziegellehm u. a. genutzt.

Böden bilden damit die Flächen für Siedlung, Wirtschaft und Verkehr, aber auch die Grünflächen, die Menschen Erholung spenden, ihnen Freizeitaktivitäten ermöglichen und damit ihrer Gesundheit dienen. Als Basis und Teilsphäre der Ökosysteme prägen Böden zusammen mit Relief, Gestein und Klima sowie der sich in Abhängigkeit von diesen primären Faktoren entwickelnden Biozönose und den jeweiligen anthropogenen Einflüssen den Charakter einer Landschaft. Damit stellen Böden **erdgeschichtliche Urkunden** dar und sind mit ihren jeweiligen Bodenmerkmalen ein Spiegelbild und Archiv der Natur- und Kulturgeschichte einer Landschaft.

Die in den verschiedenen Böden qualitativ und quantitativ unterschiedlich ausgeprägten Bodenfunktionen bestimmen die Nutzungseigenschaften der Böden und damit deren *Nutzungspotenziale*. Das Leben auf der Erde ist an die vielfältigen Funktionen der Böden sowie deren Nutzung und Erhaltung gebunden.

Neben *Naturböden* treten die von Menschen geprägten *Kulturböden* auf. Die Fähigkeit von Natur- und Kulturböden, den Pflanzen als Standort zu dienen, bezeichnet man als *Bodenfruchtbarkeit*.

Sie werden nach dieser Fähigkeit bewertet. Kulturböden dienen vor allem der Nahrungsmittelproduktion, aber auch der Erzeugung von Futter, organischen Rohstoffen und nachwachsenden Energieträgern.

Die tatsächliche *Ertragsleistung* eines Bodens als Standort für Kulturpflanzen wird – neben seiner Bodenfruchtbarkeit – außerdem durch zahlreiche nicht bodeneigene Faktoren wie Klima, Pflanzenart, Bodenbearbeitung, Düngung, Schädlingsbefall usw. beeinflusst. Mit Hilfe von Bodeninformationssystemen, die für die Länder der Bundesrepublik wie auch für andere Staaten entwickelt wurden, können detaillierte Informationen über Eigenschaften und Zustand sowie Nutzungsmöglichkeiten und Ertragsleistung der Böden gewonnen werden.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was umfasst die Ökosphäre?
- 2) Welche Funktionen der Böden werden im Bundesbodenschutzgesetz von 1998 als Lebensraumfunktionen bezeichnet?
- 3) Welche Funktion der Böden ist von besonderer Bedeutung?
- 4) Was umfassen die Nutzungsfunktionen der Böden?
- 5) Was bestimmt die Nutzungspotenziale der Böden?

TEXT 3

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Böden als offene und schützenswerte Systeme

Energie und Stoffe vollziehen Kreisläufe in Ökosystemen, die aber meist nicht vollständig geschlossen sind, da Ökosysteme und mit ihnen auch Böden offene Systeme darstellen. Böden unterliegen damit der Zu- und Abfuhr von Stoffen sowohl natürlicher als auch anthropogener Herkunft und stehen dadurch stofflich in enger Beziehung zu anderen Kompartimenten von Ökosystemen. Je nach den Eigenschaften der Böden und Stoffe kann ein Stofftransfer von den Böden in die Nahrungskette, in das Grundwasser, in die Oberflächengewässer und in die Atmosphäre (z. B. von CO₂ und CH₄) erfolgen.

Die unter humiden Klimabedingungen stattfindende Perkolation der Böden mit Sickerwasser bewirkt eine Verlagerung und Auswaschung bodeneigener Substanzen. Im Verlauf von Jahrhunderten bis Jahrtausenden findet hierdurch in natürlicher Weise eine Versauerung, Nährstoffverarmung und Degradierung der Böden statt. Unter ariden Bedingungen kann es dagegen u. a. durch Regen, Stäube oder aufsteigendes Grundwasser zum Eintrag von Salzen und Kalk und damit zu Salz- und Kalkanreicherungen in Böden kommen.

Neben dem Austrag natürlicher Stoffe unter humiden Bedingungen ist dieser Prozess auch bei Stoffen anthropogener Herkunft von großer Bedeutung.

Allgemein gilt, dass die meisten der vom Menschen produzierten und verarbeiteten Stoffe früher oder später über verschiedene Transport- und Dispersionsvorgänge auf die Böden oder in die Gewässer gelangen. Infolge der Filter-, Puffer- und Speicherfunktionen der Böden findet dabei sehr oft eine Akkumulation von potentiell toxischen Stoffen wie z. B. Schwermetallen und persistenten organischen Schadstoffen in Land-, Grundwasser- und Unterwasserböden statt. Im Gegensatz zu Luft und Wasser können belastete Böden dabei häufig nicht oder nur mit sehr hohen Kosten wieder gereinigt werden.

Auch die landwirtschaftliche Nutzung von Böden kann zu deren Belastung führen. So fördert insbesondere ackerbauliche Nutzung die Erosion durch Wasser oder Wind und das Befahren mit schweren Maschinen ihre Verdichtung. Die vor allem in Trockengebieten praktizierte Bewässerung kann zur Versalzung der Böden führen, eine Überweidung von Flächen im Grenzbereich zu Wüsten zur Desertifikation. Da den zur Biomasseerzeugung genutzten Böden mit der Abfuhr der Ernteprodukte (z. B. Getreide, Gemüse, Milch, Fleisch, Holz, Kraftstoffe) Nährelemente entzogen werden, müssen die Böden gedüngt werden, um eine Degradierung zu vermeiden.

Mit einer Bodendegradierung geht dabei in der Regel eine Abnahme der Bodenbiodiversität einher. Wird zu wenig gedüngt (wie heute in vielen Entwicklungsländern), so sinkt die Bodenfruchtbarkeit und auch Gefügezerstörung sowie Erosion gefährden die landwirtschaftliche Produktion. Wird jedoch zuviel gedüngt, können Belastungen von Grundwasser und Oberflächengewässern sowie der Luft auftreten, wenn das Puffervermögen der Böden überschritten wird.

Aufgrund der genannten Lebensraum-, Regelungs- und Nutzungsfunktionen gehören Böden – neben Wasser und Luft – zu den kostbarsten und damit schützenswürdigsten Gütern der Menschheit.

Dies ist bereits in der Bodencharta des Europarates von 1972 ausdrücklich festgehalten. Zudem ist Boden ein nicht vermehrbares Gut. Für die Ernährung der derzeitigen Weltbevölkerung von ca. 6,7 Milliarden Menschen stehen dabei ca. 0,22 ha Landwirtschaftsfläche pro Person zur Verfügung.

Bei einem Bevölkerungswachstum bis 2050 auf ca. 9 Milliarden Menschen sind die Ernteerträge bei der optimistischen Annahme einer konstant bleibenden

Bodenfläche insgesamt um ca. 35% zu steigern, um eine der heutigen Situation vergleichbare Nahrungsmittelversorgung der Bevölkerung zu erreichen.

Dies ist eine bisher ungelöste Aufgabe. Zum Schutz der Böden wurde deshalb 1996 die UN-Konvention zur Bekämpfung der Desertifikation (CCD) verabschiedet. In Deutschland sind seit 1998 die Funktionen der Böden geschützt. Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten bezieht sich sowohl auf die natürlichen als auch auf die Nutzungs- und Archivfunktionen unserer Böden. Schädliche Bodenveränderungen sind gemäß Gesetz zu vermeiden und, wenn diese bereits vorliegen, zu beheben, um damit eine intakte Basis für unseren Lebensraum zu erhalten und eine nachhaltige Bodennutzung zu ermöglichen. Die dafür erforderlichen Untersuchungsmethoden sind weitgehend international genormt. Auch das 2000 gegründete Boden-Bündnis europäischer Städte und Gemeinden (ELSA: European Land and Soil Alliance) setzt sich u. a. für einen aktiven Bodenschutz in den Städten und Gemeinden ein. Von der EU-Kommission wird eine Übersicht über die Böden Europas und deren Gefährdung gegeben und seit 2006 eine Bodenschutzstrategie mit einer Bodenrahmenrichtlinie für Europa entwickelt.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was stellen Ökosysteme und mit ihnen auch Böden dar?
- 2) Was bewirkt eine Verlagerung und Auswaschung bodeneigener Substanzen?
- 3) Wodurch findet eine Akkumulation von potentiell toxischen Stoffen in Land-, Grundwasser- und Unterwasserböden statt?
- 4) Womit geht in der Regel eine Abnahme der Bodenbiodiversität einher?
- 5) Wodurch sind in Deutschland die Funktionen der Böden geschützt?

LEKTION 2. BODENENTWICKLUNG UND BODENSYSTEMATIK

TEXT 1

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Die Bodengenetik ist die Lehre von der Entwicklung der Böden. Ein Boden ist ein Naturkörper, der an der Erdoberfläche unter einem bestimmten Klima, einer bestimmten streuliefernden Vegetation und Population von Bodenorganismen durch bodenbildende Prozesse (Verwitterung und Mineralbildung, Zersetzung und Humifizierung, Gefügebildung und verschiedene Stoffumlagerungen) aus einem Gestein entsteht.

Diese Bodenentwicklung beginnt in der Regel an der Oberfläche eines Gesteins und schreitet im Laufe der Zeit zur Tiefe fort, wobei Lagen entstehen, die sich in ihren Eigenschaften unterscheiden und als Bodenhorizonte bezeichnet werden. Demgegenüber haben sich auch Schichten durch Sedimentation gebildet, die also Lagen der Gesteinsbildung sind.

Die Bodenhorizonte sind oben streuähnlich (besonders die organischen Auflagehorizonte) und werden nach unten als Mineralbodenhorizonte zunehmend gesteinsähnlich. Alle Horizonte zusammen bilden das Solum. Ein zweidimensionaler Vertikalschnitt durch den Bodenkörper heißt Bodenprofil. Die den Boden (teilweise) überlagernde Streu und das ihn unterlagernde Gestein gehören definitionsgemäß nicht zum Boden. Sie werden aber oft ebenfalls als Horizonte bezeichnet.

Bodenhorizonte werden mit Buchstabensymbolen signiert. Als O-Horizont wird der überwiegend aus organischen Stoffen bestehende Auflagehorizont über dem Mineralboden bezeichnet, A-Horizont der oberste, durch organische Substanz dunkel gefärbte oder infolge Abfuhr von Stoffen gebleichte Teil des Mineralbodens. Der unter ihm folgende Teil des Bodens ist der B-Horizont, in dem oft auch eine Stoffzufuhr stattgefunden hat. Unter dem B-Horizont folgt schließlich das von der Bodenentwicklung nicht oder kaum beeinflusste Gestein und erhält, wenn es dem Ausgangsmaterial des Solums entspricht, das Symbol C.

Demgegenüber nennt man in der landwirtschaftlichen Praxis die ständig (15...35 cm tief) bearbeitete Krume eines Ackers sowie den stark durchwurzelten (7...10 cm) Horizont eines Grünlandes auch den Oberboden. Unter diesem folgt der Unterboden, der bei den meisten Landböden in das Ausgangsgestein überleitet.

Die Entwicklung vom undifferenzierten Gestein zum oft stark gegliederten Boden kann in verschiedenen Positionen einer Landschaft bzw. In verschiedenen Regionen der Erde einen sehr unterschiedlichen Verlauf nehmen: Sie ist abhängig von der an einem Ort oder in einem Gebiet herrschenden Konstellation an Faktoren der Bodenentwicklung.

Diese Faktoren beeinflussen sich dabei wechselseitig, was in der Summe Ausmaß und Richtung ihres Wirkens bestimmt. Vielfach befinden sie sich aber auch mit dem Boden selbst in Wechselwirkung, was insbesondere für Flora und Fauna gilt.

Das Klima ist am unabhängigsten, wirkt auf den Boden aber auch in einer durch Relief und Vegetation modifizierten Form ein.

Je nach der herrschenden Konstellation dieser Faktoren und der Dauer der Einwirkung entstehen Böden unterschiedlicher Entwicklungsstufe und Profildifferenzierung, deren Eigenschaften ihrerseits stetig verändert werden. Eine Änderung der Faktoren (z.B. Klimawechsel) kann dabei der Bodenentwicklung eine neue Richtung geben.

Auch der Mensch beeinflusst die Bodenentwicklung, indem er bewusst oder unbewusst die Böden selbst oder die natürlichen Faktoren verändert.

Die moderne Systematik der Böden fußt auf der Bodengenetik und gliedert Böden nach ihren Eigenschaften, die sie durch bodenbildende Prozesse erworben haben. Dabei werden Böden mit gleichartigen pedogenen Merkmalen, die sich in charakteristischer Weise von Böden eines anderen Entwicklungszustandes unterscheiden, zu einem Bodentyp zusammengefasst.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was ist die Bodengenetik?
- 2) Wo beginnt die Bodenentwicklung?
- 3) Wie sind die Bodenhorizonte?
- 4) Womit werden Bodenhorizonte signiert?
- 5) Wer und was beeinflussen die Bodenentwicklung?

TEXT 2

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Faktoren der Bodenentwicklung

Faktoren der Entwicklung eines Bodens sind das Klima, das Ausgangsgestein, die (von der Erdanziehung verursachte) Schwerkraft, das Relief (als die Position des Bodens in der Landschaft), Flora und Fauna, und vielfach auch Grundwasser oder Fluss-, See- bzw. Meerwasser. Alle Faktoren wirken in der Zeit. Seit ca. 5000 Jahren beeinflusst auch der Mensch die Entwicklung vieler Böden.

Der russische Bodenkundler V. V. Dokutschaev hat im Jahre 1897 die bodenbildenden Faktoren erstmals in einer Gleichung zusammengefasst:

Boden = f(Klima, Flora und Fauna, Gestein) Zeit

Er betont dabei, dass alle Faktoren in der Zeit wirken, sich Böden also stetig verändern und dabei entwickeln.

Der Schweizamerikanische Bodenkundler H. Jenny hat in seinen Büchern «Factors of soil formation» (1941) und «The soil resource» (1980) die Vorstellungen von Dokutschaev weiter entwickelt, um den Faktor «Relief» ergänzt und Quantifizierungen der Wirksamkeit einzelner Faktoren mit der Zeit vorgenommen.

Eine andere Anschauung lieferte E. Schlichting (1986). Hier heißt es

Gestein + Streu (Klima, Relief, Flora, Fauna, Mensch) > Boden

Bei ihm wirken die Ausgangsmaterialien des Bodens, nämlich Gestein und Streu der Vegetation, als Faktoren, die zu Boden transformiert werden. Während die anderen Faktoren, gewissermaßen als Katalysatoren die ablaufenden Vorgänge steuern. Schließlich entstehen verschiedene Böden, je nach Konstellation, und zwar auch unter dem Einfluss des Menschen.

Ausgangsgestein

Das Gestein ist das mineralische Substrat und neben der Streu das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Es hat die Minerale des Bodens teils direkt geliefert; teils sind diese aus seinen Lösungsprodukten entstanden.

In jungen Böden ist demzufolge der Mineralbestand dem des Ausgangsgesteins sehr ähnlich. In stärker entwickelten, älteren Böden gilt das nur noch für die schwerer verwitterbaren Minerale. So enthalten Ferralsole als typische Böden sehr alter Landoberflächen der feuchten Tropen kaum noch verwitterbare Minerale.

Richtung und Intensität der Bodenentwicklung hängen stark von Gefüge (Locker- oder Festgestein, Porosität, Klüftigkeit), Mineralbestand und Körnung des Gesteins ab. Böden aus Lockersedimenten sind meist wesentlich tiefergründig entwickelt als benachbarte Böden aus Festgestein, selbst dann, wenn dieses im Pleistozän durch Frostsprengung aufbereitet wurde. Auf Festgesteinen ohne periglaziäre Lagen reicht die Bodenentwicklung in Mitteleuropa selten tiefer als 20...40 cm, so dass meist nur A/mC-Böden vorliegen.

Von den Festgesteinen verwittern die Tiefengesteine mit grobem Gefüge leichter als chemisch entsprechende Ergussgesteine mit feinkörnigem Gefüge (Granit > Rhyolith; Gabbro > Basalt), weil ein grobes Gefüge der physikalischen Verwitterung bessere Angriffsmöglichkeiten bietet: Die verschiedenen Minerale eines Gesteins dehnen sich bei Erwärmung unterschiedlich stark aus. Das führt zu Spannungen zwischen den Mineralen, die umso stärker sind, je größer die Minerale sind. Deshalb zerfallen Plutonite durch Temperatursprengung leichter als Vulkanite. Zunächst entstehen dünne Risse, in die auch Wasser und Wurzeln eindringen und Frost bzw. Wurzelsprengung bewirken können. Weil Schiefer- und Sedimentgrenzen Schwachstellen eines Gesteins darstellen, verwittern aus dem gleichen Grund stark geschieferte Metamorphite rascher als schwach geschieferte, stark geschichtete Sedimentite leichter als gebankte, und zwar besonders dann, wenn Schiefer- bzw. Schichtflächen schräg oder steil stehen, sodass Wasser und Wurzeln leicht in dünne Risse eindringen können.

Bei Lockergesteinen sind Körnung und Lagerungsdichte entscheidend für die Permeabilität. Grobkörnige Sedimente erleichtern die Perkolation und damit Verlagerungsvorgänge im Boden. Feinkörnige Sedimente mindern oft die Permeabilität: Das begünstigt Wasserstau, die Lösung von Fe- und Mn-Oxiden durch Reduktion und damit die Bildung redoximorpher Merkmale. In Hanglage fördert es zudem einen Oberflächenabfluss. So kam es z.B. im Odenwald bei Böden aus lösshaltigen Sandstein-Fließerden wegen hoher Durchlässigkeit und wenig verwitterbaren Silicaten zu starker Versauerung und Fe- und Al-Verlagerung im Profil (Podsolierung), während bei den Mehrschichtböden aus Löss über Tongestein geringe Durchlässigkeit zu Wasserstau führte.

Weist der Mineralbestand des Gesteins viele leicht verwitterbare Minerale auf, werden Versauerung und Entbasung und damit die Tiefenentwicklung des Bodens verzögert. Das gilt besonders bei höherem Carbonatgehalt, weil Silicate erst dann stärker verwittern, wenn die Carbonate ausgewaschen sind und der pH-Wert sinkt. Böden aus Löss sind daher tiefgründig entkalkt, diejenigen aus Kalkstein hingegen nicht, weil bei diesen neben der Verwitterungsresistenz eines harten Gesteins auch höhere Carbonatgehalte eine vollständige Auswaschung verhindern. Andererseits kann auch bei reinen Quarzsanden sowie Quarziten ein sichtbares Fortschreiten der Bodenentwicklung unterbleiben, weil mangels verwitterungsfähiger Fe- und Mn-Minerale keine Verwitterungsprodukte auftreten, die eine Profildifferenzierung ermöglichen.

Lockersedimente hoher Lagerungsdichte begünstigen ebenfalls den Wasserstau. Daher weisen im norddeutschen Tiefland unter gleichen Klimabedingungen Böden aus (durch Eisdruck) dicht lagerndem Geschiebemergel (dB 1,7...1,9 g cm⁻³) häufiger redoximorphe Merkmale als Böden aus Löss (dB 1,4...1,6) auf. Infolge sekundärer Umlagerung des Lösses durch Wasser oder Solifluktion sind oft dicht lagernde(r) Schwemmlöss oder Lössfließerden entstanden, aus denen Böden mit ausgeprägten hydromorphen Merkmalen hervorgegangen sind.

Nicht immer hat sich ein Boden aus dem gleichen Gestein gebildet, das unter ihm ansteht. Häufig war das Ausgangsmaterial auch primär geschichtet (z. B. viele Wassersedimente) oder der Boden entwickelte sich aus einer jüngeren Sedimentdecke (z. B. Löss oder Flugsand), die sich völlig von den Eigenschaften des liegenden Bodens unterscheiden kann. (Das Liegende bedeutet in Bodenkunde und Geologie das nach unten Folgende, das Hangende das nach oben Folgende.) In Mitteleuropa bilden meist mehrfach geschichtete Periglaziäre Decklagen (AG BODEN 2006), in der Regel als Fließerden ausgebildet, das Ausgangsgestein.

Bei vielen Mittelgebirgsfließerden ist nur die häufig steinreiche Basislage allein aus dem Liegenden hervorgegangen, während darüber Lagen folgen, die häufig feinerkörnig sind, weil sie Löss enthalten oder stärker durch Frostsprengung zerteilt wurden (Mittel-, Haupt- und Oberlage). Bei derartigen Böden ist es schwer, zwischen lithogenen und pedogenen Eigenschaften zu unterscheiden.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wie sind die Faktoren der Entwicklung eines Bodens?
- 2) Wer hat im Jahre 1897 die bodenbildenden Faktoren erstmals in einer Gleichung zusammengefasst?
- 3) Wer hat die Vorstellungen von Dokutschaev weiter entwickelt?
- 4) Was ist das Ausgangsmaterial der Bodenbildung?
- 5) Wovon hängen Richtung und Intensität der Bodenentwicklung ab?

TEXT 3

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Klima

Die Sonnenenergie ist die mächtigste Triebkraft der Bodenentwicklung. Sie wirkt einerseits unmittelbar als direkte Sonnenstrahlung und diffuse Himmelsstrahlung, andererseits über verschiedene Faktoren des Klimas (wie Niederschlag, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind) und vor allem über die Lebewelt auf den Boden ein. Die bei der Bodenentwicklung wirksame Energie ergibt sich im Wesentlichen aus Intensität und jahreszeitlicher Verteilung der Strahlungsbilanz (d. h. der Differenz ein- und ausgestrahlter Sonnenenergie). Demgegenüber tritt die Innenwärme der Erde in ihrer Bedeutung zurück (unter 0,01; Sonneneinstrahlung im Mittel aber $8,37 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \text{ min}^{-1}$).

Die von der Strahlungsbilanz abhängige Bodentemperatur wirkt direkt auf die Prozesse der Zersetzung, Verwitterung und Mineralbildung.

Zersetzung und chemische Verwitterung werden durch steigende Temperaturen beträchtlich intensiviert, so dass sie in den feuchten Tropen viel stärker sind als in den gemäßigten Breiten oder gar in Polnähe bzw. im Hochgebirge. Die intensivere Verwitterung vieler Böden humider Tropen ist allerdings nicht allein auf höhere Temperaturen zurückzuführen, sondern auch auf längere Zeiten der Bodenentwicklung.

Dadurch, dass die Temperatur auch auf die Vegetation wirkt, beeinflusst sie die Produktion der Streu, das Ausgangsmaterial der Humusbildung. In wärmeren Böden beteiligen sich mehr Organismen an Streuabbau und Gefügebildung. Sinken die Bodentemperaturen unter den Gefrierpunkt ab, kommen die meisten chemischen und biochemischen Prozesse zum Erliegen. Spezielle physikalische Vorgänge treten dann – besonders beim Wechsel von Gefrieren und Auftauen – auf: Frostverwitterung, frostbedingte Durchmischung (Kryoturbation) und Bodenfließen über gefrorenem Untergrund (Solifluktion).

Trotz geringerer Biomasseproduktion wird in den Böden kühlerer Klimate unter sonst gleichen Bedingungen in der Regel mehr Humus im Boden akkumuliert als in den feuchten Tropen.

Antarktische Böden können selbst bei Jahresmitteltemperaturen von -9°C noch 8...10 kg Humus je m^2 enthalten (in Mooren $> 20 \text{ kg}$), weil auch unter diesen Bedingungen die bodennahe Luftschicht zeitweilig über $+10^{\circ}\text{C}$ warm wird, mithin Pflanzenwuchs möglich ist. Dagegen steigen die Bodentemperaturen deutlich weniger stark, so dass nur wenig organische Substanz im Boden abgebaut wird.

Durch Niederschläge wird das Bodenwasser ergänzt, womit Lösungs- und Verlagerungsvorgänge ermöglicht werden. Auf die Bodenentwicklung wirkt sich vor allem jener Anteil der Niederschläge aus, der als Sickerwasser das

Solum passiert und dabei Lösungsprodukte der Verwitterung und Zersetzung abführt.

Oft dominiert das Klima die Pedogenese so stark, dass alle anderen Faktoren der Bodenentwicklung zurücktreten. Sichtbar wird das bei einem Vergleich von Böden aus gleichem Gestein und Relief unterschiedlicher Klimate. Lössböden zeigen bei ähnlicher Temperatur umso höhere Tongehalte, je höher die Niederschläge und mithin die Bodendurchfeuchtung waren, während der pH-Wert sank. Das ist darauf zurückzuführen, dass mit zunehmender Durchfeuchtung die chemische Verwitterung primärer Silicate und ihre Umwandlung in Tonminerale verstärkt werden und eine erhöhte Auswaschung von Ca-, Mg-, K- und Na-Ionen eintritt. Stärkere Durchfeuchtung führt auch zu rascher Entkalkung, womit wiederum eine Tonverlagerung möglich wird. In kühlhumiden Klimaten hemmt Nährstoffverarmung das Bodenleben und damit Streuabbau und Gefügebildung, so dass Rohhumusaufgaben entstehen können.

Starkregen und Schneeschmelze verursachen an Hängen Bodenerosion. Wind erhöht die Verdunstung und kann bei Trockenheit, besonders auf vegetationsfreien Flächen, ebenfalls Erosion verursachen.

Weitere Klimafaktoren wie Bewölkung und Luftfeuchtigkeit haben für die Bodenentwicklung überwiegend dadurch Bedeutung, dass sie die Strahlung bzw. die Verdunstung abwandeln.

In ariden Klimaten, bei denen mehr Wasser verdunsten kann als Niederschläge fallen, liegen die Verhältnisse anders. Hier ist die chemische Verwitterung gering, weil gelöste Verwitterungsprodukte nicht ausgewaschen, sondern angereichert werden.

Gleichzeitig verbleiben hier Salze, die als Stäube oder auch mit dem Regen zugeführt werden, im Boden. Freigesetzte und zugeführte Ionen werden dabei umso weniger nach unten verlagert und dort angereichert, je trockener es ist. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach der Löslichkeit: Wasserlösliche Salze werden weiter unten angereichert als Gips oder gar Kalk. Allerdings befindet sich selbst in Extremwüsten das Salzmaximum nicht an der Oberfläche, da die Salze durch episodische Starkregen einige dm nach unten verlagert werden.

Böden können sogar unter aridem Klima versauern. So sind im semiariden Westafrika besonders Sandböden stark versauert und entbast, weil während der Regenzeit ein starker Stoffaustrag stattfindet.

Bei ähnlicher Jahresmitteltemperatur und ähnlicher Nutzung steigen die Humusgehalte des Oberbodens mit dem Niederschlag: In Indien enthielten z. B. Ah-Horizonte unter natürlicher Vegetation und 24°C Jahresmitteltemperatur Humusgehalte zwischen 0,4% bei 35 mm, 2,0% bei 400 mm und bis 4,5% bei 3200 mm Jahresniederschlag (Jenny 1980). Die Bedeutung des Klimas wird besonders darin deutlich, dass die wichtigsten Bodenzonen der Erde weitgehend den Klimazonen entsprechen.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was ist die mächtigste Triebkraft der Bodenentwicklung?
- 2) Was wirkt direkt auf die Prozesse der Zersetzung, Verwitterung und Mineralbildung?
- 3) Wodurch werden Zersetzung und chemische Verwitterung beträchtlich intensiviert?
- 4) Wodurch wird das Bodenwasser ergänzt?
- 5) Worin wird die Bedeutung des Klimas besonders deutlich?

TEXT 4

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Schwerkraft und Relief

Alle Böden entstehen unter dem Einfluss der Schwerkraft, die z.B. das Bodenwasser mit gelösten Stoffen in Grobporen versickern lässt, tiefere Bodenlagen einer Auflast aussetzt und an Hängen hangparallele Stoffbewegung bewirken kann.

Das Relief, und zwar Höhenlage, Geländeform und Exposition, modifiziert die Bodenentwicklung, indem es die Wirkung von Schwerkraft, Klima, Gestein, Wasser, Lebewelt und letztlich auch die des Menschen verändert.

Über die Höhenlage (m über NN) bestimmt das Relief vor allem das Klima: mit zunehmender Höhe gehen im Gebirge eine abnehmende Temperatur und zunehmende Durchfeuchtung der Böden einher.

Das ergibt eine Höhenzonalität einzelner Bodeneigenschaften und ganzer Bodentypen. Im Kaukasus folgen z.B. mit der von 10 bis 5000 m ü. NN ansteigenden Höhe als Steppenböden Kastanozeme und Chernozeme, als Waldböden Phaeozeme, Luvisole und Podzole, sowie als kaum verwitterte Gebirgsböden Cryosole und Rohböden aufeinander.

Als Geländeformen lassen sich beim Makrorelief Ebenen, Kulminationsbereiche von Erhebungen (Rücken, Hügel, Berge), Hohlformen (Mulden, Täler) und Hänge mit ihren verschiedenen Bereichen (Ober-, Mittel-, Unterhang) und Profilen (konvex, konkav, gestreckt) unterscheiden. Als Mikrorelief ergeben sich dann weitere Formen, die als rillig, dellig, höckerig, kesselig, stufig, zerschnitten, glatt und eben beschrieben werden. Zu ihnen gehören auch Sonderformen wie natürliche und künstliche Wälle, Felsdurchragungen, Klippen und Dolinen.

Die Reliefeinheiten lassen sich mit Länge, Breite und Neigung (Inklination) beschreiben. Außerdem ist die Ausrichtung eines Hanges zur Himmelsrichtung (Exposition) von Bedeutung; hier ist vor allem zwischen Sonnhängen (Nordhalbkugel SE–W) und Schatthängen (NW–E) zu unterscheiden.

In Abhängigkeit von Inklination und Exposition stellt sich ein örtliches Kleinklima ein, das u. U. stärkere Auswirkungen auf die Bodenentwicklung als das vorherrschende Großklima haben kann. So sind meistens sowohl die Luft- und Bodentemperaturen als auch die Werte der Lichtintensität und der Verdunstung an den Schatthängen niedriger als an den Sonnhängen. Auch ist der Wechsel zwischen Gefrieren und Auftauen der Böden an Schatthängen weniger häufig als an Sonnhängen. Dadurch werden die Böden an Schatthängen stärker und tiefer durchfeuchtet und sind oft tiefer gründig als die der Sonnhänge ; gleichzeitig ist aber die Verwitterungsintensität an den kühleren Schatt hängen geringer.

Dies geht z. B. aus Analysen von Parabraunerden hervor, die an Schatthängen trotz größerer Horizontmächtigkeit geringere Tongehalte und eine schwächere Tonverlagerung als an Sonnhängen aufweisen. Sonnhänge leiden andererseits oft unter langanhaltender Trockenheit. In derartigen Fällen kann die Bodenentwicklung an den feuchteren Schatthängen weiter fortgeschritten sein als an den Sonnhängen. Nach Pallmann haben sich z. B. in den Schweizer Alpen an den Sonnhängen Normrendzinen aus Kalkstein gebildet, die einen geringmächtigen Ah-Horizont mit pH-Werten zwischen 6,8 und 7,5 besitzen, während an den Schatthängen Tangelrendzinen entstanden sind, die mächtige humose Auflagehorizonte mit pH-Werten zwischen 4 und 6 aufweisen. Dieses Phänomen wird aber oft zusätzlich dadurch modifiziert, dass z. B. in Europa die regenbringenden Tiefdruckgebiete vorrangig ostwärts ziehen, so dass Westhänge stärker durchfeuchtet werden. Mulden sind schließlich besonders feucht und kühl, weil Wasser von den Hängen und in Strahlungsnächten auch Kaltluft zufließen.

In ebener Lage sind Stofftransporte im Boden überwiegend vertikal orientiert. In Hanglagen werden laterale bzw. oberflächenparallele Stofftransporte begünstigt, die über die Grenzen des Pedons hinaustreten. Der Bodenkörper kann sich dann unter dem Einfluss der Schwerkraft als Ganzes bewegen, z. B. in kalten Klimaten als Fließerde.

Häufiger wird hingegen abfließendes Oberflächenwasser Bodenerosion verursachen, und/oder durch Hangzugwasser werden gelöste Stoffe aus Oberhangböden in Unterhang- oder Talböden verlagert. Tiefgelegene Landschaftsbereiche werden in ihrer Entwicklung oft vom Grundwasser beeinflusst.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wie entstehen alle Böden?
- 2) Was modifiziert die Bodenentwicklung?
- 3) Was läßt sich als Geländeformen unterscheiden?
- 4) Womit lassen sich die Reliefeinheiten beschreiben?
- 5) Wovon werden tiefgelegene Landschaftsbereiche in ihrer Entwicklung beeinflusst?

TEXT 5

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Prozesse der Bodenentwicklung

In einem Boden laufen ständig Stoffumwandlungen und Stoffverlagerungen ab, die mit Energieumsetzungen verbunden sind. Diese Umwandlungen und Verlagerungen setzen sich aus zahlreichen, gleichzeitig und nacheinander ablaufenden chemischen, physikalischen und biologischen Einzelvorgängen zusammen, die vor allem durch Klima und Lebewelt induziert werden und in ihrer Gesamtheit die Bodendynamik ausmachen.

So lassen sich wiederkehrende Änderungen der Bodentemperatur im Tages- und Jahreslauf und der Bodenfeuchte als Resultierende von Niederschlag und Verdunstung bzw. Versickerung beobachten. Auf- und Abbau von Bodenaggregaten erfolgen durch Schrumpfung bzw. Lebendverbau und Quellung, womit zyklische Verdichtungen und Lockerungen verbunden sind. Auch die Eigenschaften der Bodenlösung wie die Bodenreaktion, das Redoxpotenzial, oder Art und Konzentration von Ionen ändern sich ständig unter dem Einfluss von Niederschlag, Wasserbewegung und molekularer Diffusion, Austauschvorgängen mit Mineral-, Humus- und Wurzeloberflächen sowie Organistentätigkeit. Gleiches gilt für Menge und Art der organischen Bodenstoffe durch Zersetzung und Humifizierung sowie des Mineralbestandes durch Lösung und Kristallisation.

Zyklische Stoffumlagerungen erfolgen dabei einmal im Boden – z. B. pendeln lösliche Salze in wechsellückigen Klimaten zwischen Ober- und Unterboden. Außerdem laufen sie zwischen Boden und Pflanze ab. Schließlich handelt es sich um großräumige Stoffkreisläufe wie Wasser- und Elementniederschlag, verbunden mit Wasser- und Elementumlagerung.

An diesen Vorgängen kann auch der Mensch beteiligt sein, z. B. durch Ernteentzug und Düngung.

Viele dieser Vorgänge sind nicht vollständig reversibel, was zu kleinen bleibenden Veränderungen führt, die sich im Lauf der Zeit zu größeren aufsummieren.

Sofern daraus charakteristische Bodeneigenschaften bzw. Bodenhorizonte resultieren, spricht man von profilprägenden bzw. Bodenbildenden Prozessen, die in ihrer Gesamtheit die Entwicklung eines Bodens ausmachen. Art und Intensität bodenbildender Prozesse werden dabei durch die Bodenentwicklungsfaktoren bestimmt.

Neue Bodenhorizonte sowie Veränderungen entstehen zum einen durch Umwandlungsprozesse (Transformationen) wie Verwitterung und Mineralbildung, Zersetzung und Humifizierung, sowie Gefügebildung, zum anderen durch Verlagerungsprozesse (Translokationen), bei denen perkolierendes, ascendierendes

oder auch lateral ziehendes Wasser zu einer Umverteilung von Stoffen führt. Anreicherungsprozesse wirken von außen; dabei lässt die Zufuhr von Kohlenstoff (und Stickstoff) über pflanzliche Assimilation organische Substanz entstehen. Außerdem werden partikuläre (Stäube) sowie gelöste Stoffe des Niederschlages und ggf. Des Grundwassers zugeführt. Verarmungsprozesse sind Massenverluste durch Erosion und vor allem gelöster Stoffe durch Auswaschung.

Diesen horizontbildenden Prozessen stehen horizontverwischende Prozesse bzw. Turbationen gegenüber, bei denen durch Wechselfeuchte, periodisches Gefrieren, wühlende Bodentiere oder auch Pflugarbeit Material verschiedener Bodentiefen bzw. Bodenhorizonte gemischt wird.

Die einzelnen profilprägenden Prozesse dürfen im Grunde nicht isoliert voneinander betrachtet werden, da sie sich gegenseitig beeinflussen und da erst das vielfältige Wechselspiel zwischen ihnen zur Bildung eines Bodens führt (und zur Entwicklung sehr verschiedener Böden geführt hat).

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was macht die Bodendynamik aus?
- 2) Wodurch erfolgen Auf- und Abbau von Bodenaggregaten?
- 3) Wo erfolgen zyklische Stoffumlagerungen?
- 4) Wodurch kann an diesen Vorgängen auch der Mensch beteiligt sein?
- 5) Wodurch entstehen neue Bodenhorizonte?

TEXT 6

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Profildifferenzierung

Die geschilderten Prozesse laufen in einem Boden nicht isoliert voneinander ab, sondern mehr oder weniger gleichzeitig, wenn auch stets einige der Vorgänge dominieren. Sie beeinflussen sich in ihrem Ablauf gegenseitig. Erst das Zusammenspiel vieler Prozesse führt zu einem Boden. Dieser ändert im Laufe der Zeit seine Eigenschaften: Er macht eine Entwicklung durch. Je länger die bodenbildenden Faktoren Zeit zur Entfaltung haben, desto weiter kann sich ein Boden entwickeln und desto stärker kann er sich in Horizonte mit unterschiedlichen Eigenschaften differenzieren. Das soll an zwei Entwicklungsreihen oder Sukzessionen aus Dünensand und Geschiebemergel beschrieben werden.

Der Dünensand (z. B. 80% Quarz, 15% Feldspäte, 5% Glimmer) wurde nach seiner Ablagerung im Spätglazial von einer Tundravegetation besiedelt, unter der ein Rohboden entstand. Zersetzung, Humifizierung und Mischung ergaben einen wachsenden, feinkrümigen, humosen A-Horizont.

Kryoklastische Verwitterung hatte während der ausklingenden Kaltzeit insbesondere die Glimmer zerteilt.

Das ermöglichte vor allem im Holozän eine rasche Verbraunung bis in 60...100 cm Tiefe, wobei auch 1...2% Ton gebildet wurde. Bei pH-Werten von 7...5 wurde dieser (wohl auch als Sahara-Staub zugeführte) Ton teilweise verlagert und in 1...2 m Tiefe in Form von Bändern abgesetzt, während sich als Humusform ein mullartiger Moder bildete. Unter kühlfeuchtem Klima des Subatlantikums verzögerten unter Eichen/Birken-Wald zunehmende Versauerung und Nährstoffverarmung den Streuabbau; damit setzte eine Umlagerung von Al und später auch von Fe in organischer Komplexbindung ein.

Durch Streunutzung und nach Rodung des Waldes verstärkten sich unter Calluna-Heide Rohhumusbildung und Podsolierung, so dass schließlich ausgeprägte Humus- und Fe/Al-Anreicherungshorizonte entstanden, die insbesondere in früheren Wurzelbahnen tief in den Unterboden reichten und teilweise zu Ortstein verhärteten. Gleichzeitig verdichtete der kaum noch belebte Ae-Horizont durch Sackung, während die Versauerung über 2 m hinaus erfolgte.

Auch nach Aufforstung mit Kiefern ging die Podsolierung weiter und die pH-Werte des Oberbodens sanken unter 3, u. a. durch Schwefelsäure aus anthropogen verschmutzter Luft. Parallel dazu liefen extreme Silicatverwitterung und Nährstoffverarmung ab.

Auf Geschiebemergel (z.B. 40% Quarz, je 20% Carbonate und Tonminerale, je 10% Feldspäte und Glimmer) entstand durch Streuproduktion und intensive Tätigkeit wühlender Bodentiere im Frühholozän rasch ein mächtiger humus- und carbonathaltiger Oberboden mit lockerem Krümelgefüge.

Carbonatlösung, die bereits vor der Besiedlung durch Organismen einsetzte, führte zu einer kontinuierlichen Vertiefung des Solums, wenngleich die Intensität der Carbonatauswaschung im Laufe der Zeit abnahm, weil der Oberboden von mehr Sickerwasser durchzogen wird als der Unterboden.

Der Entkalkung folgten Verbraunung und Tonbildung, vor allem durch Verwitterung der Glimmer. Gleichzeitig wurde im wenig belebten, relativ (durch Entkalkung) und absolut mit Ton angereicherten Unterboden das Kohärentgefüge des Gesteins periodisch in Subpolyeder umgeformt. Außerdem setzte Tonverlagerung ein, die vermutlich unter den kontinentalen Klimaverhältnissen des Boreals besonders intensiv ablief, später auch Feinschluff erfasste, heute aber weitgehend infolge starker Bodenversauerung zum Stillstand gekommen ist. Der häufig dicht lagernde Geschiebemergel selbst, Sackungsverdichtung (als Folge der Entkalkung) und Einlagerungsverdichtung führten dann unter den relativ kühlfeuchten Klimaverhältnissen des Subatlantikums zeitweilig zum Wasserstau. Dadurch marmorierte der Unterboden und im Oberboden entstanden Fe/Mn-Konkretionen (Redoxi morphose). Geringere Organismenaktivität, bedingt durch zunehmende Nährstoffverarmung und zeitweiligen O₂-Mangel, reduzierten die Mächtigkeit des humosen Oberbodens

und ließen bisweilen ein Plattengefüge entstehen sowie schwache Podsolierung beginnen.

Landböden durchliefen in Mitteleuropa wohl die in Abbildung 7.2–8 dargestellten Stadien, allerdings nicht immer bis zum Ende, da seit Rückzug des Eises oft nur 10500 Jahre Zeit blieb und Erosion zu Unterbrechungen führte.

Neben den rezenten Böden, deren Entstehung unter der derzeitigen Konstellation der Bodenentwicklungsfaktoren erfolgte, gibt es Böden, die sich in früheren geologischen Epochen unter andersartigen Bedingungen bildeten. Diese Paläoböden blieben entweder als fossile Böden unverändert erhalten (Bronger 1982), wenn sie durch neue Sedimente überdeckt und in ihrer weiteren Entwicklung unterbrochen wurden, oder befinden sich als Reliktböden an der Erdoberfläche und unterliegen nunmehr einer Bodenentwicklung, die den heutigen Bedingungen entspricht (polygenetische Böden).

Die früher geprägten Merkmale der Böden werden dadurch entweder weitgehend beseitigt (in Mitteleuropa z.B. oft infolge starker Tondurchschlämmung) oder bleiben auf Grund ihrer Stabilität in so hohem Ausmaße erhalten, dass der ehemalige Bodentyp noch eindeutig nachweisbar ist.

Alte Landoberflächen, die zum Teil schon im Tertiär oder in früheren Epochen vorhanden waren, finden sich heute noch z.B. in höher gelegenen Gebieten der Tropen, aber auch im gemäßigt-humiden Klimabereich, z. B. in großen Teilen des Rheinischen Schiefergebirges und anderer deutscher Mittelgebirge.

Auf solchen Landoberflächen änderte sich im Laufe der Zeit mehrfach, zum Teil tief greifend, die Konstellation der Faktoren der Bodenentwicklung.

Auf diese Weise wurde ein Teil der dort verbreiteten Böden durch verschiedenartige, einander u. U. sogar entgegenlaufende Prozesse geformt. Viele Böden der Tropen und Subtropen sind als Produkt einer derartigen sog. polycyclischen Entwicklung genetisch sehr schwer zu deuten. Auch in Mitteleuropa sind Reste der Böden, die während der tropischen und subtropischen Klimaperioden der Kreide und des Tertiärs gebildet wurden, noch vorhanden (z. B. Fersiallite, Ferrallite). Soweit sie nicht überdeckt wurden, unterlagen sie jedoch während des Pleistozäns und des Holozäns einer erneuten, anders gearteten Bodenentwicklung.

Während der Warmzeiten (Interglaziale) und der kürzeren Wärmeperioden (Interstadiale) des Pleistozäns entwickelten sich in Mitteleuropa wiederholt Böden, die in vielen Fällen durch die sich anschließende Kaltzeit infolge Geschiebemergelablagerung, Lössaufwehung oder Solifluktion überdeckt und damit fossilisiert wurden.

Diese Paläoböden treten in mächtigen Lössablagerungen oft stockwerkartig auf und dienen heute vielfach der Erforschung des geologischen Ablaufs des Pleistozäns.

Auch auf geologisch sehr jungen Gesteinen verlief die Bodenentwicklung nicht ungestört, wie an den Beispielen des Dünensandes und des

Geschiebemergels zu sehen ist. Das Klima erreichte zunächst während des Spätglazials im Bölling und Alleröd zwei schwache Wärmemaxima, die sich auch bodenkundlich in einigen Teilen Deutschlands nachweisen lassen.

In der wärmsten und zugleich trockensten Periode des Holozäns, im Boreal (8800...7500 v.h.), entstanden mancherorts auf Löss und Geschiebemergel Schwarzerden. Die Entwicklung dieser Böden ist seit dem Einsetzen des feuchteren Atlantikums beendet und wurde durch Bodenbildungsprozesse humiderer Klimate abgelöst.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wie laufen die Prozesse der Profildifferenzierung in einem Boden ab?
- 2) Was ergab einen wachsenden, feinkrümeligen, humosen A-Horizont?
- 3) Wodurch verstärken sich Rohhumusbildung und Podsolierung?
- 4) Wodurch kann mächtiger humus- und carbonathaltiger Oberboden mit lockerem Krümelgefüge entstehen?
- 5) Was reduzierte die Mächtigkeit des humosen Oberbodens?

TEXT 7

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Horizontsystematik

Die Eigenschaften von Bodenhorizonten werden durch Buchstaben- und/oder Zahlensymbole gekennzeichnet. Dabei werden mit Großbuchstaben die Lage im Profil sowie die Zugehörigkeit zum Humus-, Mineral- und/oder Grundwasserkörper signiert. Spezifische Wirkungen bodenbildender Prozesse werden durch nachgestellte Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Es bestehen verschiedene nationale Systeme. Die Horizontsymbole ermöglichen vor allem Feldbodenkundlern, die für das Verständnis der Genese eines Bodens wichtigen Eigenschaften in Kurzform zu dokumentieren. In Deutschland bedient sich ihrer auch die Bodensystematik, da sich aus einer bestimmten Kombination von Horizontsymbolen eine bestimmte systematische Einheit, z.B. der Bodentyp, darstellen lässt. Ein derartiges Vorgehen setzt eindeutige, quantifizierende Definitionen der Symbole voraus. In den Systematiken anderer Länder, z. B. den USA und auch in internationalen Klassifikationen, wird nach dem Vorhandensein eindeutig definierter diagnostischer Horizonte, diagnostischer Eigenschaften oder diagnostischer Materialien geordnet; diesen werden jedoch keine Symbole als Kurzform zugeordnet.

Im Folgenden werden jeweils an erster Stelle deutsche Buchstabensymbole benutzt, an zweiter Stelle Symbole der FAO (2006).

Definitionen von Horizontsymbolen

In Deutschland sind Horizontsymbole mit (z.T. International gebräuchlichen) Definitionen diagnostischer Horizonte bzw. Merkmale belegt. Danach müssen z.B. bei einem Bt-Horizont nicht allein Tontapeten eine Tonverlagerung belegen, sondern diese muss deutlich sein, d. h. bei einem sandigen Boden einen Tongehaltsunterschied von mindestens 3% zwischen Ober- und Unterboden bewirkt haben.

Dann ergibt sich aus einer bestimmten Horizontkombination der Bodentyp. Sofern international abweichende Symbole verwendet werden, sind diese im Folgenden an zweiter Stelle aufgeführt. International dienen Horizontsymbole allerdings meist nur einer Charakterisierung im Felde, deren Anwendung ohne striktes Einhalten der Definitionen diagnostischer Horizonte bzw. Merkmale möglich ist.

Bodensystematik

Böden mit identischem Entwicklungsstatus, der sich durch eine bestimmte Horizontkombination ausdrückt, bilden einen Bodentyp. Die Benennung der Bodentypen erfolgt in Deutschland nach einer auffälligen Eigenschaft wie der Farbe (z.B. Braunerde) oder nach der Zugehörigkeit zu einer Landschaft (z.B. Marsch oder Moor). Vielfach werden auch ausländische Namen wie Rendzina (poln.), Podsol (russ.), Dy (schwed.) oder Kunstnamen (z.B. Pelosol) verwendet.

Böden werden, wie andere Naturkörper auch, nach realen Eigenschaften klassifiziert. Sie können dabei nach ihrer Entstehung, d. h. genetisch, oder nach ihrer Wirkung auf andere Objekte, d. h. effektiv, eingeteilt werden. Einfache, effektive Gliederungen existierten bereits im Altertum (Blume, 2003). In Deutschland wurden sie systematisch seit dem 19. Jh. entwickelt. Effektive Klassifikationen gelten nur für spezielle Nutzungen und sind schon deshalb als allgemeine Systematik nicht brauchbar.

Die im Folgenden vorgestellten Klassifikationssysteme sind vorrangig genetisch konzipiert, wenngleich teilweise in den niedrigen Kategorien der Systematik auch nach ökologisch (= effektiv) relevanten Eigenschaften geordnet wird. Eine genetische Klassifizierung lässt aber selbstverständlich auch Aussagen über die Nutzbarkeit von Böden zu, da der Entwicklungszustand eines Bodens eine bestimmte Kombination von Eigenschaften darstellt, die auch im Hinblick auf spezifische Nutzungen Gültigkeit hat.

Die heutigen, genetischen Bodensystematiken gehen vor allem auf den Russen W.W. Dokutschaev (1883) und den Amerikaner W. E. Hilgard (1892) zurück, die Böden als eigenständige Naturkörper betrachteten und sie als Folge vor allem des Ausgangsgesteins, des Klimas nebst klimabedingter Vegetation und des Reliefs klassifizierten (Bodenzonenlehre).

Später ging man dazu über, Böden nach Eigenschaften zu klassifizieren, die auf bodenbildenden Prozessen beruhen.

Klassifikationssysteme in Deutschland

Die Böden Deutschlands wurden im 19. Jahrhundert vorrangig nach dem Ausgangsgestein klassiert.

Im 20. Jh. unterschied zunächst H. Stremme nach dem Vorherrschen einzelner Faktoren zwischen Vegetationsbodentypen (Waldböden, Heideböden, Steppenböden), Gesteinsbodentypen (Carbonatböden, Eruptivgesteinsböden usw.), Nassbodentypen (Auen-, Marsch-, Moorböden usw.), Reliefbodentypen (Gebirgs- und Hangböden) sowie künstlichen Böden.

Heute werden die Böden Deutschlands nach einem System klassifiziert, das den Profilbau eines Bodens – in dem sich die Auswirkungen aller Faktoren der Bodenentwicklung widerspiegeln – bzw. seine Horizontkombination in den Mittelpunkt stellt. Es fußt auf dem natürlichen System Kubienas (1953), das vor allem von E. Mückenhausen modifiziert wurde und durch den Arbeitskreis für Bodensystematik der DBG laufend ergänzt wird.

Ihm liegt die folgende Gliederung der Böden Mitteleuropas zugrunde.

Oberste Kategorien dieses Systems sind die Abteilungen, die nach dem Wasserregime, d. h. den terrestrischen oder Landböden, den semiterrestrischen oder Grundwasserböden und den subhydrischen oder Unterwasserböden unterschieden werden. Dazu kommen die Moore, die nur einen Humuskörper aufweisen.

Es folgen die Bodenklassen, bei denen die Landböden nach ihrem Entwicklungszustand bzw. Dem Grad der Differenzierung in Horizonte untergliedert werden. Klassen der Grundwasserböden sind die Gleye, die heute oder früher periodisch mit Süßwasser überfluteten Auenböden und die mit Salzwasser überfluteten Marschen. Hier liegt also eine weitere Differenzierung nach dem Wasserregime vor.

Die Bodenklassen sind in Bodentypen gegliedert, die sich bei juvenilen Landböden nach lithogenen Profilvermerkmale, bei stärker entwickelten nach der Entwicklungsart unterscheiden. Die Typen der Grundwasserböden unterscheiden sich nach dem Entwicklungszustand, die der subhydrischen Böden nach der Humusform. Die weitere Unterteilung der Bodentypen in Subtypen, Varietäten und Subvarietäten erfolgt unter der Berücksichtigung feinerer Unterschiede des Entwicklungsgrades des Mineral- oder Humuskörpers, der Intensität bestimmter Veränderungen, lithogener Merkmale, außerdem nach Übergangsformen zwischen Typen und Subtypen.

Dem Bodennamen wird die Angabe des Ausgangsgesteins nachgestellt; beides zusammen bildet dann die Bodenform. Die Hauptbodenform der in der früheren DDR gebräuchlichen Bodensystematik stellte demgegenüber eine Kombination von Substrattyp und Bodentyp dar (z. B. Tieflehm-Fahlerde).

Dieses Konzept der Substrattypen wurde in die heute gebräuchliche Systematik integriert. Substrattypen unterscheiden sich dabei vor allem in der

Gesteinsart und Körnung bzw. den Gesteins- und Körnungskombinationen der Lagen eines Bodens.

Sie wurden eingeführt, um ökologisch wirksamen Eigenschaften stärkere Geltung zu verschaffen. Substrattypen dienen heute zur Charakterisierung der Bodenform bei der Bodenkartierung.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wodurch werden die Eigenschaften von Bodenhorizonten gekennzeichnet?
- 2) Was wird mit Großbuchstaben signiert?
- 3) Was wird durch nachgestellte Kleinbuchstaben gekennzeichnet?
- 4) Welche Böden bilden einen Bodentyp?
- 5) Wie werden die Böden Deutschlands heute klassifiziert?

TEXT 8

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Internationale Bodensystematik

Für die seit 1961 von der FAO und UNESCO erstellte Weltbodenkarte wurde eine neue internationale Bodennomenklatur geschaffen. Seit dem Jahre 1988 wird diese Klassifikation von einem Arbeitskreis der Internationalen Bodenkundlichen Union (IBU) als World Reference Base for Soil Resources (WRB) weiter entwickelt. Sie dient dem Ziel, Definitionen von Bodenhorizonten, Bodeneigenschaften und Bodenmaterialien anzubieten sowie Klassifikationsmöglichkeiten aufzuzeigen, um zu einer Annäherung zwischen den verschiedenen nationalen Klassifikationen zu kommen. Sie ist als Internationale Bodenklassifikation anzusehen. Auf hohem Klassifikationsniveau wird zwischen Grund- und Stauwasserböden unterschieden, werden viele Pelosole innerhalb der Vertisole klassifiziert und bilden frostgeprägte Böden eine eigene Einheit. Durch die zwei Einheiten der Anthrosole und der Technosole wird auch der starke Einfluss des Menschen widerspiegelt (JUSS/ISRIC/FAO 2006).

Auf höchstem Klassifikationsniveau wird mittels diagnostischer Horizonte bzw. mittels diagnostischer Eigenschaften und Materialien zwischen 32 Hauptbodeneinheiten unterschieden, die mit adjetivischen Qualifiern jeweils in 9...19 vorangestellte Untereinheiten sowie 8...31 in Klammern nachgestellte Untereinheiten untergliedert werden können. Auch diese lassen sich nach einem vorgegebenen Muster weiter untergliedern, indem mehrere zulässige Qualifier aneinander gereiht werden können. Zu den vorangestellten Präfix-Qualifiern gehören einmal solche, die als typisch für die Haupteinheit gelten, und außerdem Übergangsformen. Nachgestellte Suffix-Qualifier sind hingegen

solche, die in vielen Haupteinheiten auftreten können. So lässt sich nach der Körnung zwischen Skeletic = stein- und kiesreich, Arenic = sandreich, Siltic = schluffreich und Clayic = tonreich unterscheiden, nach der Basizität zwischen Dystric = BS < 50% und Eutric = BS ≥ 50%. Humic sind tiefgründig humose und Calcaric kalkhaltige Böden, während sich mit Takyric, Yermic und Aridic Böden der Kälte- und Wärmewüsten näher kennzeichnen lassen. Drainic sind künstlich entwässerte Böden, Novic Böden mit 5...50 cm junger Sedimentüberdeckung und Transportic haben einen > 30 cm künstlichen Bodenauftrag.

Die folgende Gliederung stellt einen Bestimmungsschlüssel dar, bei dem später folgende Bodeneinheiten den Definitionen vorgeordneter (weitgehend) nicht genügen. Leptosole, Cryo sole, Vertisole und Fluvisole haben keine diagnostischen B-Horizonte, Gleysole, Solonchake und Andosole keinen spodic oder argic B sowie Chernozeme keinen gypsic h. Tritt eine diagnostische Eigenschaft auch nachgeordnet als Untereinheit auf, erfüllt sie nicht alle Kriterien dieser Eigenschaft: So treten in einem Gleyic Cambisol die Eigenschaften des Gleysols erst in 50 bis 100 cm Bodentiefe auf. Diagnostische Eigenschaften wurden nur dann vermerkt, wenn sie sich nicht bereits aus dem Namen der Einheiten ergeben (/ bedeutet über, ; oder). Für Präfix- und Suffix-Qualifier gilt Entsprechendes: Vorne gelistete Präfix-Qualifier werden direkt vor den Namen der Einheit gesetzt, spätere weiter links. Suffix-Qualifier werden nacheinander aufgelistet und durch Kommas getrennt.

Hauptbodeneinheiten nach WRB,

ergänzt um wichtige Präfix- und Suffix-Qualifier; Definitionen z.T. etwas vereinfacht, () Symbol; Hor Horizont, / über, ; oder

Histosole (HS): mit org. Aufl. > 4 dm; > 10/R

Präfixe u. a.: Folic, Limnic, Fibric, Hemic, Sapric, Technic, Cryic, Andic, Salic, Calcic Suffixe u. a.: Thionic, Turbic, Gelic, Tidalic

Anthrosole (AT): mit anthropogenetischem Hor > 5 dm Präfixe u. a.: Hydrargic, Irragic, Terric, Plaggic, Hortic, Technic, Fluvic

Technosole (TC): mit > 20 Vol.-% Artefakten bis 10 dm; /R, oder mit künstlicher, (kaum) durchlässiger Geomembran oder ≤ 5cm / technischem Festgestein Präfixe u. a.: Ekranic, Linic, Urbic, Spolic, Garbic, Cryic, Fluvic, Gleyic Suffixe u. a.: Reductic, Toxic, Densic

Cryosole (CR): mit Permafrost im ob. Meter oder oben cryoturbat verändert / Permafrost im 2. m Präfixe u. a.: Glacic, Turbic, Folic, Histic, Technic, Leptic, Salic, Spodic, Mollic, Umbric, Cambic Suffixe u. a.: Calcaric, Ornithic, Reductaagic, Oxyaquic, Thixotropic

Leptosole (LP): mit ≤ 25 cm/R, oder obere 7,5 dm; /R < 20 Vol.-% Fb

Präfixe u. a.: Nudilithic, Lithic, Hyperskeletal, Rendzic, Folic, Histic, Technic, Salic, Mollic, Umbric, Cambic, Haplic

Suffixe u. a.: Gypsic, Ornithic, Tephric, Gelic

Vertisole (VR): mit vertic innerhalb 1 m beginnend Präfixe u. a.: Grumic, Mazic, Salic, Gleyic, Sodic, Stagnic, Gypsic, Duric, Calcic

Suffixe u. a.: Albic, Gypsiric, Pellic, Chromic

Fluvisole (FL): mit fluvic zumindest zwischen 25...50 cm

Präfixe u. a.: Subaquatic, Tidalic, Limnic, Folic, Histic, Salic, Gleyic, Stagnic, Mollic, Umbric, Haplic

Suffixe u. a.: Thionic, Anthric, Gypsiric, Tephric, Gelic, Drainic

Solonetze (SN): mit natric innerhalb 1 m beginnend

Präfixe u. a.: Vertic, Gleyic, Salic, Stagnic, Gypsic, Calcic, Haplic

Suffixe u. a.: Glossalbic, Albic, Abruptic, Colluvic, Ruptic, Magnesianic

Solonchake (SC): mit salic oberhalb 5 dm beginnend

u. ohne thionic

Präfixe u. a.: Petrosalic, Hypersalic, Puffic, Folic, Histic, Technic, Gleyic, Stagnic, Gypsic, Duric, Calcic, Haplic

Suffixe u. a.: Sodic, Aceric, Chloridic, Sulphatic, Carbonatic, Gelic, Densic, Drainic

Gleysole (GL): durchgehend gleyic, zumindest ab 25 cm oder Ap

Präfixe u. a.: Folic, Histic, Anthraquic, Technic, Fluvic, Endosalic, Spodic, Plinthic, Mollic, Gypsic, Calcic, Umbric, Haplic

Suffixe u. a.: Thionic, Sodic, Toxic, Gelic, Drainic

Andosole (An): Böden aus vulkan. Aschen

Präfixe u. a.: Vitric, Aluandic, Silandic, Melanic, Folic, Histic, Gleyic, Haplic

Suffixe u. a.: Anthric, Colluvic, Sodic, Gelic

Podzole (PZ): mit spodic B innerhalb 2 m

Präfixe u. a.: Placic, Ortsteinic, Carbic, Rustic, Albic, Folic, Histic, Leptic, Gleyic, Stagnic, Umbric, Haplic

Suffixe u. a.: Hortic, Plaggic, Terric, Anthric, Ornithic, Turbic, Gelic, Drainic

Plinthosole (PT): plinthic Hor ab < 5 dm

Präfixe u. a.: Petric, Pisolithic, Gibbsic, Posic, Geric, Vetic, Stagnic

Suffixe u. a.: Albic, Ferric, Aluminic

Nitrosole (NT): mit nitric Hor ab < 1 m (ohne ferric, plinthic, vertic, nicht redoximorph)

Präfixe u. a.: Vetic, Alic, Acric, Luvic, Lixic

Suffixe u. a.: Aluminic, Colluvic, Rhodic

Ferralsol (FR): mit ferralic, ohne argic

Präfixe u. a.: Gibbsic, Posic, Geric, Vetic, Plinthic, Haplic

Suffixe u. a.: Aluminic, Ferric, Rhodic, Xanthic

Planosol (PL): Stauwasserböden mit abrupt textural change (atc)

Präfixe u. Suffixe wie Stagnosol

Stagnosol (ST): Stauwasserböden ohne atc

Präfixe u. a.: Folic, Histic, Vertic, Endogleyic, Mollic, Luvic, Umbric, Haplic

Suffixe u. a.: Thionic, Albic, Ferric, Ruptic, Geric, Sodic, Alumic, Gelic, Placic, Drainic

Chernozeme (CH): mit ≥ 2 dm sehr dunklem bis schwarzem mollic A u. Sekundärkalk

Präfixe u. a.: Vermic, Leptic, Gleyic, Stagnic, Gypsic, Calcic, Luvic, Haplic

Suffixe u. a.: Anthric, Glossic, Sodic, Pachic, Greyic

Kastanozeme (KS): mollic A heller, sonst wie Chernozem

Präfixe u. Suffixe weitgehend wie Chernozem

Phaeozeme (PH): mit kalkfreiem mollic A, sonst wie Kastanozem

Präfixe u. Suffixe weitgehend wie Chernozem

Gypsisole (GY): mit (petro)gypsic Hor, in < 1 m Tiefe beginnend

Präfixe u. a.: Petric, Arcic, Endosalic, Endogleyic, (Petro) duric, (Petro)calcic

Suffixe u. a.: Ruptic, Sodic, Hyperochric

Durisole (DU): mit (petro)duric Hor, in < 1 m Tiefe beginnend

Präfixe u. Suffixe weitgehend wie Gypsisole

Calcisole (CL): mit (petro)calcic Hor, in < 1 m Tiefe beginnend

Präfixe: Hyper-, Hypocalcic, sonst ähnlich Gypsisol

Suffixe: weitgehend wie Gypsisole

Albeluvisole (AB): albeluvisol tonging/argic

Präfixe: Fragic, Cutanic, Folic, Histic, Technic, Gleyic, Stagnic, Umbric, Cambic, Haplic

Suffixe u. a.: Anthric, Alumic, Greyic

Alisole (AL): mit argic B mit KAKTon ≥ 24 cmolc/kg, > 5 dm dystic

Präfixe mit Vetic, Plinthic, sonst wie Luvisol Suffixe ähnlich Luvisol

Acrisole (AC): mit argic B mit KAKTon < 24 cmolc/kg, > 5 dm dystic

Präfixe mit Vetic, Plinthic, sonst wie Luvisol

Suffixe wie Luvisole

Luvisole (LV): mit argic B mit KAKTon ≥ 24 cmolc/kg, > 5 dm eutric

Präfixe u. a.: Lamellic, Cutanic, Albic, Escalic, Technic, Leptic, Gleyic, Stagnic, Haplic

Suffixe u. a.: Anthric, Fragic, Rhodic, Chromic

Lixisole (LX): mit argic B

Präfixe mit Vetic, Plinthic, sonst wie Luvisol

Suffixe wie Luvisol

Umbrisole (UM): mit umbric A

Präfixe u. a.: Folic, Histic, Leptic, Vitric, Andic, Endogleyic, Ferralic, Stagnic, Mollic, Cambic

Suffixe u. a.: Anthric, Albic, Brunic, Glossic, Alumic, Turbic, Gelic, Greyic, Laxic, Placic, Chromic

Arenosole (AR): aus loamy sand – sand u. < 40 Vol-% Kies u. Steine

Präfixe u. a.: Lamellic, Hypoluvic, Albic, Rubic, Brunic, Protic, Endogleyic

Suffixe u. a.: Ornithic, Gypsic, Turebic, Gelic, Placic

Cambisole (CM): Böden mit cambic B

Präfixe u. a.: Folic, Leptic, Vertic, Fluvic, Endosalic, Endogleyic, Stagnic

Suffixe u. a.: Fragic, Colluvic, Gypsic, Loxic, Gelic, Rhodic, Chromic

Regosole (RG): andere Böden

Präfixe u. a.: Aric, Colluvic, Technic, Endogleyic, Stagnic, Haplic

Suffixe u. a.: Ornithic, Gypsic, Sodic, Turbic, Gelic

Beispiel für eine Klassifikation nach WRB: Ein eutropher (BS 60%) Parabraunerde-Pseudogley (d. h. stark staunasser Boden mit Tonverlagerung) mit vielen braunschwarzen Fe/Mn-Oxid-Konkretionen (= manganiferric) im Al-Sw aus Löss (= siltic) ist nach WRB ein Luvic Stagnosol (Manganiferric, Eutric, Siltic).

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wofür wurde eine neue internationale Bodennomenklatur geschaffen?
- 2) Welchem Ziel dient Internationale Bodensystematik?
- 3) Wann werden diagnostische Eigenschaften vermerkt?
- 4) Was gilt für Präfix- und Suffix-Qualifier?
- 5) Nennen Sie die Hauptbodeneinheiten nach WRB.

TEXT 9

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Landböden (Terrestrische Böden)

Zu den Landböden gehören alle Böden außerhalb des Wirkungsbereichs eines Grundwassers (d. h. Grundwasserhochstand tiefer als 1 m).

Syrosem

Profil. Ein Syrosem ist ein Rohboden aus Festgestein. Ein nur lückig vorhandener und dann äußerst geringmächtiger (< 2 cm) humoser Oberboden (Ai-Horizont) liegt unmittelbar dem festen Gestein auf, das allenfalls 30 cm tief mechanisch zerkleinert ist. Ein Protosyrosem liegt vor, wenn Festgestein an der Oberfläche ansteht und nur deren oberste mm durch Bodenbildung verändert wurden.

Name. Als Syroseme (russ. = rohe Erde) hat Kubiena Gesteinsrohböden bezeichnet. Ältere Bezeichnungen sind Schutt- oder Skelettböden. Im WRB-System gehört er (zusammen mit Ah/C-Böden über Festgestein) zu den Leptosolen, und zwar vorrangig als Lithic Leptosol. Nudilithic Leptosole sind solche, bei denen ein festes Gestein an der Oberfläche ansteht, die obersten mm

z. B. unter Flechten etwas porös und von Mikroorganismen besiedelt sind (CHEN et al. 2000). Im US-System sind es lithische Untergruppen der Entisole.

Entwicklung. Der Syrosem stellt ein Initialstadium der Bodenbildung dar, in dem etwas Humus akkumuliert wurde, aber noch keine nennenswerte chemische Verwitterung stattgefunden hat. Auf Kalkstein leitet er zu den Syrosem-Rendzinen über, auf Silicatgestein zu den Syrosem-Rankern.

Eigenschaften. Der geringmächtige Ai-Horizont ist oft steinig und extrem wechsellustig. Seine Eigenschaften werden entscheidend von denen des Gesteins geprägt: Auf Kalkstein liegt neutrale Bodenreaktion vor, auf Silicatgestein ist er oft bereits versauert.

Bisweilen sind auch die oberen cm des festen Gesteins an Stoffen verarmt. So können von Pionierpflanzen (oft Moose und Flechten) durch Ausscheiden von Säuren und Komplexbildnern Nährstoffe gelöst und entzogen worden sein, erkennbar an einer Bleichung Fe-haltiger Silicate. In anderen Fällen bildet das feste Gestein nur die Unterlage, auf der Flugstaub zusammen mit Humus der Vegetation akkumuliert wurde.

Verbreitung. Syrosem nehmen Erosionslagen der Bergregionen ein. Sie sind im Mittelgebirge meist auf wenige Felsvorsprünge beschränkt, im Hochgebirge aber häufiger vertreten. Häufig sind Protosyrosem kleinflächig auf Mauern und Dächern anzutreffen.

Nutzung. Wegen ihrer Flachgründigkeit und häufigen Austrocknung ist eine Nutzung der Syrosem nicht möglich.

Lockersyrosem

Profil. Lockersyrosem zeigen einen nur humusarmen Ai [mit $< 0,6\%$ (bei Sand) ... $1,2\%$ Humus (bei Ton)] im Oberboden, der aber durchgehend vorhanden sein kann und der direkt in ein über 30 cm mächtiges Lockergestein übergeht.

Name. Von den Gesteinsrohböden wurden aus Lockergestein die Lockersyrosem abgetrennt, weil sie sich von den Syrosem aus Festgestein vor allem ökologisch stark unterscheiden. Im WRB-System gehören sie zu den Arenosolen oder Regosolen mit sehr schwach entwickeltem ochric A (entsprechend Ai definiert), im US-System sind es Psamments oder Orthents ohne B-Horizont.

Entwicklung, Vorkommen. Lockersyrosem sind Initialstadien der Bodenbildung junger Dünen oder Lockergesteine, die durch Erosion freigelegt wurden. Sie bilden in unserem Klima nur kurzfristige Durchgangsstadien, die sich in wenigen Jahrzehnten zu Regosolen (auf Silicatgestein), Pararendzinen (auf Mergelgestein) oder Pelosolen (auf Tongestein) weiterentwickeln. Vielfach haben sich Lockersyrosem aus künstlichen Aufschüttungen gebildet und stellen dann Rohböden von Abraumhalden, Lössaufschüttungen oder Trümmerbergen

dar. Nur dort, wo die Vegetationsentwicklung ständig gestört wird, bleiben sie für längere Zeit erhalten.

Eigenschaften. Die Eigenschaften der Lockersyroseme werden nahezu völlig von denen des Ausgangsgesteins bestimmt. Gemeinsam ist ihnen ein tiefgründiger, potenzieller Wurzelraum (abgesehen von Mehrschichtböden über Festgestein), während Wasser- und Nährstoffverhältnisse, außer vom Klima, von Körnung und Mineralbestand bestimmt werden.

Nutzung. Lockersyroseme sind im Gegensatz zu Rohböden aus Festgestein wegen ihrer Tiefgründigkeit oft erfolgreich zu kultivieren. Insbesondere Lockersyroseme aus Löss können in geeigneter Reliefposition über organische Düngung ohne Schwierigkeiten als fruchtbare Ackerstandorte genutzt werden.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welche Böden gehören zu den Landböden?
- 2) Welches Profil hat ein Syrosem (Lockersyrosem)?
- 3) Was wird als Syrosem (Lockersyrosem) bezeichnet?
- 4) Was können Sie über die Entwicklung von Syroseme (Lockersyrosem) erzählen?
- 5) Welche Eigenschaften hat Syrosem (Lockersyrosem)?
- 6) Wo wird Syrosem (Lockersyrosem) genutzt?

TEXT 10

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

O/C-Boden (Humusboden)

Profil. Bei einem O/C-Boden liegt eine Humusaufgabe (d.h. ein Horizont mit über 30 % org. Substanz) direkt einem Gestein auf und/oder Gesteinsklüfte bzw. Schotter sind von (mineralarmem) Humus durchsetzt. Es fehlt also ein A-Horizont.

Name. Als Felshumusboden wird ein Boden mit einem O/(x)C/mC-Profil bezeichnet, bei dem O-Material festem Gestein aufliegt und/oder < 3 dm mächtiges Grobskelett über festem Gestein durchsetzt. Humusdurchsetztes Grobskelett (xlC), das über 3 dm mächtig ist, wird als Skeletthumusboden bezeichnet. Im WRB-System handelt es sich um Folie Histosole, sofern ihr O-Horizont mächtiger als 10 cm ist, ansonsten um Folie-lithic Leptosole. Im USSystem gehören die O/C-Böden zu den Folists.

Entwicklung, Eigenschaften. O/C-Böden entwickeln sich auf anstehendem Fels oder feinerdearmem Hangschutt, Schotter bzw. Geröll. Als Pionierpflanzen kommen daher Flechten infrage, deren Rückstände schließlich den Wurzelraum für höhere Pflanzen bilden. Frostsprengung und lösungsschemische Verwitterung des Gesteins treten gegenüber Humusakkumulation stark zurück. Die

Humusaufgaben können mehrere dm mächtig sein, während Klüftfüllungen einen Meter tief reichen können.

Über geringmächtigem L- und Of-Horizont folgen in der Regel relativ mächtige, stark humifizierte Oh-Horizonte. Die O-Horizonte sind meist stark versauert und entbast, selbst auf basenreichem Gestein. O/C-Böden sind feucht (bis trocken), im Gegensatz zu Mooren aber nur kurzfristig nass.

Verbreitung, Nutzung. O/C-Böden treten vor allem im Hochgebirge auf, z.B. in den Kalkalpen, und sind dort mit Syrosem und Ah/C-Böden vergesellschaftet. Sie kommen aber auch in Mittelgebirgen vor und selbst im Norddeutschen Tiefland. So haben sie sich auf Rügen unter Heide auf Strandwällen aus Flintsteingeröllen entwickelt. Sie sind oft bewaldet, jedoch lässt ihre exponierte Lage in der Regel keine Nutzung zu.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat O/C-Boden (Humusboden)?
- 2) Was wird als O/C-Boden (Humusboden) bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von O/C-Boden (Humusboden) erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat O/C-Boden (Humusboden)?
- 5) Wo wird O/C-Boden (Humusboden) genutzt?

TEXT 11

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Ranker

Profil. Der Ranker weist einen humosen, oft steinigen A-Horizont auf, der festem, allenfalls 30 cm tief zerkleinertem, silicatischem, carbonatfreiem bis – armem (< 2 %) Festgestein, d. h. einem qmC oder tmC (bzw. R) aufliegt. Beim Braunerde-Ranker folgt dem bis 20 cm mächtigen Ah ein 2...10 cm mächtiger, steiniger BvC.

Name. Ranker (nach Kubiena) leitet sich von Rank (österr. = Berghalde, Steilhang) ab. Im WRB-System gehören sie zu den Leptosolen, im US-System zu den Lithic Haplumbrepts.

Entwicklung, Verbreitung. Der Ranker geht durch fortschreitende Humusakkumulation und Gesteinsverwitterung aus dem Syrosem hervor. Er nimmt vor allem Hangpositionen ein, wo sich nur sehr geringe Frostschuttdecken gehalten haben oder Erosion einer Weiterentwicklung entgegenwirkt. In Hoch- und Mittelgebirgen findet man Ranker meist auf festem Gestein, während benachbarte Fließenden Braunerden oder Podsole aufweisen.

Eigenschaften. Ranker sind in der Regel flachgründig, besonders die Syro(sem)-Ranker, deren humoser A-Horizont < 5 cm mächtig ist. Sauerranker aus überwiegend quarzreichem Gestein sind dystroph und nährstoffarm; sie besitzen besonders in kühlfeuchten Mittelgebirgslagen Humusaufgaben. Euranker aus meist quarzfreien Gesteinen wie Basalt sind hingegen in der Regel reich an verfügbaren und Reserve-Nährstoffen; sie weisen besonders in wärmeren Lagen die Humusform Mull auf.

Nutzung. Da Ranker meist in Hanglage auftreten, werden sie vorwiegend als extensives Grünland oder forstlich genutzt, wobei sich die Bäume oft nur in Schichtfugen klüftigen Gesteins verankern können. In südexponierten Lagen, z.B. des Kaiserstuhls, dienen sie auch dem Weinbau.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Ranker?
- 2) Was wird als Ranker bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Ranker erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Ranker?
- 5) Wo wird Ranker genutzt?

TEXT 12

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Regosol

Profil. Der Regosol besitzt einen humosen A-Horizont, der direkt in ein über 30 cm mächtiges Lockergestein wie Flugsand übergeht. Beim Braun(erde)-Regosol ist ein ver braunter Saum vorhanden (2...10 cm BvC), beim Podsol-Regosol ein > 3 cm Ahe über BsC.

Name. Die Bezeichnung Regosol (gr. Rhegos = Decke) soll die geringe Mächtigkeit des Solums und die Lockerheit des Ausgangsgesteins hervorheben. Im WRBSystem haben die Regosole einen ochric A-Horizont; sandige Braunerde- bzw. Podsol-Regosole wären Brunic bzw. Albic Arenosole. Im US-System gehören die Regosole zu den Entisolen (z. B. Psamments).

Entwicklung, Eigenschaften. Regosole haben sich aus kalkfreien bis armen ($< 2\%$ CaCO_3) Lockersedimenten entwickelt. Sie sind tiefgründig. Lockersyrosem-Regosole besitzen nur einen humusarmen Oberboden und als Sandböden dann besonders niedrige Wasser- und Austauschkapazitäten. Vor allem unter feuchteren Klimaverhältnissen und/oder Nadelholz sind sie als Sauerregosole basenarm und zeigen dann oft Humusaufgaben. Deutlich nährstoffreicher sind die Euregosole ($\text{BS} > 50\%$).

Vorkommen und Nutzung. Regosole sind in Mitteleuropa nur kleinflächig auf Dünen oder erodierten Landoberflächen vertreten. Vielfach sind sie als Weiterentwicklung der Lockersyroseme auf rekultivierten, begrünten Abraumhalden oder Deponien, die mit Sand abgedeckt wurden, vertreten. Häufig sind Regosole aus Böden hervorgegangen, die infolge ackerbaulicher Nutzung erodiert wurden. Sie bleiben dann erosionsgefährdet. Sandige Regosole bedürfen ständiger organischer Düngung und in Trockengebieten künstlicher Beregnung, wenn sie landwirtschaftlich genutzt werden sollen.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Regosol?
- 2) Was wird als Regosol bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Regosol erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Regosol?
- 5) Wo wird Regosol genutzt?

TEXT 13

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Rendzina

Profil. Die typische Rendzina besitzt einen oft humus- und skelettreichen, krümeligen Ah-Horizont über einem festen (z. B. Kalkstein) oder lockeren (z. B. Kalktuff; dann Rego-Rendzina) Carbonat- oder Gipsgestein. Der obere Gesteinshorizont ist oft durch Frostsprengung zerteilt und mit Sekundärkalk angereichert.

Name. Rendzina ist ein polnischer Bauernname, der das ‚Rauschen‘ der vielen Steine am Streichblech des Pfluges beschreibt. Im WRB-System ist sie auf Festgestein ein Rendzic Leptosol, im US-System bei Vorliegen eines mollic A ein Rendoll.

Entwicklung und Eigenschaften. Die Rendzinen entstehen durch physikalische und chemische Verwitterung sowie Humusanreicherung aus Kalkstein-, Dolomit-, Tonmergel- oder Gips-Syrosemen. Die chemische Verwitterung bewirkt im Wesentlichen eine Auswaschung der Carbonate und Sulfate in das Grundwasser, wodurch Silicate und Oxide freigesetzt werden und als Lösungsrückstand das Solum bilden.

Der nicht carbonatische bzw. nicht sulfatische Lösungsrückstand, der im frischen Gestein oft nur 1...5% beträgt, ist meist tonreich. Nur dieser Rückstand steht normalerweise als anorganisches Material für die Bildung des A-Horizonts zur Verfügung.

Als Subtyp besitzt die Syrosem-Rendzina nur einen durchgehend vorhandenen Nano-A (< 2 cm mächtig), während die Norm (bzw. Eu)-Rendzina

einen oft humusreichen, dunklen und mächtigen Ah aufweist. Vor allem in kühlfeuchten Hochlagen ist zumindest der obere Ah vollständig entkalkt und versauert: Dann liegt eine Sauerrendzina vor, die oft auch eine Moderauflage besitzt. Im Hochgebirge ist auch die Tangelrendzina mit bis zu 40 cm Humusauflage zu beobachten. In Mittelgebirgslagen leitet die Terra fusca-Rendzina (verbraunter Saum unter meist entkalktem Ah mit Polyedern) zur Terra fusca über. Die Braunerde-Rendzina weist bereits einen geringmächtigen Bv-Horizont auf, wobei das Fehlen eines Polyedergefüges oft durch Lössbeimengung (und damit geringere Tongehalte) verursacht ist.

Normrendzinen enthalten im Ah-Horizont meist über 5% Humus mit einem engen C/N-Verhältnis. Der Ah ist meist carbonathaltig und daher weitgehend mit Ca-Ionen gesättigt. Die Silicate sind kaum chemisch verwittert, so dass der Mineralbestand der Böden entscheidend von dem des Ausgangsgesteins abhängt. Im Ah-Horizont sind Nährstoffreserven, die in silicatischer Bindung vorliegen, gegenüber dem Gestein durch die relative Anreicherung im Lösungsrückstand stark vermehrt.

Der hohe pH-Wert und die hohe Ca-Sättigung haben eine intensive Tätigkeit von Bodenorganismen zur Folge, insbesondere von Regenwürmern. Daher besteht der A-Horizont der Normrendzinen vorwiegend aus wasserstabilen Krümeln, die aus Tierkot hervorgegangen sind. Die Rendzinen sind demnach (auch aufgrund von Hanglage und/oder klüftigen Gesteins) trotz hoher Tongehalte gut durchlüftet.

Verbreitung und Nutzung. Rendzinen treten in Mitteleuropa vorwiegend auf Sedimentgesteinen der Mittelgebirge und den Alpen auf. In den Mittelmeerländern sind sie als trockene Xerorendzinen oft humusarm und weniger belebt. Rendzinen aus festen Carbonatgesteinen sind meist flachgründig und insbesondere an Südhängen trocken. Sie werden daher trotz günstiger physikalischer und chemischer Eigenschaften ihres Wurzelraumes vorwiegend als Hutung oder Forst genutzt. Nur bei tieferer Gründigkeit ist in ebenen und hängigen Lagen auch Ackerbau möglich, der fast immer eine starke Abnahme des Humusgehalts, eine Aufhellung und eine Gefügeverschlechterung der Krume zur Folge hat.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Rendzina?
- 2) Was wird als Rendzina bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Rendzina erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Rendzina?
- 5) Wo wird Rendzina genutzt?

TEXT 14

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Pararendzina

Profil. Die Pararendzina ist ein A/C-Boden aus Sand- oder Lehmmergel (2...70% CaCO₃); der Ah ist < 40 cm mächtig (sonst Tschernosem).

Name. Der Name Pararendzina (nach KUBIENA) soll die Verwandtschaft dieser Böden mit den Rendzinen ausdrücken, mit denen sie vor allem den kalkhaltigen A-Horizont gemeinsam haben. Im WRB-System ist die Pararendzina ein Calcic Regosol, z. T. auch ein Phaeozem. Im US-System gehört sie zu den Typic oder Lithic Udorthents, bei Vorliegen eines mollic A auch zu den Entic oder Lithic Hapludolls.

Entwicklung. Die Pararendzina entwickelt sich aus Löss, Geschiebemergel, carbonathaltigen Schottern, Sanden und Sandstein, aber auch Bauschutt, einem anthropogenem Ziegel/Mörtel-Gemisch, durch Humusakkumulation, Bildung koprogener Aggregate und mäßige Carbonatverarmung. Sie entsteht in trockenen Gebieten (z. B. Kaiserstuhl) durch sekundäre CaCO₃-Bildung auch aus Ca-reichen, Si-armen Magmatiten.

Unter Wald geht sie nach Entkalkung bald in Braunerden und/oder Parabraunerden über, während unter Steppe Schwarzerden entstehen. Bei mäßiger Verbraunung (2...10 cm BvC) liegt eine Braunerde-Pararendzina, bei mäßiger Marmorierung (SC-Horizont) eine Pseudogley-Pararendzina, bei Grundwassereinfluss in 4...8 dm Tiefe eine Gley-Pararendzina vor. Die Sauerpararendzina ist basenarm (BS-Wert < 50%).

Eigenschaften. Der Ah-Horizont der Pararendzina ähnelt dem der Rendzina im Hinblick auf pH-Wert, Ca-Sättigung, Humusform (mullartiger Moder bis Mull) und Krümelgefüge. Sie unterscheidet sich von der Rendzina in der Regel durch höhere Sand- und Schluffgehalte und vom Pelosol durch Fehlen eines ausgeprägten Polyedergefüges.

Verbreitung. Als Klimaxstadium treten Pararendzinen in semiariden Gebieten auf. Sie sind ferner in Hanglagen anzutreffen, an denen durch Erosion ständig carbonat haltiges Ausgangsmaterial freigelegt wird. Größere Verbreitung haben sie hier in semihumiden Gebieten (z. B. im Kraichgau aus Löss, im westlichen Bodenseeraum aus Geschiebemergel), wo sie beackerte Hänge einnehmen, während unter Wald oder auf Plateaulagen Parabraunerden geringer Entkalkungstiefe auftreten. Jüngste Bildungen stellen hingegen Pararendzinen aus Bauschutt städtischer Verdichtungsräume dar.

Nutzung. Pararendzinen aus Löss oder Geschiebemergel sind tiefgründig, ausreichend durchlüftet und nährstoffreich; allerdings sind sie bisweilen trocken.

Intensive acker- und weinbauliche Nutzung ist möglich, weil auch der leicht durchwurzelbare C-Horizont zur Verfügung steht. Ungünstiger sind Pararendzinen

aus Kalksandstein wegen ihrer Flachgründigkeit sowie jene aus Schottern oder Bauschutt wegen hoher Steingehalte und geringer Wasserkapazität.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Pararendzina?
- 2) Was wird als Pararendzina bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Pararendzina erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Pararendzina?
- 5) Wo wird Pararendzina genutzt?

TEXT 15

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Tschernosem (Schwarzerde)

Profil. Der Tschernosem ist ein A_{xh}/C-Boden aus Lockergestein mergeliger Zusammensetzung mit einem über 40 cm mächtigen, dunklen ‚Mull-Ah‘. Typisch für den Tschernosem und als Folge intensiver Bioturbation sind metertief reichende, mit humosem Bodenmaterial verfüllte, ehemalige Wurmgänge und Krotowinen wühlender Nagetiere, die – bei einem Durchmesser von 10...20 cm – im C-Horizont dunkles Ah-Horizontmaterial, im Oberboden teilweise hellgelbes C-Horizontmaterial enthalten.

Name. Schwarzerde ist der deutsche Name für den Tschernosem Russlands. Im WRB-System ist der Name Chernozem den (z. B. in der Ukraine vorkommenden) Schwarzerden mit dunklem mollic A sowie sekundärer Kalkanreicherung vorbehalten, während die meist hellere und entkalkte, mitteleuropäische Schwarzerde einem Phaeozem entspricht. Im US-System gehören sie zu den Vermudolls (wenn regenwurmreich) oder Hapludolls.

Entwicklung. Die Schwarzerden bildeten sich in Europa vorwiegend aus Löss. Eine günstige Konstellation verschiedener Faktoren führte dazu, dass die Entwicklung über die einer Mull-Pararendzina hinausging. Es sind dies vor allem die charakteristischen Eigenschaften eines kalkhaltigen, lockeren Ausgangsgesteins, der Einfluss eines kontinentalen, semiariden bis semihumiden, sommertrockenen Klimas, die Auswirkung einer grasreichen Vegetation und die wühlende, vermischende Tätigkeit von bodenbewohnenden Steppentieren. In den Randgebieten der Schwarzerdezone sind die Böden häufig degradiert (degradierte Schwarzerden).

Neben der Krümmendegradation, die sich in der Aufhellung des oberen Ah-Horizonts äußert, können auch Entkalkung, pH-Erniedrigung, Verwitterung primärer Silicate unter Bildung von Tonmineralen und Fe-Oxiden sowie Tonverlagerung stattfinden, die zunächst den Ah-, später auch den C-Horizont

erfassen. Stufen zunehmender Veränderung verlaufen über Braunerde-Tschernosem, Parabraunerde-Tschernosem und Tschernosem-Parabraunerde.

Letztere weist einen fahlgrauen, teilweise lessivierten Ah-Horizont, mithin eine A_{xh}/A_{hl}/A_{ht}/(B_t)/C_c/C_HHorizontierung auf. Diese in Deutschland seit dem Atlantikum verbreitet unter Wald ablaufende Degradation ehemaliger Schwarzerden wurde auf Standorten, die der Mensch seit der Jungsteinzeit (etwa ab 4500 v. h.) beackerte, verzögert.

Eigenschaften. Mitteleuropäische Tschernoseme enthalten 15...20% Ton (überwiegend Illit) und sind im Oberboden meist kalkfrei, reagieren mithin schwach sauer. Der Humusgehalt beträgt 2...6%, während osteuropäische über 10% im Ah-Horizont enthalten können. Die org. Substanz besitzt eine hohe Austauschkapazität (bis 300 cmolc kg⁻¹) sowie ein enges C/N (≈ 10) und C/P-Verhältnis (20...100). Mit pflanzenverfügbaren Mikronährstoffen (B, Cu, Mn, Mo, Zn) sind Schwarzerden allgemein gut versorgt. Ihr Ah-Horizont besitzt ein Porenvolumen von ca. 50% mit relativ hohem Mittel- und Grobporenanteil. Diese Böden sind damit gut durchwurzelbar und ausreichend belüftet. Löss-Schwarzerden sind in der Lage, im oberen Meter > 200 mm Niederschlag nutzbar zu speichern, so dass die Vegetation auch längere Trockenperioden ohne Schaden überdauern kann.

Verbreitung und Nutzung. Deutschland weist im Raum Erfurt-Halle-Magdeburg ein ausgedehntes Schwarzerdegebiet auf, das bis nach Hildesheim reicht. Dabei sind alle Degradationsstufen bis hin zu den Parabraun erden anzutreffen. In anderen Teilen Deutschlands kommen sonst nur einzelne, stark veränderte Schwarzerde-Relikte vor. Auch in den trockensten Bereichen der norddeutschen und polnischen Jungmoränenlandschaften, auf den Inseln Fehmarn und Poel, der Uckermark und im Raum Stettin befindensich Böden, die den Pseudogley-Tschernosemen bzw. Gley-Tschernosemen nahe stehen. Tschernoseme sind sehr fruchtbar und deshalb ausgezeichnete Ackerstandorte. Sie gehören zu den wichtigsten Weizenböden der Erde.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Tschernosem?
- 2) Was wird als Tschernosem bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Tschernosem erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Tschernosem?
- 5) Wo wird Tschernosem genutzt?

TEXT 16

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Braunerde

Profil. Braunerden weisen einen humosen A-Horizont auf, der in der Regel gleitend in einen braun gefärbten Bv-Horizont übergeht. Darunter folgt in 25 bis oft erst 150 cm Tiefe der CHorizont.

Name. Der Begriff Braunerde geht auf E. RAMANN zurück. Ist der verbrauchte Unterboden steinreich ($> 75\%$) bzw. als BvC unter 10 cm mächtig, liegt hingegen ein (verbrauchter) A/C-Boden vor. Die basenreiche Braunerde entspricht im WRB-System einem Cambisol, während diejenigen mit einem umbric (= basenarm) Ah als Cambic Umbrisole klassifiziert werden. Im US-System gehören sie zu den Ochrepts oder Umbrepts.

Entwicklung und Eigenschaften. Braunerden gehen im gemäßigt-humiden Klima aus Rankern, Regosolen oder Para rendzinen hervor, sobald die durch die Silicatverwitterung hervorgerufene Verbraunung und Verlehmung jene tieferen Teile des Profils erfasst, in denen kein Humus angereichert wurde. Braunerden, die einen > 4 dm mächtigen Ah-Horizont tragen, werden als Humusbraunerden bezeichnet. Basenreiche Braunerden (BS-Wert $> 50\%$) sind in der Regel reich an austauschbaren Ca- und Mg-Ionen und besitzen ein stabiles Gefüge. Sie können auf silicat- und Ca-/Mg-reichen Magmatiten (Basalt, Gabbro u. a.) oft recht tiefgründig sein. Unter Wald sind sie oft stärker entbast (BS 20...50%) und werden dann als mittelbasische Braunerden bezeichnet. Basenarme Braunerden (BS-Wert $< 20\%$) besitzen oft durch die Anwesenheit von Al-Ionen und/oder der verklebenden Wirkung der Fe-Oxide stabile Aggregate. Ähnliches gilt für eisenreiche Braunerden, die, aus Fe-reichen Gesteinen entstanden, rotbraun bis rot gefärbt sind. Sie bilden sich vorwiegend aus Ca-/Mg-armen Gesteinen, und zwar aus Rankern oder Regosolen. Auf silicatarmen Gesteinen, wie quarzreichen Sanden, Sandsteinen u. a., sind sie meist nur ein Übergangsstadium zu den Podsohlen. Weit verbreitet sind sie hingegen auf silicatreicheren Ca-armen Gesteinen (Ca-arme Schiefer, Grauwacken, tonreichere Sande und Sandsteine, Granit u.a.). Diese Böden neigen nur selten zur Tonverlagerung. Dies beruht darauf, dass sie besonders hohe Mengen an Fe- oder Al-Oxiden enthalten, die zur Verkittung beitragen. Auch die Lockerbraunerden (dB des Fb $< 0,8$ kg/l) sind meist sauer und besitzen ein stabiles Gefüge. Sie haben sich in höheren Berglagen aus magmatischen Gesteinen entwickelt. Vielfach beruht ihre Lockerheit aber auf vulkanischen Tuffen: Im WRB-System gehören sie dann zu den Andosolen. Basenarme Braunerden sind oft schwach podsoliert, kenntlich an einer Bleichung der Mineralkörner und einer bereits deutlichen Abnahme an Al, Mn und P im Ah

gegenüber dem Unterboden, während Fe nur im Horizont selbst umverteilt wurde.

Bei der Podsol-Braunerde ist der Oberboden als Aeh auch etwas an Fe verarmt, dem ein Bleichsaum (Ahe) folgt. Die Bodenentwicklung der Braunerden kann außerdem über die Pseudogley-Braunerden bzw. Gley-Braunerden zu den Pseudogleyen bzw. Gleyen führen.

In Abhängigkeit vom Ausgangsgestein, der Vegetation, Entwicklungstiefe, Ton- und Humusgehalt, Lagerungsdichte und dem Versauerungsgrad variieren die Eigenschaften der Braunerden sehr stark.

Kalkbraunerden treten dort auf, wo durch Grundoder Hang wassereinfluss, Anwehung, kolluviale Auftragung oder Düngung eine nachträgliche Kalkanreicherung in einem bereits verbraunten Material stattgefunden hat. Unter Ackerkultur liegt der Humusgehalt im Ap-Horizont meist zwischen 2 und 3%.

Die Körnung der Braunerden umfasst Sand, Schluff und Lehm. Dementsprechend variieren auch die Gehalte an organischer Substanz und an Nährstoffen sowie das Gefüge in hohem Maße. Die Porenverteilung der Braunerden aus Sand ist durch eine Zunahme der Anteile an Fein- und Mittelporen von unten nach oben im Profil gekennzeichnet; dies hat eine Zunahme des Gesamtporenvolumens und eine Abnahme des Anteils an Grobporen zur Folge. Die Wasserleitfähigkeit ist bei Sandbraunerden infolge des hohen Anteils an Grobporen hoch.

Verbreitung und Nutzung. Basenreiche Braunerden sind in Mitteleuropa selten. Anders dagegen basenarme Braunerden, die man z.B. in Mittelgebirgslagen aus Granit-, Grauwacke-, Tonschiefer- oder Sandstein-Fließerden findet, wobei sie mit Rankern aus anstehendem Festgestein und stärker podsolierten Böden vergesellschaftet sind. Ferner haben sie sich in Norddeutschland aus pleistozänen und holozänen Sanden entwickelt und sind auch hier, insbesondere in niederschlagsreicheren Gebieten, mit Podsolen vergesellschaftet. Das Nebeneinander unterschiedlich stark podsolierter Böden beruht dabei sowohl auf Körnungsunterschieden im Profil als auch auf Nutzungsunterschieden, da Braunerden unter naturnahem Laubmischwald auch im relativ feuchten Subatlantikum teilweise erhalten blieben, unter Heide oder Nadelhölzern hingegen stärker podsolierten. Der ackerbauliche Wert der Braunerden schwankt in einem weiten Bereich. Die meisten basenreichen Braunerden werden wegen ihrer Flachgründigkeit oder ihres hohen Steingehalts forstlich genutzt. Auch die weniger fruchtbaren basenarmen Braunerden dienen, vor allem in Nordwestdeutschland, häufig als Waldstandort, doch lassen sie sich bei ausreichender Düngung und Zufuhr von Wasser heute vielfach auch sehr gut ackerbaulich nutzen.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Braunerde?
- 2) Was wird als Braunerde bezeichnet?

- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Braunerde erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Braunerde?
- 5) Wo wird Braunerde genutzt?

TEXT 17

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Terra fusca

Profil. Die Terra fusca ist ein Ah/T/kmC/- bzw. RBoden auf Carbonat- oder Gipsstein. Der T-Horizont ist im Unterschied zum Bv-Horizont der Braunerde leuchtend gelbbraun bis rotbraun gefärbt und weist ein dichtes Polyedergefüge mit sepischem Plasma auf.

Name. Tonreiche, plastische, dichte Böden aus Carbonat- oder Gipssteinen werden nach Kubiena als Terrae calcis (lat.) bezeichnet und in die braune Terra fusca und die rote Terra rossa gegliedert. In dem WRB- bzw. US-System werden die Terrae fuscae nicht gesondert ausgeschieden, sondern wie Braunerden behandelt: Terra fusca oft Chromic Cambisol (WRB) bzw. Eutrochrept (Soil Taxonomy), Terra rossa oft Rhodic Cambisol bzw. Rhodic Xerochrept.

Entwicklung. Die Terra fusca entsteht aus einer Rendzina, wenn der silicatische, tonreiche Lösungsrückstand eines Kalksteins, Dolomits oder Gipssteins (bzw. Fließerdien entsprechender Gesteine) versauert und gleichzeitig mächtiger als 10...30 cm geworden ist, so dass nicht mehr das gesamte Solum durch Bodentiere mit dem Humuskörper vermischt wird. Das leuchtende Ocker der Terra fusca kann die Farbe des Lösungsrückstandes sein. In der Regel wurde aber zusätzlich carbonatisch und silicatisch gebundenes Eisen freigesetzt und oxidiert. Es fand also eine echte Verbraunung statt. Ihr Silicatmineralbestand kann weitgehend dem des Gesteins entsprechen und ist dann oft reich an Illit, oder er wurde durch Verwitterung verändert und ist dann meist kaolinitreich. Diese Genese wird oft mit warmfeuchten Klimaverhältnissen während des Tertiärs in Zusammenhang gebracht. Das gilt nur für die durch Hämatitbildung (= Rubefizierung) rot gefärbte Terra rossa. In manchen Terrae fuscae hat eine Tonverlagerung stattgefunden. Häufiger sind aber Tongehaltsunterschiede zwischen Ober- und Unterboden auf einen Eintrag an Fremdsedimenten (z.B. Löss) zurückzuführen. Die Entwicklung der Terra fusca verläuft sehr langsam, weil der Lösungsrückstand des Ausgangsgesteins meist gering ist (oft < 5%). Pseudo vergleyung setzt trotz hoher Tongehalte nur unter perhumiden Klimaverhältnissen ein, weil im klüftigen Gestein das Sickerwasser rasch abzieht.

Eigenschaften. Die Terra fusca ist meist mäßig bis stark sauer, reich an Ton (> 65%), sehr dicht und in feuchtem Zustand plastisch. Ihr Humusgehalt ist im

Allgemeinen niedriger als jener benachbarter Rendzinen. Die nutzbare Wasserkapazität liegt bei 50...100 mm, ist aber häufig trotz des größeren Wurzelraums aufgrund sehr hoher Totwassergehalte kaum höher als die benachbarter Rendzinen.

Verbreitung und Nutzung. Die Terra fusca tritt in Mitteleuropa nur vereinzelt auf erosionsfernen, vornehmlich alten (d.h. altpleistozänen bis tertiären) Landoberflächen mesozoischer Carbonatgesteine auf. Sie ist dann mit Rendzinen auf Kuppen und mit Braunerden oder Parabraunerden aus Kolluvien in den Senken vergesellschaftet. Häufig wurde sie erodiert oder umgelagert. Sie wird vorwiegend als Wald oder Weideland genutzt. Wegen schwerer Bearbeitbarkeit und starkem Wechsel mit flachgründigen, steinreichen Böden ist eine ackerbauliche Nutzung begrenzt.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Terra fusca?
- 2) Was wird als Terra fusca bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Terra fusca erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Terra fusca?
- 5) Wo wird Terra fusca genutzt?

TEXT 18

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Parabraunerde und Fahlerde

Profil. Parabraunerden weisen die Horizontfolge Ah/Al/Bt/C auf, weil Ton im Profil verlagert wurde. Der an Ton verarmte A-Horizont kann bis zu 60 cm mächtig sein und umfasst den krümeligen, humosen, geringmächtigen Ah- und den humusarmen, fahlbraunen, häufig plattigen Al-Horizont. In dem darunter folgenden tiefbraunen Bt-Horizont mit Subpolyeder- bis Prismengefüge, der in Mitteleuropa zwischen 40 und 120 cm mächtig sein kann, wurde Ton gegenüber dem Al-Horizont je nach Bodenart um mehr als 3 bis 8% angereichert. Eine Tonanreicherung hat in Form von Tonbelägen an Aggregatoberflächen und Bioporenwandungen stattgefunden. Eine Fahlerde liegt vor, wenn der tonverarmte Oberboden deutlich zu einem Ael-Horizont aufgehellt ist und der Tongehaltsunterschied zum Bt je nach Bodenart über 9...12% beträgt. In der Regel sind Ael und Bt deutlicher differenziert und mächtiger als bei der Parabraunerde. Außerdem besitzt der Ael-Horizont keilförmige Ausbuchtungen und es treten oft schluffreiche Überzüge auf Aggregaten im Übergang zum Bt auf (engl. glossic).

Name. Der Name Parabraunerde (n. E. Mückenhausen) kennzeichnet die insbesondere ökologische Verwandtschaft dieses Typs mit den basenreichen Braunerden. Der Name Fahlerde (nach E. Ehwald) wurde aufgrund des diagnostischen, fahlen Ael-Horizonts eingeführt. Beide Typen bilden die Klasse der Lessivés (von fr. lessivage = ausgewaschen) der deutschen Systematik. Im WRB-System entsprechen die Parabraunerden meist den Luvisolen und die Fahlerden den Albeluvisolen. Im US-System werden beide zu den Alfisoln gestellt, und zwar die Fahlerden als Glossudalfs oder Glossocryalfs (griech. Glossa = zungenförmig).

Entwicklung. Parabraunerden und Fahlerden bilden sich bevorzugt aus Lockergesteinen mergeliger Zusammensetzung, aber auch aus carbonatfreien Lehmen und lehmigen Sanden. In gemäßigt-humiden Gebieten Europas ging die Entwicklung meist von Pararendzinen oder Braunerden aus, bei denen Carbonatauswaschung und schwache Versauerung eine Tonverlagerung ermöglichte. Diese ist hier in den trockeneren, wärmeren Lagen stärker als in niederschlagsreichen, kühlen Gebieten ausgeprägt, weil dann der pH-Bereich zwischen 6,5 und 5, der die Tonpeptisation begünstigt, nur langsam durchlaufen wird und in lehmigen Böden periodische Austrocknung zur besseren Bildung dränender Schrumpfrisse führt. In den Randzonen der mitteldeutschen Schwarzerdegebiete haben sich Parabraunerden teilweise aus Schwarzerden durch Degradation gebildet. Diese Tschernosem-Parabraunerden und -Fahlerden weisen tiefschwarze Tonbeläge auf und lassen im unteren Bt-Horizont noch Reste des Schwarzerde-Ah erkennen. Aus Parabraunerden können bei starker Versauerung Podsol-Parabraunerden und schließlich Podsole entstehen. Eine Staunässebildung kann bei Parabraunerden mit starker Tonverlagerung oder in niederschlagsreichen Gebieten auftreten. Die Entwicklung führt dann über Pseudogley-Parabraunerden zu Pseudogleyen, in denen die ehemaligen Al- und Bt-Horizonte durch Fe-Umlagerung und Marmorierung so stark umgewandelt wurden, dass die vorausgegangene Parabraunerde-Entwicklung oft kaum noch wahrnehmbar ist. Entsprechendes gilt für Fahlerden.

Eigenschaften. Die Tonverlagerung hat zu Tongehaltsunterschieden zwischen Al- und Bt-Horizont geführt, die bei Fahlerden im norddeutschen Lössgebiet bis zu 20% Ton betragen kann. In kontinentaleren Gebieten und bei Schichtung können die Differenzen noch größer sein. Die verlagerten, an Hohlraumwandungen parallel orientierten Tonminerale können dabei mehr als 5% des Bodenvolumens im Bt-Horizont ausmachen. Die Entkalkungstiefe von Lessivés aus jung pleistozänen Lössen oder Geschiebemergeln beträgt in Deutschland meist 0,5...1,5 m; diejenigen von Lessivés aus altpleistozänen Mergelgesteinen können 4 m und mehr betragen. Unter Wald sind Parabraunerden mäßig bis stark versauert. Im ersten Fall weisen Parabraunerden aus Löss oder Geschiebemergel ein hohes Kalium-Nachlieferungs- und Fixierungsvermögen auf. In letzterem Fall ist ein größerer Teil der illitischen Tonminerale an Kalium verarmt und in Bodenchlorit umgewandelt worden. Die

Parabraunerden weisen in Abhängigkeit von Gestein und Verwitterungsgrad hohe bis mäßige Nährstoffreserven auf. Der Bt-Horizont hat im Vergleich zu den Al- und C-Horizonten oft weniger Grobporen und meist einen höheren Gehalt an Feinporen. Dennoch ist auch der Unterboden in der Regel gut durchwurzelbar und belüftet; bei Pseudogley-Lessivés kann es allerdings zeitweilig zu Luftmangel kommen. Parabraunerden lehmiger und schluffiger Bodenart weisen mit 150 bis 200 mm im ersten Meter eine hohe nutzbare Wasserkapazität auf.

Verbreitung und Nutzung. Parabraunerden und Fahlerden gehören zu den verbreitetsten Böden der gemäßigt-humiden Klimagebiete Eurasiens und Amerikas. In Mitteleuropa treten sie vor allem in Löss- und Moränenlandschaften auf. Lessivés sind allgemein günstige Ackerstandorte mit Bodenzahlen zwischen 50 und 90. Vor allem Böden aus Löss neigen allerdings wegen der Verschleiffung des lessivierten Oberbodens zur Verschlammung und sie werden in Hanglage leicht erodiert.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil haben Parabraunerde und Fahlerde?
- 2) Was wird als Parabraunerde und Fahlerde bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Parabraunerde und Fahlerde erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften haben Parabraunerde und Fahlerde?
- 5) Wo werden Parabraunerde und Fahlerde genutzt?

TEXT 19

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Podsol

Profil. Typische Podsole weisen die Horizontfolge L/Of/Aeh/Ae/Bh/Bs/C auf, die durch Podsolierung entstanden ist, d. h. Durch eine Verlagerung von Fe und Al mit organischen Stoffen im Profil. Unter einer meist mächtigen Humusaufgabe folgt als Bleichhorizont der aschgraue Ae-Horizont, der kaum organische Substanz enthält, aber mitunter violettstichig ist, direkt oder im Anschluss an einen geringmächtigen, schwarzgrauen Aeh-Horizont. Unter diesen Eluvialhorizonten beginnt mit scharfem Übergang der dunkle Illuvialhorizont, der je nach Verfestigungsgrad als Ortstein oder Orterde bezeichnet wird und oft im oberen humusreichen Teil (Bh) braunschwarz, darunter rostbraun (Bs) gefärbt ist.

Der Übergang zum C-Horizont ist unscharf und kann über einen Bv-Horizont erfolgen. Die Eluvialhorizonte sind 20...60 cm mächtig (in Hanglagen der Mittelgebirge bis zu 150 cm). Bh und Bs sind zusammen in der Regel nur

10...20 cm mächtig, können aber in Form von Ortsteinzapfen oder -töpfen mehrere dm nach unten ausbuchen. Diese Ortsteintöpfe entstanden in Zonen bevorzugter Sickerwasserbewegung (z. B. im Bereich alter Wurzelröhren). Oft weist der B-Horizont eine auffällige Panther-Fleckung auf.

Name. Podsol ist ein russischer Bauernname, der ‚Asche-Boden‘ bedeutet, womit der hellgraue Bleichhorizont gemeint ist. Früher sprach man auch von Blei(ch)erde. Auch im WRB-System spricht man von Podzolen; im US-System bilden sie die Ordnung der Spodosole.

Entwicklung. Im Podsol haben Verwitterungs- und Verlagerungsvorgänge unter dem Einfluss eines kalt- bis gemäßigt-humiden Klimas ihr höchstes Ausmaß erreicht. Podsole entstehen bevorzugt aus sandigen, quarzreichen Gesteinen, bei hohen Niederschlägen und/oder niedriger Jahresmitteltemperatur unter Pflanzenarten wie Nadelhölzern, Heiden usw. mit geringen Nährstoffansprüchen und nährstoffarmen Vegetationsrückständen. Unter diesen Bedingungen verschlechtern sich im Zuge von Versauerung und Nährstoffverarmung die Lebensbedingungen der Bodentiere und Mikroben so, dass die Streu nur zögernd und unvollständig zersetzt wird und gleichzeitig verstärkt organische Komplexbildner in der Bodenlösung auftreten, die Fe und Al freisetzen und umlagern. An feuchten Standorten, z.B. an Moorrändern, kommt es dabei unter Erica-Heide zur Bildung von weicher Humusorteerde, während an trockenen Standorten mit Calluna-Heide Bh- und Bs-Horizont häufiger als harter Ortstein ausgebildet sind. Sie entwickeln sich in der Regel als sekundäre Podsole aus Braunerden oder Parabraunerden, unter extremen Bedingungen auch direkt aus Regosolen. In weiten Gebieten Nordwestdeutschlands wurde die Podsolierung durch die Gewinnung von Plaggen gefördert, aber auch durch Rodung des ursprünglichen Eichen-Birken-Waldes sowie dessen Ersatz durch Nadelholz oder Heidevegetation.

Vielfach wurde die Bildung eines Podsols erst durch den Menschen ausgelöst, in anderen Fällen reicht seine Entstehung aber bis in das Frühholozän zurück. Auch im Eem-Interglazial entstanden in Mitteleuropa Podsole.

Verbreitung und Ausbildungsformen. Podsole treten vor allem in kalt- bis gemäßigt-humiden Klimazonen (Skandinavien, Nordrussland, Kanada) weit verbreitet auf. Im subpolaren, polaren und alpinen Bereich findet man sie dabei als Nanopodsole mit geringmächtigem Bleichhorizont (z. T. nur wenige mm bis cm) selbst auf Ca- und Mg-reichem Gestein (z. B. Glimmerschiefer-Fließerden). In den feuchten Tropen sind sie hingegen als Humuspodsole mit z.T. über 2 m mächtigem Bleichhorizont auf reine, quarzreiche Sande beschränkt. In Deutschland sind Podsole auf sandigen Sedimenten des nordwestdeutschen Tieflandes als Eisenhumuspodsole und Humuspodsole anzutreffen. Eisenhumuspodsole mit besonders mächtigen B-Horizonten findet man auf tiefgründigen, trockenen Sanden unter Calluna-Heide. Der B-Horizont leitet bei ihnen oft mit mehreren schwarzbraunen Eisen-Humus-Bändern in den C-Horizont über. Bei höherem Grundwasserstand treten unter Erica-Heide Gley-

Podsole auf, die meist stark an Eisen verarmt sind. Im Bergland haben sich Podsole vor allem aus Granit- und Sandsteinfließerden entwickelt. Sie treten dort bevorzugt an Hängen auf, deren Fließerden im Unterboden verdichtet (z.B. als fragipan) oder durch Tonverlagerung und/oder Schichtung etwas tonreicher sind. Infolge starken Hangzugwassereinflusses weisen Oberhang-Podsole oft mächtige Bleichhorizonte, Unterhangböden hingegen mächtige Anreicherungs-horizonte auf.

An Südhängen ist die Podsolierung dabei häufig stärker ausgeprägt, während an Nordhängen die Ae-Horizonte längerfristig nass und durch infiltrierte Huminstoffe dunkel gefärbt sind. Im Schwarzwald treten in perhumiden Hochlagen über 800 m auf Sandstein-Fließerden verbreitet Podsole auf, die eine wellig ausgebildete, harte Eisenschwarte von 1...5 mm Dicke in 30...120 cm Bodentiefe aufweisen und daher als Bändchenpodsole (WRB = placic P, USA: Placorthod, Placohumod) bezeichnet werden.

Diese Schwarten stauen das Wasser in starkem Maße, sind nicht durchwurzelbar, lassen sich teilweise durchgängig über km verfolgen und treten dabei nicht nur in Böden mit Podsol-, sondern auch in solchen mit Braunerde- und Stagnogley-Morphologie auf. Sie kommen auch in den Vogesen, den Alpen, in Schottland und Wales sowie in anderen perhumiden Klimaten (z.B. Subarktis, Tropen) vor. Weichere Bändchen an der Oberkante des B-Horizonts sind auch bei Flachland-Podsolen zu beobachten.

Eigenschaften. Die Entwicklung aus vorrangig sandigen Substraten bedingt sandige Bodenarten und in der Regel hohe Quarzgehalte. Durch Verwitterung sind resistente Minerale wie Quarz, Turmalin, Rutil und Zirkon zusätzlich angereichert. Humusaufgaben mit weitem C/N-Verhältnis (oft 30...40) und starke Versauerung sind weitere Kennzeichen und korrespondieren mit niedrigen Nährstoffgehalten. An der Podsolierung beteiligte Nährstoffe (Fe, Mn, Cu, Co, Zn, indirekt auch P) sind teilweise im Unterboden etwas angereichert.

Bei kultivierten Podsolen ist der Auflagehumus abgebaut, Nährstoffgehalte und pH-Werte sind erhöht. Podsole weisen im gesamten A-Horizont Einzelkorngefüge auf; der B-Horizont ist dagegen oft als Kittgefüge zementiert (unter dem Mikroskop oft hüllig). Podsole sind meist gut durchlüftet, aber trocken. Das Porenvolumen ist im B-Horizont häufig größer als im Ae-Horizont. Dies wird darauf zurückgeführt, dass sich im Ae-Horizont infolge des Abtransports von feineren Teilchen eine Sackung einstellt. Im B-Horizont wird dann die Abnahme des Gesamt-Porenvolumens, die theoretisch aufgrund der Einlagerung dieser feinen Teilchen zu erwarten wäre, durch die Bildung neuer Grobporen infolge der Wurzel- und Tiertätigkeit und/oder durch Kristallisationsdruck der Oxide an den Berührungspunkten der Sandkörner ausgeglichen. Wenn diese Tätigkeit bei der Verfestigung des B-Horizonts zum Ortstein auch unterbunden wird, kann der Ortsteinhorizont dennoch einen hohen Anteil grober Poren aufweisen. Der Ortstein wirkt daher nur selten als Staukörper, weist vielmehr oft eine höhere Wasserleitfähigkeit auf als der Ae-Horizont.

Nutzung. Stark entwickelte Podsole, die früher als nicht kultivierungsfähig angesehen wurden, erbringen bei künstlicher Bewässerung und starker Düngung hohe Erträge und ermöglichen dann sogar einen produktiven Hackfruchtanbau. Die pH-Erhöhung sollte nur bis pH 5,0...5,8 erfolgen, da bei höheren pH-Werten Mn-Mangel auftritt. Der weit verbreitete Cu-Mangel kann durch Zufuhr von Cu-haltigen Düngemitteln, der Bormangel durch B-Düngung beseitigt werden. Ortsteinhorizonte wirken sich umso ungünstiger auf das Pflanzenwachstum aus, je näher sie sich an der Oberfläche befinden.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Podsol?
- 2) Was wird als Podsol bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Podsol erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Podsol?
- 5) Wo wird Podsol genutzt?

TEXT 20

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Pelosol

Profil. Pelosole sind Böden mit ausgeprägtem Absonderungsgefüge, die sich aus tonreichem Gestein entwickelt haben. Zwischen dem A-Horizont und dem unveränderten C-Horizont treten tonreiche (> 45% Ton) Horizonte auf, in denen das Schichtgefüge des Ausgangsgesteins aufgelöst (sog. Aufweichungshorizonte) und in Absonderungshorizonte mit polyedrischem bis prismatischem Gefüge übergegangen ist. Letztere werden als P-Horizonte (P von Pelosol) bezeichnet. Die Prismen des Unterbodens zeigen oft glänzende Oberflächen (= slicken sides) und in Trockenperioden treten tiefreichende Spalten von oft deutlich über 1 cm Breite auf.

Name. Pelosol (nach F. Vogel) leitet sich von pelós (griech. = Ton) ab. In der WRB- und US-Systematik gehören sie zu den Vertisolen, sofern ihre Trockenspalten im Unterboden (50 cm Tiefe) zeitweilig > 1 cm breit sind, ansonsten meist zu den Vertic Cambisolen (WRB) bzw. Haplumbrepts (USA).

Entwicklung. Anhaltende Durchfeuchtung hat durch Quellung der Tonminerale zu einer Aufweichung und Zerteilung eines tonreichen Gesteins geführt, so dass ein Kohärentgefüge entstand. Das Kohärentgefüge wurde dann bei Wechselfeuchte in ein Absonderungsgefüge umgeformt: Es entstanden oben Subpolyeder, darunter Polyeder und Prismen, die nach unten gröber werden. Durch den Quellungsdruck wurden auch Bodenaggregate gegeneinander verschoben, wobei sich der Ton einregelte und die oben erwähnten Slickensides entstanden. Manche Pelosole sind verbraunt und lassen dann eine schwache

Umwandlung quellfähiger Tonminerale in Al-Chlorite erkennen. Bisweilen wurde aber lediglich sulfidisches und/oder carbonatisches Eisen oxidiert, und zwar bereits vor der Entcarbonatisierung. Insbesondere in ebener Lage weisen Pelosole oft Stauwassermerkmale auf oder haben sich bereits zu Pelosol-Pseudogleyen weiterentwickelt. Relativ tonarme Oberböden vieler Pelosole sind auf Fremdsedimentbeimengung (z.B. Löss) und/oder Tonverlagerung zurückzuführen. Außerdem dürfte es zu einer Entschluffung durch den Aufstieg größerer Partikel als Folge von Quellung und Schrumpfung kommen.

Eigenschaften. Die Pelosole besitzen bei Trockenheit starke Schrumpfrisse, während sie feucht meist so stark gequollen sind, dass Luftmangel auftritt. Sie weisen zwar oft einen hohen Wassergehalt auf; jedoch ist der Gehalt an verfügbarem Wasser gering und nimmt bei Austrocknung auch dadurch ab, dass das verbleibende Wasser durch Schrumpfung fester gebunden wird. Eine Wiederbefeuchtung erfolgt oft auch von unten durch in Trockenspalten versickerndes Wasser.

Verbreitung und Nutzung. Pelosole sind in Mitteleuropa vor allem auf mesozoischen Tonen und Tonmergeln entwickelt und sind dann mit Pelosol-Gleyen in Senken vergesellschaftet. Sie kommen aber auch auf pleistozänen Beckentonen, tonreichen Geschiebemergeln und tonig verwitterten, basischen Vulkaniten vor. Sie können infolge hoher Tongehalte und damit starken Quell/Schrumpfens – vor allem bei carbonatfreiem Gestein – oft nur als Grünland oder Wald genutzt werden. Ackerbau ist meist nur auf Pararendzina-Pelosolen möglich, weil hier Durchwurzelbarkeit und Lufthaushalt infolge stabilisierend wirkender Carbonate günstiger und die Pflugarbeit weniger stark erschwert sind. Bisweilen lassen sich Pararendzina-Pelosole sogar besser ackerbaulich nutzen, weil sie für Grünlandnutzung zu trocken sind.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Pelosol?
- 2) Was wird als Pelosol bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Pelosol erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Pelosol?
- 5) Wo wird Pelosol genutzt?

TEXT 21

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Pseudogley

Der Pseudogley gehört zusammen mit dem Stagnogley und dem Haftpseudogley zur Klasse der Stauwasserböden (bzw. Stagnosole). Sie weisen redoximorphe Merkmale auf, die aber im Gegensatz zu den Grundwasserböden durch gestautes Niederschlagswasser verursacht wurden.

Profil. Pseudogleye sind grundwasserferne Böden, in denen ein Wechsel von Stauwasser und Austrocknung Konkretionen und Rostflecken vornehmlich im Aggregatinneren entstehen ließ, während die Aggregatoberflächen gebleicht wurden (= Marmorierung).

Sekundäre Pseudogleye, die sich häufig aus Parabraunerden entwickelt haben, zeigen die Horizontfolge Ah/Al-Sw/Bt-Sd. Unter dem Ah-Horizont folgt ein meist fahlgrauer, konkretionshaltiger oder schwach rostfleckiger, relativ tonarmer Horizont mit häufig plattigem Gefüge (Sw). Die meist schwarzbraunen Konkretionen sind 0,5...50 mm groß und durchsetzen die Bodenmatrix selbst. Die tonreicheren Unterbodenhorizonte (Sd) sind demgegenüber fahlgrau/rostbraun marmoriert (oft gestreift) und verfügen häufig über ein ausgeprägtes Polyeder- bis Prismengefüge. Oft bilden der Bt-Horizont und das bereits dichte Ausgangsgestein gemeinsam den Staukörper, während Ah- und Sw-Horizont als Stauzone bezeichnet werden.

Primäre Pseudogleye, d.h. unmittelbar aus meist tonreichen Gesteinen mit geringer Wasserleitfähigkeit hervorgegangene Pseudogleye, sind entweder geschichtet (z. B. Flugsand bzw. Lösslehm über Ton) und dann deutlich in Sw und IISd gegliedert, oder ungeschichtet und dann kaum in Stauzone und Staukörper differenzierbar. In tonreichen Horizonten treten Konkretionen zugunsten von Rostflecken zurück. Die Marmorierung ist in der Regel kleinerflächig; in den Rostflecken dominieren die orangenen Farben des Lepidokrokits.

Haftpseudogleye sind schluffreiche Stauwasserböden mit mäßig durchlässigem, rostfleckigem, kaum aggregiertem Unterboden (Sg). Sie lassen sich nicht in Stauzone und Staukörper differenzieren.

Name. Die Bezeichnung Pseudogley (nach Kubiena) wurde gewählt, weil dieser Boden in einer Reihe von Eigenschaften dem Gley ähnlich ist. Im WRB-System handelt es sich bei hohem Tongehaltsunterschied zwischen Sw und Sd um Planosole, ansonsten vor allem um Stagnosole und Stagnic Albeluvisole. Im US-System gehören sie zu den aquatischen Untergruppen (z.B. Aqualf = sekundärer Pseudogley), da nicht zwischen Stauwasser- und Grundwasserböden unterschieden wird.

Entwicklung. Pseudogleye entstehen durch Redoximorphose unter dem Einfluss eines periodischen Wechsels von Vernässung und Austrocknung. Temporäre Staunässe tritt nahe der Bodenoberfläche auf und verschwindet meist während der Vegetationszeit. Sie wird durch dichte Unterbodenlagen verursacht, die insbesondere in humiden Klimaten und in ebener Lage Nieder schlagswasser stauen und dadurch Sauerstoffmangel hervorrufen, was zu einer Lösung und Umverteilung von Eisen und Mangan innerhalb der Horizonte führt. In der Stauzone (Sw) entstehen dabei vor allem Konkretionen, während der Staukörper (Sd) marmoriert und dabei die Aggregatoberflächen gebleicht werden, während sich im Inneren der Aggregate Eisen anreichert. Dieses liegt nicht nur als Goethit, sondern teilweise auch als Lepidokrokite vor. Silicate sind hingegen

weniger stark verwittert als in benachbarten durchlässigen Böden. Sekundäre Pseudogleye bilden sich häufig aus Parabraunerden, primäre Pseudogleye statt Pelosolen.

Häufiger als voll entwickelte Pseudogleye sind hingegen Übergangsformen zu anderen Bodentypen, in denen die Merkmale der Staunässe nur schwach oder nicht in allen Horizonten erkennbar sind, weil relativ kurze Nassphasen längeren Trockenphasen gegenüberstehen. Hierzu gehören z. B. Parabraunerde-Pseudogleye, Schwarzerde-Pseudogleye, die im Untergrund stark marmoriert sind, und die Pelosol-Pseudogleye. Haftpseudogleye entstehen oft aus Flottsand bzw. grobschluffreichem Löss in ozeanisch getönten Klima. Ihnen fehlen weitgehend Trockenphasen sowie ein schroffer Wechsel zwischen Nass- und Feuchtphasen. Sie sind auch im Oberboden grobporenarm.

Eigenschaften. Pseudogleye sind temporär luftarm. Sie trocknen im Oberboden häufiger stark aus als benachbarte, durchlässige Böden, weil sie oben wurzelreicher als unten sind. Die Dauer der Nass-, Feucht- und Trockenphasen bzw. O₂-armen und O₂-reichen Phasen hängt sowohl vom Klima als auch von der Wasserleitfähigkeit des Staukörpers, von der Mächtigkeit der Stauzone und vom Relief ab. In ebener Lage überwiegt oft die Feuchtphase, während in flachen Mulden die Nassphase und in Hanglage die Trockenphase am längsten dauern.

Die Wasserleitfähigkeit des Staukörpers (S_d) liegt meist bei < 1 cm d⁻¹, die der Stauzone (S_w) bei > 10 cm d⁻¹. Die Wasserleitfähigkeit des S_g-Horizonts im Haftpseudogley liegt im Allgemeinen zwischen 1...10 cm d⁻¹. Sekundäre Pseudogleye sind häufig Bildungen älterer Landoberflächen und sie sind dann stark an Nährstoffen verarmt. Viele primäre Pseudogleye sind hingegen nährstoffreich. In jedem Fall wurden aber durch die Redoximorphose Fe und Mn, häufig auch P, Mo, Cu und Co in für Pflanzenwurzeln schwerer zugänglichen Konkretionen und Rostflecken konzentriert. Andererseits erhöhen niedrige Redoxpotenziale die Verfügbarkeit dieser Nährstoffe.

Verbreitung. Pseudogleye sind weit (häufig aber kleinflächig) verbreitete Böden humider Klimate und treten sowohl in den kalt- und gemäßigt-humiden Klimagebieten als auch in den wechselfeuchten Tropen und Subtropen auf. In Deutschland findet man sie einmal in Löss- und Geschiebemergellandschaften mit Jahresniederschlägen über 700 mm, wobei sie bevorzugt die ebenen Lagen einnehmen, neben Parabraunerden an Hängen und Gleyen in Senken. In trockeneren Gebieten haben sie sich nur auf bzw. über älteren pleistozänen, stärker verlehmteten und verdichteten Sedimenten entwickelt, außerdem auf Ton. In den Mittelgebirgen nehmen sie nur die tieferen Lagen ein und werden in höheren, feuchteren Positionen durch Stagnogleye vertreten.

Nutzung. Pseudogleye sind vielfach gute Wiesen und auch Waldstandorte. Ackernutzung ist wegen anhaltender Frühjahrsvernässung oft erschwert. Röhren- oder Grabendränung schafft wegen starker Bindung des Wassers im Boden häufig keine Abhilfe und ist im Grunde auch nicht erwünscht, weil das

abgeführte Wasser in sommerlichen Trockenperioden fehlt. Empfehlenswerter ist ein Tiefenlockern, weil hierbei luftführende Grobporen nicht auf Kosten des Wassers geschaffen werden. Schwierigkeiten bereitet hier allerdings das Bewahren der lockeren Lagerung. Die Melioration sollte daher durch den Anbau von Tiefwurzlern ergänzt werden, um eine erneute Verdichtung zu mindern. Vielversprechend ist auch pfluglose Bewirtschaftung.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Pseudogley?
- 2) Was wird als Pseudogley bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Pseudogley erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Pseudogley?
- 5) Wo wird Pseudogley genutzt?

TEXT 22

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Stagnogley

Profil. Diagnostische Horizonte der Stagnogleye sind Sew und Sd. Es handelt sich um Stauwasserböden, bei denen anhaltende Vernässung zu einer starken Bleichung des Oberbodens geführt hat. Der Sd-Horizont ist stark marmoriert und oft wesentlich tonreicher als der Oberboden.

Name. Der Name Stagnogley (nach F. Vogel) soll die geringe Wasserzügigkeit und die mit den Gleyen verwandte Dynamik dieser Böden kennzeichnen. Im WRB-System gehören viele Stagnogleye zu den Planosolen oder Stagnosolen, manche auch zu den Stagnic Albeluvisolen. Im US-System werden sie teilweise zu den Aqualfs gestellt.

Entwicklung und Eigenschaften. Stagnogleye entstehen bevorzugt unter kühlfeuchten Klimaverhältnissen aus Sandkerf, d. h. sandreichem Material über dichtem, tonreichem Untergrund. Unter diesen Bedingungen hemmen anhaltende, häufig ganzjährige Vernässung und niedrige Bodentemperaturen den mikrobiellen Abbau organischer Komplexbildner und Reduktoren in der Bodenlösung, so dass Fe, Mn und Schwermetalle gelöst und lateral im sandigen Oberboden über größere Strecken transportiert werden können. Der Oberboden wird also nassgebleicht.

Eine Umlagerung der gelösten Stoffe in den Unterboden erfolgt praktisch nicht, weil dieser nahezu ständig mit stagnierendem Wasser gesättigt ist. Das ausgelagerte Eisen wird teilweise unterhalb der Stagnogleye im Bereich stärkeren Gefälles akkumuliert. Der Körnungsunterschied zwischen A- und B-Horizont ist lithogenen Ursprungs und kann durch Tonverlagerung verstärkt sein. Duda nimmt bei Planosolen Tonzerstörung im Oberboden als Ursache an.

Tonzerstörung könnte auch in deutschen Stagnogleyen (im Gegensatz zu Pseudogleyen) eine Rolle spielen, weil anhaltende Vernässung wohl eine Stabilisierung quellfähiger Tonminerale durch Al-Einlagerung verhindert. Bei ganzjähriger Wassersättigung bis nahe der Bodenoberfläche gehen Normstagnogleye in Moor stagnogleye und letztlich in Moore über, bei denen die Humusaufgaben mächtiger sind und der Unterboden kaum noch marmoriert, sondern ebenfalls gebleicht ist. Stagnogleye sind mittelgründige, luftarme, häufig stark versauerte und dann im Oberboden nährstoffarme Standorte.

Verbreitung und Nutzung. Stagnogleye treten in hochgelegenen Verebnungen mitteleuropäischer Mittelgebirge verbreitet auf, und zwar an flachen Oberhängen bzw. quelligen Talanfängen sowie in kleinen vernässten Dellen. Sie sind dort mit kaum vernässten Braunerden vergesellschaftet. Böden unterhalb der Stagnogleye sind dabei häufig mit lateral gewandertem Eisen als Hang-Oxigleye angereichert. Sie sind für eine landwirtschaftliche Nutzung ungeeignet, und auch Bäume zeigen meist nur eine geringe Wachstumsleistung.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Stagnogley?
- 2) Was wird als Stagnogley bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Stagnogley erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Stagnogley?
- 5) Wo wird Stagnogley genutzt?

TEXT 23

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Reduktosol

Profil. Reduktosole sind durch reduzierend wirkende bzw. Sauerstoffmangel verursachende (Redukt)gase wie Methan (CH₄), Schwefelwasserstoff (H₂S) und/oder Kohlendioxid (CO₂) geprägte Böden mit einem Y-Horizont. Die Gase entstammen (post)vulkanischen Mofetten, künstlichen CO₂-Gas-Depots der tieferen Erdkruste oder Leckagen von Gasleitungen, werden aber auch aus leicht zersetzbarer organischer Substanz unter stark reduzierenden Bedingungen durch Mikroorganismen in Müll, Klärschlamm- oder Hafenschlammaufträgen sowie in Böden gebildet, die von Abwasser oder Erdölprodukten durchdrungen sind. Böden, in denen Reduktgase (bzw. Sumpfgase) mikrobiell durch Sauerstoffmangel infolge Wassersättigung entstehen, werden nicht als Reduktosole klassifiziert, sondern den Marschen, Mooren, Sapropelen bzw. Wattböden zugeordnet (Blume & Felix-Henningsen 2007).

Ein Yr-Horizont weist Reduktionsfarben auf. Seine Luft ist sauerstofffrei, hingegen reich an CH₄ und/oder CO₂; sein rH-Wert liegt unter 19. Er ist häufig von einem Yo-Horizont überlagert, der durch Fe-Oxide bevorzugt an Aggregatoberflächen rotbraun gefärbt ist und nur zeitweilig erhöhte CH₄- und/oder CO₂-Gehalte und dann niedrige rH-Werte aufweist. Die Morphe der Reduktosole entspricht derjenigen vieler Grundwasserböden (Gleye, Marschen).

Name. Die Benennung erfolgte aufgrund der charakteristischen Reduktionsfarben dieser Böden. Im US-System werden Reduktosole nicht gesondert ausgewiesen, sondern als Grund- oder Stauwasserböden klassifiziert, diejenigen anthropogener Substrate wie Müll oder Klärschlamm im WRB-System als Reductic Technosole.

Entwicklung und Eigenschaften. Reduktosole (post)vulkanischer Gebiete entstehen dadurch, dass aus dem Erdinneren in Gesteinsspalten aufsteigendes Kohlendioxid (oft zusammen mit CH₄, NH₃ und/oder H₂S) die Bodenluft und damit auch atmosphärischen Sauerstoff verdrängt. Mikrobielle Umsetzungen laufen unter solchen Verhältnissen anaerob ab, so dass Fe/Mn-Oxide reduziert werden und den Yr-Horizont, z.B. in Gestalt von Fe(II)/Fe(III)-Mischoxiden blaugrün färben und/oder Fe₂₊-Ionen in Trockenperioden mit dem Bodenwasser kapillar aufsteigen. Im Yo-Horizont werden sie dagegen durch Luftsauerstoff oxidiert und als Ferrihydrit gefällt. Da die Intensität des Gasaustritts im Meterbereich stark schwanken kann, bildet sich oft ein Nebeneinander von durchgehend feuerarmen Fahl-Reduktosolen, stark an Fe angereicherten Ocker-Reduktosolen sowie den Norm-Reduktosolen mit geringmächtigem Yo. Werden im Yr-Horizont neben Metalloxiden auch Sulfate reduziert, bilden sich schwarze Metallsulfide.

In Müll-, Klärschlamm- und Hafenschlammdeponien lassen starke mikrobielle Umsetzungen unter anaeroben Bedingungen vor allem Methan entstehen, das nicht nur atmosphärischen Sauerstoff der Böden über oder neben derartigen Deponien verdrängt, sondern dessen mikrobielle Umsetzung auch Sauerstoff verbraucht. Dabei entstehen vorrangig metallsulfidgeschwärzte Yr-Horizonte und später auch rotbraune Yo-Horizonte. Ähnliches geschieht in Böden aus Aufträgen über Gasleitungsleckagen.

Das Versickern von mikrobiell abbaubaren Treibstoffen am Straßenrand, vor allem unter Tankstellen, sowie von Öl, Teer oder anderen flüssigen Organika von (ehemaligen) Gewerbe- oder Industriepätzen lässt ebenfalls Reduktosole entstehen. Nach Abklingen der Reduktgasbildung (bei Mülldeponien z. B. nach 40...60 Jahren) verschwinden die Yr-Horizonte. Entsprechende Böden entwickeln sich daher oft von Roh-Reduktosolen (Horizontfolge Ai/Yr) über Norm-Reduktosole (Ah + Yo < 4 dm/Yr) zu Ocker-Reduktosolen (Ah + Yo > 4 dm), um schließlich das Stadium von Relikt-Reduktosolen zu erreichen (Blume & Felix-Henningsen 2007).

Reduktosole sind Sauerstoffmangelstandorte. Ihre Substrate sind oft stark versauert: diejenigen über (post)vulkanischen Mofetten unter dem Einfluss

hoher CO₂-Konzentrationen, diejenigen unter Gaswerken, denen Eisensulfide der Gasreinigung zugeführt wurden, durch die im Boden oxidativ gebildete Schwefelsäure. Reduktosole von Müll-, Klärschlamm- oder Hafenschlammdeponien reagieren demgegenüber alkalisch und sind nährstoffreich.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welches Profil hat Reduktosol?
- 2) Was wird als Reduktosol bezeichnet?
- 3) Was können Sie über die Entwicklung von Reduktosol erzählen?
- 4) Welche Eigenschaften hat Reduktosol?
- 5) Wo wird Reduktosol genutzt?

LEKTION 3. BODENBEWERTUNG UND BODENSCHUTZ

TEXT 1

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Alle Böden unserer Erde sind nützlich. Sie dienen dem Naturhaushalt, der Pflanzen- und Tierproduktion oder vielfältigen Zwecken der Zivilisation. Je größer die Bevölkerung unserer Erde wird, desto mehr konkurrieren verschiedene Nutzungen um ein und denselben Boden. Deshalb wird häufiger die Grundfrage gestellt: Ist dieser Boden für eine bestimmte Nutzung geeignet? Diese Frage ist so alt wie der Umgang mit Böden.

Schon die Menschen der Steinzeit mussten sich fragen, ob es Gewinn bringt, den Wald zu roden und ihn zu ackerbaulichen Zwecken umzufunktionieren.

Auch die Anfänge der Bodensystematik sind in der Nutzbarkeit der Böden begründet. Die wichtigste Einschätzung ist nach wie vor die Frage nach der Bodenfruchtbarkeit bzw. nach dem Ertragspotenzial der Böden für verschiedene Kulturen. Am besten überliefert ist uns aus römischer und griechischer Literatur die Koinzidenz von Bodeneinteilung und Nutzungseignung unserer Böden.

Das Bundesbodenschutzgesetz (1998) stellt wichtige Bodenfunktionen unter Schutz, und zwar die «natürlichen Funktionen» des Bodens als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; als Bestandteil des Naturhaushalts, als Filter, Puffer und Transformator; insbesondere zum Schutz des Grundwassers sowie als Archiv der Landschaftsgeschichte – aber auch die «Nutzungsfunktionen» als Rohstofflagerstätte, Fläche für Siedlung und Erholung, Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

In der dem Gesetz zugeordneten Bodenschutzverordnung (1999) werden bewertend Grenzwerte festgesetzt, bei deren Erreichen schädliche

Bodenveränderungen konstatiert werden können. Damit z. B. die Feststellung getroffen werden kann, dass Böden geschädigt sind, muss eine Bodenbewertung vorausgehen, d.h. moderne Bodenbewertung umfasst alle Bereiche der Bodennutzung. Erschwerend kommt hinzu, dass von Natur aus Böden verschiedene Funktionen gleichzeitig haben, z.B. die Archivfunktion, indem die Böden Merkmale längst vergangener Perioden erhalten, gleichzeitig Standorte für Pflanzenproduktion sind, sowie Regulator und Filterkörper im Landschaftswasserhaushalt. Zukünftig wird also Bodenbewertung auch mehrere konkurrierende Nutzungen in eine Matrix integrieren müssen.

Fehlentwicklungen bei der Bodenbewertung treten immer da auf, wo Böden isoliert betrachtet werden.

Eine bodenbezogene Bewertung kann immer nur für den regionalen Rahmen gelten. Überregionale Bodenbewertungen müssen das gesamte Ökosystem betrachten. Schon bei Aristoteles (384...322 v. Chr.) und seinem Schüler Theophrast wird erwähnt, dass gute Böden durch schlechtes Klima und umgekehrt beeinflusst werden können. Sie verwenden zur Standortbeschreibung Boden, Klima und Relief.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wozu dienen alle Böden unserer Erde?
- 2) Worin sind die Anfänge der Bodensystematik begründet?
- 3) Welche Bodenfunktionen stellt das Bundesbodenschutzgesetz (1998) unter Schutz?
- 4) Wo werden bewertend Grenzwerte festgesetzt?
- 5) Wo treten Fehlentwicklungen bei der Bodenbewertung?

TEXT 2

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Prinzipien der Bodenbewertung

Alle Versuche, unterschiedliche Böden zu bewerten, orientieren sich letztendlich nicht an den Böden selbst, sondern an ihrer Leistungsfähigkeit. Deshalb lässt sich behaupten, dass alle Bewertungsverfahren effektiv sind.

Welche Ergebnisse lassen sich bei Bodenbewertungen erzielen?

- die Eignung für eine Nutzung kann prinzipiell gut – schlecht – oder nicht vorhanden sein. Eine solche Einstufung wird immer qualitativ sein, gibt aber wichtige Hinweise für Alternativen. Ist die Entscheidung für eine bestimmte Nutzung gefallen, so wird

- die Leistung des Bodens bzw. des Ökosystems quantitativ zu bewerten sein. Viele Nutzungen von Böden beanspruchen physikalisch die Tragfähigkeit oder physiko-chemisch das Puffervermögen von Böden. Hier muss also

- die Belastbarkeit bewertet werden. An einem Standort stattfindende Nutzungsverfahren verändern in der Regel diesen. Sie können deshalb eine Gefährdung oder eine Belastung für den Standort darstellen. Deshalb müssen hier Bewertungsverfahren

- eine Risikoabschätzung ermöglichen.

Das methodische Vorgehen bei der Bewertung von Böden lässt sich in drei Stufen (iterativ, effektiv und kausal) der zunehmenden Abstraktion und des Erkenntnisfortschritts darstellen.

1. Die einfache Form des Vorgehens ist die iterative (try and error). Hier wird eine Nutzung an einem Standort prinzipiell ohne Vorkenntnisse einfach versucht und das erzielte Ergebnis mehrt die Erfahrung. Durch Veränderung der Nutzung lässt sich am gleichen Standort die Erfahrung solange vergrößern, bis ein zufrieden stellendes Ergebnis bzw. eine ausreichende Kenntnis erzielt wurde. Wird ein solcher Versuch nur an einem Ort durchgeführt, so besteht prinzipiell keine Übertragbarkeit auf andere Standorte. So erlaubt ein mit einer Ertragsermittlung verbundener Feldversuch, die aktuelle Ertragsfähigkeit eines Bodens für eine bestimmte Kulturpflanze zu ermitteln. Um aber den Einfluss wechselnder Witterungsverhältnisse mit zu erfassen, muss der Versuch über mehrere Jahre wiederholt werden, wodurch das Verfahren sehr aufwendig wird. Soll der Versuch für eine Region gelten, so sind mehrere Versuche über charakteristische Standorte der Region zu verteilen. Außerdem integriert der Ertrag den Einfluss aller Standortfaktoren und pflanzenbaulichen Maßnahmen. Deshalb ist es über einen einfachen Feldversuch kaum möglich, kausale Zusammenhänge bei der Ertragsbildung oder wuchsbegrenzende äußere Faktoren zu ermitteln. Dies ist aber erforderlich, wenn man systematisch die Kultur an den Standort oder den Standort an die Kultur anpassen will.

2. Effektive Bodenbewertungsverfahren messen einerseits das erzielte Ergebnis einer Nutzung, andererseits aber beschreiben sie auch den Boden bzw. Standort. Werden nun solche Beobachtungspaare von Effekt und Bodeneigenschaft an vielen Orten erhoben, so lässt sich durch Korrelation eine Beziehung zwischen Ertrag und Bodenmerkmalen ermitteln. Diesem Vorgehen liegt die Annahme zugrunde, dass ähnliche Böden in einer Region ähnliche Standorteigenschaften haben. Hat man einen solchen Zusammenhang erkannt, so lässt sich innerhalb des beobachteten Spektrums interpolieren bzw. weitere Standorte können in einem Schätzrahmen hinsichtlich ihrer Eignung oder Leistung bewertet werden. Zu dieser Gruppe von Verfahren gehört die pflanzensoziologische Standortaufnahme und die konventionelle Bodenuntersuchung. Die Pflanzensoziologie beschäftigt sich mit den wechselseitigen Beziehungen zwischen Pflanzengesellschaft (abstrahierte Vegetationseinheiten, z. B. Assoziation, Subassoziation, Variante) und Standort. Die pflanzensoziologische Systematik beruht auf der typischen Artenkombination der Pflanzengesellschaften als umfassendem Ausdruck der Standortverhältnisse, also auf soziologischen und synökologischen Kriterien. Aus diesem Grund ist es

möglich, Pflanzengesellschaften oder Artengruppen in diesen Gesellschaften als Indikatoren für die Standortverhältnisse zu benutzen. Das ist verbreitet zur ökologischen Kennzeichnung von Waldstandorten geschehen und von H. Ellenberg (1979) auch auf Standorte angewendet worden, die in Acker- oder Grünlandnutzung stehen. Sie sind allerdings nur bei Beschränkung auf einen klimatisch einheitlichen Wuchsraum (sog. Wuchsbezirke) verwendbar. Die Brauchbarkeit ist im Rahmen des Gesamtartenspektrums zu sehen, in dem die Arten im Konkurrenzkampf stehen. Bei Ausschaltung dieses Wettbewerbs ist die Amplitude der Standortverbreitung einer Art wesentlich weiter und infolgedessen meist weniger spezifisch. Die Pflanzengesellschaften und die ökologischen Artengruppen treten heute als wesentlich verfeinerte Indikatoren an die Stelle der in der älteren Literatur verwendeten Zeigerpflanzen. Für Gefäßpflanzen Mitteleuropas gibt Ellenberg eine Zusammenstellung von ökologischen Gruppen, die z. B. den Wasser-(und Luft-)Haushalt der Böden mit der Feuchtezahl (1 sehr trocken, 5 frisch, 9 nass und luftarm), die Stickstoffversorgung mit der N-Zahl (1 sehr niedrig, 9 sehr hoch) und die übrigen Nährstoffverhältnisse mit der Reaktionszahl (1 sehr sauer, 9 basisch, kalkreich) charakterisieren. Die Feuchteansprache wurde durch die AG Boden (2005) für wechsellückige bis wechsellückige Standorte verfeinert. Die land- oder forstwirtschaftliche Bodenuntersuchung ermöglicht prinzipiell die Analyse aller bodenabhängigen Standortmerkmale und damit auch die Aufklärung wuchsbegrenzender Einflüsse. Sowohl mit der pflanzensoziologischen Standortaufnahme als auch mit der Bodenuntersuchung sind quantitative Aussagen über die Ertragsfähigkeit bzw. allgemein die Leistung eines Standorts nur dann möglich, wenn eine Eichung durchgeführt wurde.

3. Die dritte Stufe der Bewertungsverfahren sind die kausalen Vorgehensweisen. Hierbei werden die Ansprüche der Nutzung bzw. des Nutzungssystems an den Boden definiert und auf der anderen Seite werden die den Ansprüchen entsprechenden Eigenschaften des Bodens maßeinheitlich erfasst. Anschließend wird durch einen statischen oder besser dynamischen Vergleich zwischen Standortansprüchen und Standorteigenschaften der Erfüllungsgrad der Standortansprüche ermittelt.

Werden die Ansprüche an den Standort nicht vollständig erfüllt und wird die Nutzung trotzdem durchgeführt, so entsteht eine Belastung des Standorts, die nach dem gleichen Verfahren prinzipiell bestimmt werden kann. Für kausale Bewertungen werden zunehmend dynamische Wasser-, Stoff- und Energie-Haushaltsmodelle eingesetzt, die über Szenarien und Prognosen das Verhalten eines Standorts auch ohne Ausprobieren der Nutzung vorherbestimmen können.

In diesem Verfahren haben der Feldversuch und die Bodenuntersuchung ihren Platz, indem sie die Definition von Ansprüchen und Bodeneigenschaften quantifizieren. Ist schon die Bodenbewertung an einem Ort wegen der vielen zu berücksichtigenden Parameter problematisch, so gilt das umso mehr für eine Regionalisierung.

Soweit die Ansprüche bestimmter Nutzungen bzw. bestimmter Kulturen genau bekannt sind, sollte es im Prinzip möglich sein, mithilfe von Karten bzw. geographischen Informationssystemen die Ergebnisse einer Bodenbewertung zu regionalisieren. Dabei kommt es darauf an, dass bei der Kartierung und in der Legende der Bodenkarte die für die Nutzung entscheidenden Parameter auch erhoben wurden und für die Ausscheidung von Kartiereinheiten herangezogen wurden. Dies ist in den meisten Fällen nur dann möglich, wenn die Karte Bodenformen aufweist, die bodentypologisch und substrattypologisch aufgenommen wurden. Für die ökologische Beurteilung ist es in der Regel erforderlich, die niedrigste Kategorie der Bodenklassifikationssysteme zu erreichen. In Deutschland wäre das die Subvarietät, in den USA die soil family. Nur so ist gewährleistet, dass die differenzierenden Eigenschaften auch erfasst wurden. Eine grundsätzliche Begrenzung gibt es für alle Bewertungsverfahren: Jede Bewertung setzt die Kenntnis des Nutzungssystems und der daraus folgenden Nutzungsansprüche und die möglichst vollständige Kenntnis des Bodens bzw. des Standorts und seiner Limitationen voraus. Sie beruht auf dem Vergleich zwischen Anspruch und Angebot. Sie ist prinzipiell nicht übertragbar, besonders dann nicht, wenn eine der beiden Komponenten, Boden oder Nutzungssystem, ausgetauscht werden.

Die Ergebnisse von Bodenbewertungen lassen sich je nach Methode und Kenntnisstand unterschiedlich darstellen. Bei den iterativen Verfahren lassen sich die Ergebnisse einfach im Hinblick auf das Nutzungsziel formulieren (z.B. der Ertrag war 6 t ha^{-1} Weizen oder der Boden hielt einer Auflast von 2 MPa stand). Bei effektiven Bewertungsverfahren ist es häufig ausreichend, wenn ein Schwellen- bzw. Grenzwert erkannt wird, bei dem eine bestimmte Nutzung möglich wird bzw. bei dessen Überschreiten sie ausgeschlossen werden kann (z. B. wenn der Wurzelraum $< 25 \text{ cm}$ ist, wird ackerbauliche Nutzung ausgeschlossen). Für effektive oder kausale Bewertungsverfahren haben sich eine qualitative Einschätzungsmöglichkeit und eine kategorische Einstufung durchgesetzt. Eine solche kategorische Einstufung ist eine diskontinuierliche Funktion, die bis zu 7 Eignungs- oder Leistungskategorien ausscheidet, z.B. Agroecological Zones Project oder die Eignung von Standorten für den Obstbau. Ist ein einzelner Parameter für die Nutzung regional entscheidend und lässt sich eine positive oder negative Korrelation zwischen Nutzungserfolg und diesem Parameter ermitteln, so kann man eine beliebig feine skalare Aufteilung durchführen (z. B. Abhängigkeit des Weizenertrags vom verfügbaren Stickstoff). Solche Skalen können in einem Teilbereich einer nicht linearen Abhängigkeit aufgezeigt werden, wenn die Unterschiede für den ökonomischen Nutzen interessant sind.

Die meisten Bodenbewertungen werden heute parametrisch durchgeführt. Dabei werden verschiedene Messgrößen, die für eine Nutzung entscheidend sind, für eine Bewertung verknüpft. Solche multivariaten Abhängigkeiten einer Nutzung lassen sich durch Vektor-Addition, durch verknüpfende Schätztabelle

oder durch Nomogramme darstellen. Die für die Bewertung verwendete Skala ist dann in der Regel dimensionslos und kontinuierlich.

Sie kann zur Vereinfachung über Grenzwerte wieder auf eine kategorische Skala zurückgeführt werden. Die Verknüpfung der Parameter sollte nach Möglichkeit entsprechend der Wirkung dieser Parameter stattfinden. Es sind additive, multiplikative und komplexe funktionelle Verfahren üblich. Eine Weiterentwicklung parametrischer Verfahren stellen Simulationsmodelle dar, die Prozesse abbilden können und damit eine komplexe, wirklichkeitsnahe Entscheidungshilfe bieten.

Bei der Betrachtung solcher Systeme ist es wichtig, dass ein optimaler Erfolg erzielt wird, bei dem in Minimum an Input und auch ein Minimum an Verlusten auftritt. Das System soll erlauben, durch Wiederholung der Nutzung in verschiedenen Perioden die Nachhaltigkeit zu prüfen. Alle Bewertungsverfahren von Böden müssen dem Ziel untergeordnet werden, Böden insbesondere in ihrer biologischen Leistungsfähigkeit zu erhalten und den Naturhaushalt der Landschaft im Sinne einer optimalen Nutzung und höchstmöglichen Stabilität zu gestalten.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Woran orientieren sich alle Versuche, unterschiedliche Böden zu bewerten?
- 2) Welche Ergebnisse lassen sich bei Bodenbewertungen erzielen?
- 3) In welchen Stufen lässt sich das methodische Vorgehen bei der Bewertung von Böden darstellen?
- 4) Wie lassen sich die Ergebnisse von Bodenbewertungen je nach Methode und Kenntnisstand darstellen?
- 5) Wie werden die meisten Bodenbewertungen heute durchgeführt?

TEXT 3

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Bewertung für Besteuerung und landwirtschaftliche Nutzung

In Deutschland wurde mit dem Gesetz über die Bewertung des Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz vom 16.10.1934 / letzte Änderung vom 20.12.2007) die Möglichkeit geschaffen, die Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzter Böden zahlenmäßig zu erfassen.

Die Bodenschätzung hat einen sehr guten Überblick über die in Kultur befindlichen deutschen Böden gegeben. Die Beziehungen zwischen Ertrag und Bodenwertzahl sind nicht sehr eng, weil Anbaumaßnahmen, die Witterung und betriebswirtschaftliche Faktoren den Ertrag stark beeinflussen.

Inzwischen wurde die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche Deutschlands durch die Bodenschätzung erfasst und es erfolgen Nachschätzungen.

Die Bodenzahlen charakterisieren nur die Ertragsfähigkeit von Böden als Ganzes. Ihnen sind nicht die Gründe zu entnehmen, die z.B. zu einer schlechten Bewertung geführt haben. Daher sind Bodenzahlen für die Nutzungsplanung bzw. Die landwirtschaftliche Beratung besonders dann ungeeignet, wenn Standortverbesserungen durch geeignete Meliorationsmaßnahmen geplant werden.

Einen höheren Informationswert beinhaltet in dieser Hinsicht das gesamte Schätzungsergebnis einschließlich der Profilbeschreibung. Umfassende Aussagen wären hingegen nur möglich, wenn alle Standorteigenschaften analysiert würden.

Bodenschätzung – Ackerschätzungsrahmen

Die Bodeneigenschaften eines Ackerstandorts werden durch die Bodenzahl bewertet, während eine zusätzliche Berücksichtigung von Klima und Relief die Ackerzahl ergibt.

Die Bodenzahl ist ein ungefähres Maß für die Ertragsfähigkeit eines Bodens. Grundlage ist eine Bodenansprache von bestimmenden Grablöchern sowie von ergänzenden Bohrungen. Angesprochen werden:

1. die Bodenart,
2. das geologische Alter (bzw. das Ausgangsgestein) und
3. die Zustandsstufe.

1. Die Bodenart (= Körnungsklasse) des Profils bis maximal 1 m Tiefe. Es werden acht mineralische Bodenarten und eine Moorgruppe unterschieden.

Besteht das Profil aus verschiedenen Bodenarten, so wird das Gesamtgepräge des Bodens durch die mittlere Bodenart ausgedrückt.

Die Einordnung der Böden nach der Bodenart erfolgt bei der Bodenschätzung nur nach dem Gehalt der Böden an abschlämmbaren Teilchen (Fraktion < 0,01 mm).

2. Das geologische Alter des Ausgangsgesteins. Danach werden die Böden in vier Gruppen eingeteilt: Diluvialböden (D), entstanden aus Ablagerungen der Kaltzeiten (außer Lössböden), einschließlich Böden aus tertiären Ablagerungen; Lössböden (Lö); Alluvialböden oder Schwemmlandböden (Al) aus den jüngsten Ablagerungen in Niederungen, Talauen und an der Küste; Verwitterungsböden (V), entwickelt aus einem anstehenden paläozoischen oder mesozoischen Muttergestein ohne Umlagerung. Steinreiche Verwitterungsböden werden als Gesteinsböden (Vg) bezeichnet.

3. Der Begriff Zustandsstufe gibt den Entwicklungsgrad an, den ein Boden bei seiner Entwicklung vom Rohboden über eine Stufe höchster Leistungsfähigkeit bis zur starken Verarmung und Versauerung erreicht hat. Bei der Einordnung in die Zustandsstufe spielen die Tiefe des Wurzelraums und der

Ackerkrume eine wesentliche Rolle. Es werden sieben Zustandsstufen unterschieden, wobei Stufe 1 den günstigsten Zustand, Stufe 7 den ungünstigsten Zustand, also die geringste Entwicklung oder stärkste Verarmung kennzeichnet. Der Bewertung der Moorböden liegen in erster Linie Eigenschaften der organischen Substanz und der Grundwasserstand zugrunde.

Zustandsstufen ackerbaulich genutzter Mineralböden können charakteristische Kennzeichen zugeordnet werden:

Stufe 1: Krümelgefüge der Ackerkrume, luftreicher Unterboden, allmählicher Übergang von der Krume zum meist CaCO₃-haltigen Unterboden; keine Rostflecke, keine Anzeichen von Versauerung oder Verdichtung.

Stufe 3: Humusgehalt der Krume geringer als bei Stufe 1, schroffer Übergang zum Unterboden, der vielfach fahle Flecken und eine graue Färbung aufweist; größere Entkalkungstiefe, beginnende Versauerung und erste Anzeichen von Verlagerungen.

Stufe 5: Scharf abgesetzte Krume, Auftreten einer Verarmungszone, erste Anzeichen einer Verdichtung des Unterbodens und beginnende Podsolierung oder Reduktomorphose, meist stärkere Versauerung.

Stufe 7: Scharf abgesetzte Krume; stark sauer gebleicht über festem Ortstein oder nassgebleicht über starker Marmorierung oder verfestigtem Raseneisenstein.

Je nach Bodenart, geologischem Alter des Ausgangsgesteins und Zustandsstufe haben die Böden im Ackerschätzungsrahmen bestimmte Wertzahlen (Bodenzahlen) mit mehr oder weniger großen Spannen erhalten. Diese Bodenzahlen sind Verhältniszahlen; sie bringen die Reinertragsunterschiede zum Ausdruck, die lediglich durch die Bodenbeschaffenheit bedingt sind. Der beste Boden erhält die Bodenzahl 100 (Schwarzerden der Magdeburger Börde).

Als Bezugsgrößen bei der Aufstellung des Schätzungsrahmens wurden Klima- und Geländeverhältnisse sowie betriebswirtschaftlichen Bedingungen festgelegt: 8 °C mittlere Jahrestemperatur, 600 mm Niederschlag, ebene bis schwach geneigte Lage, annähernd optimaler Grundwasserstand und betriebswirtschaftliche Verhältnisse mittelbäuerlicher Betriebe Mitteldeutschlands.

So variiert nach B. Heinemann die Bodenzahl – in Klammern Bodenarten und Zustandsstufen – der Schwarzerden aus Löss von 85...100 (L1...L2), der Rendzinen bei einem Ah-Horizont < 10 cm von 35...50 (LT5) und > 25 cm von 50...70 (LT3), der Parabraunerden aus Löss von 70...80 (L3), der Pseudogley-Parabraunerden aus Löss von 65...70 (L4), der Pelosole von 36...60 (T5...LT4), der Pseudogleye aus Löss 35...65 (L7...L5) und aus Geschiebemergel von 30...50 (IS5...sL5), der Braunerden von 35...65 (Sl3...sL3), der Podsole von 10...20 (S6...S5, Ortstein-Orterde), der Ranker = 10 (S7) und der Plaggenböden von 30...40 (S3...S2).

Die Ackerzahl: Weichen die Klima- und Geländeverhältnisse von den Bezugsgrößen ab, so werden an den Bodenzahlen Zu- oder Abschläge vorgenommen; man erhält die Ackerzahl als Maß für die durch Ertragsfähigkeit

und natürliche Faktoren bedingte Ertragsleistung. Folgende Beispiele geben einen Anhalt für die Höhe der Zu- und Abschläge.

In klimatisch ungünstigen Mittelgebirgslagen des Bayerischen Waldes erfolgen Abschläge bis zu 30%, dagegen in der klimatisch günstigen Kölner Bucht Zuschläge von 12%, an der Bergstraße so-gar von 16...18%. Das regenreiche Klima an der Nordseeküste wirkt sich für einen sandigen Boden sehr günstig aus (Zuschläge 12%), dagegen nicht für die schweren Marschen (Abschläge 8%). Bei einer Geländeneigung von 5° betragen die Abschläge 2...5%, bei einer solchen von 20° 18...26%.

Das gesamte Schätzungsergebnis lautet dann z.B. L 4 A1 65/70. Es handelt sich um die Bodenart Lehm, die Zustandsstufe 4, das Gestein Alluvium, Bodenzahl 65 und Ackerzahl 70.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1) Wann wurde in Deutschland die Möglichkeit geschaffen, die Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzter Böden zahlenmäßig zu erfassen?

2) Warum sind die Beziehungen zwischen Ertrag und Bodenwertzahl nicht sehr eng?

3) Wodurch werden die Bodeneigenschaften eines Ackerstandorts bewertet?

4) Welche Daten werden bei der Bodenschätzung angesprochen?

5) Welche Stufen können charakteristische Kennzeichen zugeordnet werden?

TEXT 4

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Bodenschätzung – Grünlandschätzungsrahmen

Bei der Bewertung des Grünlands wird die Beurteilung nach Bodenart und Zustandsstufe weniger differenziert, da hier vor allem die Wasser-, Luft- und Temperaturverhältnisse für die Ertragsfähigkeit entscheidend sind. Es werden nur vier Bodenarten und die Moorgruppe sowie drei Zustandsstufen unterschieden. Die Gliederung nach dem Ausgangsgestein entfällt. Demgegenüber sind die Wasser- und Luftverhältnisse in fünf Stufen gegliedert, wobei Stufe 1 (frisch) die besten, Stufe 5 (nass bis sumpfig, oder aber sehr trocken) die schlechtesten Verhältnisse kennzeichnet. Die Klimaeinteilung erfasst die durchschnittliche Jahrestemperatur in drei Gruppen ($a \geq 8,0^\circ\text{C}$ und mehr, $b = 7,9 \dots 7,0^\circ\text{C}$, $c = 6,9 \dots 5,7^\circ\text{C}$).

Die sich aus Bodenart, Zustandsstufe, Wasserverhältnissen und Klima ergebenden Wertzahlen sind die Grünlandgrundzahlen, die durch Zu- und Abschläge unter Berücksichtigung örtlicher Besonderheiten wie Vegetationsdauer,

Pflanzenbestand, Luftfeuchtigkeit, Geländegestaltung zu den Grünlandzahlen führen. Der Grünlandschätzungsrahmen entspricht dem Ackerschätzungsrahmen.

Bewertung für Sonderkulturen

Für Obststandorte wurde ein Bewertungsschema entwickelt, das auf Bodenansprachen (Gründigkeit, Bodenart, Kalkgehalt) und pflanzensoziologischen Aufnahmen (Ellenberg-Zahlen) fußt, Exposition und Inklination sowie Wärme und Spätfrostgefährdung berücksichtigt.

Rebstandorte, vorrangig Rigosole wurden in den Weinbaugebieten nach Ausgangsgestein, Bodenart, Stein- und Kalkgehalt, der nutzbaren Feldkapazität, dem (auch Klima- und Reliefparameter berücksichtigenden) ökologisch wirksamen Feuchtegrad und den Wärmeverhältnissen einer von acht Standortstufen zugeordnet. Daraus werden dann Anbauempfehlungen (Sortenwahl) abgeleitet.

Bewertung für die forstliche Nutzung

Die mitteleuropäische Forstwirtschaft ist sehr viel stärker noch als die Landwirtschaft unmittelbar an die natürlichen Eigenschaften ihrer Waldstandorte gebunden.

Die Zeitdauer von der Begründung bis zur Ernte hiebsreifer Bäume beträgt 50...300/120 Jahre. Unter Rendite- und Investitionsgesichtspunkten schließen diese langen Zeiträume Bodenbearbeitung, den Einsatz von Düngemitteln oder anderer Bodenhilfsmittel zur Ertragssteigerung in der Regel aus. Die relativ wenigen Meliorationen, die in der Vergangenheit durchgeführt wurden, dienten deshalb meist der Beseitigung sehr gravierender Standortschwächen – wie extreme Versauerung, Luftmangel, Ortsteinbildungen und Degradierungen nach starker Streunutzung – und wurden aus volkswirtschaftlichen Versorgungs- und Beschäftigungsgesichtspunkten durchgeführt. Daneben ist eine leichte Bodenbearbeitung (Riefen, Grubbern) und bisweilen Startdüngung zur Erleichterung der Bestandesbegründung verbreitet.

Das anerkannte Leitbild der ‚naturnahen Waldwirtschaft‘ lässt heute Maßnahmen zur Bodenbearbeitung nur noch unter dem Gesichtspunkt der Standorterhaltung und -restauration zu. Hierzu gehören die Bodenschutzkalkungen zur Erhöhung der Pufferfähigkeit gegenüber anthropogenen sauren Stoffdepositionen in Waldböden. Die Befahrung wird – wo nicht vermeidbar – auf Rückelinien konzentriert.

Eine grundlegende Bewirtschaftungseinschränkung resultiert aus der schwachen Standortsgüte der historisch unter Wald verbliebenen Standorte.

Trotz der absoluten oder relativen Nichteignung vieler forstlicher Standorte für eine landwirtschaftliche Hauptnutzung wurde der Wald – je nach Lage zu den Ortschaften – während des ganzen Mittelalters und auf Restflächen bis heute als landwirtschaftliche Hilfsfläche genutzt. Die Holznutzung war nur eine unter vielen Nutzungen, die erst im 17. Jh. – wegen des Kapitalbedarfs der

Landesherrn – eine immer stärker werdende Bedeutung erlebte. Waldweide, Streu- und Plaggennutzung, Holzaschebrennen sind einige der damals überlebenswichtigen, aber devastierenden Waldnutzungen, die auf den oft primär bereits basenarmen Standorten zum Export des geringen Nährstoffkapitals führten. Das Waldbild des Mittelalters entsprach in Europa vielfach einem Weidewald, wie er heute z. B. in Spanien verbreitet ist.

Dichte Wälder, die unser heutiges Waldbild prägen, wurden erst ab dem 18. Jahrhundert begründet. Basenverluste durch den Eintrag anthropogener Säurebildner einerseits, Aufbasung durch Asche- und Kalkstäube andererseits und vor allem in jüngster Zeit Veränderungen des Nährstoffgleichgewichts durch die zunehmende Stickstofffracht in den Depositionen führten zu jüngeren Standortveränderungen in den Waldböden. Die Waldfläche Mitteleuropas hat durch Aufgabe landw. Nutzung im 19. und 20. Jahrhundert stark zugenommen.

Waldböden sind demnach Böden, die einerseits nur wenig durch direkte Bearbeitung, aber – wegen der meist nur schwachen Puffereigenschaften – durch indirekte Störungen deutlich in ihrem Bodenchemismus verändert wurden.

Heute bestimmt das Prinzip der Nachhaltigkeit – umfassend im Sinne der Erhaltung und Mehrung der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes – die mitteleuropäische Forstwirtschaft. Ein sachgerechtes Ökomanagement mit dem Leitbild ‚naturnaher Wald‘ setzt die Kenntnis des forstlichen Standorts als wichtigste Grundlage des Ökosystems Wald voraus. Auch der Schutz der Waldböden selbst ist Bestandteil dieses Nachhaltigkeitsgedankens. Die forstliche Standortkartierung liefert dazu die Grundlagen.

Wegbereiter für in Deutschland verbreitete Standortkartierungsverfahren waren G.A. Krauss in Süd- und W. Wittich in Norddeutschland. Einen Rahmen für Begriffsdefinitionen und die Basisaufnahmen der föderal handelnden Forstverwaltungen bildet die Forstliche Standortaufnahme.

Das Ziel der forstlichen Standortkartierung ist die Erfassung des forstlichen Standorts als Gesamtheit der für das Wachstum der Waldbäume wichtigen Umweltbedingungen. Die Standorteigenschaften werden über Standortmerkmale eingeschätzt.

Die kleinste forstökologische Kartiereinheit ist der Standorttyp (syn. Standorteinheit). Er ist eine Zusammenfassung von Standorten, die in ihren waldbaulichen Möglichkeiten und in ihrer Gefährdung nicht wesentlich voneinander abweichen und die gleiche Ertragsfähigkeit besitzen. Um einen Standorttyp für forstliche Zwecke zu beschreiben, sind Aussagen über folgende Standorteigenschaften notwendig:

- klimatische Bedingungen (Wärmeangebot)
- Gründigkeit und Durchwurzelbarkeit
- Stau-, Grundwassereinflüsse, Bodenwasserhaushalt (Wasser- und Sauerstoffangebot)
- Bodenchemismus (Nährstoffangebot und -umsatz).

Die Hauptbaumarten (Ki > Fi > Bu > Ei) sprechen in ihrem Wachstum sehr stark auf den Wasserhaushalt an, der deshalb in den Kartierverfahren eine wichtige Rolle spielt. In den Bundesländern mit großer geologischer Vielfalt werden die Ausgangssubstrate stark betont.

Gegenüber rein pflanzensoziologischen oder bodenkundlichen Kartierverfahren haben sich die «kombinierten Verfahren» durchgesetzt. In ihnen werden geographische, petrographische, bodenkundliche, klimatologische, vegetationskundliche, pollenanalytische und historische Fakten und Untersuchungsmethoden nach pragmatischen Erwägungen zur Klassifikation und Kartierung herangezogen.

Die Bedeutung der einzelnen Indikatoren wird auf das jeweilige Standortspektrum abgestimmt. Vom Grundprinzip der Vorgehensweise kommen dabei zwei unterschiedliche Ansätze zur Anwendung. Am verbreitetsten ist die zweistufige oder regionale Arbeitsweise. Hier wird in einem ersten Schritt – häufig nach einer groben standortkundlichen Vorerkundung – eine regionale Gliederung der Landschaft in Wuchsgebiete und Wuchsbezirke vorgenommen.

Auf der Ebene der Wuchsgebiete stehen meist geologisch-geomorphologische Kriterien im Vordergrund, auf jener der Wuchsbezirke spielt dagegen einheitliches Klima und Landschaftsgeschichte eine wichtige Rolle. In stark reliefierten Landschaften wie den Mittelgebirgen wird zusätzlich eine Höhenzonierung vorgenommen. Innerhalb dieser Einheiten werden die lokalen Kartiereinheiten definiert und abgegrenzt.

Die stärksten Entwicklungsimpulse für dieses Verfahren gingen vom südwestdeutschen standortkundlichen Verfahren Baden-Württembergs aus.

Das regionale Verfahren hat den Vorteil, dass es innerhalb der regionalen Einheiten mit wenigen Kartiereinheiten auskommen kann. Standorte mit einer geringen (Flächen-)Bedeutung innerhalb eines Wuchsbezirks werden vergleichbaren Kartiereinheiten zugeschlagen. Das Verfahren setzt ein hohes Maß an lokalen Vorkenntnissen vom Kartierer und Anwender voraus. Die Eigenschaften (Leistungsniveau, chem. Kenndaten) der jeweiligen Kartiereinheiten werden statistisch ermittelt. Ein Nachteil ist die eingeschränkte Möglichkeit einer überregionalen Auswertung.

Auf der regionalen Ebene innerhalb eines Wuchsbezirkes werden als Hauptgruppen zunächst Ökoserien ausgeschieden. Ökoserien sind Substratreihen, die in einen ökologischen Rahmen, der durch Höhenstufe und Wuchsbezirk bestimmt wird, eingebunden sind. Substratreihen selbst sind lokale Zusammenfassungen der Ausgangsgesteine mit einem charakteristischen Bodentypenspektrum.

Wesentlich ist, dass sie hinsichtlich bodenphysikalischer und -chemischer Eigenschaften einen vergleichbaren Wurzelraum bilden.

Ein wichtiges Kriterium – da es für die Stabilität von Waldbeständen von außerordentlicher Bedeutung ist – ist die Unterscheidung terrestrischer von grund- und stauwassergeprägten Substratreihen bzw. Ökoserien. Auch

Reliefelemente werden bei der Ökoserienausscheidung berücksichtigt (ebene Lagen und Flachhänge, Hänge, ggf. unterteilt in Sommer- und Winterhänge).

Zum Standorttypen werden die Ökoserien durch eine weitere Untergliederung nach Wasserhaushaltsstufen und Versauerungszustand, auch nach Oberbodenstörung (z. B. Streunutzung), wobei häufig die Bodenvegetation in Form der ökologischen Artengruppen herangezogen wird. Zur Charakterisierung des waldbaulichen Potenzials eines Standorttyps wird ihm eine potenzielle Waldgesellschaft zugeordnet.

Im einstufigen oder überregionalen Verfahren werden die Elemente zur Kennzeichnung des Standorttyps, unabhängig von regionalen Unterteilungen, unmittelbar aus den Faktoren Lage, Klima, Vegetation und Boden auf der Definitionsebene eines Bundeslandes entwickelt. Dazu werden die Faktoren für das Bestandswachstum Wasser – Nährstoffe – Wärme skaliert.

Der Standorttyp ergibt sich dann aus der freien Kombination der einzelnen Standortkomponenten. Dieses Verfahren ermöglicht die überregionale Vergleichbarkeit der Standorte. Diese Möglichkeit wird mit einer Vergrößerung von Aspekten, im Bereich der Boden- und Substratansprache sowie der Vegetationszuordnung erkaufte.

Ein sehr differenziertes Standortkartierungsverfahren wurde in den ostdeutschen Bundesländern entwickelt. Dort wird zwischen den konservativen Stamm-Standorteigenschaften (Bodentyp, Substrat, Klima) und den veränderlichen Zustands-Standorteigenschaften (Humusform und Immissionsform) unterschieden. Anders als in den westdeutschen Verfahren spielen die Bodenformen (Substrat- und Bodentyp) eine große Rolle. Kartiert werden lokale Varianten von Hauptbodenformen. Diese Lokalbodenformen wurden zentral in der Form eines offenen Katalogs geführt. Für die Anwendung werden die Stamm- und Zustandsformen zu Standortgruppen verdichtet. Parallel dazu wurde eine Methode entwickelt, um die forstlichen Daten von der lokalen Ebene (topische Dimension) für eine übergreifende Naturraumerkundung auf der Ebene von Naturraumbezirken (Mesochoren) oder Naturraumregionen zu verdichten. Die ostdeutschen Wuchsgebiete wurden entsprechend induktiv hergeleitet.

Beispiele für die Gliederung einzelner Komponenten in forstlichen Standortkartierungsverfahren Grundsätzlich werden bei der Standortansprache in ein und zweistufigen Verfahren die gleichen Standortmerkmale erhoben. Allerdings besteht in den einstufigen Verfahren der Zwang zur Erarbeitung von Skalierungen auf überregionaler Basis.

Bei zweistufigen Verfahren stehen die Unterschiede zwischen den Standorten innerhalb des jeweiligen Wuchsbezirks im Vordergrund.

Zur Klimaklassifikation werden Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse, z.T. auch der Kontinentalitätsgrad herangezogen. Die überwiegend durch das Großklima bestimmten Wärmeverhältnisse werden durch eine Kombination aus

klima- und vegetationskundlichen Daten als Wärme- oder Höhenstufen abgegrenzt.

Der Wasserhaushalt ist eine der zentralen Größen der forstlichen Standortkartierung. Für dessen Einstufung in stau- und grundwasserfreien Böden werden im Allgemeinen die Wasserhaushalts- bzw. Frischestufen ‚sehr frisch‘ – ‚sehr trocken‘ verwendet. Die allgemein gehaltenen Definitionen dieser Wasserhaushaltsstufen haben zunächst nur beschreibenden Charakter und eignen sich nur für eine qualitative Einschätzung. In zweistufigen Verfahren ermöglichen sie eine Relativeinstufung innerhalb eines Wuchsbezirkes, dabei wird meist die ganze Skalenbreite angewendet. Die so eingewerteten Standorte sind überregional deshalb nicht vergleichbar.

In einstufigen Verfahren müssen die Wasserhaushaltsstufen stärker quantifiziert werden. Ein Ansatz dazu ist die Differenzierung in sog. Gelände-Wasserhaushaltsstufen. Diese ergeben sich aus der Wasserspeicherkapazität des jeweiligen Standorts mit Zu- oder Abschlägen für den Expositions- und Reliefeinfluss. Zur Beurteilung des gesamten Wasserhaushalts muss dann die Klimafeuchte mit herangezogen werden.

Einen Schritt weiter geht die Klassifikation mit Gesamt-Wasserhaushaltsstufen. Dabei werden nicht nur die passiven Elemente, sondern auch die Verdunstung einbezogen. Ein solches Prognosemodell wurde in Rheinland-Pfalz entwickelt. Statt der klimatische Wasserbilanz werden Niederschlagsgruppen verwendet, die – auf Landesebene – jeweils auch ein bestimmtes Wärmeklima beinhalten. Die Grundlagen und die Skalierung wurden auf der Basis von Untersuchungen an Fichten und Buchen eines engen Alterskollektivs erarbeitet.

Stauwasser wird durch staunass, wechselfeucht, mäßig wechselfeucht, schwach wechselfeucht oder grundwechselfeucht (staufrisch), mäßig wechselfeucht und wechselfeucht gekennzeichnet. Die Zuordnung ergibt sich aus der Bewertung von der Höhe des Wassereinstaus zum Vegetationszeitbeginn und der Andauer des Stauwassers. Grundwasser wird in die Wasserhaushaltsstufen nass, feucht, (hangfeucht), grundfeucht, grundfrisch eingestuft.

Für den Nährstoffhaushalt wird die aus der Vegetationskunde kommende Trophie (dystroph – oligotroph – mesotroph – eutroph) verwendet. Sie soll ganzheitlich das Nährstoffangebot nach Art und Mannigfaltigkeit (Intensität, Variabilität, Diversität) charakterisieren, das sich in der biologischen Aktivität des Bodens, der Intensität des Stoffumsatzes, dem Vorkommen anspruchsvoller Pflanzen und der Artenvielfalt ausdrückt. Da diese Zustände und Prozesse von der Standortwärme, dem Wasserhaushalt und dem Wurzelraum abhängen, müssen diese bei der Bestimmung berücksichtigt werden. In Ostdeutschland wird der Begriff Nährkraftstufen (arm – ziemlich arm – mäßig nährstoffhaltig – kräftig – reich) benutzt. Die Einstufung erfolgt empirisch aus der Ansprache von Humusform, ökologischen Artengruppen sowie Kenntnissen über den Chemismus der Ausgangssubstrate und Bodentypen.

Die Ansprache ist bei Standorten mit reichem Nährstoffangebot sehr zuverlässig, zeigt aber Schwächen im mittleren und schwachen Nährstoffbereich. Die Bodenzustandserhebung im Wald zeigt in diesem Standortspektrum eine weitgehend substratunabhängige Versauerung und Basenverarmung der Böden.

Die empirische Trophie-Gliederung der Standortkartierung kommt zu einer stärkeren Differenzierung. Ein Problem ist das Fehlen von zuverlässigen Silicatverwitterungsraten für die jeweiligen Ausgangssubstrate. Auf schwachen Standorten ist die Beeinflussung des Standortpotenzials durch historische Waldnutzungsformen, aufstockende Baumart und anthropogene Oberbodenstörungen besonders stark.

Die Ergebnisse der Standortkartierung werden in Karten (1:5000 oder 1:10000) dargestellt und in einem Bericht dokumentiert; sie sind bei den Forstämtern oder forstlichen Mittelbehörden einsehbar.

Die kartierten Waldstandorte werden nach folgenden Aspekten bewertet:

- Baumarteneignung (Konkurrenzstärke, Pflughigkeit, Sicherheit, Wuchsleistung, Qualität, Ertragsleistung, ökologische Bedeutung)
- Waldbaumethoden (Verjüngungs-, Pflege- und Erntestrategien)
- landespflegerische Bedeutung von Standorten
- Risikominderung (Sturmwurf, Bodenversauerung, Schädlingsdeposition)
- Schadensvermeidung (Bodenverdichtung durch Befahrung etc.).

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Warum wird die Beurteilung nach Bodenart und Zustandsstufe bei der Bewertung des Grünlands weniger differenziert?
- 2) Was sind die Grünlandgrundzahlen?
- 3) Welche Standorteigenschaften sind für forstliche Zwecke notwendig?
- 4) Was ist «kombiniertes Verfahren»?
- 5) Nach welchen Aspekten werden die kartierten Waldstandorte bewertet?

TEXT 5

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Bewertung für zivilisatorische Ansprüche ohne Nutzung der Primärproduktion

Wurden Böden ursprünglich aus wirtschaftlichen Erwägungen bewertet, z.B. für eine ertragreiche Wald- oder Ackerbewirtschaftung, so gewinnen heute ökologische Bodenbewertungen, die den Schutz des Bodens zum Inhalt haben, und technische, die der Zivilisation dienen, immer mehr an Bedeutung.

Neben ihrer Funktion als Standort für Kulturpflanzen besitzen Böden eine Vielzahl weiterer Potenziale. Diese lassen sich untergliedern in Naturhaushaltspotenziale, wie z.B. «Ausgleichskörper im Wasserkreislauf»,

Filter und Puffer für Schadstoffe sowie direkte Nutzungsfunktionen für den Menschen, wie Bebauung, Verkehr, Freizeitanlagen, Rohstofflagerstätten.

Jede Nutzung stellt unterschiedliche Anforderungen an die Eigenschaften eines Bodens, die wiederum bei den verschiedenen Böden unterschiedlich verwirklicht sind. Durch Bewertung soll die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Böden sichtbar gemacht werden. Insbesondere im Siedlungsbereich geht es darum, bodenkundliche Erkenntnisse in für Planungszwecke und Bodenschutzkonzepte verwertbare Aussagen umzusetzen.

Zur Bestimmung dieser Funktionen existieren bisher verschiedene Verfahrensvorschläge, die sich in Abhängigkeit von der Zielsetzung unterscheiden.

Grundsätzlich lassen sich folgende Bewertungsgrundmuster unterscheiden:

Eignungsbewertung: Hierbei geht es um die Erfassung der Leistungsfähigkeit von Standorten für verschiedene Nutzungen. Dabei wird die natürliche Eignung in Abhängigkeit von ökologischen Faktoren beschrieben. Grundlage der Bewertung ist ein Vergleich der Ansprüche von Nutzungen mit den Standorteigenschaften. Für die zu betrachtenden Nutzungen werden Bewertungskriterien aufgestellt, die sich aus den Ansprüchen der jeweiligen Nutzung an den Standort ableiten. Wesentlich ist dabei die Herausarbeitung bzw. Beschränkung auf nutzungsspezifische Merkmale. Verschiedene Nutzungen haben verschiedene Ansprüche und somit ergeben sich unterschiedliche Begrenzungen. Die Ansprüche müssen dabei so dargestellt werden, dass sie mit am Standort mess- oder ableitbaren Daten vergleichbar sind. Für jedes Kriterium werden Wertungsstufen definiert, die beschreiben, in welchem Maße der Anspruch erfüllt ist. Die Festlegung dieser Stufen stellt den eigentlichen Wertungsschritt dar. Es wird unterstellt, dass die Eignung in erster Linie von dem Grad der Erfüllung der Ansprüche durch den Standort abhängt. Die Kriterien ergeben sich aus den das Wachstum von Rasen bestimmenden Standorteigenschaften Wurzelraum, Nährstoff- und Wasserhaushalt sowie den Grundbedingungen für die Nutz- und Belastbarkeit der Oberfläche.

Ökologische Funktionsbewertung: Die ökologische Funktionsbewertung bezieht sich im Wesentlichen auf die Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen, wie im BBodSchG genannt. Das Beispiel zeigt die Bewertung der Funktion «Ausgleichskörper im Wasserkreislauf» nach «Heft 31» (Umweltministerium Baden-Württemberg, 1995).

Die Bestimmung erfolgt in drei Teilschritten:

1. Ermittlung der Gesamtwasserleitfähigkeit für die Kontrollsektion
2. Ermittlung des Wasserspeichervermögens
3. Bewertung der Böden in ihrer Funktion als ‚Ausgleichskörper im Wasserkreislauf‘.

Kausalbeziehungen zwischen Bodenparametern und Leistungsfähigkeit werden dargestellt und qualitativ beurteilt. Das heißt, je höher der kf-Wert und das Speichervermögen ist, umso höher ist die Leistungsfähigkeit eines Bodens

als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf und in eine umso höhere Bewertungsklasse wird er eingestuft.

Belastungsbewertung: Es wird unterschieden zwischen einer Bewertung des aktuellen Belastungsgrades im Hinblick auf Gefährdung anderer Umweltmedien und des Menschen (nachsorgender Bodenschutz) und einer Belastungsbewertung von geplanten Nutzungseingriffen (vorsorgender Bodenschutz, Nachhaltigkeit). Für den aktuellen Belastungsgrad sind z.B. Für bestimmte Schadstoffe je nach Nutzungsform Prüf- und Vorsorgewerte festgelegt (BBodSchV, 1999), die zu Nutzungseinschränkungen oder Sanierungsempfehlungen führen können. Bei der Prognose der Auswirkungen, die von einer zukünftigen Nutzung ausgehen, werden der Grad der Beeinträchtigung /Schädigung von Bodeneigenschaften oder Funktionen bewertet, die von der Nutzung in Anspruch genommen und geschädigt werden. Der Belastungsgrad wird umso höher sein, je intensiver der Nutzungseingriff und ökologisch wertvoller der Boden ist.

Bewertungsgrundsätze: Die Akzeptanz jedes Bewertungsverfahrens hängt davon ab, inwieweit seine Aussagen die realen Verhältnisse wiedergeben können. Wenn auch die Komplexität ökologischer Zusammenhänge mit dem Bewertungsverfahren oft nur unvollständig erfasst und abgebildet werden kann, ist der Einsatz von Bewertungsverfahren bei allen Planungen und Umweltschutzmaßnahmen sinnvoll und unumgänglich. Jede Entscheidung setzt eine Bewertung voraus. Durch den Einsatz von einheitlichen Bewertungsverfahren werden Entscheidungen objektiver und transparenter. Die Genauigkeit der zu erwartenden Aussagen ist für die Entscheidungsfindung in den meisten Fällen ausreichend.

Wo notwendig, kann die Genauigkeit bzw. Anwendbarkeit durch zusätzliche Erhebungen verbessert werden. Entscheidend hierfür ist die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Bewertung.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welche Bodenbewertungen gewinnen immer mehr an Bedeutung?
- 2) Welche Potenziale besitzen Böden?
- 3) Welche Bewertungsgrundmuster lassen sich grundsätzlich unterscheiden?
- 4) Was versteht man unter der Eignungsbewertung?
- 5) Wie sind die Bewertungsgrundsätze?

TEXT 6

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

International übliche Verfahren der Bodenbewertung

Es gibt weltweit eine Vielzahl von Methoden zur Bewertung von Böden bzw. Standorten im Hinblick auf Eignung für die landwirtschaftliche Nutzung.

Keines dieser Verfahren erreichte die gleiche Akzeptanz und Umsetzung wie die Bodenschätzung in Deutschland (FAO, 1976 und 1978).

Storie Index Rating (SIR). Der Storie-Index wurde in Kalifornien für Besteuerungszwecke von forst- und landwirtschaftlichen Nutzflächen entwickelt und gehört zu den bekanntesten multiplikativen, parametrischen Bewertungssystemen. Die erste Fassung erschien 1933 und wurde in den folgenden Jahren mehrmals überarbeitet. Der heute noch gebräuchliche Index ist in dem Kasten (gegenüber) abgebildet. Für jeden Faktor werden Gruppen nach der Landschaftscharakteristik gebildet und der Leistungsgrad in Prozent von 100 geschätzt. Alle Faktoren ($x : 100$) werden multipliziert, der endgültige Wert wird in Prozent (%) ausgedrückt. Der Vorteil dieses Systems liegt in seiner vielseitigen und einfachen Anwendbarkeit. Auch können die einzelnen Faktoren leicht den entsprechenden lokalen Gegebenheiten angepasst bzw. ausgetauscht werden. Nachteilig wirkt sich die multiplikative Struktur des SIR aus, wo die am schlechtesten bewerteten Faktoren im Endergebnis dominieren, während bei additiven Systemen die wirklich einschränkenden Faktoren nicht das angemessene Gewicht haben. Diese Nachteile lassen sich durch eine entsprechende Gewichtung der einzelnen Faktoren minimieren.

Fertility Capability Classification (FCC). Die Fertility Capability Classification stellt im Gegensatz zu den morphologischen oder genetischen Systemen ein technisches Klassifikationssystem dar. Ziel ist es, die Böden nach der Art ihrer Bodenfruchtbarkeitsprobleme anhand von Körnung und einer Anzahl von Bodenfruchtbarkeitsindikatoren zu gruppieren, um daraus bodenverbessernde Maßnahmen ableiten zu können. Die Körnung im Pflughorizont (und bei starken Körnungsunterschieden auch im Unterboden) entscheidet über die Einordnung in die oberste systematische Einheit, den Bodentyp. Der Bodentyp wird dann auf der nächsten Stufe des Systems durch die Bodenfruchtbarkeitsindikatoren noch genauer beschrieben. Dabei ist jedem Indikator ein Grenzwert zugeordnet. Je nach Indikator wird durch ein Unter- oder Überschreiten dieses Grenzwerts in einem Boden ein Bodenfruchtbarkeitsproblem indiziert. In diesem Fall wird dem Bodentyp noch ein entsprechender Suffix als Kleinbuchstabe angehängt (z.B. Lehk bedeutet ein Lehm Boden mit guter Wasserhaltefähigkeit, mittlerer Infiltrationsrate, geringem Nährstoffspeichervermögen (e), geringem bis mittlerem Versauerungsgrad (h) und geringem Kaliumnachlieferungsvermögen (k). Aus den Suffixen können gleichzeitig Meliorationsmaßnahmen abgeleitet werden, die zu einer Verbesserung des Standorts beitragen würden (z. B. bei (h) Kalkung für Al-sensitive Kulturen erforderlich). Die FCC erlaubt also eine Charakterisierung des Bodens nach seinen bodenfruchtbarkeitsbedingten Problemen sowie eventuell erforderlichen Bodenverbesserungsmaßnahmen.

Land Capability Classification (LCC). Die Land Capability Classification wurde vom USDA entwickelt und bewertet Böden (einschließlich des Reliefs) in erster Linie für die landwirtschaftliche Nutzung. Das oberste Niveau der

Systematik stellen acht Klassen dar, wobei man Böden, die den ersten vier Klassen (I...IV) zugeordnet werden, als ackerbaulich nutzbar bezeichnet. Böden, die in die restlichen vier Klassen (V...VIII) fallen, sind nur als Weide oder zur forstlichen Nutzung geeignet. Die Beurteilung der ackerbaulich nutzbaren Böden erfolgt nach den Potenzialen und den Einschränkungen für eine nachhaltige Produktion der im betrachteten Gebiet klimatischangepassten Kulturpflanzen. Die Böden, die nur weide- oder forstwirtschaftlich genutzt werden können, werden noch unterteilt nach dem Risiko der Bodendegradation bei unsachgemäßen Anbau- und Nutzungsmaßnahmen. Je nach Art der Nutzungseinschränkung können innerhalb der acht Klassen noch Unterklassen gebildet werden.

Die Bodeneigenschaften, die in der Land Capability Classification zur Bewertung herangezogen werden, sind Wasserspeichervermögen, Gründigkeit, Steingehalt, Gefüge (Struktur), Bearbeitbarkeit, Durchlässigkeit des Unterbodens, Hydromorphie, Erosionsanfälligkeit, Salinität, Alkalinität und Nährstoffversorgung. Hinzu kommen Geländeeigenschaften wie Hangneigung und Überflutungsrisiko. Für die einzelnen Bodeneigenschaften werden je nach Datenlage relative Einschränkungen oder auch absolute Grenzwerte definiert, die über die Zuordnung eines Bodens in eine der acht Klassen entscheiden. Aus dem Bewertungsergebnis lassen sich Aussagen über die allgemeine Eignung des Bodens für die landwirtschaftliche Nutzung, die Art der Einschränkungen und besondere bodenkonservierende oder -verbessernde Maßnahmen ableiten. Ein Boden mit der Klassifizierung III würde beispielsweise für die ackerbauliche Nutzung erhebliche Einschränkungen im Luft- und Wasserhaushalt ($w = \text{wetness}$) aufweisen, die besondere Meliorationsmaßnahmen erforderlich machen.

Der Vorteil der LCC gegenüber der FCC liegt in der Möglichkeit, Böden einem geeigneten Nutzungstyp zuzuordnen. Andererseits beruht die Bewertung der Bodeneigenschaften im Bezug auf das Ausmaß ihrer limitierenden Wirkung i. d. R. auf relativen, erfahrungsbasierten Einschätzungen.

Land Suitability Classification (LSC). Seit 1960 ist die FAO bemüht, verbesserte Standortnutzung in den armen Regionen der Erde zu ermöglichen. Dabei wurde erkannt, dass die reine Naturwissenschaft nicht in der Lage ist, den Bauern zu helfen, wenn lokale Besonderheiten der Produkte, der Märkte, der Nahrungsgewohnheiten und der sozialen Abhängigkeiten nicht beachtet werden. Deshalb wurden Grundmuster von Bewertungsverfahren entwickelt, die neben der Bodenbewertung auch die sozioökonomischen Belange erfassen. Dabei wurden entweder die Bereiche nacheinander oder parallel bearbeitet. Im Laufe der Zeit hat sich die parallele Arbeitsweise durchgesetzt, da sie schneller ist und während des Verfahrens alle Spezialisten sich austauschen können, auch wenn keiner bereits ein Endergebnis vorliegen hat. Die heute übliche LSC ist ein wichtiger ökologischer und produktionstechnischer Teil der «Land evaluation».

Mit der Land Suitability Classification (FAO 1976) sollte ein weltweit anwendbarer Rahmen für die Standortbewertung im Hinblick auf die landsteigende wirtschaftliche Produktion geschaffen werden. Im Gegensatz zu den oben genannten Klassifikationssystemen versucht die LSC, den gesamten Standortkomplex (Klima, Relief, Boden) in die Bewertung einzubeziehen. Außerdem schafft der Bewertungsrahmen die Möglichkeit, die Standortbewertung für exakt definierte Nutzungstypen oder für einzelne Kulturpflanzen durchzuführen. Dies entspricht dem Prinzip der unterschiedlichen Anpassungsfähigkeit von Pflanzen an den Standort, kann aber je nach dem zu betrachtenden Nutzungstyp bzw. der in Betracht gezogenen Kulturpflanze zu unterschiedlichen Bewertungen ein und desselben Standorts führen.

Im einfachsten Fall vergleicht das Bewertungsverfahren die Eigenschaften des Standorts mit den Ansprüchen einer Kulturpflanze. Dabei werden sowohl klimatische (Niederschlagsregime, Wärmeregime, Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung) als auch edaphische Standorteigenschaften (Wasser- und Lufthaushalt, Nährstoffhaushalt, Salinität und Alkalinität) berücksichtigt. Jede Standorteigenschaft wird danach beurteilt, ob und in welchem Ausmaß sie eine Einschränkung für die in Betracht gezogene Kulturpflanze darstellt. Bei der qualitativen Standortbewertung erfolgt eine Einteilung der Standorte in Eignungsklassen (suitability classes), wobei nach der klimatischen und der edaphischen Eignung unterschieden werden kann. Diese richtet sich nach dem am stärksten limitierenden klimatischen bzw. edaphischen Standortfaktor.

Die Eignungsklasse gibt Auskunft über den Grad der Eignung eines Standorts für eine bestimmte Kulturpflanze sowie über die Art und das Ausmaß der Einschränkungen. So handelt es sich zum Beispiel bei der Eignungsklasse S3cf für Weizen um Standorte, die wegen ihrer klimatischen (c: climatic) und bodenchemischen (f: fertility) Eigenschaften nur mäßig (S3) für den Weizenanbau geeignet sind.

Der Vorteil der LSC ist, dass sie zum einen das Klima als entscheidenden Standortfaktor explizit in die Bodenbewertung mit einbezieht, also streng genommen eine Standortbewertung darstellt, und dass sie die Möglichkeit schafft, den Standort im Hinblick auf seine Eignung für spezifische Nutzungstypen bzw. Kulturpflanzen zu beurteilen. Dies setzt eine genaue Kenntnis der spezifischen Ansprüche der zu beurteilenden Nutzung voraus.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Nennen Sie international übliche Verfahren der Bodenbewertung.
- 2) Wie sind die Grundlagen von Soil Index Rating (SIR)?
- 3) Was stellt Fertility Capability Classification (FCC) dar?
- 4) Was bewertet Land Capability Classification (LCC)?
- 5) Wie ist der Vorteil von Land Suitability Classification (LSC)?

TEXT 7

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Agro-Ecological-Zones

Das Agro-Ecological-Zones-Project wurde ebenfalls von der FAO (1978) entwickelt und durchgeführt, um Grundlagen für die Planung und Entwicklung des agrarischen Potenzials in den Entwicklungsländern zu schaffen. Das Ergebnis dieser Studie war eine Landeignungsklassifikation für 20 verbreitete Kulturarten im Regenfeldbau für zwei Bewirtschaftungsintensitäten sowie eine Weiterentwicklung der Methodik. Das Bewertungssystem basiert auf dem Vergleich spezifischer Pflanzenansprüche mit den Klima- und Bodeneigenschaften. Es werden vier Eignungsklassen definiert, die mit dem erwarteten Ertrag verknüpft sind. Sehr gut geeignet sind Standorte, in denen mehr als 80% des Maximalertrags erreicht werden, geeignet sind Standorte mit einer Ertragsleistung zwischen 40...80%, bedingt geeignet bei 20...40% und nicht geeignet bei weniger als 20%. Bei dem Bewertungsablauf werden zunächst die klimatischen Ansprüche der Pflanzen definiert und mit den agroklimatischen Zonen, die nach der Länge der Wachstumsperiode (Dauer der Wasserverfügbarkeit und Temperatur) ausgewiesen wurden, kombiniert. Anschließend werden die für einen Anbau geeigneten Klimazonen mit der Bodenbewertung verglichen. Die Bodenbewertung erfolgt auf der Grundlage der «Soil Map of the World» der FAO im Maßstab 1:5 000 000 und ist je nach Art und Ausmaß der wachstumsbegrenzenden Bodeneigenschaften in drei Eignungsstufen unterteilt. Die vorhergehende klimatische Bewertung wird nach der Bodeneignung modifiziert. Bei guter Bodeneignung bleibt die Bewertung gleich, bei mäßiger Eignung wird sie um eine Stufe herabgesetzt, bei fehlender Eignung der Böden sind die Standorte insgesamt nicht geeignet.

Soil Quality Assessment. Das Soil Quality Assessment ist eine neue Gruppe von Methoden der Bodenbewertung, die in den USA entstanden ist. In den verschiedenen Veröffentlichungen zur Soil Quality werden bisher unterschiedliche Definitionen, Richtlinien und Anweisungen gegeben. Allgemein wird aber definiert, dass die «Soil Quality die Fähigkeit eines spezifischen Bodens ist, Funktionen in einem natürlichen oder genutzten Ökosystem» zu übernehmen. Dabei geht es um die nachhaltige Pflanzen- und Tierproduktion, um die Erhaltung oder Verbesserung von Wasser- und Luftqualität und um die Unterstützung der menschlichen Gesundheit und der Lebensbedingungen.

Durch Veränderung der Bodennutzung kann die Soil Quality nachhaltig modifiziert werden. Sie kann abnehmen (degradieren) oder sie kann auch verbessert werden. Ob ein Landnutzungssystem auf Nachhaltigkeit ausgerichtet ist, kann durch die Bewertung der Soil Quality überprüft werden.

Auch wenn das Verfahren und die Definition im Einzelnen noch unklar bleiben, so ist es doch eine wesentliche Veränderung, dass hier erstmalig in einem amerikanisch-internationalen System nicht nur die Bodenproduktivität, sondern auch die Leistungen im Umweltsystem bewertet werden. Bei der Soil Quality werden fünf grundlegende Funktionen des Bodens bewertet (USDA-NRCS 2001).

1. Regulation der Wasserbewegung.

Die Böden kontrollieren, was mit dem Niederschlags- und Bewässerungswasser passiert. Der Einfluss, den ein Boden auf den Wasserhaushalt ausübt, ist ein wichtiger Aspekt der Soil Quality.

2. Nachhaltige Erhaltung der Pflanzen- und Tierwelt.

Die Verschiedenheit und Produktivität der Lebewesen hängt sehr stark von den Bodenfunktionen ab.

3. Filter- und Transformationspotenzial für Schadstoffe (Pollutants).

Der Mineralbestand des Bodens und die Mikroben in dem Boden sind verantwortlich für das Filtern, das Puffern, den Abbau, die Immobilisierung und die Detoxifizierung von organischen und anorganischen Stoffen im Boden.

4. Nährstoffkreisläufe.

Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor und viele andere Nährstoffe sind im Boden gespeichert, umgewandelt und nehmen am Kreislauf teil.

5. Erhaltung der Bodenstruktur.

Zum einen müssen Böden eine stabile Struktur haben, um Bauwerke oder Straßen tragen zu können. Zum anderen wahren sie archäologische Schätze, die mit dem menschlichen Leben zusammenhängen.

Das Soil Quality Assessment geht im Einzelnen ähnlich vor wie die Land Suitability Classification. So kann davon ausgegangen werden, dass verschiedene Böden eine unterschiedliche natürliche Soil Quality haben. Jedoch wird bei einer gegebenen Bodenqualität die Möglichkeit bestehen, dass der Boden nachhaltig, d.h. «sustainable» bewirtschaftet wird, dass die Bodenqualität degradiert oder auch dass sie aggradiert wird, d.h. ihre Qualität zunimmt.

Beim Verfahren wird ein spezifischer Satz von Indikatoren ausgewählt. Diese Indikatoren erhalten dann jeweils einen Messwert und diese Messwerte werden verbunden zu einem Index. Für den Soil Quality Index werden alle einzelnen Indexwerte summiert, durch die Anzahl der Werte dividiert sowie mit 10 multipliziert. Im Gegensatz zum früheren Storie Index ist also hier ein Additionsverfahren gewählt worden. Grundlage der Bewertung ist ein Datensatz, der an den Böden erhoben werden muss.

Die Daten müssen dann, um bewertet werden zu können, in Beziehung zu entsprechenden Nutzungen bzw. Bodenfunktionen gesetzt werden. In der Diskussion spielt der sog. Minimum Dataset eine große Rolle. Dabei soll versucht werden, mit möglichst wenigen Beobachtungen bzw. Messwerten, die Qualität eines Bodens einschätzen zu können. In dieses Minimum Dataset werden 12...15 Parameter, von der organischen Bodensubstanz, über

Wasserhaltefähigkeit bis zum potenziell mineralisierbaren Stickstoff, verwendet. Die wesentlichen Einschränkungen beim Soil-Quality-Konzept sind bisher, dass es keine Standardisierung für Soil Quality Indicators gibt. Außerdem sind die funktionellen Beziehungen zwischen den Soil Quality Indicators und dem Soil Quality Rating noch offen. Trotz dieser Unsicherheiten hat das Soil Quality Assessment deshalb international in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, weil es partizipativ die Interessen von Nutzern mit einbezieht und ökonomische Bewertungen mit aufnimmt.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wann und von wem wurde das Agro-Ecological-Zones-Project entwickelt und durchgeführt?
- 2) Was ist Soil Quality Assessment?
- 3) Wodurch kann die Soil Quality nachhaltig modifiziert werden?
- 4) Welche grundlegende Funktionen des Bodens werden bei der Soil Quality bewertet?
- 5) Welche Indikatoren werden beim Verfahren ausgewählt?

TEXT 8

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Bodeninformationssysteme

Die traditionelle Weise, mit der Bodeninformationen weitergegeben werden, ist die Bodenkarte. Eine Bodenkarte enthält eine topographische Unterlage mit dem Maßstab von 1:1000 bis 1:5000000. In der Karte sind Bodeneinheiten, das sind Gebiete, in denen bestimmte charakteristische Böden überwiegen und die in sich einheitlich aufgebaut sind, abgegrenzt. Diese Flächen sind mit einer bestimmten Farbe oder einer Signatur eingefärbt. Zu diesen Signaturen gibt es regelmäßig eine sog. Legende. Die Legende ordnet die Flächen bestimmten bodensystematischen Einheiten zu. Die Legende kann auch zusätzlich bestimmte Erläuterungen zu Ausgangsgestein und Relief enthalten. Zusätzlich zur Karte wird häufig ein Erläuterungsband erstellt. Der Erläuterungsband schildert die Eigenschaften der verschiedenen Bodeneinheiten. Er sorgt vor allem dafür, dass die flächenhafte Information in eine räumliche Information dadurch übertragen wird, dass er die Eigenschaften der verschiedenen Horizonte eines Bodens darlegt. Während die Legenden oft Bodentyplegenden sind, geben die Erläuterungen hinweise zu den Bodenformen, zu ihrer Geschichte und zu ihren Gefährdungen sowie zu Nutzungseignungen. Bei modernen Kartenwerken werden häufig auch noch Ableitungskarten zugefügt. Diese Ableitungskarten stellen einfache Abstufungen der Nutzungseignung, z.B. für Weizen und Wein, bestimmte Gefährdungen, z. B. Erosionsgefährdung, oder bestimmte

Leistungen, wie die Grundwasserneubildung oder die Schwermetallpufferung dar. Ein Paradebeispiel für ein solches Bodeninformationssystem, basierend auf einer Karte, ist die Soil Map of the World (1974). In Deutschland gibt es in allen Bundesländern Bodenkarten. Diese Karten sind meist im Maßstab 1:25000.

In manchen Bundesländern liegen auch Bodenkarten vor, die bis in den Maßstab 1:5000 heruntergehen und dabei dann parzellenscharfe Informationen erlauben. Umgekehrt gibt es in vielen Bundesländern auch Bodenkarten 1:50000. Es entsteht ein Kartenwerk für Deutschland im Maßstab 1:200000.

Mit dem Fortschritt der elektronischen Informationssysteme basieren moderne Bodeninformationssysteme auf der Verfügbarkeit der Bodendaten im Internet. Ein solches internetbasiertes Bodeninformationssystem stellt das NIBIS (Niedersächsisches Bodeninformationssystem) dar. In diesem Informationssystem sind sämtliche Bodenkarten, dazugehörige Informationen und viele angewandte Ableitungskarten abgelegt. Diese Informationen sind dann einfach zugänglich. Sie können beliebig ausgeschnitten, verkleinert oder vergrößert werden, wodurch sich der Nutzer und Anwender sehr schnell einen Überblick über das vorhandene Kartenmaterial verschaffen und die spezifischen Informationen extrahieren kann.

Die nächste Generation der Bodeninformationssysteme basiert auf dem SOTER-System. Diese Soil and Terrain Digital Data Base erlaubt es dem Bearbeiter, auf die primären Daten zurückzugehen und im begrenzten Maße auch selbst in die Auswertung einzugreifen. Das SOTER-System ist ein geographisches Informationssystem. Zunächst ist ein digitales topographisches Modell vorhanden, das häufig auch ein Höhenmodell einschließt. Das jeweilige SOTER-Gebiet wird hierarchisch in Landschaftseinheiten, das sind meist geologisch/geomorphologisch abgegrenzte Gebiete, Landschaftskomponenten, das sind einfache Reliefeinheiten, und Bodeneinheiten, das sind die Bodeneinheiten, gegliedert.

Zu dieser Karte gibt es eine Bodendatenbank. Es können also zu jeder Fläche die spezifischen Bodeninformationen abgerufen werden, bzw. alle auf der Fläche untersuchten Böden können mit ihren Analysedaten abgerufen werden. Als drittes Element enthält das SOTER-System ein Regelwerk, welches Verknüpfung von Daten mit bestimmten Zielgrößen erlaubt. Zum Beispiel eine Ableitung der nutzbaren Feldkapazität, der pflanzenverfügbaren Wassermenge, der Gründigkeit oder des Humusvorrats. Häufig sind in der SOTER-Datenbank auch bereits Ableitungskarten für bestimmte wichtige Anwendungen, wie z. B. Anbaueignung für Mais oder Winderosionsgefährdung, vorgesehen. Neu ist, dass solche Anwendungen in dem System durch Aktivieren bestimmter Funktionen oder durch Zufügen bestimmter Zuordnungskriterien jederzeit ergänzt werden können. Auf der Basis des SOTERSchemas wurden in vielen Ländern der Erde lokale oder regionale Anwendungssysteme entwickelt.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Systeme ist, dass hier neue Erkenntnisse bzw. weitere Daten problemlos in das System integriert werden können. Ein

ähnliches neues System ist SLISYS (Soil and Land Information System), das für Baden-Württemberg entwickelt wurde.

Die Weiterentwicklung solcher Informationssysteme wird in Zukunft vermehrt zur Politikberatung genutzt werden können. Dabei sind die topographischen und bodenkundlichen Flächeninformationen unverändert von großer Bedeutung. Auch die Qualität der Datenbank ist entscheidend. Zusätzlich können in diese Systeme Simulationsmodelle (z.B. EPIC) integriert werden, was dann Nutzerabfragen direkt möglich macht. Die Decision-Support-Systeme müssen eine leicht verständliche Benutzeroberfläche haben. Dann ist es zum Beispiel möglich, den Einfluss einer erhöhten Düngung auf das Pflanzenwachstum vorherzusagen und in einer Karte abzubilden.

Weitere wichtige Anwendungen für solche Decision-Support-Systeme wären zum Beispiel Veränderung der Grundwasserneubildung durch zunehmende Versiegelung und steigende Erosionsraten durch erhöhte Flächenanteile des Hackfruchtanbaus. Wichtig ist dabei, dass die Erstellung von Entscheidungshilfen in der Hand des Fachmanns bleibt und dass auch die Fehlerwahrscheinlichkeiten weiter von Fachleuten eingeschätzt werden. Die zukünftige Akzeptanz bodenkundlicher Ergebnisse in der Gesellschaft hängt sehr stark von ihrer anschaulichen Zugänglichkeit ab, sodass die Entwicklung von Decision-Support-Systemen unumgänglich erscheint.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was ist die Bodenkarte?
- 2) Was enthält eine Bodenkarte?
- 3) Worauf basieren moderne Bodeninformationssysteme?
- 4) Was ist das SOTER-System?
- 5) Wie ist ein wesentlicher Vorteil dieser Systeme?

TEXT 9

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Bodenschutz. Gründe für Bodenschutz

Die Tatsache, dass die Bodenressourcen der Erde nicht vermehrbar sind, ist eine junge Erkenntnis. Als in der Steinzeit in Mitteleuropa die ersten größeren Rodungen stattfanden und Landwirtschaft ihre erste große Revolution durchführte, waren die Bodenressourcen unendlich. Die genutzte Fläche hing lediglich von der zur Verfügung stehenden Arbeitskraft ab. Rundherum gab es genügend Raum, sich auszuweiten. Schon in der frühen Neuzeit allerdings wurde in Europa das Land knapp, davon zeugen die großen Moor-Inkulturnahmen und das Eindeichen der Küstenlandschaften in den Niederlanden und Norddeutschland. Die Auswanderer im 18. und 19.

Jahrhundert fanden aber in Nord- und Südamerika wie in Australien unermessliche Landressourcen. Heute sind diese Ressourcen überall, bis an den Wüstenrand, bis an das unzugängliche Hochgebirge und bis ans Meer genutzt. Als Mao sich vor ca. 60 Jahren mit einem riesigen Menschenmeer aufmachte, im Westen Chinas neues Land zu finden, fanden sie schließlich nur karge, trockene, alkalisierte oder gar versalzene Flächen. Es dauerte noch eine Generation, bis in den 1960er und 70er Jahren der Club of Rome und die FAO sowie der Europarat durch seine Bodencharta 1972 die Endlichkeit der Bodenressourcen in das Bewusstsein der Weltöffentlichkeit brachten.

Bis heute ist weltweit die Funktion der Böden zur Nahrungsproduktion die wichtigste und sie wird es auch im 21. Jahrhundert bleiben. Deshalb muss Bodenschutz in einer Industriegesellschaft diese Funktion besonders in den Vordergrund stellen.

Da die Fläche der Böden jedes Landes und der Erde insgesamt nicht vermehrbar ist, werden die Ansprüche verschiedener Nutzungen an die Böden regional und weltweit nicht mehr vollständig befriedigt werden können. Außerdem sind Böden auch Naturkörper und als solche vierdimensionale Ausschnitte aus der oberen Erdkruste, in denen sich Gestein, Wasser, Luft und Lebewelt durchdringen. Diese Böden sind sehr vielfältige und komplexe Körper, die immer aus verschiedenen Phasen bestehen und eine innere Ordnung (Struktur) aufweisen. Böden sind unter dem Einfluss natürlicher Faktoren und des Menschen häufig im Laufe langer Zeiten entstanden. Sie werden damit Archive der Natur und Kulturgeschichte, die kaum wieder herstellbar sind. Es gibt also zwei Gründe, warum Böden schützenswert sind:

- 1) Weil die Böden als Naturkörper erhalten werden müssen und
- 2) weil die Böden aufgrund ihrer Leistungen im Naturhaushalt und für die Gesellschaft schützenswert sind.

Kriterien für den Naturkörperschutz sind die Vielfältigkeit, die Seltenheit und die Wiederherstellbarkeit von besonders unter Schutz zu stellenden Böden. Dabei ist entscheidend, dass der Erhalt von Böden als Naturkörper nur dann sinnvoll sein kann, wenn der Stoffhaushalt in der Landschaft mit einbezogen wird. Sie sind als Teile von Ökosystemen zu schützen. Bei den ökologischen und technischen Funktionen der Böden ist der Grad der Leistungsfähigkeit, d.h. die Potenzialhöhe, das wesentliche Kriterium für die Schutzwürdigkeit.

Schutz des Naturkörpers

Sollen Böden als Naturkörper geschützt werden, so ist es erforderlich, dass Flächen (Landschaftsräume) geschützt werden. Den bloßen Erhalt eines Bodenprofils zur Anschauung kann man nicht als ausreichend ansehen, da insbesondere für die weitere Erforschung gewisse Flächen zur Verfügung stehen müssen. Außerdem wird für den Erhalt der Dynamik eines Bodens eine minimale Fläche benötigt, damit sich z. B. Populationen von Bodenorganismen

erhalten können oder, wie am Beispiel eines Hochmoors gezeigt werden kann, der Torfkörper muss groß genug sein, damit sein eigener Wasserhaushalt reguliert werden kann. Wünschenswert ist es, dass nicht nur die sehr seltenen Böden, sondern auch die normalen, weit verbreiteten Böden unter naturnahen Bedingungen erhalten werden, da mit der zunehmenden Intensität der Nutzung ihre natürlichen Eigenschaften häufig verloren gehen.

Böden können auch ohne den Eingriff des Menschen erdgeschichtliche Urkunden sein, z.B. wenn sie durch vulkanische Ausbrüche, durch Erdbeben oder durch Überflutung bedeckt worden sind und damit fossile Böden darstellen. Diese fossilen Böden geben uns Kunde von der Zeit und ihren Besonderheiten, in denen sie an der Erdoberfläche in die Bodenentwicklung einbezogen waren. An anderer Stelle finden wir reliktsche Böden, die heute noch an der Erdoberfläche sind, aber Eigenschaften haben, die z. B. den Klimabedingungen in Mitteleuropa nicht mehr entsprechen, wie rote und zum Teil ferralisch verwitterte Böden in Karstlandschaften, die ihre Entwicklung in der Tertiärzeit erfahren haben. Schließlich sind die Naturkörper-Böden oft auch Naturschönheiten, d. h. die Betrachtung der Bodenoberfläche oder insbesondere des Bodenprofils birgt durch die unterschiedliche Verteilung von Stoffen, wie Quarz, Eisenoxide und organischer Substanz, oft eine außerordentlich ästhetische Information. Auch diese Informationen müssen für die Nachwelt erhalten bleiben. Eine Beförderung dieses Gedankens geschieht durch die Aktion «Boden des Jahres», die jedes Jahr einen besonders bemerkenswerten Boden in das Bewusstsein der Öffentlichkeit bringt.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wie sind die Bodenressourcen der Erde?
- 2) Welche Funktion der Böden bleibt bis heute weltweit die wichtigste?
- 3) Wie sind die Gründe, warum Böden schützenswert sind?
- 4) Wie sind die Kriterien für den Naturkörperschutz?
- 5) Warum können Böden auch ohne den Eingriff des Menschen erdgeschichtliche Urkunden sein?

TEXT 10

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Bodenfunktionen und -potenziale

Alle Böden, die sich an der Oberfläche befinden, haben bestimmte Funktionen im Stoffhaushalt der Landschaft. Einsichtig ist ihre Funktion im Wasserhaushalt, in der sie hauptsächlich als Zwischenspeicher für Verdunstung,

Grundwasserneubildung und Abflüsse dienen. Aber auch im Kohlenstoffhaushalt oder in anderen Nährstoff- und Energiehaushalten haben sie wichtige Funktionen, auch ohne dass eine wirkliche Nutzung geschieht. Daneben haben Böden aber inhärent die Eigenschaft, sofort oder später zusätzliche Funktionen zu übernehmen. Diese nicht in Anspruch genommenen, aber vorhandenen Funktionen nennt man Bodenpotenziale. Die Vielzahl der vorhandenen Bodenpotenziale lässt sich in drei Gruppen unterteilen, nämlich zunächst in die biotischen Funktionen, welche prinzipiell nachhaltig genutzt werden können, hauptsächlich im Kreislauf der organischen Substanz und der Nährstoffe sowie durch Energiezufuhr von der Sonne und aus dem Erdinneren erhalten werden.

Auch die abiotischen Funktionen der Luftreinhaltung und der Wassergewinnung können nachhaltig bewirtschaftet werden. Dagegen setzt die Rohstoffgewinnung bereits eine Bodenzerstörung voraus. Auch die Nutzung der sog. Flächenfunktionen allein führt in jedem Fall zu einer Belastung, nachhaltigen Beeinträchtigung oder gar Zerstörung bestehender Böden.

Bundes-Bodenschutzgesetz

Nachdem Bodenkundler etwa seit 1970 weltweit gesetzliche Maßnahmen zum Schutz der Böden forderten, entstand 1985 zunächst die Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung. Erst 1991 wurde in Baden-Württemberg das weltweit erste Bodenschutzgesetz erlassen. 1998 wurde das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, kurz Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) veröffentlicht. Das Gesetz ist nun seit dem 01.03.1999 in Kraft.

Der erste Teil des Gesetzes behandelt «Allgemeine Vorschriften»: §1 lautet: «Zweck dieses Gesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollten Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte soweit wie möglich vermieden werden.» – Das Gesetz schreibt damit die Sicherung der Bodenfunktionen, den vorbeugenden Bodenschutz, die Sanierung bestehender und Vermeidung künftiger Bodenbelastungen vor.

In §2 werden Begriffsbestimmungen vorgenommen und die Bodenfunktionen definiert sowie die Begriffe «Altlasten» und «altlastverdächtige Flächen» eingeführt.

In §2 (2) heißt es: «Der Boden erfüllt im Sinne dieses Gesetzes

1. natürliche Funktionen als

a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,

b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,

c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,

2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie

3. Nutzungsfunktionen als

a) Rohstofflagerstätte,

b) Fläche für Siedlung und Erholung,

c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,

d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.»

Altlasten werden in Altablagerungen (Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert wurden) und Altstandorte (Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde) unterteilt. Altlastverdächtige Flächen sind im Sinne des Gesetzes Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen besteht.

Im zweiten Teil des Bundes-Bodenschutzgesetzes werden die geforderten «Grundsätze und Pflichten» dargelegt, u. a. die «Pflichten zur Gefahrenabwehr» (§4). §4 (1) legt dar, dass «...jeder, der auf den Boden einwirkt, sich so zu verhalten hat, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden.» Der Begriff der schädlichen Bodenveränderung stellt dabei einen Zentralbegriff des Gesetzes dar und setzt eine Beeinträchtigung bzw. Schädigung einer oder mehrerer Bodenfunktionen voraus. Nach §4 (3) sind «...der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast sowie dessen Gesamtrechtsnachfolger (...) verpflichtet, den Boden und Altlasten sowie durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursachte Verunreinigungen von Gewässern so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen.»

Mit dieser Festlegung wird das Verursacherprinzip in das BBodSchG aufgenommen und eine Sanierungspflicht festgelegt. Außerdem können nach §4 (3) «...sonstige Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen» angeordnet werden und damit auch eine Nutzungsbeschränkung bei der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung. Bei Anordnung solcher Nutzungsbeschränkungen kann dann allerdings unter bestimmten Voraussetzungen – je nach Landesrecht – ein angemessener wirtschaftlicher Ausgleich gewährt werden (§10 (2)). Nach §5 können Anordnungen zur «Entsiegelung» von Böden getroffen werden. §6 sieht gesetzliche Regelungen für das «Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden» «...hinsichtlich der Schadstoffgehalte und sonstiger Eigenschaften der zu verwendenden Materialien» vor. §7 setzt eine «Vorsorgepflicht» «...gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen» fest. Durch §8 wird geregelt, dass Vorsorgewerte sowie Prüfwerte und

Maßnahmenwerte festgelegt werden können, um damit Richtlinien für eine Vorsorge gegenüber schädlichen Bodenveränderungen und für eine Beurteilung bereits vorliegender Bodenbelastungen zu schaffen. Mit der «Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung» vom 16. 07. 1999 als dem untergesetzlichen Regelwerk zum BBodSchG werden solche Werte für eine Reihe von organischen und anorganischen Schadstoffen festgelegt. Die Liste der Werte ist zwar noch unvollständig und z.T. korrekturbedürftig; es ist damit jedoch ein positiver Anfang für eine nach einheitlichen Maßstäben in Deutschland durchzuführende Bewertung von stofflichen Bodenbelastungen gemacht. Das Regelungswerk schreibt auch die zu verwendenden Untersuchungsmethoden vor, die weitgehend international genormt sind. Weiterhin ermächtigt §9 des BBodSchG die zuständigen Behörden, bei Vorliegen von Anhaltspunkten auf schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten eine «Gefährdungsabschätzung und Untersuchungsanordnung» vorzunehmen.

Der dritte Teil des BBodSchG enthält «Ergänzende Vorschriften für Altlasten» wie deren Erfassung, Sanierungsplanung und Überwachung.

Im vierten Teil wird die «Landwirtschaftliche Bodennutzung» behandelt. Die Erfüllung der Vorsorgepflicht (§7) bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung wird gemäß §17 (1) durch «gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft» erreicht. Nach §17 (2) gehört dazu «...die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gehört insbesondere, dass

1. die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat,
2. die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird,
3. Bodenverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, soweit wie möglich vermieden werden,
4. Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung möglichst vermieden werden,
5. die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur, insbesondere Hecken, Feldgehölze, Feldraine und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind, erhalten werden,
6. die biologische Aktivität des Bodens durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung erhalten oder gefördert wird und
7. der standorttypische Humusgehalt des Bodens, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität, erhalten wird.»

Eine Reihe der im Gesetz aufgeführten Grundsätze der guten fachlichen Praxis bedürfen noch einer inhaltlichen Festlegung oder Präzisierung. Für die Ausführung des BBodSchG sind die einzelnen Bundesländer zuständig, die dafür Landesbodenschutzgesetze erlassen und Bodenschutzbehörden eingerichtet haben. Nach den gesetzlichen Regelungen zur Reinhaltung von Luft und Wasser wird nun auch Boden als drittes Umweltmedium durch Bundesgesetz und nachgeordnete Ländergesetze geschützt.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wie ist die Bodenfunktion im Wasserhaushalt?
- 2) Wie ist die Bodenfunktion im Kohlenstoffhaushalt?
- 3) Was nennt man Bodenpotenziale?
- 4) Können die abiotischen Funktionen der Luftreinhaltung und der Wassergewinnung nachhaltig bewirtschaftet werden?
- 5) Wie ist die Struktur des Bundes-Bodenschutzgesetzes?

LEKTION 4. GEFÄHRDUNG DER BODENFUNKTIONEN

TEXT 1

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Böden als Teil von Ökosystemen erbringen eine Reihe von Funktionen für Mensch und Umwelt. Die Funktionen der Böden sind Lebensraum-, Nutzungs-, Transformator-, Filter-, Puffer- und Archivfunktion. Sie sind potenziell durch menschliche Aktivitäten gefährdet. Dazu zählen zum einen stoffliche Belastungen wie industrielle Emissionen, Ausbringen von Schlämmen, Baggergut und nicht stoffliche Belastungen durch Erosion, Befahren mit schwerem Gerät oder Abgrabungen.

Aufgrund der Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion bilden Böden ein natürliches Reinigungssystem, das in der Lage ist, emittierte Schadstoffe aufzunehmen, zu binden und je nach Art der Schadstoffe und Eigenschaften der Böden in mehr oder weniger hohem Maße aus dem Stoffkreislauf der Ökosphäre zu entfernen. So werden in die Luft abgegebene, gas- und staub förmige Schmutz- und Schadstoffe mit den Niederschlägen zum beträchtlichen Teil in die Böden eingespült. Aus dem Sickerwasser entsteht jedoch nach der reinigenden Bodenpassage bei intakten Böden in der Regel sauberes, zur Trinkwassergewinnung geeignetes Grundwasser.

Mit Abwässern in die Gewässer eingeleitete Schadstoffe werden ebenfalls in subhydrischen See-, Fluss- und Meeresböden angereichert. Bei Abwasserverrieselung findet eine Schadstoffakkumulation in den entsprechenden terrestrischen Böden statt. Auch die in großer Menge anfallenden und auf der

Erdoberfläche abgelagerten Abfallstoffe der verschiedensten Herkunft unterliegen unter dem Einfluss der Niederschläge einer fortschreitenden Zersetzung und Einwaschung in die Böden.

In der Abbildung 1 ist das Verhalten von Schadstoffen im Boden schematisch dargestellt. Suspendierte Schmutz- und Schadstoffpartikel werden durch Filterung mechanisch im Boden gebunden. Selbst feinste Partikel können in tonreichen Böden aus dem Sickerwasser herausgefiltert werden. Die Filterleistung eines Bodens kennzeichnet die Menge an Wasser (Niederschlagswasser, Uferfiltrat), die pro Zeiteinheit den jeweiligen Boden passieren kann. Die Filterleistung wird vor allem durch den Porendurchmesser der Wasserleitbahnen und deren Kontinuität bestimmt.

Sie nimmt stark ab, wenn die Leitbahnen durch die herausgefilterten Substanzen gefüllt sind. Kies- und sandreiche Böden haben in der Regel eine hohe, schluff- und tonreiche Böden meist eine geringe Filterleistung.

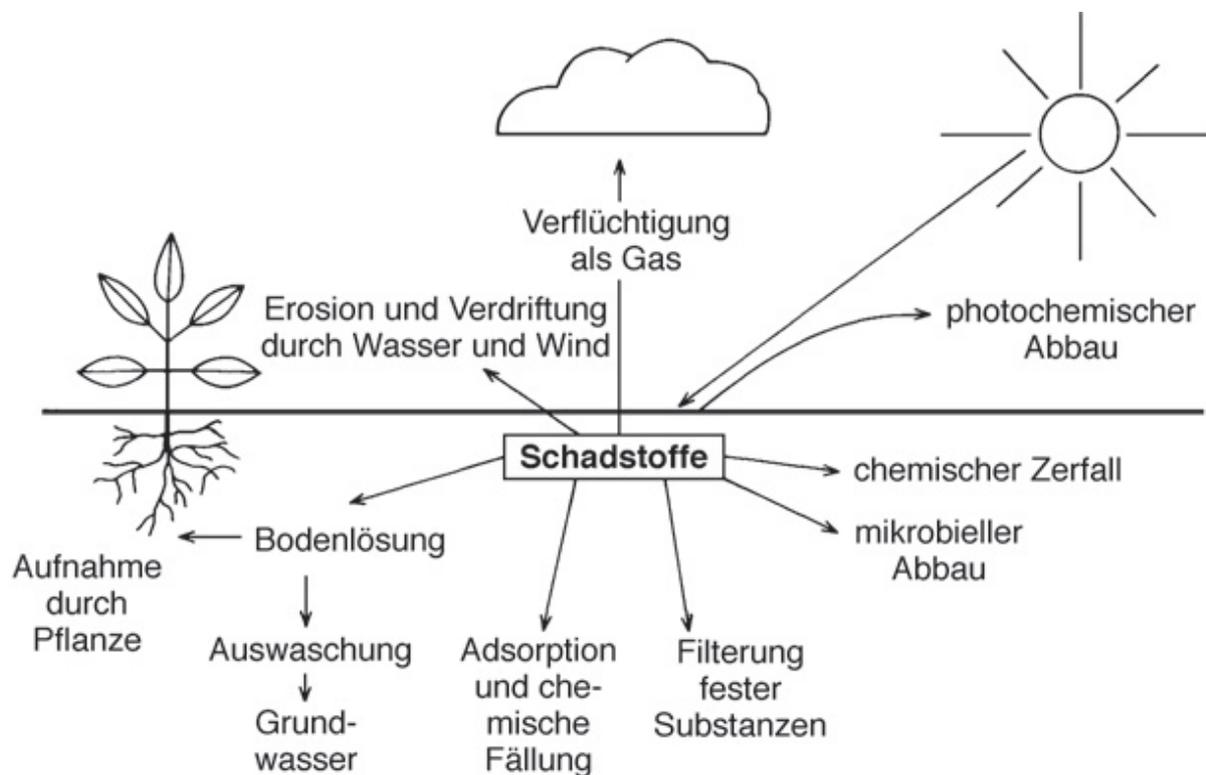


Abb. 1. Verhalten von Schadstoffen im Boden (nach Brümmer 1978).

Die Pufferwirkung der Böden bedingt, dass gasförmige und vor allem gelöste Schadstoffe durch Adsorption an die Bodenaustauscher gebunden oder nach Reaktion mit bodeneigenen Substanzen chemisch gefällt und damit weitgehend immobilisiert werden (Abb. 1). Je nach Art und Menge des Schadstoffs sowie den Eigenschaften der Böden verbleibt jedoch immer ein mehr oder weniger großer Schadstoffanteil in der Lösungsphase bzw. geht wieder in diese zurück, wenn sich Bodeneigenschaften ändern wie z.B. der pH-

Wert (dynamisches Gleichgewicht). Gelöste Schadstoffe können sowohl von den Pflanzen aufgenommen werden und auf diese Weise in die Nahrungskette gelangen, als auch durch Auswaschung über das Grundwasser zur Kontamination des Trinkwassers führen (Abb. 1). Damit sind vor allem die gelösten und in die Lösungsphase überführbaren Anteile eines Schadstoffs von ökologischer Relevanz. Böden mit hohen Gehalten an organischer Substanz und Ton sowie Fe-, Al- und Mn-Oxiden besitzen in der Regel eine hohe, quarzreiche Sandböden eine geringe Pufferkapazität. Neben Textur und organischem Gehalt sind die Bodenreaktion (pH-Wert) und das Redoxpotenzial für die Mobilität der Schadstoffe von großem Einfluss.

Für das Verhalten organischer Abfall- und Schadstoffe in Böden ist vor allem die Aktivität der Mikroorganismen entscheidend. Diese bestimmt die Transformationsfunktion der Böden. So können z.B. feste organische Substanzen durch mikrobielle Tätigkeit zu gasförmigen (z.B. CO₂), gelösten oder anderen festen Stoffen (z.B. zu Humusbestandteilen) um- oder abgebaut werden. Ebenso können gelöste organische Stoffe zu festen und/oder gasförmigen Stoffen umgewandelt werden. Die mikrobielle Transformation organischer Schadstoffe führt damit zu Stoffen anderer Aggregatzustände und anderer chemischer Zusammensetzung (Metaboliten), die meistens eine geringere Schadstoffwirkung als der Ausgangsstoff besitzen. In Einzelfällen können jedoch Metabolite gebildet werden, die eine höhere Toxizität und/oder andere Verhaltensmerkmale als die Ausgangsstoffe aufweisen. Neben organischen Stoffen können auch anorganische Substanzen (z. B. Stickstoffverbindungen) einer mikrobiellen Transformation unterliegen.

Eine Umwandlung organischer Schadstoffe ist bei Ablagerung auf der Bodenoberfläche außerdem durch photochemische Vorgänge und im Boden durch rein chemische Reaktionen möglich (Abb. 1).

Eine Umverteilung und zunehmende Dispersion von Schadstoffen in der Pedosphäre kann durch Erosion und Verdriftung kontaminierten Oberbodenmaterials durch Wasser und Wind erfolgen. Schadstoffe mit hohem Dampfdruck, wie z.B. Quecksilber und verschiedene organische Verbindungen wie Ethylen, die aus kontaminierten Böden in die Luft entweichen, können ebenfalls nach Verdriftung an anderer Stelle mit den Niederschlägen wieder in die Böden gelangen (Abb. 1).

Die meisten der von Menschen produzierten Schadstoffe bewirken in der Regel früher oder später, dass Böden ihre Lebensraum- und Nutzungsfunktionen nicht mehr erfüllen können. In Deutschland wurden zum Schutz des Menschen, der Nutzpflanzen und des Grundwassers Maßnahmen- und Prüfwerte festgelegt. Werden diese überschritten, müssen Böden mit hohem Kostenaufwand saniert werden. Häufig führen die dabei angewendeten Verfahren zu einer völligen Zerstörung des Bodens.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wie sind die Funktionen der Böden?
- 2) Wodurch sind diese Funktionen potenziell gefährdet?
- 3) Was ist in der Abbildung 1 schematisch dargestellt?
- 4) Was ist für das Verhalten organischer Abfall- und Schadstoffe in Böden entscheidend?
- 5) Was wurde in Deutschland zum Schutz des Menschen, der Nutzpflanzen und des Grundwassers festgelegt?

TEXT 2

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Gefährdungen der Bodenfunktionen durch stoffliche Belastungen

Stoffliche Bodenbelastungen entstehen durch den Eintrag von Schadstoffen. Das sind Stoffe und Zubereitungen, die aufgrund ihrer Gesundheitsschädlichkeit, Langlebigkeit, Ökotoxizität oder Bioverfügbarkeit im Boden und bei entsprechenden Konzentrationen den Boden in seinen Funktionen schädigen können. Dazu gehören auch natürlich vorkommende Substanzen wie Schwermetalle, und Chemikalien, die nicht in biologischen Systemen gebildet werden (Sammelbegriff Xenobiotika, z. B. polychlorierte Biphenyle (PCB)). Als Kontaminanten bezeichnet man Stoffe und Zubereitungen (aus zwei oder mehreren Stoffen bestehende Gemenge, Gemische oder Lösungen), die aufgrund menschlicher Aktivität in die Umwelt eingebracht wurden, aber nicht per se schädlich wirksam sein müssen.

Ob ein Stoff bzw. eine Zubereitung schädlich ist oder nicht, hängt wesentlich von der einwirkenden Dosis (bzw. der Konzentration im Boden) und deren Einwirkungsdauer ab. Viele anorganische Elemente wie B, Mn, Cu, Zn und Mo sind in Spuren für die Ernährung von Pflanzen und Bodenorganismen unentbehrlich und werden daher als essenzielle Stoffe bezeichnet. Bereits bei einem relativ geringen Überschuss können diese Elemente jedoch toxisch wirken (Abb. 2). Diese und weitere in der Pflanzensubstanz vorhandene Spurenelemente wie Co, Se, J u. a. sind zumindest für die tierische und menschliche Ernährung erforderlich. Andere Elemente wie Cd, Hg und Pb besitzen wahrscheinlich keine ernährungsphysiologische Funktion. Sie beeinflussen in geringen Konzentrationen Wachstum und Ertrag der Pflanzen nicht. Bei Überschreiten bestimmter Grenzkonzentrationen treten jedoch Schadwirkungen dieser Elemente auf (Abb. 2). In gleicher Weise wirken mit wenigen Ausnahmen (z.B. Kanzerogenität) sämtliche anorganischen und organischen Schadstoffe.

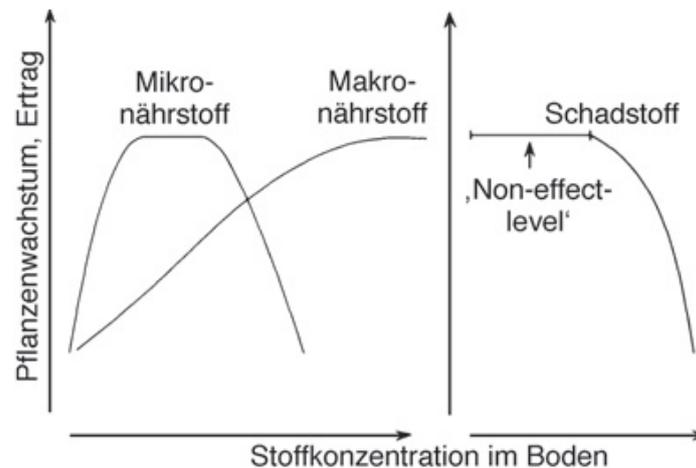


Abb. 2. Einfluss der Konzentration von Mikro und Makronährstoffen sowie Schadstoffen im Boden auf Pflanzenwachstum und Ertrag (schematische Darstellung).

Eintragungspfade von Schadstoffen in Böden

Schadstoffe gelangen durch atmosphärische Deposition oder Direkteintrag in Böden. Die atmosphärische Deposition bezeichnet Stoffflüsse aus der Atmosphäre auf die Erdoberfläche. Schadstoffe gelangen durch Verbrennungs- und Produktionsprozesse aus verschiedenen anthropogenen Quellen (Kraftwerke, Hütten, Kfz., Hausbrand) in die Troposphäre (unterste Schicht der Atmosphäre). Dort streben sie nach einem Gleichgewicht zwischen den Phasen der Luft und liegen dann gasförmig, gelöst oder an Partikel gebunden vor.

Die atmosphärische Deposition kann unterteilt werden in direkte und indirekte sowie nach der Depositionsart in trockene (Gase, Staub), feuchte (Nebel) und nasse (Regen, Schnee) Deposition. In welcher Form Schadstoffe eingetragen werden (gelöst, partikelgebunden, gasförmig), hängt von den Eigenschaften der Stoffe ab (Dampfdruck, Löslichkeit etc.). Die Eliminierung von Schadstoffen aus der Atmosphäre ist nicht vollkommen reversibel. Ein Teil der deponierten Stoffe kann durch Verdampfen in die Atmosphäre zurück gelangen. Bei langlebigen Substanzen entsteht dadurch über lange Zeiträume ein Kreislauf, der eine indirekte Emissionsquelle darstellt. Dies wurde u. a. bei Polychlorierten Biphenylen (PCB) beobachtet, bei denen heute keine Produktion oder Verwendung mehr erfolgt, deren andauernder Eintrag aber beobachtet wird.

Als trockene Deposition bezeichnet man den Eintrag von Schadstoffen durch feste Partikel ($> 10 \mu\text{m}$) und durch Schwerkraft bzw. die Adsorption oder die Diffusion von Gasen, Feinstäuben und Aerosolen auf Oberflächen (z.B. Nadeln). Austrag und Ablagerung von Stoffen durch Nebel, Tau und Reif werden gesondert als feuchte Deposition bezeichnet. Aus messtechnischen Gründen wird sie selten getrennt von der trockenen Deposition erfasst. Partikel- und Tröpfchengröße bestimmen den Ablagerungsmechanismus von Schadstoffen in Böden oder Pflanzenoberflächen. Partikel $> 1 \dots 10 \mu\text{m}$ sedimentieren aufgrund ihrer Masse nach unten. Während sehr kleine Partikel $< 0,2 \mu\text{m}$ vorwiegend durch Diffusion auf Akzeptoroberflächen gelangen, bleiben dazwischen

liegende Teilchengrößen beim Transport mit dem Luftstrom dort haften. Gasförmige Stoffe verhalten sich wie sehr kleine Partikel, wobei der Mechanismus als Gasdeposition bezeichnet wird und insbesondere bei Pflanzen eine bedeutende Rolle spielt.

Die nasse Deposition (wet only) ist der Eintrag von gelösten und partikulär gebundenen Stoffen durch wässrige Niederschläge wie Regen, Schnee und Hagel. Dadurch können Stoffe aus einer mehrere Kilometer dicken Luftschicht auf Akzeptoroberflächen gelangen. Der Austrag gasförmig vorliegender Stoffe in flüssigen Partikeln wird einschließlich deren Ablagerung als «gas scavening» (Gaswäsche) bezeichnet.

Ein Direkteintrag von Schadstoffen in Böden geschieht durch Leckagen, unsachgemäßen Umgang mit Chemikalien bei Produktionsprozessen sowie nutzungsbedingt durch Abfallablagerung, Aufbringen von Baggergut, Pflanzenbehandlungsmitteln, Klärschlämmen und anderen Düngemitteln (z.B. Cd in Phosphatdüngern) sowie Eintrag kontaminierter Sedimente bei Überflutungen.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wodurch entstehen stoffliche Bodenbelastungen?
- 2) Was bezeichnet man als Kontaminanten?
- 3) Welche anorganische Elemente werden als essenzielle Stoffe bezeichnet? Warum?
- 4) Was ist die atmosphärische Deposition?
- 5) Worin kann die atmosphärische Deposition unterteilt werden?

TEXT 3

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Anorganische Stoffe.

Schwefeldioxid und Stickstoffverbindungen – Waldschäden

Schwefel und Stickstoff sind für Pflanze, Tier und Mensch unentbehrliche Nährelemente. Toxische Wirkungen infolge erhöhter Schwefel- und Stickstoffgehalte in pflanzlichen Nahrungs- und Futtermitteln sind bisher nicht nachgewiesen. Stark erhöhte N-Zufuhren können jedoch bei Pflanzen zu Nährstoffungleichgewichten und dadurch bedingten Wachstumsdisharmonien führen. Beide Elemente bewirken in höheren Konzentrationen in Form von SO_2 und NO_x sowie als Säuren Schäden an Pflanzen und können außerdem – vor allem auf Waldstandorten – eine starke Versauerung und Degradierung der Böden bewirken (Abb. 3). Gleichzeitig können Stickstoffverbindungen (NO_x , NH_y) darüber hinaus die N-Verfügbarkeit auf Waldstandorten begünstigen.

Als Folge eines hohen Energieverbrauchs werden durch Kohle-, Erdöl- und Erdgasverbrennung große Mengen an Schwefeldioxid in die Atmosphäre emittiert, die zu einem beträchtlichen Teil mit den Niederschlägen in die Böden

gelangen. Neben SO_2 werden beträchtliche Mengen an Stickstoffoxiden, Fluoriden, Fluor- und Chlorkohlenwasserstoff an die Atmosphäre abgegeben.

Die emittierten Gase werden nach Reaktion mit dem in der Atmosphäre enthaltenen Wasser zu starken Säuren umgewandelt (H_2SO_4). Ein Teil dieser Säuren wird zwar durch andere Luftverunreinigungen (z. B. NH_3) und Bodestaub neutralisiert. Der vorhandene Säureüberschuss hat jedoch in Mitteleuropa seit Beginn der Industrialisierung bis 1988 zu einer Absenkung der pH-Werte im Niederschlagswasser von im Mittel 5,7 (ohne SO_2 - und NO_x -Emission im Gleichgewicht mit dem CO_2 der Atmosphäre) auf ca. 4,1 geführt; z. T. werden extrem niedrige Werte bis $\text{pH} < 3$ gemessen. Insbesondere das Niederschlagswasser von Nebel ist oft extrem sauer. Da SO_2 und NO_x in hohem Maße einem Ferntransport unterliegen, ist auch in größerer Entfernung von den mitteleuropäischen Ballungsgebieten bis hin nach Skandinavien der pH-Wert der Niederschläge deutlich erniedrigt. In den letzten Jahren ist eine Besserung eingetreten. Infolge verminderter SO_2 - und NO_x -Emissionen sind die pH-Werte im Niederschlag um ca. 0,5 Einheiten angestiegen.

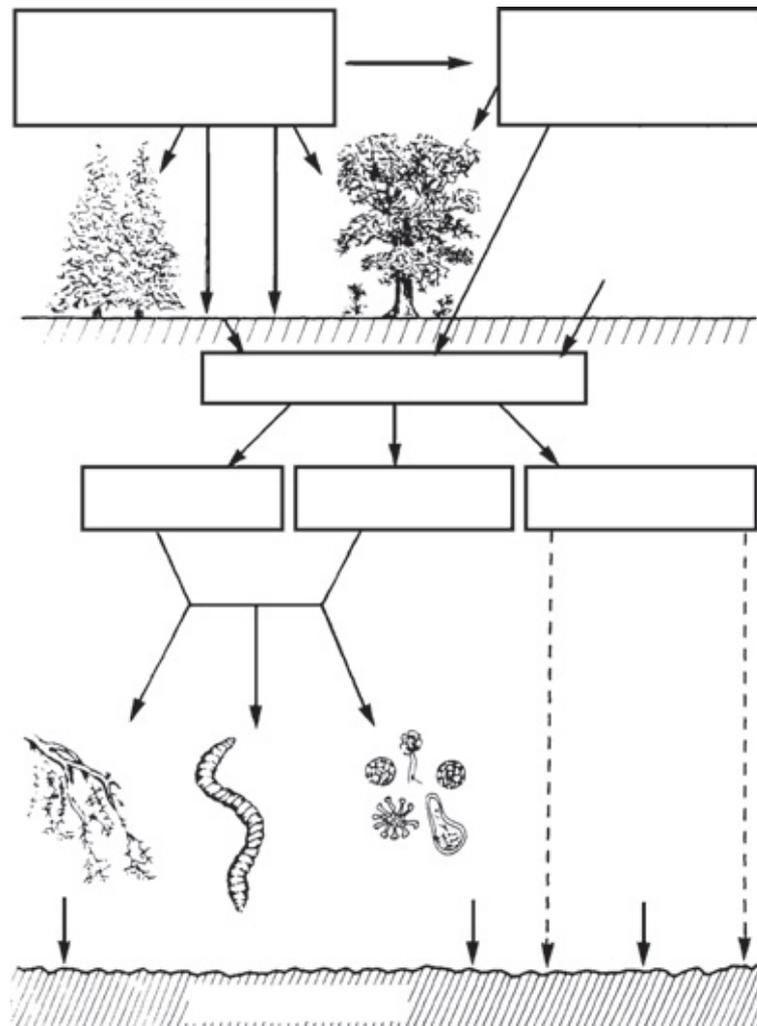


Abb. 3. Direkte und indirekte Wirkungen der emittierten Schadstoffe auf Wälder und Böden (nach Veerhoff & Brümmer 1992)

In ländlichen Gebieten mit viel Viehhaltung ist außerdem der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Eintrag von Bedeutung, der nach Aufnahme des NH_4^+ durch die Pflanzenwurzeln im Austausch gegen Protonen oder nach Oxidation von NH_4^+ zu HNO_3 ganz wesentlich zur Bodenversauerung beiträgt.

Der Eintrag von Schwefel und Stickstoff sowie von anderen Stoffen aus der Luft findet in Form der nassen (Regen, Schnee), feuchten (Nebel, Smog) und trockenen (Gas, Staub) Deposition statt. Neben dem Eintrag mit den Niederschlägen können vor allem SO_2 und andere S-Verbindungen sowie in geringerem Maße NO_x und andere N-Verbindungen direkt von der Vegetation und den Böden adsorbiert und aus der Luft herausgefiltert werden (trockene Deposition). Vor allem bei SO_2 ist die trockene Deposition hoch und kann mehr als 50% der gesamten S-Deposition betragen. Die Interzeption der Vegetation ist vor allem für den Schwefeleintrag von großer Bedeutung. So werden in Waldgebieten deutlich höhere Schwefeleinträge als im Freiland gemessen.

Die in den letzten 30 Jahren in der nördlichen Hemisphäre und vor allem in Mitteleuropa aufgetretene starke Zunahme der Waldschäden ist direkt oder indirekt auf die hohen Emissionen von SO_2 , NO_x und anderen Schadstoffen zurückzuführen. Durch toxische Wirkungen von SO_2 und NO_x können direkte Schäden an Nadeln und Blättern der Bäume ausgelöst werden (braune bis rötliche Nekrosen).

Durch luftchemische Reaktionen findet unter Beteiligung von NO_2 und emittierten organischen Stoffen die Bildung von Ozon (O_3) und anderen toxisch wirkenden Photooxidanzien statt. Das Ausmaß der O_3 -Bildung ist dabei an die Intensität des Sonnenlichts geknüpft und erreicht deshalb an Sonnentagen vor allem mittags und besonders in Höhenlagen Spitzenwerte. In mitteleuropäischen Städten wurden kurzfristig Gehalte bis über 200 und in Gebirgslagen bis nahezu 300 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ gemessen. Die Jahresmittelwerte betragen in Deutschland 10...90 $\mu\text{g m}^{-3}$. Bereits bei wiederholter kurzfristiger Einwirkung von Ozon in Konzentrationen von 100...200 $\mu\text{g m}^{-3}$ kann eine Schädigung der Waldbäume stattfinden (Bildung brauner Interkostalchlorosen). Bei kombinierter Einwirkung von O_3 , SO_2 und NO_x werden bereits bei Konzentrationen unterhalb der Schadensschwellen für die einzelnen Gase Schädwirkungen festgestellt.

Außerdem können Niederschläge mit pH-Werten < 3 – insbesondere Nebel- und Tautropfen – zu direkten Säureschäden sowie einer starken Nährstoffauswaschung an Nadeln und Blättern führen.

Die direkte Wirkung von Schadgasen und Säuren auf die Assimilationsorgane der Bäume kann die Photosynthese vermindern, zu einer veränderten Physiologie der Stoffwechselfvorgänge führen und einen gestörten Stofftransport in die Wurzeln bewirken. Dadurch kann wiederum die Ausbildung der Mycorrhizen und des Wurzelsystems der Bäume gehemmt werden.

Indirekte Wirkungen der SO_2 - und NO_x -Emissionen auf das Wachstum der Waldbäume werden durch die Säureinträge in die Böden ausgelöst. Neben den

in gemäßigten bis kühllumiden Klimabereichen bereits seit langer Zeit ablaufenden natürlichen Prozessen der Bodenversauerung sowie einer die Bodendegradierung (Nährstoffverarmung, Versauerung durch Rohhumusbildung) fördernde Form der Bodennutzung (Holz-, Streu- und Plaggenabfuhr, Waldweidenutzung) haben die vor allem in den letzten 40 und mehr Jahren stattfindenden erhöhten Säureinträge aus der Luft zu einer starken Versauerung der obersten Bodenhorizonte geführt. In vielen Gebieten Deutschlands sind in dieser Zeit pH-Abnahmen um mehr als eine pH-Einheit – z. B. von $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ 4,5 auf 3,3 – in den Oberböden von Waldstandorten festgestellt worden. Heute werden in den O- und A-Horizonten von Waldböden weit verbreitet $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ -Werte von 2,8...3,8 gemessen. Besonders in wenig puffernden Böden aus basenarmen sandigen Ausgangsgesteinen ist die Versauerung stark fortgeschritten. Dabei stellen pH-Werte < 3 bei Mineralböden den Grenzbereich für das Pflanzenwachstum dar.

Die in die Böden gelangenden starken Säuren werden zwar weitgehend abgepuffert, doch führt dies zu gravierenden negativen Veränderungen der Bodeneigenschaften. Bei pH-Werten ab 5,0...4,5 findet eine zunehmende Auflösung von Al-Oxiden und eine Zerstörung von Tonmineralen und anderen Silicaten statt. Dadurch wird eine irreversible Degradierung der Böden bewirkt. Außerdem werden hierdurch Al_3+ -Ionen aus dem Gitter der Silicate freigesetzt (Abb. 3). In humosen Horizonten wird der größte Teil der Al-Ionen dann von Huminstoffen durch Komplexbildung festgelegt und damit in eine nicht toxische Form überführt. Daneben können Al-Ionen in die Zwischenschichten von aufgeweiteten Tonmineralen eingebaut werden. Dadurch findet eine Tonmineralumwandlung zu Al-Chloriten mit deutlich herabgesetzter KAK statt. In humusarmen Unterbodenhorizonten kann das freigesetzte Aluminium außerdem nach Reaktion mit dem aus sauren Depositionen stammenden Sulfat als Hydroxy-Al-Sulfat (z. B. Jurbanit: AlOHSO_4) gebunden werden. Daneben findet eine Adsorption von Al_3+ - und Hydroxy-Al-Ionen (AlOH_2^+ , $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, $\text{Al}_x(\text{OH})_y$ ($3x-y$)) auf den Oberflächen von Tonmineralen statt. Infolge der hohen Eintauschstärke der Al-Ionen werden verstärkt Nährstoffkationen von den Austauschern verdrängt und ausgewaschen. Insgesamt steigen mit zunehmender Versauerung der Al-Anteil an den Austauschern und die Al-Konzentration in der Bodenlösung an. Bei extrem sauren Böden ($\text{pH}(\text{CaCl}_2) < 3$) beginnt außerdem eine Auflösung schwach kristalliner Fe-Oxide (Ferrihydrit), die zu einer Freisetzung von Fe^{3+} -Ionen führt.

In sehr stark bis extrem sauren Waldböden können 80 bis nahezu 100 % der austauschbaren Kationen aus Al_3+ -Ionen und zu geringeren Anteilen aus H^+ - sowie teilweise auch aus Fe_3+ - und Mn_2+ -Ionen bestehen. Die Folgen sind ausgeprägter Nährstoffmangel und toxische Wirkungen von Al_3+ - wie auch von Mn_2+ -Ionen auf Waldbäume. Beides wird auf vielen Standorten (mit) als eine wesentliche Ursache der insbesondere in exponierten Mittelgebirgslagen zu beobachtenden Waldschäden angesehen.

Bei Al-Konzentrationen in der Bodenlösung von 10...20 mg l⁻¹ können toxische Al-Wirkungen auf die Wurzeln – insbesondere auf die Feinwurzeln – der Waldbäume und deren Mycorrhiza-System ausgelöst werden. Wesentlich empfindlicher auf Al-Toxizität reagieren landwirtschaftliche Kulturpflanzen, bei denen schon ab 0,1...0,5 mg Al l⁻¹ deutliche Wurzelschäden und Wachstumsverminderungen auftreten können. Aluminium liegt dabei in der Bodenlösung meist in Form verschiedener Spezies vor. Neben monomeren und polymeren Al-Ionen können lösliche Al-organische Komplexe wie auch sehr stabile Al-Komplexe mit Fluoriden und Phosphaten in der Bodenlösung vorhanden sein. Dabei weisen Al-Komplexe – insbesondere bei Beteiligung organischer Substanzen – eine relativ geringe Toxizität auf. Die engste Korrelation zu Pflanzenschäden zeigt in der Regel die Aktivität (= wirksame Konzentration) der Al³⁺-Ionen in der Bodenlösung.

Außerdem hängt das Ausmaß der Al-Toxizität auch vom Gehalt der Böden an verfügbaren Pflanzennährstoffen – insbesondere an Mg und Ca – ab. Deshalb ist auch das Verhältnis von Ca/Al und Mg/Al in der Bodenlösung bzw. an den Austauschern ein gutes Maß für eine mögliche Al-Toxizität wie auch für den Grad der Mg-Versorgung der Waldbäume. So ist offenbar bei Ca/Al-Verhältnissen (in mol) in den Bodenlösungen von < 1 eine Schädigung von Fichtenwurzeln möglich, bei Verhältnissen von < 0,1 anscheinend unvermeidbar. Nadeln von geschädigten Fichten weisen eine unzureichende Mg-Versorgung bei Mg/Al-Verhältnissen der austauschbaren Bodenfraktionen von ≤ 0,05 auf. Mg-Mangel ist insbesondere bei Fichten weit verbreitet und führt zunächst zu gelben Chlorosen (sog. Gelb- oder Goldspitzigkeit), später zu Nekrosen an älteren Nadeln und schließlich zum Absterben der Bäume. Untersuchungen an Fichtenflächen der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald zeigten, dass bei verfügbaren Mg-Vorräten im Hauptwurzelraum unter 100 kg ha⁻¹ die durchschnittlichen Nadelgehalte unter die in der Literatur genannten, für eine stabile Versorgung notwendigen Orientierungswerte sinken. Diese liegen bei 1 mg g⁻¹ TM im 1. Nadeljahrgang bzw. 0,7 mg g⁻¹ TM im 3. Nadeljahrgang. Beträgt der in der Humusaufgabe fixierte Mg-Anteil mehr als 50% des gesamten im Hauptwurzelraum vorhandenen Mg-Vorrats, verschlechtert sich die Mg-Versorgung merklich, der Anteil der Nadelverfärbungen nimmt deutlich zu.

Die durch Nährstoffmangel und Al-Toxizität ausgelösten Baumschäden betreffen neben den oberirdischen Teilen vor allem die Feinwurzeln der Bäume (Abb. 3). Ein Absterben der Feinwurzeln bewirkt, dass die Nährstoff- und Wasseraufnahme durch die Wurzeln stark verringert wird. Die Folge sind dann verminderte Frost-, Dürre- und Krankheitsresistenz. Nach starken Kälteeinbrüchen und längeren Trockenzeiten sowie bei Krankheitsbefall kann deshalb meist eine starke Zunahme von Schäden an Bäumen beobachtet werden.

Auch Bodenflora und Bodenfauna werden durch Al-Toxizität geschädigt (Abb. 3). Bei pH-Werten < 3,5...4 sind Lumbriciden in der Regel kaum noch in

Waldböden zu finden. Auch Arten- und Individuenzahl vieler anderer Bodentiere sind stark verringert. Von den Mikroorganismen sind Bakterien, die die höchsten Abbauleistungen aufweisen, kaum noch aktiv, so dass sich dann in Verbindung mit nährstoffarmer Nadelstreu organische Auflagehorizonte und ungünstige Humusformen in Wäldern bilden.

Ähnlich wie beim Aluminium findet auch bei den Schwermetallen mit zunehmender Versauerung eine Mobilisierung in Böden statt (Abb. 3). Die Folge sind ebenfalls eine erhöhte Schwermetallverfügbarkeit und bei höheren Schwermetallkonzentrationen vermutlich eine Verstärkung der Al-Toxizität.

Mit zunehmender Al- und Schwermetall-Mobilisierung geht eine steigende Verlagerung und Auswaschung dieser Elemente einher, so dass auch Grundwasser und Oberflächengewässer im Einzugsbereich von Waldgebieten steigenden Al- und Schwermetallbelastungen ausgesetzt sind (Abb. 3).

Als Folgen der weitflächig auftretenden Waldschäden ist in den Mittelgebirgen und Alpen eine Zunahme der Erosionsvorgänge und Hangrutschungen zu beobachten. Durch die eingeschränkte Schutzfunktion der Wälder treten z.T. Gravierende Boden- und Landschaftsschäden auf.

In der Folge anthropogenbedingter Versauerung von Waldböden bis hin zur Al-Toxizität und erhöhter Schwermetallmobilität ergeben sich weitere Schadfaktoren im Komplexgefüge der in den achtziger und neunziger Jahren intensiv beobachteten und untersuchten sog. neuartigen Waldschäden. Dazu gehören z.B. Ernährungsstörungen durch Spurenelementmangel (z.B. Bor- und Molybdänmangel), sowie Epidemien pathogener Mikroorganismen durch erhöhte Stickstoffdeposition.

Infolge der Komplexität der räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich miteinander kombinierten Schadfaktoren und deren unterschiedlichen Rückkoppelungsmechanismen ist oft eine genaue, regional-differenzierte Diagnose spezifischer Schadensursachen mit Schwierigkeiten verbunden. Zur Erfassung und Überwachung des Waldzustandes wurde daher in Deutschland das Forstliche Umweltmonitoring im Wald entwickelt, welches einerseits flächenrepräsentative Informationen über Ausmaß und Entwicklung der Waldschäden liefert und eine intensive Untersuchung der Ursache-Wirkungsbeziehungen in Waldökosystemen ermöglicht.

Zur Therapie der Wald- und Bodenschäden sind – neben Maßnahmen zur Emissionsminderung – auch Maßnahmen zur Minderung der Al-Toxizität und des Nährstoffmangels erforderlich. Auf vielen Waldstandorten konnte durch Kalkung (verbreitet sind z. B. ca. 3000 kg ha⁻¹ dolomitischer Kalk) sowie durch Mg- und z.T. auch durch K-Düngung (z.B. 5...1000 kg ha⁻¹ Kieserit oder Kalimagnesia) eine Revitalisierung geschädigter Bäume erfolgen, zumindest eine Verbesserung des Bodenzustands bewirkt werden. I.d.R. wird empfohlen, Kalkung und Düngung – je nach Standort und Ausmaß der Bodenversauerung – in 3- bis 5-jährigem Abstand zu wiederholen, wobei langfristig pH-Werte auf über 4...4,5 in den Oberböden angestrebt werden. Bei der Umsetzung

rehabilitierender bzw. Prophylaktischer Kalkungsmaßnahmen ist allerdings insbesondere auf primär armen Standorten (z. B. pleistozäne Decksande des norddeutschen Tieflandes) Vorsicht geboten.

Mineralisierungsschübe durch Kalkung können zu Verlusten von Nährstoffen aus der Humusaufgabe führen, die nicht durch die Waldvegetation gespeichert werden. Standortliche Gutachten sollten daher sicherstellen, dass entsprechende Anwendungen regional standorts- und bedarfsgerecht erfolgen.

Stickstoff gehörte lange Zeit zu den wachstumsbegrenzenden Faktoren in Wäldern. Er wurde daher im ständigen Umlauf gehalten. Die Verluste waren gering und ein Großteil der Stickstoffmengen wurde in den Pflanzen und im Humus festgelegt. Durch den verstärkten Eintrag von Stickstoffverbindungen aus der Intensivtierhaltung (NH_3) und vor allem aus Kfz- und Industrieemissionen (NO_x) hat sich dieser Zustand grundlegend verändert. Heute liegt der Stickstoffeintrag in Waldökosystemen deutlich über dem Verbrauch. Folgen davon sind eine verstärkte Auswaschung von Calcium und Magnesium und Anreicherung von Stickstoff. Dies führt zu Nährstoffungleichgewichten (Mg/N-, Ca/Mg-Verhältnis).

Trotz des Mangels an verschiedenen Nährstoffen wirkt der Stickstoff als wachstumsanregender Dünger. Zustandsanalysen haben ein gesteigertes Wachstum der Bäume gezeigt. Das Sprosswachstum wird stärker gefördert als das Wurzelwachstum. Als Folge davon erhöht sich das Risiko von Schneebruch, Sturmschäden und Trockenstress. Die hohe Stickstoffversorgung in Kombination mit Nährstoffmangel verringert darüber hinaus die Resistenz der Bäume gegen Frost sowie Pilz- und Insektenbefall und fördert die Gefahr von Trinkwasserbelastungen durch Nitratauswaschung.

Deutliche Spuren der hohen Stickstoffeinträge konnten auf Waldstandorten im norddeutschen Tiefland nachgewiesen werden. Besonders betroffen sind die armen, klassisch stickstofflimitierten Standorte. Der ehemals weit verbreitete Rohhumus unter Kiefer und Fichte als morphologische Kennzeichnung des Humuszustands wird nur noch an wenigen Standorten angetroffen. Graswurzelfilze mit effizienten N-Verwertern (z. B. Drahtschmiele) sind weit verbreitet. Sie fördern den Abbau der Humusaufgaben, treten in Wasser Konkurrenz mit der Baumvegetation und behindern die natürliche Waldverjüngung. Auch das C/N-Verhältnis hat sich durch anthropogene Stickstoffeinträge auf ein weit verbreitetes Niveau von 23...28 verengt, ohne dass sich die morphologischen Strukturen der auf Sandstandorten häufigen Humusformen Moder und rohumusartiger Moder verändert haben.

Bei der Untersuchung von Waldschäden treten zunehmend inventurgestützte Bewertungsverfahren in den Vordergrund, bei denen sowohl der Säureeintrag als auch die Gesamtstickstoffdeposition berücksichtigt werden, und Informationen zum Kronenzustand der Bäume, wie auch Daten der Klima- und Depositionsmessnetze einfließen. Kurzfristige akute Wirkungen der Luftschadstoffe werden mit dem Konzept der Critical Levels, langfristige

Wirkungen von Immissionen mit der Methode der Critical Loads bewertet. Critical Levels für Ozon beispielsweise wurden als kumulierte Dosis, dem sogenannten AOT 40-Wert (= accumulated exposure over a threshold: 40 ppm) definiert. Alle Überschreitungen des Stundenmittels von 40 ppm (entspricht $80 \mu\text{g m}^{-3}$) werden summiert. Die Summe sollte bei Waldgebieten $10.000 \text{ ppm h}^{-1}$ nicht überschreiten. Berücksichtigt wird nur der Zeitraum der höchsten Sensitivität der Rezeptoren (bei Waldgebieten April bis September).

Critical Loads sind Belastungsgrenzen für den Eintrag von Luftschadstoffen. Sie werden als diejenigen Stofffrachten angegeben, die pro Fläche und Zeit im Ökosystem deponiert werden können, ohne dass nach heutigem Wissensstand Schädigungen auftreten. Die Entwicklung der Verfahren und Modelle zur Bestimmung und Kartierung von ökologischen Belastungsgrenzen wird in einem ständig aktualisierten Methodenhandbuch dokumentiert. Zur Berechnung der Critical Loads für Säureeinträge wird meist ein einfacher Massenbilanzansatz verwendet. Die Säureeinträge werden den säurepuffernden Prozessen im Waldökosystem gegenübergestellt. Die Freisetzung basischer Kationen durch Mineralverwitterung wird als puffernder Prozess angesehen (Säureneutralisationskapazität). Um langfristig eine Bodenversauerung zu verhindern, darf der tatsächliche Säureeintrag nicht den Critical Load überschreiten, bei dem der Basenvorrat des Bodens zur Pufferung des H-Ionenüberschusses herangezogen wird. Um die deponierten Säureeinträge der Pufferfähigkeit eines Bodens gegenüberstellen zu können, werden die eingetragenen Stoffmengen nicht in $\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ sondern in Säureäquivalenten (Maßeinheit $\text{molc ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) angegeben.

In Deutschland wurden Critical Loads für Säureeinträge auf Grundlage der Bodenübersichtskarte 1:1000000 (BÜK 1000) ermittelt. Auf 80% der Waldfläche liegt die Critical Load auf Standorten mit basenarmen Ausgangsgesteinen (Sande, Schiefer der Mittelgebirge) unter $2000 \text{ molc ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Regionen mit basenreichen Böden (Schwäbische Alb, Kalkalpen) zeichnen sich durch Critical Loads $> 2.000 \text{ molc ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ aus. Maximal werden $6.000 \text{ molc ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ erreicht. Obwohl die Stickstoff- und Schwefeldepositionen in den letzten Jahren stark abgenommen haben, überschritten sie im Jahr 2000 die Critical Loads für den Säureeintrag auf dem größten Teil der deutschen Waldböden. Besonders hohe Überschreitungen traten auf den empfindlichen norddeutschen Sandböden infolge Schadstoffemissionen aus Industrie und Landwirtschaft auf.

Bei der Berechnung der Critical Loads für eutrophierende Stickstoffeinträge werden die Einträge (Stickstoffdeposition) denjenigen Prozessen gegenübergestellt, die Stickstoff im Waldökosystem binden oder ihn entfernen (z.B. Stickstoffaustrag mit Holzernte und Sickerwasser, Denitrifikation). Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff in Waldökosystemen variieren je nach Humusvorrat und Bodenart zwischen 5 und $20 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Vergleiche der Critical Loads mit den Gesamtdepositionen zeigten, dass 1999 auf 90% der

Waldfläche die kritischen Belastungsgrenzen überschritten wurden. Besonders hohe Überschreitungen finden sich in Gebieten mit Intensivtierhaltung.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welche Rolle spielen Schwefel und Stickstoff für Pflanze, Tier und Mensch?
- 2) Was ist in der Abbildung 3 schematisch dargestellt?
- 3) In welcher Form findet der Eintrag von Schwefel und Stickstoff sowie von anderen Stoffen aus der Luft statt?
- 4) Wozu können die Mineralisierungsschübe durch Kalkung führen?
- 5) Was sind «Critical Loads»?

TEXT 4

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Fluor

Fluor ist ein für Pflanzen offenbar nicht erforderliches Element. Bei Tier und Mensch gilt es jedoch als nützlich, da es bei ausreichender Zufuhr in den Zahnschmelz eingebaut wird und dadurch die Kariesanfälligkeit senkt. Im Überschuss wirkt Fluor toxisch auf alle Organismen; bei Mensch und Tier erzeugt es dann Zahn- und Knochenschäden (Fluorose).

Der Fluorgehalt der Böden beträgt häufig 20...400 mg F kg⁻¹. In Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials treten jedoch große Unterschiede auf. Das häufigste Fluor-Mineral ist CaF₂ (Flussspat). Auch Phosphate (Fluorapatit) enthalten Fluor. Vor allem Glimmer (400...5 800 mg F kg⁻¹) und Tonminerale (Bentonit bis 7 400 mg F kg⁻¹) weisen hohe F-Gehalte auf. Deshalb enthalten in der Regel auch tonreiche Böden viel Fluor (bis 4 000 mg kg⁻¹). Die F-Konzentration der Bodenlösung wird deshalb wahrscheinlich z. T. Durch den Fluorgehalt der Glimmer bestimmt. Durch Verwitterungs- und Verlagerungsvorgänge bedingt, steigt der Fluorgehalt der Böden oft mit der Tiefe. Infolge der sehr großen natürlichen Unterschiede ist der Gesamtgehalt an Fluor bei geologisch heterogenem Ausgangsmaterial weder ein geeigneter Indikator für eine Fluor-Kontamination der Böden, noch ist er für die Abgrenzung von Richt- oder Grenzwerten für tolerierbare Fluorgehalte belasteter Böden geeignet.

Potenzielle Fluoremittenten sind vor allem die Aluminiumproduzenten, Steine- und Erdenindustrie, Müllverbrennungsanlagen sowie konventionelle Energiegewinnungsanlagen mit Kohle-, Erdöl- oder Erdgasverbrennung. Der jährliche Fluor-Eintrag mit dem Freilandniederschlag in Form von Fluorwasserstoff (HF), Fluoriden oder an Staubpartikel gebundenem Fluor wurde mit 0,3...1,6 kg F ha⁻¹ angegeben; in Waldbeständen wurden Einträge

bis 3 kg F ha⁻¹ a⁻¹ gemessen, in der Nähe mancher Industriebetriebe bis 20 kg F ha⁻¹ a⁻¹. Mit der Ausbringung von Phosphatdüngern, deren F-Gehalt meist 1,5...4% beträgt (Thomasphosphat < 0,15%), gelangen bei einer Düngung von 500 kg ha⁻¹ 7,5... 20 kg F ha⁻¹ auf den Boden.

Nach Untersuchungen in der Schweiz sinkt in der Umgebung einer Fluor emittierenden Hütte der Gesamtgehalt der Böden mit zunehmender Entfernung von der Quelle (0,5 bis 8,8 km) von 2 700 auf 616 mg F kg⁻¹ und verringert sich damit um das 4,4-fache. In gleicher Weise sinken die Gehalte an wasserextrahierbarem Fluor (Boden : Wasser = 1 : 50) von 292 auf 10 mg kg⁻¹ und die Fluor-Gehalte der Bodenlösung von 8,2 auf 0,3 mg l⁻¹. Die Gehalte der löslichen Fluor-Fraktionen zeigen damit sehr viel deutlicher Unterschiede in der Fluor-Belastung der Böden an. Auch der Fluor-Gehalt von Kiefernadeln sinkt mit der Entfernung (um das 29-fache) in enger Beziehung zum Gehalt an den löslichen Fluor-Fraktionen.

F⁻-Ionen werden in Böden relativ stark gebunden. Vor allem ist hierfür eine F⁻-Adsorption im Austausch gegen OH-Gruppen von Al- und Fe-Oxiden und Tonmineralen von Bedeutung. Weniger stark ist die Bindung an organische Substanzen. Die F⁻-Adsorption steigt mit zunehmender Bodenacidität bis ca. pH 4 an. Bei Böden mit hohem pH kann schwerlösliches CaF₂ gebildet werden.

Die Bindungskapazität für Fluoride ist bei sandigen Böden niedrig und bei tonigen hoch. Damit sind Löslichkeit, Verfügbarkeit und Auswaschung von Fluor auf sandigen Böden hoch und auf tonigen niedrig. In Deutschland liegt der Fluor-Gehalt im Sickerwasser bei 0,004...0,22 mg F l⁻¹ (Mittelwert 0,1 mg l⁻¹). Die jährliche Auswaschung liegt bei 20...400 g F ha⁻¹.

Wie die Ergebnisse von Modellversuchen zeigen, bewirken F⁻-Kontaminationen vor allem bei sauren Böden eine deutlich erhöhte Verlagerung von Aluminium, organischer Substanz und Schwermetallen. Fluoride bilden mit Aluminium (und anderen Metallen) lösliche Komplexe hoher Stabilität und können deshalb Aluminium aus Huminstoffen freisetzen und damit auch die Löslichkeit organischer Substanzen erhöhen. Auf diese Weise kann durch erhöhte Fluor-Deposition wahrscheinlich der Ablauf von Podsolierungsprozessen beschleunigt werden. Außerdem wird durch Fluoreintrag die Phosphatverfügbarkeit durch Einbau von Fluor in Calciumphosphate verringert. Die Mobilisierung von Schwermetallen in Fluor-kontaminierten Böden ist auf Bildung löslicher organischer Substanzen zurückzuführen.

Erhöhte Fluorgehalte in Böden schädigen Bodenmikroorganismen und deren Umsatzleistungen. Die mikrobielle Biomasse und die Dehydrogenaseaktivität waren bei einer Konzentration von 100 mg FH₂O kg⁻¹ Boden deutlich gehemmt, die Arylsulfataseaktivität bereits ab 20 mg FH₂O kg⁻¹. Für die Bewertung ökotoxikologischer Wirkungen sind nicht die Fluorgesamtgehalte sondern die wasserextrahierbaren, verfügbaren Anteile heranzuziehen. Böden mit natürlich hohen F-Gehalten enthalten in der Regel nur wenig lösliches Fluor.

Der Fluor-Gehalt der Pflanzen beträgt in der Regel 1...20 mg kg⁻¹ mT. Teepflanzen können extrem hohe Gehalte bis 400 mg F kg⁻¹ aufweisen. Der Entzug durch eine Ernte beträgt 5...80 g F ha⁻¹.

In der Umgebung mancher Industriebetriebe wurde ein F-Gehalt bis zu 300 mg kg⁻¹ in der mT von Weidegräsern ermittelt. Bei anderen Pflanzen wurden Gehalte bis zu 2000 mg kg⁻¹ festgestellt.

Fluorwasserstoff (HF) und Fluoride werden durch Interzeption auf den Blattoberflächen niedergeschlagen und dringen zum Teil in das Gewebe der Pflanzen ein. Bei sehr empfindlichen Pflanzen führt schon eine HF-Konzentration von 1 µg F m⁻³ Luft, bei weniger empfindlichen Pflanzen von 4,2 µg F m⁻³ und einer Einwirkungszeit von 30 min zu Nekrosen an Blatträndern und -spitzen. Fluor-, SO₂- und Trockenschäden an Pflanzen sind einander ähnlich. Fluor-Schäden lassen sich durch eine Fluor-Analyse des Pflanzenmaterials ermitteln.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Welche Rolle spielt Fluor für Pflanzen?
- 2) Warum gilt Fluor bei Tier und Mensch als nützlich?
- 3) Wie gross ist der Fluorgehalt der Böden?
- 4) Was sind potenzielle Fluoremittenten?
- 5) Wozu führen erhöhte Fluorgehalte in Böden?

TEXT 5

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Cyanide

Cyanide sind Salze der Blausäure (Cyanwasserstoff, HCN). Alle in Wasser löslichen Cyanide sind hochgiftig (z.B. Zyankali). Eisencyanidkomplexe sind intensiv blau gefärbt (Berliner Blau) und waren namensgebend für diese Verbindungen (griech. Kyaneos = stahlblau).

Mikroorganismen und Pflanzen können HCN synthetisieren (Cyanogenese). Bei der pflanzlichen Cyanogenese werden cyanidhaltige Verbindungen (cyanogene Glycoside) enzymatisch in Cyanhydrine gespalten, die schnell in HCN zerfallen. An der mikrobiellen Cyanogenese sind vor allem Basidiomyceten, Ascomyceten und heterotrophe Bakterien beteiligt.

Industriell wird HCN aus Methan und Ammoniak hergestellt und bei der Produktion von Kunststoffen, Farben, Pharmazeutika als Zwischenprodukt sowie bei der Herstellung von Cyaniden und Dicyan (C₂N₂) eingesetzt. Einfache Cyanid-Salze dienen der Extraktion von Silber und Gold sowie der

Erzaufbereitung. Ebenso werden sie in der Galvanotechnik und der Flotation verwendet. Straßensalz enthält oft Natriumhexacyanoferrat. Farbpigmente auf Basis von Eisencyankomplexen werden in der Papierindustrie eingesetzt. Sie geraten bei der Papieraufbereitung in den dabei anfallenden Abfallschlamm, der auch als Bodenverbesserungsmittel verwendet wurde. Bei der Koks- und Roheisenerzeugung entstehen ebenfalls Cyanide, die sich in Abwässern und festen Abfallstoffen wiederfinden. Bei der Vergasung von Steinkohle bildet sich HCN bei Reaktionen von Ammoniak mit Kohlenstoff. Cyanide und komplexe Cyanide sind deshalb vor allem in den Produktionsrückständen ehemaliger Gaswerksstandorte und Kokereien weit verbreitet. In der Metallveredlung finden sie beim Härten von Metallen Verwendung.

Cyanide treten in Gesteinen nicht auf. In 87% unbelasteter Bodenproben aus Michigan (USA) konnte kein Cyanid nachgewiesen werden. Die restlichen Proben enthielten weniger als 1,2 mg CN kg⁻¹. In nordrhein-westfälischen Unterböden lagen die CN-Konzentrationen unter 0,5 mg kg⁻¹. Die höchsten Cyanidbelastungen treten in Böden von Kokereistandorten auf. Die Konzentrationen variieren in weiten Bereichen und können im Extremfall bis zu 63 g CN kg⁻¹ betragen. In Böden eines ehemaligen Rieselfeldes wurden bis 1150 mg CN kg⁻¹ nachgewiesen.

Alkali- und Erdalkalicyanide sind im Boden gut löslich. In Gegenwart von Schwermetall-Ionen bilden sich Metall-Cyanidkomplexe. In kontaminierten Böden ehemaliger Gaswerke und Kokereien liegt Cyanid vorwiegend in der Verbindung Berliner Blau (Fe₄[Fe(CN)₆]₃) vor. Erhöhte Cyanidkonzentrationen treten in der Bodenlösung bei pH-Werten > 5 auf.

Cyanid-Ionen und Metallcyanidkomplexe sind negativ geladen und werden in Böden der gemäßigten Breiten, die kaum positive Ladungen tragen, kaum sorbiert. CN⁻-Ionen können allerdings an Huminstoffe gebunden werden. Im sauren Milieu, in dem Cyanid nur in Form von HCN vorliegt, erfolgt die Bindung über Wasserstoffbrücken, im neutralen bis basischen über Ladungsübertragungskomplexe. Es ist deshalb davon auszugehen, dass CN⁻ in humusarmen Unterböden praktisch nicht zurückgehalten wird.

Gelöste Eisencyankomplexe werden besonders an Eisen- und Aluminiumoxide (Sesquioxide) gebunden. Durch einen niedrigen Boden-pH wird die Sorption gefördert. Mit sinkendem pH nimmt infolge der Protonierung der funktionellen Gruppen die Zahl der positiven Ladungen auf den Sesquioxidoberflächen zu. Eisencyanidkomplexe werden über elektrostatische Kräfte angezogen (außersphärische Komplexe) und reichern sich auf den Oxidoberflächen an. Fe-Oxide gehen dabei stärkere Bindungen ein als Aluminiumoxide. Die Komplexe werden dabei unter Bildung von innersphärischen Komplexen Teil der Oxidoberfläche. Im sauren Bereich kommt es zu Oberflächenfällungen in dem sich Berliner Blau-ähnliche Phasen bilden. Grundsätzlich wird Ferrocyanid stärker gebunden als Ferricyanid. Langzeitexperimente zeigten, dass Ferrocyanid zu Ferricyanid oxidiert wird.

Eisencyanokomplexe können ebenfalls an Huminstoffe gebunden werden. Es wird angenommen, dass die Komplexe mit funktionellen Gruppen (z. B. Chinongruppen) der organischen Substanz reagieren.

Unter stark reduzierenden Bedingungen können in Böden durch Auflösung von Mangan- und Eisenoxiden höhere Mn^{2+} - und Fe^{2+} -Konzentrationen auftreten. Diese Ionen fällen Eisencyan(II)komplexe aus. Im Dunkeln ist der Zerfall von Eisencyanidkomplexen extrem langsam. Im sichtbaren (bis 480 nm) und UV-Licht werden sie rasch zersetzt. Dabei entstehen freie CN^- -Ionen. Prinzipiell kann freies Cyanid aus dem Boden in Form von HCN entgasen. Aufgrund des hohen Dampfdrucks von HCN, dessen guter Wasserlöslichkeit und geringer Bindung in Böden (s. u.) kann das Gas an die Bodenoberfläche diffundieren und an die Atmosphäre abgegeben werden.

Pilze und Bakterien können freies Cyanid als Kohlen- und Stickstoffquelle nutzen. Der Abbau findet unter aeroben als auch anaeroben Bedingungen statt. Dabei werden CO_2 und NH_4^+ freigesetzt. Kurzfristig können sich als Zwischenstufen Ameisensäure, Thiocyanat und Formamid bilden. Aufgrund der guten Bioverfügbarkeit reichern sich einfache Cyanide in Böden kaum an. Eisencyanidkomplexe werden mikrobiell nur sehr langsam abgebaut, so dass sich dieser Prozess für die Sanierung kaum einsetzen lässt.

Einfache Cyanide liegen im Körper von Menschen und Tieren überwiegend als HCN vor und besitzen eine höhere Biomembrangängigkeit als seine dissoziierte Spezies CN^- . Im Körper lagert sich HCN schnell als CN^- an die in den Mitochondrien lokalisierte Eisen(III)cytochromoxidase an und hemmt damit die Sauerstoffübertragung vom Hämoglobin auf das Gewebe. Folge davon ist ein rascher Stillstand aller aeroben Atmungsvorgänge. Die LD50 liegt beim Menschen zwischen 1,1 und 1,5 mg CN kg^{-1} Körpergewicht für NaCN und KCN.

Komplex gebundene Cyanide weisen sehr unterschiedliche Toxizitäten auf, da das CN^- -Ion im Komplex als Ligand gebunden ist. Komplexe von Ca, Zn, Ag, und Ni sind toxischer als die von Fe. Tägliche Aufnahmen bis zu 2 g Eisencyan(II)salzen sind bei Erwachsenen unbedenklich. In der BBodSchV wurden für die Pfade Boden–Mensch und Boden–Grundwasser Prüfwerte festgelegt.

Pflanzen sind gegenüber niedrigen CN^- -Konzentrationen widerstandsfähiger als Mensch und Tier. Sie verfügen über CN^- -Entgiftungsenzyme und haben einen alternativen Pfad in der mitochondrialen Elektronentransportkette. Pflanzenversuche mit ^{15}N markiertem Ferrocyanid deuten darauf hin, dass das Anion in Pflanzen transportiert und metabolisiert wird.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was sind Cyanide?
- 2) Wie sind alle in Wasser löslichen Cyanide?
- 3) Wer kann HCN synthetisieren?

- 4) Woraus wird HCN industriell hergestellt?
- 5) Wo werden Cyanide eingesetzt?

TEXT 6

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Schwermetalle

Metalle, die sich mit einer Dichte von $> 3,5 \dots 5$ (in gediegenem Zustand) an die Leichtmetalle anschließen, werden als Schwermetalle bezeichnet. Zu ihnen zählen sowohl die für den Stoffwechsel von Menschen, Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen notwendigen Spurennährstoffe wie Eisen, Mangan, Chrom, Kupfer, Kobalt, Nickel und Zink als auch Elemente, die keine physiologische Bedeutung besitzen (Blei, Cadmium, Quecksilber, Thallium).

Im Hinblick auf stoffliche Belastungen von Böden kommt den Schwermetallen eine besondere Bedeutung zu, da sie bereits in geringen Konzentrationen toxisch wirken. Im Gegensatz zu vielen organischen Schadstoffen kommen sie natürlich in Gesteinen und Böden vor und sind weder mikrobiell noch chemisch abbaubar. Nicht berücksichtigt wurden hier Mangan und Eisen, die in Böden in Konzentrationen bis zu mehreren tausend mg kg^{-1} vorkommen und bei diesen Gehalten keine toxischen Wirkungen aufweisen, sowie die Spurennährstoffe Kobalt, Molybdän und Selen, die bezüglich ihres Eintrags keine Bedeutung besitzen. Arsen als Metalloid (Halbmetall) wird dagegen aufgrund seiner hohen Dichte, der Toxizität seiner Verbindungen und teilweise ähnlicher chemischer Reaktionen mit zu den Schwermetallen gezählt und in diesem Kapitel behandelt.

Quellen und Eintragspfade

Schwermetalle sind natürliche Bestandteile von Mineralen. Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Nickel, Thallium und Zink liegen in isomorphen Positionen der Hauptelemente Silizium und Aluminium als Spurenbestandteil vor. Schwermetallgehalte von Gesteinen liegen normalerweise im mg kg^{-1} Bereich. Erheblich höhere Gehalte weisen ultrabasische Erguss- ($150 \text{ mg Co kg}^{-1}$, $1600 \text{ mg Cr kg}^{-1}$, $2000 \text{ mg Ni kg}^{-1}$) und Serpentinegesteine (bis zu $8000 \text{ mg Ni kg}^{-1}$) auf. Erze (Arsen kies, Bleiglanz, Zinkblende) bestehen bis zu 100% aus Schwermetallen (z. B. gediegenes Kupfer und Quecksilber).

Durch Verwitterung von Gesteinen und Erzen gelangen Schwermetalle natürlich in Böden. Die Freisetzung aus primären Mineralen liegt in Deutschland zwischen $0,1 \text{ g ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Cadmium) und $3,5 \text{ g ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Kupfer). Ihr prozentualer Anteil am Gesamteintrag landwirtschaftlich genutzter Böden

beträgt 0,2% (Zink) bis 2,3% (Cadmium). Weitere Schwermetallquellen sind kontinentale Staubbmissionen sowie Ausgasungen aus dem Meerwasser und Vulkanen. Verglichen mit den Frachten aus anthropogenen Quellen sind die natürlichen meist unbedeutend. Eine Ausnahme bilden Hg-Emissionen aus Vulkanen und Meeren. Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass anthropogene und natürliche Quellen zu gleichen Teilen zur Hg-Emission beitragen. Letztere führen jedoch nicht zu lokal erhöhten Gehalten in Böden.

Anthropogene Quellen von Schwermetallen sind Emissionen aus Industrie- und Verbrennungsanlagen und Kraftfahrzeugen. Durch Verwertung metallhaltiger Abfälle, Abwasserverrieselung, Verwendung von Düngern und Pestiziden werden Schwermetalle direkt in Böden eingetragen. Insbesondere atmosphärische Einträge aus Industrie und Verbrennungsanlagen haben dazu geführt, dass Metallkonzentrationen in der Umwelt weltweit drastisch zugenommen haben.

Industriebetriebe und Schornsteine von Großfeuerungsanlagen (Kraft- und Zementwerke, Müllverbrennungsanlagen) stellen punktförmige Quellen dar, während kleinere Emissionsquellen wie der Hausbrand als diffuse Quellen bezeichnet werden. Bei Industrie-Emissionen finden sich die höchsten Metallanreicherungen in unmittelbarer Umgebung der Emittenten. Entlang von Verkehrswegen zeichnen sich linienförmige Strukturen ab.

Schwermetalle werden partikelgebunden sowie dampf- und gasförmig transportiert. Die anfängliche Partikelgröße bei der Emission wird durch Prozesstemperaturen, bei denen die Schwermetalle freigesetzt werden, bestimmt. Flüchtige Elemente wie Arsen und Quecksilber verdampfen bei relativ niedrigen Temperaturen und kondensieren hoch angereichert in kleinen Partikeln und Aerosolen. Die atmosphärische Deposition von Schwermetallen ist durch große räumliche und zeitliche Variabilität gekennzeichnet. Sie hängt insbesondere von der geographischen Lage (Entfernung zum Emittenten) sowie von makro- und mikroklimatischen Bedingungen (Windrichtung, Niederschlagsvolumen und -art, Jahreszeit) ab.

Metallverarbeitende Industrien gehören zu den Hauptemittenten von Arsen (Kupfer- und Nickel-Herstellung), Blei, Cadmium (Nichteisenmetall verarbeitende Betriebe), Chrom (Leder-, Stahl-, Baustoff-, Farbenherstellung, Korrosionsschutz), Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Aus Kraftwerken und Großfeuerungsanlagen werden vornehmlich Cadmium und Blei emittiert. Zementwerke gehören zu den vorrangigen Thalliumemittenten. Das Metall wird beim Brennen der Zementklinker aus Eisensulfiden freigesetzt und reichert sich im Zementstaub an. Diese enthielten bis zu 50 mg Tl g⁻¹.

Bis zur Einführung des bleifreien Benzins war der Kraftfahrzeugverkehr Hauptemissionsquelle von Blei. Bei der Verbrennung Pb-haltigen Benzins entsteht PbBrCl, das als Aerosol mit einer Partikelgröße < 0,1 µm bis zu 1000 km weit transportiert werden kann. Das meiste vom Verkehr emittierte Pb wurde jedoch bis zu 30 m neben den Straßen angereichert. Cd-Emissionen aus dem

Kraftfahrzeugverkehr entstehen durch Reifenabrieb (20...90 mg Cd kg⁻¹ Reifenmaterial) und Verbrennungsrückstände des Dieselöls; sie führen zu einer Belastung der Böden im unmittelbaren Einflussbereich der Straßen (bis 10 m neben Hauptverkehrsstraßen). Ein Viertel der atmosphärischen Zn-Emissionen stammt ebenfalls aus dem Verkehr. Emissionsquellen sind Reifenabrieb, Kraftstoffe und verzinkte Karossen.

Klärschlämme, Bioabfälle und Baggerschlämme sind potenzielle Quellen von Schwermetalleinträgen. Zur Eingrenzung der Schwermetallfrachten wurden in Deutschland für Klärschlämme und Bioabfälle Verordnungen erlassen.

Sie regeln die Aufbringung von Schlämmen und Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden. Bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche Deutschlands sind die Metalleinträge durch Komposte und Schlämme gegenüber anderen Quellen wie Wirtschaftsdüngern unbedeutend (0,01% (Cd, Cr, Cu, Zn)...0,05% (Pb) Komposte, 2,73% (Cr)... 6,91% (Zn) Klärschlämme).

Durch Abwasserverrieselung wurden in Rieselfeldböden Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Zink angereichert. Auf Intensivfilterflächen können die Bodenbelastungen bis mehrere tausend mg kg⁻¹ betragen.

Mit Wirtschaftsdüngern (Gülle, Mist, Geflügelkot) werden vornehmlich Kupfer und Zink in landwirtschaftlich genutzte Böden eingetragen. Extrem hohe Gehalte weisen Schweinegülle (268 mg Cu kg⁻¹ mT, 744 mg Zn kg⁻¹ mT) und Schweinemist (454 mg Cu kg⁻¹ mT, 1077 mg Zn kg⁻¹ mT) auf. Die unter Zugrundelegung einer Düngung von 50 kg P₂O₅ ha⁻¹ a⁻¹ errechenbaren Frachtraten entsprechen damit denen von Bioabfall- und Klärschlammwendungen.

Über Mineraldünger gelangen Cadmium und Chrom in den Boden. Hohe Cadmiumgehalte weisen Rohphosphate auf. Ihr Cd-Gehalt beträgt je nach Herkunft 2...80 mg kg⁻¹. Derzeit werden nur noch Phosphate zur Herstellung von Düngern verwendet, deren Gehalte deutlich unter 40 mg kg⁻¹ liegen. Düngungsbedingte Cd-Einträge liegen je nach Bewirtschaftungssystem zwischen 1...11 g ha⁻¹ a⁻¹. Extrem hohe Cr-Gehalte weisen Thomasmehl (2500 mg kg⁻¹) und NPK-Dünger (bis 6100 mg kg⁻¹) auf.

Quecksilber, Kupfer und Arsen wurden als Pestizide und Holzschutzmittel (Kyanisierung = Imprägnierung von Holz mit HgCl₂) angewendet. Der Einsatz von Metallverbindungen im Pflanzenschutz ist mit Ausnahme von Kupfer in Deutschland seit langem verboten. Hohe Cu-Gehalte weisen insbesondere Böden im Hopfen- und Weinbau auf.

Gehalte in Böden

Da Böden Schwermetalle natürlich enthalten, ist zur Beurteilung von Belastungssituationen die Kenntnis geogener Grundgehalte bzw. Hintergrundwerte notwendig. Der geogene Grundgehalt umfasst den Stoffbestand, der sich aus

dem Ausgangsgestein (lithogener Anteil), ggf. Vererzungen (chalkogener Anteil) und der durch pedogenetische Prozesse beeinflussten Umverteilung von Stoffen im Boden ergibt. Die geogenen Grundgehalte unterscheiden sich nur wenig von denen der Ausgangsgesteine. Ausnahmen stellen Karbonat- und Sulfatverwitterungsböden sowie Böden aus sulfidischem Ausgangsmaterial und Böden, die unter tropischen Verwitterungsbedingungen entstanden sind, dar. Hier liegen die Bodengehalte über denen der Gesteine, da bei der Auflösung der Minerale die Verwitterungsprodukte schneller ausgewaschen werden als die Schwermetalle.

Der Hintergrundgehalt eines Bodens setzt sich zusammen aus dem geogenen Grundgehalt und der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser atmosphärischer Einträge in Böden. Hintergrundwerte sind repräsentative Werte für allgemein verbreitete Hintergrundgehalte eines Stoffes oder eine Stoffgruppe in Böden. Von der Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO) wurden substrat- und nutzungsabhängige Hintergrundgehalte von Schwermetallen ländlich geprägter Regionen sowie für einzelne Bundesländer zusammengestellt.

Den Hintergrundwerten wurden Vorsorgewerte nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung sowie ausgewählte Gehalte von kontaminierten Böden zum Vergleich gegenübergestellt. Vorsorgewerte wurden in Abhängigkeit von der Bodenart abgestuft aufgrund toxikologischer/ökotoxikologischer Untersuchungen festgelegt. Damit wurde dem unterschiedlichen Sorptionsvermögen der Böden Rechnung getragen. Unterhalb der Vorsorgewerte ist nach heutigem Kenntnisstand die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung auszuschließen.

Die Hintergrundwerte einiger Elemente können die Vorsorgewerte überschreiten (Böden aus ultrabasischen Gesteinen, Erzablagerungen). Sie gelten jedoch als unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe keine nachteiligen Wirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen. Schadstoffgehalte kontaminierter Böden können in weiten Bereichen schwanken.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was wird als Schwermetalle bezeichnet?
- 2) Welche Bedeutung haben die Schwermetalle?
- 3) Was enthält die Schwermetalle?
- 4) Wodurch gelangen Schwermetalle in Böden?
- 5) Woraus setzt sich der Hintergrundgehalt eines Bodens zusammen?

TEXT 7

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Bindungsformen, Löslichkeit- und Verlagerbarkeit

In Abhängigkeit von ihrer Herkunft (lithogen, pedogen, anthropogen) liegen Schwermetalle in spezifischen Bindungsformen in Böden vor. Metalle lithogener Herkunft treten in carbonatischer, silikatischer und sulfidischer Bindung auf. Pedogene Schwermetalle wurden durch bodenbildende Prozesse (Verwitterung, Humifizierung, Lessivierung etc.) freigesetzt und umverteilt. Sie sind vorwiegend an Tonminerale, organische Substanzen und pedogene Oxide und Sulfide gebunden. Durch Luftimmissionen in Böden eingetragene, anthropogene Schwermetalle sind meist oxidisch oder sulfatisch gebunden. In Komposten, Klärschlämmen oder Abwässern liegen sie dagegen an organische oder auch anorganische Bestandteile sorbiert oder okkludiert vor.

Lithogene Schwermetalle sind aufgrund ihrer festen Einbindung in den Kristallverband nur wenig mobil. Dies hat zur Folge, dass trotz erhöhten Metallgehalten im Boden häufig keine Anreicherungen in Pflanzen festzustellen sind.

Zu welchen Anteilen insbesondere anthropogen eingetragene Schwermetalle in der Fest- oder Lösungsphase vorliegen, wird vornehmlich durch physikalisch-chemische Wechselbeziehungen zwischen Metallen und den Feststoffen der Bodenmatrix (organische Substanz, Tonminerale, Oxide etc.) bestimmt. Außerdem beeinflussen die Bodenreaktion (pH-Wert), Redoxpotenzial, organische und anorganische Komplexbildner und auch Mikroorganismen Mobilität und Bindungsformen der Metalle in der Bodenlösung. Die meisten Schwermetalle liegen als hydratisierte Ionen (z.B. Cu_2^+ , Cd_2^+), anorganische Ionenpaare (NiSO_4 , CdSO_4), anorganische (z.B. CdCl^+) oder gelöste organische Substanzen (DOM) in Lösung vor.

Das Verhalten von Metallen in Böden lässt sich meist mit Ad- und Desorptionsreaktionen sowie bei starker Bodenbelastung mit Fällungs- und Lösungsreaktionen definierter Metallverbindungen beschreiben.

Im aeroben Milieu bestimmen vorwiegend unspezifische und spezifische Ad- und Desorptionsprozesse die Metallsorption. Im schwach sauren bis alkalischen Milieu liegen Schwermetalle vorwiegend spezifisch gebunden vor. Die spezifische Sorption der Schwermetalle beruht auf der Bildung innersphärischer Komplexe von Metallhydroxiden (MeOH^+) in der Bodenfestphase (pedogene Oxide). Die Bildung der Hydroxokomplexe erfolgt dabei oberflächeninduziert bereits bei niedrigeren pH-Werten als aus Komplexstabilitätskonstanten berechnet. Die spezifische Adsorption an pedogene Oxide nimmt mit zunehmender Stabilität der Schwermetall-Hydroxokomplexe in der Reihenfolge $\text{Cd} < \text{Ni} < \text{Co} < \text{Zn} < \text{Cu} < \text{Pb} \ll \text{Hg}$ zu.

Bei der unspezifischen Sorption werden die Metallkationen elektrostatisch an Kationenaustauscher gebunden. Sie liegen dann in einer durch Alkali- und Erdalkali-Ionen austauschbaren, pflanzenverfügbaren Form vor.

Neben der Bindung an Austauscheroberflächen findet in Böden auch eine sehr langsam ablaufende Diffusion von Cadmium, Nickel, Zink und anderen Schwermetallen in die Kristallgitter von Fe- und Mn-Oxiden und Tonmineralen statt. Die Schwermetalle können auf diese Weise irreversibel festgelegt werden.

Ad- und Desorptionsprozesse von Metallen in Böden können in einfacher Weise durch Adsorptionsisothermen beschrieben werden. Als besonders geeignet hat sich die Freundlichsche Adsorptionsisotherme erwiesen. Die Sorptionskoeffizienten K_F der Schwermetalle nehmen in folgender Reihung zu $Cd < Ni < Cu < Zn < Cr < Pb$. Oberböden weisen 2,4-fach höhere K_F -Werte auf als Unterböden. pH-Wert, Kationenaustauschkapazität, Schwermetall-Gesamtgehalt und Gehalte an organischer Substanz, Ton, Feinschluff und verschiedenen pedogenen Oxiden korrelierten mit den K_F -Werten von Böden.

Viele Untersuchungen belegen den zentralen Einfluss des pH-Wertes auf die Schwermetalladsorption. Mit abnehmendem pH-Wert nimmt die Löslichkeit der Metalle zu. Die Löslichkeit von Cadmium steigt bei pH-Werten unter 6,5, die von Blei bei pH-Werten unter pH 4,0 stark an. Ursache hierfür ist, dass die Metalle unterhalb dieser Bodenreaktion unspezifisch gebunden vorliegen.

Neben dem Boden-pH beeinflussen die Redoxbedingungen die Löslichkeit der Schwermetalle. Unter reduzierenden Bedingungen sind viele Metalle unlöslich, da sie als Schwermetallsulfide ausgefällt (z.B. Blei als PbS) werden.

Chlorid- und in eingeschränktem Maße die Sulfatkonzentrationen der Bodenlösung wirken löslichkeitserhöhend. Ursache dafür ist die Bildung stabiler, wasserlöslicher Chloro-Hg- und Chloro-Cd-Komplexe.

Organische Substanzen wirken in sauren Böden häufig löslichkeitserniedrigend, in neutralen bis alkalischen dagegen löslichkeitserhöhend. Insbesondere Kupfer, Zink, Quecksilber und Blei liegen in sauren A-Horizonten in organischer Bindung vor. Die Mobilisierung von Blei und Cadmium durch organische Substanzen bei pH-Werten > 7 beruht dagegen auf der Bildung löslicher organischer Komplexe. Unter reduzierenden Bedingungen mobilisierten mikrobiell gebildete organische Komplexbildner schon bei schwach saurer Reaktion Cadmium, Blei, Kupfer und Zink.

Arsen, Chrom und Quecksilber verhalten sich in Böden etwas komplexer als die meisten Schwermetalle. Chrom liegt in Abhängigkeit von den Redoxbedingungen in drei- und sechswertiger Form vor. $Cr(III)$ wird stark an Fe-Oxide gebunden, bildet aber auch schwer lösliche Hydroxide. In gut belüfteten Böden kommt Chrom auch in Form von Oxianionkomplexen ($Cr(VI)O_4^{2-}$, $HCrO_4^-$) vor. Im Gegensatz zu $Cr(III)$ Verbindungen wird $Cr(VI)$ als hochtoxisch eingestuft.

In der Bodenlösung ist meist $H_2AsO_4^-$ – die wichtigste Arsenspezies, während H_3AsO_3 nur bei tiefem pH-Wert und niedrigem Redoxpotenzial auftritt.

Daneben können auch Arsenat und Arsenit in der Bodenlösung vorkommen. Unter reduzierenden Bedingungen kann es zur Fällung von Arsensulfiden kommen. Mikroorganismen vermögen Arsen durch Methylierung bzw. Reduzierung in flüchtige Verbindungen wie Dimethylarsin und Arsin umzusetzen. Diese Prozesse tragen jedoch kaum zum Austrag aus Böden bei. Wichtigste Sorbenten sind Eisenoxide. Darüber hinaus sorbieren Tonminerale, Manganoxide und die organische Bodensubstanz Arsen. In Fe-oxidarmen Böden stellen Aluminium- und Calciumverbindungen die wichtigsten Sorbentien dar.

Die As-Konzentrationen in der Bodenlösung hängen von den vorhandenen As-Spezies, der Art und den Gehalten der As-Sorbentien, dem pH-Wert und den Konzentrationen um Sorptionsplätze konkurrierender Anionen ab. Dabei spielt der pH-Wert eine entscheidende Rolle für die As-Löslichkeit. Im Gegensatz zu anderen Schwermetallen steigt die Löslichkeit von As mit ansteigendem pH. Oberhalb von pH 7 kommt es zu einer massiven Freisetzung von As. Die Ursache für diesen pH-Effekt könnten die zunehmend negative Ladung konkurrierender organischer Anionen, die Deprotonierung der Sorbentien als auch die zunehmend negative Ladung des anionischen Arsens (Arsenat und Arsenit) selbst sein.

Das Verhalten von Quecksilber wird durch die Disproportionierungsreaktion $\text{Hg}_2^{2+} = \text{Hg}^{2+} + \text{Hg}^0$ bestimmt. Übergänge zu den einzelnen Oxidationsstufen werden maßgeblich von Mikroorganismen beeinflusst. Hg-Ionen und Hg-Dampf werden von mineralischen und organischen Adsorbentien vorwiegend spezifisch adsorbiert. Die organische Substanz immobilisiert Quecksilber besonders stark. Das Metall bildet dabei kovalente Bindungen mit HS- sowie -S-S-Gruppen. In dieser Form ist es weitgehend vor Verdampfung, Auswaschung sowie Aufnahme durch Pflanzen geschützt.

Zur Beurteilung der ökologischen Bedeutung von Schwermetallanreicherungen in Böden müssen deren Bindungsformen bzw. Löslichkeit ermittelt werden. Zu diesem Zweck wurden häufig angewendete Extraktionsmittel getestet und zu einem sequenziellen Extraktionsverfahren optimiert. Schwermetallgesamtgehalte werden routinemäßig im Königswasserextrakt bestimmt. Die extrahierten Anteile schwanken je nach Element und Mineralbestand des Bodens zwischen 50 und 100%. Anthropogen zugeführte Mengen werden dagegen vollständig gelöst.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wie kann die Herkunft der Schwermetalle sein?
- 2) In welchen Bindungsformen liegen Schwermetalle in Böden vor?
- 3) Liegen die meisten Schwermetalle als hydratisierte Ionen vor?
- 4) Womit lässt sich das Verhalten von Metallen in Böden beschreiben?
- 5) Wie ist ökologische Bedeutung von Schwermetallanreicherungen in Böden?

TEXT 8

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Verlagerung, Austrag

Eine Verlagerung der Metalle hängt wesentlich von den Bodeneigenschaften (pH, eH, KAK, Textur, Gehalt an Humus und pedogenen Oxiden) ab. Für Schwermetalle zeigte sich, dass ihre Bindung auf Aggregatoberflächen weniger fest ist als im Aggregat inneren. Insbesondere atmosphärisch eingetragene Metalle werden in aggregierten Böden an den Aggregatoberflächen in leicht extrahierbaren Formen gebunden. Sie können hier leichter gelöst und verlagert werden.

Leicht verlagerbar sind vor allem gelöste und unspezifisch gebundene Metalle. Zu den in größerem Umfang löslichen Metallen zählen Cadmium und Thallium. Dennoch ist bei der Verlagerung dieser Elemente in Böden eine erhebliche Retardation gegenüber dem Wassertransport gegeben. Als wenig mobil können Blei, Kupfer, Quecksilber und Zink angesehen werden. Dennoch werden sie im Grundwasser gefunden. Mögliche Ursachen hierfür sind die Bildung löslicher organischer Komplexe oder ein partikelgebundener Transport in Makroporen.

Für Ackerböden liegen Schätzungen zum Schwermetallaustrag vor. Über das Sickerwasser werden auf unbelasteten Standorten 0,28 (Cd, Hg) bis 38 g ha⁻¹a⁻¹ (Zn) ausgewaschen. In Waldökosystemen liegen die Austräge wegen des niedrigen pH deutlich höher (bis 20 g Cd bzw. 1500 g Zn ha⁻¹a⁻¹). Austräge über die Ernteabfuhr betragen 0,67 (Cd) bis 173 (Zn) g ha⁻¹a⁻¹.

Neben der vertikalen Verlagerung im Boden kann der Schwermetallaustrag aus Agrarökosystemen durch Erosion beträchtlich sein und meist die überragende Austragsgröße darstellen. Da gleichzeitig Boden abgetragen wird, kommt es durch diesen Prozess allenfalls zu einer geringfügigen Änderung der Bodenkonzentrationen. Bedingt durch die geringe Löslichkeit der Metalle ist die Lösungsfracht mit dem Oberflächenwasser nur sehr gering.

Im Vergleich zu den Eintragsraten sind die Austräge mit Ausnahme der durch Wassererosion möglichen deutlich niedriger. Dies hat zur Folge, dass insbesondere in Belastungsgebieten Schwermetalle in Böden soweit angereichert wurden, dass schädliche Bodenveränderungen vorliegen.

Schwermetallaufnahme und Wirkungen auf Pflanzen

Schwermetalle können durch Depositionen aus der Luft in oder auf oberirdischen Pflanzenteilen angereichert oder über die Wurzeln aus der Bodenlösung aufgenommen werden. Schwermetallanreicherungen über den Luftpfad spielen nur in Emittentennähe bei wenig mobilen Metallen wie z. B. Blei eine Rolle. Inwieweit Pflanzen Schwermetalle aus dem Boden aufnehmen

und dadurch in ihrem Wachstum gestört werden oder für die Nahrung bedenkliche Konzentrationen anreichern, hängt von deren Löslichkeit im Boden sowie der Verlagerung in der Pflanze ab.

Der Transferkoeffizient errechnet sich aus den Schwermetallgesamtgehalten in Pflanze und Boden nach: $TFBP = \text{mg Metall/kg Pflanzentrockenmasse} : \text{mg Metall/kg Boden}$.

In Abhängigkeit von der betrachteten Pflanzenart und dem Bodensubstrat weisen die Transferkoeffizienten weite Bereiche auf. Auch die Koeffizienten einzelner Metalle unterscheiden sich voneinander, teilweise sogar um den Faktor 1000. Elemente wie Arsen, Blei, Chrom und Quecksilber werden aufgrund ihrer starken Bindung im Boden nur in geringen Mengen in Pflanzen aufgenommen, so dass ein Eintritt in die Nahrungskette nur bei sehr hohen Bodenbelastungen zu befürchten ist. Auch für den Pflanzenwuchs kritische Gehalte dürften nur in Einzelfällen erreicht werden.

Als mobil bzw. gut pflanzenaufnehmbar müssen dagegen mit Transferfaktoren von 0,03 bis 10 Cadmium, Thallium und Zink eingestuft werden. Mit Ausnahme von Zink dürften selbst auf belasteten Böden jedoch kaum Pflanzenschäden auftreten, da die normalen Pflanzenkonzentrationen stark von den für den Pflanzenwuchs kritischen abweichen.

Bei Überschreiten von Grenz- und Richtwerten für Futtermittel und Nahrungsmittel in den Pflanzen muss mit einer Gefährdung von Tieren und Menschen gerechnet werden. Betrachtet man die für Tierfutter als kritisch angesehenen Metallgehalte von Pflanzen, so zeigt sich, dass diese für Cadmium und Thallium deutlich unter den phytotoxisch relevanten Konzentrationen liegen. Dies bedeutet, dass Cd- und Tl-kontaminierte Pflanzen keine Schadsymptome zeigen und sich äußerlich nicht von gesunden Pflanzen unterscheiden. Für Blei, Kupfer, Quecksilber, Nickel und Zink liegen die Abstände zwischen phyto- und zootoxischen Schadschwellen in den Pflanzen zwar nicht weit auseinander, konkrete Probleme sind bisher jedoch nur durch Kupfer bei Wiederkäuern aufgetreten.

Untersuchungen zur Schwermetallverfügbarkeit in belasteten Böden zeigten, dass verschiedene Pflanzenarten Schwermetalle unterschiedlich stark aus dem Boden aufnehmen. Auch zwischen den Sorten einer Art sowie einzelnen Pflanzenteilen können Unterschiede bestehen. Blattgemüse wie Spinat, Kopfsalat, Mangold, Endivien akkumulieren Schwermetalle wesentlich stärker als Gräser (Getreide) und Bohnen, zweikeimblättrige Pflanzen generell stärker als einkeimblättrige. Bei Blattgemüsen besteht zusätzlich eine erhöhte Kontaminations- gefahr durch Ablagerung schwermetallhaltiger Stäube auf den Sprossen.

Wurzeln und Blätter weisen häufig hohe, Stängel, Früchte und Körner geringe Metallgehalte auf. Insbesondere Blei, Chrom und Quecksilber werden in den Wurzeln akkumuliert und kaum in oberirdische Pflanzenteile verlagert. Die pflanzeninterne Retention der Schwermetalle auf ihrem Wege in Früchte und

Samen verhindert so einen Eintrag der Schwermetalle aus dem Boden in Viehfutter und Nahrungsmittel.

Einige Pflanzen vermögen Schwermetalle über das normale Maß hinaus im Spross anzureichern. Sie werden als Hyperakkumulator-Pflanzen bezeichnet. Kriterium für die Klassifizierung sind die Metallgehalte in Blättern. Sie betragen für Cadmium $> 0,01 \text{ mg kg}^{-1} \text{ mT}$, für Kupfer, Blei und Nickel $> 0,1 \text{ mg kg}^{-1} \text{ mT}$ und für Zink und Mangan $> 1,0 \text{ mg kg}^{-1} \text{ mT}$. Hyperakkumulatorpflanzen wurden auf Böden mit «natürlich» hohen Schwermetallgehalten in der Umgebung von Erzlagerstätten gefunden. Sie gehören u. a. zu den Gattungen Thlaspi und Alyssum (Zn-Akkumulatoren). Vielfach wurde versucht, diese Pflanzen zur Sanierung schwermetallkontaminierter Böden (Phytoremediation) einzusetzen. Die Entzugsraten dieser Pflanzen waren wegen der geringen Biomassebildung jedoch sehr gering.

Zum Schutz von Mensch und Tier wurden in der Deutschen Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung Prüf- und Maßnahmenwerte für den Pfad Boden–Pflanze erlassen. Sie wurden unterteilt in Werte zum Schutz der Pflanzenqualität und Wachstumsbeeinträchtigungen auf Ackerbauflächen und Pflanzenqualität auf Grünlandflächen.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wovon hängt eine Verlagerung der Metalle wesentlich ab?
- 2) Welche Metalle sind leicht verlagerbar?
- 3) Liegen Schätzungen zum Schwermetallaustrag für Ackerböden vor?
- 4) Wodurch können Schwermetalle angereichert und aufgenommen werden?
- 5) Wie wird der Transferkoeffizient errechnet?

TEXT 9

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Wirkungen auf Bodenorganismen

Einige Schwermetalle, darunter Kupfer, Zink, Eisen und Mangan, sind essenzielle Mikronährstoffe für Bodenmikroorganismen. Konzentrationen von $1...100 \mu\text{g g}^{-1}$ Biomasse sind ausreichend. Positive Effekte auf Stickstoff fixierende Bakterien wurden mit Kobalt erzielt. Vanadium und Nickel sind ebenfalls essenziell.

Liegen Schwermetalle in erhöhten Konzentrationen vor, können sie mikrobielle Populationen empfindlich stören. Sowohl Reduktionen der mikrobiellen Biomasse als auch Aktivitätshemmungen wurden beobachtet. Nahezu alle die mikrobielle Aktivität kennzeichnenden Parameter (Enzymakti-

vitäten, Mineralisation) werden durch Schwermetalle reduziert. Dies hat zur Folge, dass wesentliche Umsetzungsprozesse wie Abbau und Umsetzung organischer Substanz oder die Mineralisation von Stickstoff empfindlich gehemmt werden. Außerdem verändern Schwermetalle das Artenspektrum zugunsten resistenter Spezies. Viele Untersuchungen wiesen auf Abnahmen der Bakterien- und Actinomycetenpopulation zugunsten von Pilzen hin. Andere zeigten dagegen, dass auch Pilze empfindlich auf Schwermetalle reagieren. Die Resistenz der Mikroorganismen beruht auf deren Fähigkeit, die Toxizität der Metalle durch Bindung oder Ausfällung an den Zelloberflächen, Biomethylierung (z.B. As), Biosynthese intrazellulärer Polymere oder Oxidation herabzusetzen. Die Zeit, die für die Ausbildung einer Schwermetallresistenz benötigt wird, kann stark variieren. In einigen Untersuchungen bildeten sich schwermetalltolerante Bakteriengemeinschaften innerhalb weniger Tage, in anderen wurden mehrere Jahre benötigt.

Wirkungen der Schwermetalle auf Bodenmikroorganismen und mikrobielle Prozesse werden von physikochemischen Eigenschaften der Böden beeinflusst. Die Toxizität der Schwermetalle selbst ist spezifisch und nimmt in folgender Reihe ab: $\text{Hg} > \text{Cr}, \text{Co}, \text{Cd}, \text{Cu} > \text{Ni}, \text{Pb}, \text{Zn}$.

Zwischen den höchsten Konzentrationen, die keine Hemmung bewirkten («No-Effect-Level»), und den Konzentrationen, bei denen immer Aktivitätsverluste festgestellt wurden, liegt ein weiter Bereich. Dieser kann mit der modifizierenden Wirkung abiotischer und biotischer Bodeneigenschaften sowie mit der Datenerhebung (Laborversuch vs. Freilanduntersuchung) erklärt werden. Da Mikroorganismen nur gelöste Metallspezies aufnehmen, sind die Wirkungsschwellen in stark sorbierenden Böden höher als in schwach sorbierenden. Häufig konnten positive Korrelationen zwischen effektiven Konzentrationen (z.B. EC50) und Gehalten an organischer Substanz und der Kationenaustauschkapazität festgestellt werden. Hinsichtlich der Bindungsform der Metalle wird angenommen, dass hydratisierte Metallionen stärker toxisch wirken als Schwermetallkomplexe.

Obwohl die Löslichkeit der Schwermetalle eine entscheidende Rolle für die Verfügbarkeit darstellt, konnte in einigen Untersuchungen gezeigt werden, dass mit zunehmendem pH-Wert und abnehmender Metalllöslichkeit die EC50-Werte abnahmen. Dieser u. a. für Zink beobachtete Effekt wurde mit einer $\text{H}^+ / \text{Zn}^{++}$ Konkurrenz an den Zellmembranen erklärt. Der Boden-pH hat offenbar eine gegensätzliche Wirkung auf die Zn-Löslichkeit und –Toxizität.

Wirkungen von Schwermetallen auf Bodenmikroorganismen und die von ihnen bewerkstelligten Umsetzungsprozesse wurden häufig in Laborexperimenten untersucht. Dabei werden den Böden steigende Mengen an Schwermetallsalzen zugesetzt und deren Wirkung im Vergleich zu einer unbelasteten Kontrolle untersucht. Geländeuntersuchungen beziehen sich auf künstlich (Feldversuche) oder «natürlich» kontaminierte Standorte (Böden in unmittelbare Umgebung von Emittenten). Bei letzteren werden Proben in zunehmenden

Abständen von Emittenten gezogen. Natürlich kontaminierte Böden haben gegenüber Labor- und Feldversuchen den Nachteil, dass die Böden häufig mit einer Mischung mehrere Schwermetalle (z.B. Messinghütten (Cu + Zn), Klärschlammanwendung) kontaminiert sind und sich die Wirkungen einzelner Metalle nicht nachweisen lassen. Vergleichende Bodenuntersuchungen an Proben unter feuerverzinkten Hochspannungsmasten und künstlich mit ZnCl₂ kontaminierten Böden zeigten, dass die Wirkungsschwellen um Zehnerpotenzen voneinander abweichen können. Diese Unterschiede wurden u.a. mit den extremen Unterschieden der Zinkkonzentrationen in den Bodenlösungen erklärt. Die Übertragbarkeit von Laborversuchsergebnissen auf Feldbedingungen wurde in Frage gestellt.

Andere Untersuchungen wiesen darauf hin, dass frische (Zusatz von Schwermetallsalz) und gealterte (Zusatz von metallbelastetem Boden) Kontaminationen an ein und demselben Boden bei annähernd gleicher Bodenlösungskonzentration die gleichen Effekte hervorrief.

Bodentiere können Schwermetalle über die Bodenluft, Bodenlösung oder durch Direktaufnahme inkorporieren. Während Insekten, Spinnen oder Tausendfüßler, die alle über eine «harte» Körperoberfläche (chitinhaltige Cuticula) verfügen, die Metalle primär über die Nahrung aufnehmen (d.h. die Resorption erfolgt im Darm) erfolgt bei weichhäutigen Tieren (z.B. Regenwürmer oder Enchyträen) die Aufnahme hauptsächlich über die Haut.

Auf diesem Weg reichern Regenwürmer Cadmium und Zink am stärksten an. Bioakkumulationsfaktoren (BAF = Konzentration Tier / Konzentration Boden) betragen für diese Metalle maximal 40 (Zn) und 12 (Cd). Mit zunehmender Metallkonzentration im Boden nehmen die BAF deutlich ab. Andere toxische Elemente wie Blei, Quecksilber und Kupfer liegen in der Biomasse der Tiere weit unter den Gehalten in Böden, wofür neben artspezifischen Speicherungs- oder Extraktionsmaßnahmen auch populationspezifische Anpassungsreaktionen verantwortlich sein können.

Häufig wurden Wirkungen auf Regenwürmer, Ringelwürmer (Enchyträen), Nematoden und Springschwänze (Collembolen) untersucht. Oft unterscheiden sich diese Organismen in ihrer Sensitivität gegenüber einem Metall um Größenordnungen, wobei selbst relativ nah verwandte Arten (z. B. Regenwürmer und Enchyträen) durchaus verschiedene Reaktionen zeigen können.

Bei Chemikaliientests werden Kompostwürmer (*Eisenia fetida*) verwendet, da sich diese Art leicht züchten lässt. In Anlehnung an die Vorschriften der Internationalen Organisation für Standardisation (ISO) und der OECD wird für diese Tests häufig ein Kunstboden bestehend aus einer Mischung von Torf, Kaolinit und Seesand (Verhältnis: 1 : 2 : 7) bei Toxizitätstests eingesetzt. In Akuttests, in denen die Mortalität der Tiere nach 14 Tagen Exposition gemessen wird, reagieren die Regenwürmer deutlich unempfindlicher als in Reproduktionstests mit einer Dauer von 56 Tagen. Aus diesem Grund ist, nicht

nur bei Regenwürmern sondern auch für andere Bodentiere wie Collembolen, die Durchführung von chronischen Reproduktionstests zu empfehlen.

Auffallend ist, dass neben den in den OECD- oder ISO-Richtlinien aufgeführten «Standardtestspezies» wie dem Kompostwurm *Eisenia fetida* oder dem Collembolen *Folsomia candida* häufig eine hohe Empfindlichkeit bei Arten gefunden wurde, die direkt aus dem Freiland entnommen wurden (z. B. den Regenwürmern *Lumbricus terrestris* oder *Aporrectodea caliginosa*). Daraus ist zu schließen, dass die Werte den Schutz des Ökosystems Boden nur bedingt gewährleisten, da bei Testung weiterer Arten sehr wahrscheinlich noch empfindlichere Reaktionen gefunden würden. Dazu passt, dass sich das regionale Verschwinden von Bodentieren (der südfranzösischen Regenwurmngattung *Scherotheca* sp.) auf die Wirkung der Schwermetalle Blei und Kupfer aufgrund menschlicher Aktivitäten (Bergwerke) zurückführen lässt.

Auf der anderen Seite ist darauf hinzuweisen, dass die in Labortests gefundenen Wirkungsschwellen häufig auf Tests mit «frisch» in den Boden gemischten Metallsalzen beruhen. Unter realen Bedingungen im Freiland liegen die Metalle aber meist «gealtert» vor, d. h. sie waren für lange Zeit den Einflüssen von Klima und Bodeneigenschaften ausgesetzt. In vielen Fällen führt diese Alterung zu einer verringerten Bioverfügbarkeit der Metalle und damit zu einer geringeren Toxizität. Auf der anderen Seite kann es unter realen Bedingungen, wo nur in den seltensten Fällen ein Schwermetall allein in einem Boden vorliegt, zu Interaktionen zwischen verschiedenen Kontaminanten (neben Metallen auch organische Chemikalien wie PAK) kommen, die wiederum eine erhöhte Toxizität zur Folge haben können. Aufgrund dieser Komplexität ist für die Beurteilung der Wirkung von Schwermetallen im Freiland möglichst eine Anzahl von Tests mit verschiedenen Arten unter den realen Bedingungen des zu beurteilenden Standorts durchzuführen.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1) Welche Schwermetalle sind essenzielle Mikronährstoffe für Bodenmikroorganismen?

2) Welche Konzentrationen der Schwermetalle sind ausreichend?

3) Wozu führen erhöhte Konzentrationen der Schwermetalle?

4) Werden Wirkungen der Schwermetalle auf Bodenmikroorganismen und mikrobielle Prozesse von physikochemischen Eigenschaften der Böden beeinflusst?

5) Wo und wie werden Wirkungen von Schwermetallen auf Bodenmikroorganismen untersucht?

TEXT 10

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Salze

Die Schadwirkung löslicher Salze auf das Pflanzenwachstum kann auf spezifische und osmotische Wirkungen zurückgeführt werden. Spezifische Wirkungen können bereits bei niedriger Konzentration eines Ions in der Bodenlösung auftreten, wenn die Toxizitätsgrenze überschritten wird. Daneben können die im Überschuss vorhandenen löslichen Kationen und Anionen durch Ionenkonkurrenz die Aufnahme von Nährstoffen durch die Pflanze soweit erniedrigen, dass Salzsäden durch Nährstoffmangel entstehen. Dies kann z.T. durch eine Ausgleichsdüngung korrigiert werden. Osmotische Wirkungen treten erst bei hoher Gesamtkonzentration der Salze auf. Die einzelnen Pflanzenarten reagieren hierbei in verschiedener Weise. Relativ salztolerant sind z.B. Gerste und Zuckerrüben), salzempfindlich z.B. Erbsen, Bohnen, Rotklee und Azaleen; außerdem sind z.T. junge Pflanzen empfindlicher als ältere.

Als ein Maß für den ökologisch wirksamen Salzgehalt der Böden wird meist die elektrische Leitfähigkeit (EC) im Bodensättigungsextrakt bestimmt und in mS m^{-1} angegeben. Bei empfindlichen Pflanzen (Erbsen, Bohnen) können Salzsäden bereits bei einer EC von 2 mS m^{-1} bzw. bei einem osmotischen Druck von 72 kPa auftreten. Bei $> 4 \text{ mS m}^{-1}$ ($> 144 \text{ kPa}$) entsprechend einem Salzgehalt von $> 3 \text{ g l}^{-1}$ Sättigungsextrakt werden die meisten Kulturpflanzen geschädigt.

Hohe natürliche Salzgehalte finden sich in Watten und Nassstränden, Salz-Rohmarschen sowie in Salzböden arider Gebiete und verfügen über eine daran angepasste halophile Vegetation. Eine hohe Salzkonzentration kann auch im Frühjahr in der Ackerkrume entstehen, wenn mit der Düngung eine hohe Zufuhr von leicht löslichen Salzen (Chloride, Nitrate) erfolgt und nur geringe Niederschläge fallen. So wurde nach einem niederschlagsarmen Herbst und Winter in 8 von 100 Bodenproben aus der Ackerkrume von Lössböden eine Salzkonzentration im Sättigungsextrakt von $2,5 \dots 3,9 \text{ g l}^{-1}$ (vorwiegend Chloride) festgestellt und hieraus ein osmotischer Druck von $180 \dots 380 \text{ kPa}$ errechnet. Da aber der Wassergehalt der Böden während der Vegetationsperiode meist erheblich tiefer liegt als im Sättigungsextrakt, ergibt sich für die Bodenlösung unter natürlichen Bedingungen ein höherer osmotischer Druck, der zu Wachstumsschäden der Pflanzen führen kann.

In Trockengebieten der Erde kommt es vor allem beim Bewässerungslandbau leicht zu Salzsäden. Selbst salzarmes Bewässerungswasser kann zu erhöhten Salzkonzentrationen im Wurzelraum von Kulturpflanzen führen, wenn dem nicht periodisch durch überhöhte Wassergaben entgegen gewirkt wird. Das setzt aber zum einen ausreichend tiefe

Grundwasserstände voraus. Außerdem müssen die Böden ausreichend wasserdurchlässig sein. Dem genügen meist sandige Böden eher als lehmige bis tonige Böden.

Ein weiteres Beispiel für Salzsäden sind die in gemäßigten Breiten während des Winters durch Streusalze (hauptsächlich NaCl) verursachten Bodenveränderungen und damit Vegetationssäden an Straßenrändern. Als Salzsymptome sind an der Straßenrandvegetation verzögerter Blattaustrieb, Blattnekrosen, vorzeitiger Laubfall und in extremen Fällen Absterben von Pflanzen festzustellen.

Durch die Salzapplikation findet auch eine erhebliche Beeinflussung der Böden bis zu 5...10 m neben dem Fahrbahnrand statt («Straßenrandböden»). Die NaCl-Zufuhr bewirkt in Böden einen Austausch von vorwiegend Ca- und Mg-Ionen durch Na-Ionen, sodass die Na-Sättigung der Straßenrandböden häufig Werte von 10...20% erreicht. Dadurch findet eine Alkalisierung der Böden mit einem Anstieg der pH-Werte bis in den alkalischen Bereich statt, und Salz-Natriumböden werden gebildet. Im humiden Klima Mitteleuropas findet vom Frühjahr bis Herbst eine beträchtliche Auswaschung des leicht löslichen NaCl wie auch der durch Na-Eintausch freigesetzten Nährstoffkationen (vor allem Ca, Mg und K) statt. Durch die hohe Na-Belegung der Austauscher neigen Straßenrandböden zu Verschlammung und Dichtlagerung und sind durch einen ungünstigen Luft- und Wasserhaushalt sowie eine reduzierte Nährstoffaufnahme gekennzeichnet. Da Straßenrandböden häufig aus künstlichen Auftragungen bzw. anthropogenen Deckschichten bestehen und beim Bau der Straßen verdichtet wurden, ist es jedoch schwierig, Verdichtungen auf die Wirkung von Na-Ionen zurückzuführen. Lagerungsdichten innerstädtischer Straßenrandböden weisen eine hohe Variationsbreite (sehr gering bis sehr hoch) auf. Die Mittelwerte liegen im Bereich 1,4...1,75 g cm⁻³.

Seit 1963 wird in Deutschland Streusalz verwendet. Der jährliche Verbrauch ist vom Witterungsgeschehen abhängig. Von 1964 bis 1990 wurden in Deutschland (alte Länder) 0,4...3,2 10⁶ t a⁻¹ abgesetzt. In den letzten Jahren ist der Streusalzverbrauch in vielen Städten drastisch gesenkt worden.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Worauf kann die Schadwirkung löslicher Salze auf das Pflanzenwachstum zurückgeführt werden?
- 2) Was wird als ein Maß für den ökologisch wirksamen Salzgehalt der Böden angegeben?
- 3) Wo finden sich hohe natürliche Salzgehalte?
- 4) Warum kann eine hohe Salzkonzentration im Frühjahr in der Ackerkrume entstehen?
- 5) Nennen Sie die Beispiel für Salzsäden.

TEXT 11

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Radionuklide

Radionuklide sind natürliche Bestandteile von Mineralen und damit von Gesteinen und Böden. Da sie darüber hinaus – natürlich oder künstlich erzeugt – in der Atmosphäre vorkommen, gelangen sie auch über sie in die Böden und können sich dort anreichern. Die beim radioaktiven Zerfall emittierte Strahlung kann eine Schädigung von Pflanzen, Tieren und Menschen bewirken.

Die Eigenschaft bestimmter Nuklide (Atomkernarten), sich von selbst ohne äußere Einwirkung umzuwandeln, wird als Radioaktivität bezeichnet. Von den bisher bekannten etwa 2800 verschiedenen Nukliden, die Isotope der 115 chemischen Elemente darstellen, sind nur 264 stabil; alle anderen wandeln sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit nach z.T. mehrfachen radioaktiven Veränderungen in stabile Isotope um. Die beim Zerfall freiwerdende Energie wird als kurzweilige elektromagnetische Strahlung (γ -Strahlen) und/oder als Korpuskularstrahlung in Form von Teilchen (α -, β^+ -, β^- - oder Neutronenstrahlen) abgegeben. Die verschiedenen Strahlenarten verhalten sich sehr unterschiedlich im Hinblick auf ihr Durchdringungsvermögen ($\gamma \gg \beta > \alpha$) und ihre biologischen Wirkungen (α - und β^- -Strahlen schädigen stärker als β^+ - und γ -Strahlen). Als Oberbegriff für die verschiedenen Strahlungsarten dient heute die Bezeichnung ionisierende Strahlung.

Die Geschwindigkeit der Umwandlungen ist durch die Halbwertszeit (HWZ, $T_{1/2}$) charakterisiert, die für jedes Isotop eine spezifische Größe darstellt. Die HWZ schwankt in extrem weiten Grenzen vom Femtosekundenbereich (z. B. ^8Be : $2 \cdot 10^{-16}$ s) bis zu geologischen Zeiträumen (z. B. ^{128}Te : $7,2 \cdot 10^{24}$ a). Verschiedene Radionuklide mit unterschiedlichen Halbwertszeiten werden bei ausreichenden Gehalten in Böden und Gesteinen für eine radiometrische Altersbestimmung verwendet. In der Bodenkunde ist die ^{14}C -Methode von besonderer Bedeutung; sie erlaubt Datierungen für Zeiträume von einigen hundert bis zu etwa 40000 Jahren. Geologische Zeiträume erschließen sich z. B. mit der Kalium-Argon- oder der Rubidium-Strontium-Methode.

Die längsten HWZ haben einige natürliche Radionuklide, die seit der Entstehung der Erde vorhanden sind und deshalb als primordial bezeichnet werden; dazu gehören die Elemente der drei Zerfallsreihen von ^{238}U , ^{235}U und ^{232}Th mit insgesamt 47 Nukliden sowie 25 weitere langlebige Nuklide, von denen dem Kaliumisotop ^{40}K aufgrund seiner Allgegenwart in Böden und der vergleichsweise hohen spezifischen Aktivität eine besondere Bedeutung zukommt.

Andere natürliche Radionuklide entstanden und entstehen durch den Beschuss mit hochenergetischer kosmischer Strahlung (z.B. ^3H , ^{14}C). Daneben existieren die mittels Kernreaktionen künstlich erzeugten Radionuklide, die sich prinzipiell von allen Elementen herstellen lassen. Viele dieser Stoffe werden in verschiedenen Bereichen der Forschung und Technik sowie in der

Strahlenmedizin eingesetzt; andere werden bei Kernwaffenexplosionen oder beim Betrieb kerntechnischer Anlagen freigesetzt. Gemeinsam ist allen diesen Stoffen, dass die von ihnen emittierten ionisierenden Strahlen in Organismen und damit auch im menschlichen Körper Zellveränderungen auslösen, die wiederum Krebserkrankungen oder Erbschäden verursachen können.

Um die Aktivität einer radioaktiven Quelle zu kennzeichnen, wird seit 1986 international die SI-Einheit Becquerel ($\text{Bq} = \text{Anzahl der Kernzerfälle pro Sekunde}$) verwendet. Daneben wird zur Abschätzung der Wirkung ionisierender Strahlen auf lebende Zellen die Äquivalentdosis bzw. Organdosis verwendet; als Maß dient die Einheit Sievert (Sv). Die Organdosis ist das Produkt aus der von ionisierenden Strahlen gelieferten Energiedosis (Gray, Gy; absorbierte Strahlungsenergie pro Masse) und dem Strahlungswichtungsfaktor WR, der die unterschiedliche biologische Wirksamkeit verschiedener Strahlenarten in den einzelnen menschlichen Organen quantifiziert (z. B. $\text{WR} = 20$ für α -Strahlen und ≤ 1 für β - und γ -Strahlen).

Geogene Radioaktivität von Böden und Gesteinen

Böden haben ihren Bestand an Radionukliden im Wesentlichen vom jeweiligen Ausgangsgestein ererbt. Die Gesteine enthalten eine Vielzahl radioaktiver Stoffe in unterschiedlichen Konzentrationen und in regional großer Variation. Die mengenmäßig größten Anteile nehmen die oben erwähnten Nuklide natürlichen Ursprungs ein. Eine höhere natürliche Radioaktivität ist kennzeichnend für K-reiche, mithin feldspat-, glimmer- und/oder illitreiche Gesteine; deshalb ist die Radioaktivität in sauren Magmatiten höher als in basischen, in illitreichen Tonen und Tongesteinen höher als in smectit- oder kaolinitreichen sowie in silicatreichen Sanden oder Sandsteinen höher als in quarzreichen.

Ebenso können phosphatreiche Gesteine und Böden eine über dem Durchschnitt liegende Strahlung aufweisen. Für Rohphosphate aus Marokko wurden spezifische Aktivitäten von 1800 Bq kg^{-1} für ^{226}Ra , 20 Bq kg^{-1} für ^{232}Th und 700 Bq kg^{-1} für ^{40}K genannt. Da in Deutschland in vielen Böden Illite in der Tonfraktion dominieren, ist die natürliche Radioaktivität oft um so höher, je höher die Tongehalte der Böden sind.

Gesteine und Böden sind die primäre Quelle für das radioaktive Edelgas Radon. In allen drei Zerfallsreihen durchlaufen die Radionuklide die Kernladungszahl 86 (= Radon), wobei drei Isotope entstehen (^{219}Rn : HWZ 3,96 s; ^{220}Rn : HWZ 55,6 s; ^{222}Rn : HWZ 3,82 d). Als inertes Edelgas reagiert Radon nicht mit festen Bodenbestandteilen; über luftgefüllte Poren strömt es in die Atmosphäre, wo es letztlich in stabile Pb-Isotope umgewandelt wird, die über Aerosole mit den Niederschlägen wieder in benachbarte Böden gelangen. ^{222}Rn ist nach Inhalation die dominierende Komponente der natürlichen Strahlenexposition des Menschen. Bei Rn-Aktivitäten in der Bodenluft von häufig einigen Tausend bis über einer Million Bq m^{-3} können schon kleine

Undichtigkeiten in Gebäuden gegenüber dem Baugrund erhöhte Rn-Konzentrationen in Häusern verursachen.

Vor allem in Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen ergibt sich eine deutliche regionale Differenzierung der Rn-Gehalte in der Bodenluft. Hohe Werte treten z.B. in den Granitgebieten Ostbayerns, des Schwarzwaldes und des Erzgebirges auf, während im norddeutschen Tiefland niedrige Werte vorherrschen.

Nach vorläufigen Schätzungen ist auf etwa 9% der Fläche Deutschlands mit Rn-Aktivitäten von über 100 kBq m⁻³ Bodenluft zu rechnen. Bei diesen Gehalten treten in älteren Häusern gehäuft Überschreitungen der Rn-Richtwerte für Wohnräume auf (Empfehlung der Europäischen Kommission: 200 Bq m⁻³ als Planungsniveau für Neubauten, 400 Bq m⁻³ als Aktionsniveau für bestehende Häuser).

Der Abbau und die Aufbereitung uranhaltigen Gesteins ist lokal bis regional die Ursache für eine erhöhte Strahlung von Böden und Gewässern. Dabei stellen die Rückstände aus der Erzaufbereitung (Tailings), die u.a. den größten Teil des im Erz vorhandenen Radiums enthalten, die größte Gefährdung dar. Im Bereich intensiv genutzter Lagerstätten sind dementsprechend z.T. Erhebliche Umweltbelastungen dokumentiert worden (insbesondere in Australien, Kanada, USA, Kasachstan, Niger). In Deutschland finden sich Lagerstätten im Erzgebirge, Schwarzwald und im Nordosten Bayerns.

Stark im Blickpunkt des öffentlichen Interesses standen und stehen etwa 1200 Quadratkilometer radioaktives Verdachtsgebiet, das die ehemalige sowjetisch-deutsche Wismut AG im Städtedreieck Gera–Zwickau–Chemnitz hinterlassen hat.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Was sind Radionuklide?
- 2) Kann die beim radioaktiven Zerfall emittierte Strahlung eine Schädigung von Pflanzen, Tieren und Menschen bewirken?
- 3) Was wird als Radioaktivität bezeichnet?
- 4) Wovon haben Böden ihren Bestand an Radionukliden ererbt?
- 5) Worin ergibt sich eine deutliche regionale Differenzierung der Rn-Gehalte in der Bodenluft?

TEXT 12

1. Lesen Sie den Text und übersetzen Sie ihn mit Hilfe des Wörterbuches.

Einträge, Bodenstrahlung, Strahlenexposition

Zusätzlich zum geogenen Radionuklid-Inventar der Böden erfolgt ein weiterer Eintrag natürlicher radioaktiver Stoffe durch kosmogene Nuklide wie ³H und ¹⁴C, die unter anderem über Niederschläge oder eine Aufnahme durch die Pflanzen in die Böden gelangen. Auch durch natürliche Wald- und

Steppenbrände sowie die Verbrennung von Kohle und anderen fossilen Energieträgern werden natürliche radioaktive Stoffe, z.B. Isotope von Kalium, Kohlenstoff, Uran und Thorium, freigesetzt und erreichen über den Luftpfad die Pedosphäre. Schließlich werden über Kalium- und Phosphatdüngemittel Radionuklide in Böden eingetragen.

Alle hier aufgeführten Eintragungspfade für natürliche Radionuklide sind jedoch in Relation zu den gesteinsbürtigen Mengen von geringer Bedeutung. So konnte z.B. in der Nähe von Kohlekraftwerken kein signifikanter Anstieg der Gehalte an ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{137}Cs und ^{40}K in Böden nachgewiesen werden. Eine Phosphatgabe von 45 kg P ha^{-1} ergab für die Radioisotope von K, Th und U eine spezifische Aktivität von $26,5 \text{ Bq m}^{-2}$, was im Vergleich zur natürlichen Radioaktivität der entsprechenden Ackerkrume (85850 Bq m^{-2}) einer Erhöhung der Strahlung um $0,03 \%$ entsprach. In ähnlicher Weise errechnet sich aus einer Kaliumgabe von 85 kg K ha^{-1} bei einem typischen K-Vorrat in der Ackerkrume von etwa 90000 kg ha^{-1} ein Anstieg des K-Gehaltes und damit auch der ^{40}K -Aktivität um weniger als $0,1\%$.

Neben den natürlich vorkommenden Radionukliden sind etwa seit Mitte des 20. Jahrhunderts durch oberirdische Kernwaffenexplosionen (1945...1981; überwiegend 1951...1962) und den Betrieb kerntechnischer Anlagen künstliche Radionuklide in die Umwelt und damit auch in die Böden eingetragen worden. Aufgrund sehr raschen Zerfalls sind die meisten der dabei auftretenden Nuklide mittelbis langfristig ohne Bedeutung. Mehrere Jahrzehnte nach ihrer Entstehung noch nachweisbar sind dagegen ^{137}Cs (HWZ $30,2 \text{ a}$) und ^{90}Sr (HWZ $28,5 \text{ a}$). Die Böden im direkten Umkreis der Kernwaffenversuche wurden besonders stark kontaminiert (bis 50% der gesamten Aktivität im 100 km Umkreis).

Feinere radioaktive Schwebstoffe und Aerosole wurden bis in Höhen von 50 km gehoben und führten global zu erhöhten ^3H -, ^{137}Cs - und ^{90}Sr -Einträgen mit den Niederschlägen. Störfälle in Kernkraftwerken führten ebenfalls zur Emission großer Mengen radioaktiver Stoffe. Von den zahlreichen Störfällen nehmen die von Windscale in England (1957) und Tschernobyl in der Ukraine (1986) eine besondere Stellung ein. In Windscale wurden ca. $7,4 \cdot 10^{14} \text{ Bq } ^{131}\text{I}$, $4,4 \cdot 10^{13} \text{ Bq } ^{137}\text{Cs}$, $1,2 \cdot 10^{13} \text{ Bq } ^{106}\text{Ru}$ und $1,2 \cdot 10^{15} \text{ Bq } ^{133}\text{Xe}$ freigesetzt. Beim Reaktorunglück von Tschernobyl im April 1986 wurden u. a. $2,6 \cdot 10^{17} \text{ Bq } ^{131}\text{I}$ und $2,8 \cdot 10^{16} \text{ Bq } ^{137}\text{Cs}$ ausgestoßen und überwiegend über Europa verteilt. In Deutschland schwankten die Einträge in die Böden je nach Windverhältnissen, Niederschlagsverteilung und Höhenlage zwischen etwa 20.000 und $280.000 \text{ Bq m}^{-2}$. Besonders hoch belastet wurden Teile des Bayerischen Waldes, des Alpenvorlandes und Schwabens.

Für die nördliche Hemisphäre und das erste Jahr nach der Katastrophe wurde eine effektive Dosis für die Gesamtbevölkerung von 200.000 Sv (bis zum Jahr 2036: 600.000 Sv) berechnet. Rund 70% der effektiven Dosis entfällt dabei auf ^{137}Cs , 20% auf ^{134}Cs und 6% auf ^{131}I .

Die in Böden beim Zerfall radioaktiver Stoffe emittierten ionisierenden Strahlen werden als Bodenstrahlung (z.T. auch terrestrische Strahlung) bezeichnet. Infolge der unterschiedlichen Radionuklidgehalte der Gesteine bzw.

Böden variiert die Bodenstrahlung regional in gewissen Grenzen. Die Strahlungswerte spiegeln dabei z.T. die Bodenartenverteilung wider, da vor allem illitische Tonminerale eine höhere und quarzreiche, sandige Substrate eine niedrigere Radioaktivität aufweisen. Deshalb werden auch die niedrigsten Werte in den Sander-Landschaften Norddeutschlands gemessen (Brandenburg: 0,18 mSv a⁻¹, Berlin: 0,19 mSv a⁻¹, Mecklenburg-Vorpommern: 0,22 mSv a⁻¹), während die höchste Bodenstrahlung in Bayern (0,42 mSv a⁻¹), Rheinland-Pfalz (0,42 mSv a⁻¹) und im Saarland (0,49 mSv a⁻¹) auftritt. Für das Jahr 1999 wurde vom Bundesamt für Strahlenschutz ein bundesweiter Mittelwert von 0,40 mSv a⁻¹ veröffentlicht.

Die Bodenstrahlung bildet zusammen mit der Höhenstrahlung (im Mittel 0,3 mSv a⁻¹) sowie der Inkorporation radioaktiver Stoffe über Inhalation (1,4 mSv a⁻¹) und Ingestion (0,3 mSv a⁻¹) die natürliche Strahlenexposition, die sich in ihrer Summe im Jahre 1999 auf 2,4 mSv a⁻¹ belief.

Das inhalativ aufgenommene Radon und seine kurzlebigen Folgeprodukte liefern damit den Hauptbeitrag zur Strahlenbelastung aus natürlichen Quellen. Die mittlere effektive Dosis durch künstliche Strahlung (2 mSv a⁻¹) wird zu über 99% durch die Anwendung ionisierender Strahlen in der Medizin, insbesondere durch die Röntgendiagnostik, verursacht.

Die Beiträge durch kerntechnische Anlagen in Deutschland sowie durch die Kernwaffenexplosionen von 1945 bis 1981 sind mit jeweils < 0,01 mSv a⁻¹ sehr gering. Die durch den Unfall in Tschernobyl ausgelöste mittlere Strahlenexposition ging von 0,11 mSv a⁻¹ im Jahr 1986 auf weniger als 0,02 mSv a⁻¹ im Jahr 1999 zurück. Sie ist fast ausschließlich durch die Bodenstrahlung des deponierten ¹³⁷Cs bedingt.

Die Strahlung des auf den Tschernobyl-Unfall zurückgehenden ¹³⁷Cs spielt jedoch gegenüber der natürlichen Bodenstrahlung im Mittel kaum eine Rolle. Allerdings kann die Ortsdosis in einigen Teilen Süd- und Ostdeutschlands infolge örtlich und zeitlich begrenzter starker Regenfälle während des Durchzugs der radioaktiven Wolken 1986 um eine Zehnerpotenz höher sein.

2. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

- 1) Wodurch werden natürliche radioaktive Stoffe freigesetzt?
- 2) Was wird als Bodenstrahlung bezeichnet?
- 3) Wie wird die Bodenstrahlung gebildet?
- 4) Was liefert den Hauptbeitrag zur Strahlenbelastung aus natürlichen Quellen?
- 5) Welche Rolle spielt die Strahlung des auf den Tschernobyl-Unfall zurückgehenden ¹³⁷Cs?

GLOSSAR

Agroforstwirtschaft

In ein landwirtschaftliches Betriebssystem integrierte Form des plantagenmäßigen Anbaus von Bäumen zur Erzeugung von Holz und anderen Walderzeugnissen.

Alkalisierung

Prozesse der Entstehung von Alkaliböden; diese entstehen vorwiegend in aridem und semiaridem Klima auf tonigen Substraten mit schlechter Wasserführung (mangelhafte Bewässerungssysteme) und sind durch hohe Anteile von Chloriden, Sulfaten und Karbonaten gekennzeichnet.

Allmende

Teil der Gemeindeflur, der sich (in Deutschland bis etwa Mitte des 18. Jahrhunderts) im Gemeineigentum der Dorfbewohner befand und von ihnen gemeinschaftlich genutzt wurde, gewöhnlich Weide und Wald. Hardin (1968) benutzte die Allmende als Beispiel für das ökologisch-soziale Dilemma der möglichen Übernutzung einer begrenzten natürlichen Ressource durch Individuen, die auf die Vergrößerung ihres eigenen, unmittelbaren Gewinnes bedacht sind und langfristige Folgen für die Gemeinschaft ignorieren.

Allokation

Die Lenkung knapper Güter in ihre gesamtwirtschaftlich effizienteste Verwendung.

Anomie

Geltungsverlust gesellschaftlicher Nutzungsregeln.

arides Klima

Trockenes Klima mit weniger als drei feuchten Monaten pro Jahr (\bar{Y} Ariditätsindex).

Ariditätsindex

Der Ariditätsindex errechnet sich aus dem Verhältnis zwischen Niederschlägen und Feuchtigkeitsverlust des Bodens. Der Ariditätsindex unterscheidet hyperaride, aride, semiaride, subhumide und trockene Gebiete, gemäß des Umfangs ihres Feuchtigkeitsdefizits.

Atmosphäre

Von atmos (griechisch: Dunst, Dampf) und sphaira (griechisch; (Erd) Kugel). Die gasförmige Hülle eines Himmelskörpers, speziell die Lufthülle der

Erde. Die Hauptbestandteile der Erdatmosphäre sind Stickstoff, Sauerstoff, Argon sowie Wasserdampf und Kohlendioxid. Nach der mittleren vertikalen Temperaturverteilung ergibt sich eine Gliederung der unteren Atmosphäre in folgende Schichten:

Troposphäre – unterster Bereich der Atmosphäre; hier finden die wesentlichen Wettervorgänge statt. Die Troposphäre reicht bis zu der in Höhe zwischen 8 und 17 km liegenden Grenzschicht, der Tropopause.

Stratosphäre – sie beginnt oberhalb der Troposphäre und erstreckt sich bis zur Stratopause in etwa 50 km Höhe. In der Stratosphäre befindet sich die Ozonschicht.

Biodiversität

→ biologische Vielfalt.

Biologische Vielfalt

Die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter u.a. Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfaßt die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten sowie die Vielfalt der Ökosysteme (synonym: Biodiversität).

Biosphäre

Die Bereiche der Umwelt, die von lebenden Organismen besiedelt sind.

Biotop

Die Gesamtheit der lebenswirksamen Umweltfaktoren des Standortes einer Lebensgemeinschaft (→ Biozönose).

Biozönose

Gemeinschaft der einem → Biotop angehörenden Lebewesen.

Boden

Boden ist der Teil der oberen Erdkruste, der nach unten durch festes oder lockeres Gestein, nach oben durch eine Pflanzendecke oder den Luftraum begrenzt ist, während er zur Seite in benachbarte Böden übergeht. Er ist ein dynamisches System im Fließgleichgewicht. Auf Veränderungen der Randbedingungen reagiert dieses System in unterschiedlichen Zeitskalen von wenigen Jahren (z.B. pH-Wert) bis Jahrtausenden (Textur und Struktur).

Bodendegradation

Anthropogene Bodendegradationen sind dauerhafte oder irreversible Veränderungen der Strukturen und Funktionen von Böden, die durch physikalische und chemische oder biotische Belastungen durch den Menschen entstehen und die Belastbarkeit der jeweiligen Systeme überschreiten.

Bodenfruchtbarkeit

Die Bodenfruchtbarkeit wird bestimmt durch die Höhe des natürlichen Nährstoffvorrats und die pflanzenverfügbare Wassermenge. Als besonders fruchtbar gelten weitgehend natürlich belassene Böden, z.B. Flußmarschen oder Mooregebiete.

Bodenfunktionen

Man unterscheidet vier wichtige Funktionen von Böden: Lebensraumfunktion, Regelungsfunktion, Nutzungsfunktion (besteht aus Produktionsfunktion, Trägerfunktion und Informationsfunktion) und Kulturfunktion von Böden.

Bodenstruktur

Anordnung der festen Bodenbestandteile. Die Bodenstruktur bestimmt neben anderen Faktoren (Bodentextur, Bodentiefe) wesentlich → die Bodenfruchtbarkeit. Sie ist abhängig von Korngrößenverteilung, organischer Substanz, Wassergehalt und äußeren Einflüssen.

Bodentyp

Kleinste räumliche Einheit, die innerhalb vorgegebener Grenzen eine einheitliche Gestalt (Struktur) aufweist, was sich in einer vertikalen Anordnung der Bodeneigenschaft ausdrückt (Bodenhorizonte).

Bodenverdichtung

Verringerung des Gesamtvolumens des Bodens durch Verpressung oder Setzung. Die Lagerungsdichte, das Porenvolumen sowie die Porengrößenverteilung ändern sich. Dadurch sinkt die Versickerungsrate, während der Oberflächenabfluß und damit die Erosionsgefahr steigen.

Bodenversalzung

Anreicherung von Salzen in und auf Böden, speziell in semiariden und ariden Klimazonen (→ Ariditätsindex), zumeist infolge mangelhafter künstlicher Bewässerungssysteme. Dabei werden die Grundwasserverhältnisse negativ verändert, salzhaltige Wässer kommen an die Oberfläche, werden aber nicht abgeführt, so daß bei der Verdunstung des Wassers die Salze zurückbleiben. Die Böden werden dadurch unfruchtbar.

Bodenversauerung

Abnahme des pH-Wertes von Böden aufgrund starker Belastung durch Schadstoffimmissionen aus der Luft. Eintritt, Verlauf und Ausmaß der Belastung sind von Standort-, Bestands- und Bewirtschaftungsfaktoren abhängig.

Boreale Wälder

Wälder, die den kalt-gemäßigten Klimazonen Europas, Asiens und Amerikas zugehören.

Cash crop

Anbaukulturen, die finanziellen Erlös durch Export erzielen und somit Devisen in ein Land bringen, z.B. Erdnüsse und Baumwolle, aber auch Futtermittel.

CO₂-Düngeeffekt

Verstärkung des Pflanzenwachstums durch eine höhere CO₂-Konzentration in der Atmosphäre und damit bessere C-Versorgung der Pflanzen. Durch das so verstärkte Pflanzenwachstum wird zusätzlich CO₂ aus der Atmosphäre entnommen.

Critical-loads-Konzept

Konzept, demzufolge mit einer Belastung eines → Umweltkompartiments durch einen oder mehrere Schadstoffe unterhalb festgelegter Grenzwerte auf der Grundlage gegenwärtigen Wissensstandes noch keine Schädigung des Ökosystems verbunden ist. Hierbei werden Synergismen verschiedener Schadstoffe vernachlässigt.

Desertifikation

Ein nicht eindeutig definierter Begriff, unter dem im allgemeinen → Bodendegradation in ariden und semiariden Gebieten (→ Ariditätsindex) verstanden wird.

El Niño

Unregelmäßig im Abstand einiger Jahre auftretendes Phänomen, bei dem das Oberflächenwasser vor der Küste Perus und entlang des äquatorialen Pazifiks wesentlich wärmer ist als im Jahresdurchschnitt. Dieses Phänomen hat klimatische Auswirkungen weit über Peru und Südamerika hinaus.

Entwicklungsländer

Länder, deren wirtschaftlicher Wohlstand im Vergleich zu dem der Industrieländer, gemessen u.a. am Pro-Kopf-Einkommen, wesentlich geringer ist. Im Vergleich mit der sozioökonomischen Situation in den Industrieländern werden sie als «unterentwickelt» eingestuft. Derzeit zählen dazu ca. 130 Länder, vor allem auf der Südhalbkugel.

Die ärmsten Länder werden von der UN zur sog. «Vierten Welt» gerechnet (am wenigsten entwickelte Länder; 1986: 36 Staaten mit 300 Mio. Menschen, d.h. 9% der Gesamtbevölkerung der Dritten Welt). Charakteristisch für die Entwicklungsländer sind u.a. eine geringe Industrialisierungsrate, hohes

Bevölkerungswachstum, Armut und Arbeitslosigkeit, große Mängel des Gesundheitswesens, hoher Anteil an Analphabeten, hohe Verschuldung.

Erosion

Abtrag der obersten lockeren Gesteinsverwitterungsschicht (→ Boden), der von Wasser- und Windkräften bewirkt und vom Menschen durch unbedachte Landnutzung gefördert wird.

Eutrophierung

Veränderung des ökosystemaren Gefüges in Gewässern infolge übermäßiger Zufuhr von Nährstoffen (vor allem Phosphat und Nitrat). Kennzeichnend sind erhöhte Produktion von Algen und Überforderung des Ökosystems beim Abbau der Algenblüten.

Evapotranspiration

Verdunstung von Wasser durch Lebewesen (Transpiration) und von unbelebten Oberflächen (Evaporation).

Externe Kosten

Kosten, die der Gesellschaft entstehen, ohne daß sie in der Wirtschaftsrechnung der privaten und öffentlichen Haushalte als Kosten auftauchen.

Gemeinlastprinzip

Nach diesem Prinzip wird die öffentliche Hand anstelle der Verursacher mit öffentlichen Mitteln tätig, um Umweltbeeinträchtigungen direkt oder indirekt zu vermindern (→ Verursacherprinzip).

Gunstböden

Böden, die günstige Bedingungen für landwirtschaftliche Produktion bieten.

Human Development Index (HDI)

Der HDI soll den Prozeß der Entwicklung von Mensch und Gesellschaft quantifizieren. Hierzu werden im UNDPReport Indikatoren zur Kaufkraft, Erziehung/Bildung und Gesundheit zum HDI kombiniert.

Humus

Die abgestorbene pflanzliche und tierische Substanz sowie ihre Umwandlungsprodukte auf und im Boden mit Ausnahme frischer, noch unzersetzter Fein- und Grobstreu der Blätter, Zweige, Stämme und Wurzeln. Humusbildung verläuft über komplexe Prozesse wie u.a. Mineralisierung, Huminsäurebildung.

Hydrosphäre

Alle Bestandteile des hydrologischen Kreislaufs: Meere, Oberflächengewässer, Bodenwasser, Grundwasser und Wasser in der Atmosphäre.

Internalisierung externer Kosten

Einbeziehen der → externen Kosten in die Preise. Damit ist gewährleistet, daß das Wirtschaftssubjekt, welches externe Effekte (externe Kosten) verursacht, die Konsequenzen seines Handelns trägt (→ Verursacherprinzip).

Joint implementation

Instrument der Klimarahmenkonvention, mit dem ein Signatarstaat sein Emissionsziel nicht nur durch Emissionsreduktion im eigenen Land, sondern auch durch Finanzierung von Vermeidungsaktivitäten in anderen Ländern erfüllen kann.

Kontamination

Belastung oder Verseuchung von → Umweltmedien mit schädlichen Stoffen wie z.B. Schwermetallen, Kohlenwasserstoffen, radioaktiven Substanzen, Keimen etc. Kontaminationen in Böden können durch die Mikroflora nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden, so daß es zu Ablagerungen, Anreicherungen oder Auswaschungen kommen kann.

Lithosphäre

Äußere Gesteinshülle des Erdkörpers.

Montrealer Protokoll

Ausführungsbestimmungen (1987) zum Wiener Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht (1985), seit 1.1.1989 in Kraft. Im Protokoll werden Produktion und Verbrauch der wichtigsten vollhalogenierten FCKW und bestimmter Halone geregelt. In den Vertragsstaatenkonferenzen zum Montrealer Protokoll 1990 in London und 1992 in Kopenhagen wurden Verschärfungen der Protokollregelung beschlossen.

Nachhaltigkeit

Aus der Forstwirtschaft stammender Begriff, der ein Kriterium für eine am Erhalt des Bestandes orientierte Bewirtschaftung des Waldes beschreibt. Im weiteren Sinn als Kriterium für → Sustainable development verwendet.

Nettoprimärproduktion (NPP)

Nettofluß von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in die grünen Pflanzen. Die Nettoprimärproduktion ergibt sich aus dem Bruttofluß von Kohlenstoff in die Pflanzen, der durch die Photosynthese in den Pflanzen fixiert wird, und den

CO₂-Verlusten der Pflanzen durch Atmung. Es kommt in einer Vegetationseinheit zu einem Nettozuwachs von Biomasse.

Nicht-Regierungsorganisationen (NRO)

Sammelbegriff für nicht-staatliche Organisationen, der zumeist in bezug auf Gruppierungen der neuen sozialen Bewegungen (Ökologiebewegung, Friedensbewegung u.a.) verwendet wird.

NIMBY-Phänomen

Das Sankt-Florians-Prinzip («Heiliger Sankt Florian, verschon' unser Haus, zünd' andere an!») – in der sozialwissenschaftlichen Literatur bekannt als NIMBY-Phänomen (not in my backyard) – bezeichnet die häufig mangelnde Standort-Akzeptanz vor allem von technischen Anlagen mit Risikopotential (z.B. Kernkraftwerke, Chemieanlagen, Mülldeponien) durch die jeweilige lokale Bevölkerung, wobei die Notwendigkeit einer entsprechenden Anlage zum Teil durchaus bejaht wird.

Ökosystem

Ein Wirkungsgefüge von Lebewesen und deren abiotischer Umwelt, das zwar offen, aber bis zu einem gewissen Grad zur Selbstregulation fähig ist.

Pedosphäre

Bodenzone; Grenzbereich der Erdoberfläche, in dem sich Gestein, Wasser, Luft und Lebewesen durchdringen und in der die bodenbildenden Prozesse stattfinden.

Pestizide

Chemikalien zur Abtötung unerwünschter Organismen, z.B. Herbizide oder Arborizide zur Abtötung von Pflanzen bei der Kultur- und Bestandspflege, Insektizide zur Vernichtung von Insekten oder Fungizide gegen Pilze im Forst und Holzschutz. In den Organismen von Nahrungsketten können sich Pestizide oder ihre Umwandlungsprodukte anreichern.

Preiselastizität

Das Verhältnis einer relativen Nachfragemengenänderung bezogen auf die sie auslösende relative Preisänderung.

Primärwald

Urwald; im strengsten Sinne ein autochtoner Waldbestand, dessen Entwicklung nicht oder nur so wenig vom Menschen beeinflusst wurde, daß sein Erscheinungsbild von der natürlichen Umwelt geformt und bestimmt wird (→ Sekundärwald).

Ressourcen

Im weiteren Sinn alle Bestände der Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital, die bei der Produktion von Gütern eingesetzt werden können. Im engeren Sinn werden unter Ressourcen das natürliche Kapital, Rohstoffe, Energieträger und Umweltmedien verstanden, wobei zwischen (bedingt) regenerierbaren und nicht-regenerierbaren Ressourcen unterschieden werden kann.

Saurer Regen

Übersäuerung des Regens und Nebels vor allem durch Schwefelsäure und Salpetersäure. Diese Säuren werden in der Atmosphäre aus den Schadstoffen Schwefeldioxid (SO₂) bzw. Stickoxid (NO_x) gebildet. Saurer Regen und saurer Nebel haben gegenüber dem natürlichen Regenwasser einen um das zehnfache bis hundertfache erhöhten Säuregrad. Saurer Regen kann zu Bodenversauerung führen.

Schutzgut

Schutzgüter sind Güter der Umwelt, die vor erheblichen Nachteilen, Schäden oder Gefahren zu bewahren sind. Für die Probleme der globalen Umweltveränderungen können die Schutzgüter folgenden Bereichen zugeordnet werden:

→ Atmosphäre, → Hydrosphäre, → Böden/Landschaft, → Biosphäre (Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen und ihre → Biologische Vielfalt), Mensch/Gesellschaft.

Schwellenländer

→ Entwicklungsländer mit einem verhältnismäßig fortgeschrittenen Entwicklungsstand werden als Schwellenländer bezeichnet.

Sekundärwald

Natürlicher Folgebestand von Bäumen nach Beseitigung des primären Ursprungsbestandes (→ Primärwald) durch den Menschen oder Aufwuchs, der sich nach natürlichen Katastrophen (Feuer, Insekten) einstellt.

Senke

Unter einer Senke wird ein → Umweltkompartiment verstanden, in dem Stoffe angereichert werden und gegebenenfalls durch Abbauvorgänge eliminiert werden können.

Spurengase

Gase, die nur in Spuren in der Atmosphäre vorkommen, z.B. CO₂, N₂O, CH₄, FCKW. Bedeutsam wegen ihrer Wirkung als Treibhausgase oder wegen ihres Ozonzerstörungspotentials.

Subsidiaritätsprinzip

Gesellschafts- und sozialpolitisches Prinzip, nach dem übergeordnete Einheiten (z.B. Länder) nur die Aufgaben erfüllen sollen, die auf untergeordneter Ebene (z.B. Gemeinden) nicht übernommen werden können.

Subsistenzwirtschaft

Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln, Produktion von Nahrungsmitteln nur für den Eigenbedarf. Subsistenzwirtschaft kennt kaum Geld, da Überschüsse für den Verkauf nicht produziert werden. Derzeit gibt es ca. 300 Mio. Menschen, die von der Subsistenzwirtschaft leben, der Anteil ist weiter steigend.

Sustainable development

Ein nicht klar definierter Begriff, für den es verschiedene Definitionen, Übersetzungen und Interpretationen gibt. Er steht für ein umwelt- und entwicklungspolitisches Konzept, das u.a. durch den Brundtland-Bericht formuliert und auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro weiterentwickelt wurde. Im Brundtland-Bericht heißt es: «Sustainable development ist eine Entwicklung, die den gegenwärtigen Bedarf zu decken vermag, ohne gleichzeitig späteren Generationen die Möglichkeit zur Deckung des ihren zu verbauen.» (Hauff, 1987).

Terms of trade

Dieser Begriff bezeichnet das Verhältnis des Index der Ausfuhrpreise zum Index der Einfuhrpreise jeweils in der Währung des betreffenden Landes ausgedrückt. Steigen die Ausfuhrpreise bei konstanten oder sinkenden Einfuhrpreisen oder sinken die Einfuhrpreise bei konstanten Ausfuhrpreisen, verbessern sich die terms of trade, weil für die gleiche Exportgütermenge mehr Importgüter eingeführt werden können. Sinkende terms of trade sind vor allem für viele Entwicklungsländer zu beobachten, da deren Exportgüter, überwiegend Rohstoffe, auf dem Weltmarkt vergleichsweise immer geringere Preise erzielen, die Preise für deren Importgüter (Maschinen, andere Fertigprodukte) jedoch steigen.

Tertiärisierung

Insbesondere in den Industrieländern der westlichen Welt steigt der Anteil des Dienstleistungssektors (tertiärer Sektor) am Bruttoinlandsprodukt im Vergleich zu primärem (Landwirtschaft) und sekundärem (Industrie) Sektor («Wandel hin zur Dienstleistungsgesellschaft»).

Transaktionskosten

Kosten, die bei wirtschaftlichen Aktionen anfallen (z. B. bei Tauschvorgängen am Markt), darunter fallen u.a. Informationsbeschaffungs- und Verhandlungskosten sowie Kosten der Risikoabsicherung.

Treibhauseffekt

Der Treibhauseffekt wird von Gasen in der Atmosphäre hervorgerufen, die die kurzwellige Sonnenstrahlung nahezu ungehindert zur Erdoberfläche passieren lassen, die langwellige Wärmestrahlung der Erdoberfläche und der Atmosphäre hingegen stark absorbieren. Aufgrund der wärmeisolierenden Wirkung dieser Spurengase ist die Temperatur in Bodennähe um etwa 30°C höher als die Strahlungstemperatur des Systems Erde/Atmosphäre ohne diese Gase (natürlicher Treibhauseffekt). Wegen des menschlich verursachten Anstiegs der → Spurengase wird mit einer Verstärkung des Treibhauseffektes (zusätzlicher Treibhauseffekt) und einer Temperaturerhöhung gerechnet.

Überdüngung

Überdüngung tritt ein, wenn auf Böden direkt oder indirekt mineralische oder organische Stoffe über den (physiologischen) Bedarf des entsprechenden Ökosystems hinausgehen. Entweder kann es zu einer Anreicherung im System kommen oder die im Überfluß vorhandenen Stoffe werden an Nachbarsysteme gasförmig oder mit dem Sickerwasser abgegeben und können dort zu Belastungen führen. Eine Überdüngung ist nicht nur unökonomisch, sondern kann auch negative Auswirkungen auf die Vegetation, den Boden und vor allem auf das Wasser haben.

Ultraviolettstrahlung (UV-Strahlung)

Elektromagnetische Strahlung mit kürzeren Wellenlängen (unter 400 nm) als sichtbares Licht. Die UV-Strahlung unterteilt sich in drei Bereiche: UV-A (320 – 400 nm), UV-B (280 – 320 nm) und UV-C (40 – 290 nm). Überhöhte UV-Strahlung führt zu Schädigung von Lebewesen.

Umweltkompartiment

Abgrenzbarer Ausschnitt aus der Umwelt, wie z.B. Ý Boden, Wasser, Luft.

Umweltmedien

Umweltmedien oder → Umweltkompartimente bezeichnen → Hydro-, → Pedo-, → Atmo- und → Biosphäre als homogene Räume in ihrem Vermögen, Stoffe aufzunehmen, zu verteilen, gegebenenfalls um- oder abzubauen oder anzureichern und sie an ein anderes Medium abzugeben.

Verursacherprinzip

Das Verursacherprinzip strebt an, die Kosten zur Vermeidung, zur Beseitigung oder zum Ausgleich von Umweltbelastungen dem «Verursacher» zuzurechnen. Auf diese Weise soll eine volkswirtschaftlich sinnvolle und schonende Nutzung der Naturgüter erreicht werden. Alle umweltpolitischen Maßnahmen (Instrumente), die sich an diesem Prinzip orientieren, haben die

Aufgabe, Umweltschäden als → «externe Kosten» bzw. «soziale Zusatzkosten» von Produktion und Konsum in möglichst großem Maße in die Wirtschaftsrechnung der Umweltbeeinträchtiger einzubeziehen, d.h. diese Kosten zu → «internalisieren».

Vorsorgeprinzip

Das Vorsorgeprinzip besagt, daß umweltpolitische und sonstige staatliche Maßnahmen so getroffen werden sollen, daß von vornherein möglichst sämtliche Umweltgefahren vermieden und damit die (für die Existenz der Menschen vorsorgend) Naturgrundlagen geschützt und schonend in Anspruch genommen werden.

ABKÜRZUNGEN

- BMFT** – Bundesministerium für Forschung und Technologie
BML – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMZ – Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BSP – Bruttonationalprodukt
DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft
ECE – Economic Commission for Europe (UN) (Regionale Wirtschaftskommission für Europa)
ECOSOC – Economic and Social Council (UN) (Wirtschafts- und Sozialausschuß)
EU – Europäische Union
GATT – General Agreement on Tariffs and Trade (Allgemeines Zoll- und Handelsabkommen)
GEF – Global Environmental Facility (Globale Umweltfazilität)
GIS – Geographisches Informationssystem (Geographic Information System)
IGBP – International Geosphere – Biosphere Programme
MIBRAG – Mitteldeutsche Braunkohlen AG
NAFTA – North American Free Trade Agreement (Nordamerikanisches Freihandelsabkommen)
NPP – Nettoprimärproduktion
NRO – Nichtregierungs-Organisation
OECD – Organization for Economic Cooperation and Development (Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
SRU – Rat von Sachverständigen für Umweltfragen
UN – United Nations (Vereinte Nationen)
UNCED – United Nations Conference on Environment and Development (Rio Konferenz zu Umwelt und Entwicklung, 1992)
UNFPA – United Nations Trust Fund for Population Activities (Bevölkerungsfonds der Vereinten Nationen)
WBGU – Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen
WHO – World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WTO – World Trade Organisation (Welthandelsorganisation)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях более плотного сотрудничества с зарубежными государствами иностранный язык становится всё более востребованным. Он используется на деловых встречах, конференциях, для официальной переписки. Будущие инженеры должны знать не только непосредственно иностранный язык, но и всю специфическую терминологию профессионального иностранного языка.

Профильный характер материала, на основе которого построены все тексты и задания пособия, способствует формированию и развитию у студентов словарного запаса на иностранном (немецком) языке по технической тематике; навыков чтения профессиональной литературы с целью поиска необходимой информации, перевода деловой корреспонденции с русского языка на немецкий.

Пособие способствует совершенствованию исходного уровня владения иностранным языком и достижению необходимого и достаточного уровня коммуникативной компетенции для активного применения делового иностранного языка в профессиональной деятельности студентов направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» и дальнейшего самообразования.

Материал пособия готовит студентов к коммуникации в устной и письменной формах на иностранном языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия; формирует способность к самоорганизации и самообразованию; развивает способность изучения научно-технической информации на иностранном языке, зарубежного опыта использования земли и иной недвижимости.

Использование данного учебного пособия диктуется целями и задачами современного обучения иностранному языку, а именно – формирование навыка профессиональной готовности на иностранном языке. Оригинальный текстовый материал пособия носит профессионально-направленный характер и способствует формированию профессиональной мотивации будущего специалиста в сфере управления персоналом.

Автор надеется, что предложенное пособие окажет реальную помощь выпускникам в плане деловой коммуникации в сфере профессиональной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Верген, Й. Курс делового немецкого языка [Текст] / Й. Верген, А. Вёрнер. – М: Мир книги, 2012.
2. Каргина, Е.М. Основы перевода немецкой научно-технической документации [Текст]: учеб. пособие / Е.М. Каргина. – Пенза: ПГУАС, 2012.
3. Лебедев, В.Б. Учись говорить кратко и точно. Пособие по немецкому языку [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.Б. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001.
4. Лелюшкина, К.С. Немецкий язык. Профессионально-ориентированный курс [Текст] / К.С. Лелюшкина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.
5. Ломакина, Н.Н. Немецкий язык для будущих инженеров [Текст] / Н.Н. Ломакина. – Оренбург: ОГУ, 2010.
6. Суслов, И.Н. Немецкое словообразование в моделях и заданиях [Текст]: учеб.-метод. пособие по немецкому языку для студентов технического вуза / И.Н. Суслов, П.И. Фролова. – Омск: СибАДИ, 2010.
7. Сырецкая, В.А. Kataster und Katastersysteme [Текст]: метод. указания / В.А. Сырецкая. – Новосибирск: СГГА, 2011.
8. Хайт, Ф.С. Пособие по переводу технических текстов с немецкого языка на русский [Текст]: учеб. пособие для средних специальных учебных заведений / Ф.С. Хаит. – 5-е изд., испр. – М.: Высш. шк., Издательский центр «Академия», 2001.
9. Ханке, К. Немецкий язык для инженеров / Fachdeutsch für Ingenieure. [Текст] / К. Ханке, Е. Л. Семенова. – МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.
10. Baumert, A., Texten für die Technik: Leitfaden für Praxis und Studium. [Text] / A. Baumert, A. Verhein-Jarren. – Springer, 2012.
11. Blume, H.-P. Handbuch des Bodenschutzes – Bodenökologie und -belastung – Vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen [Text] / H.-P. Blume. – 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim und Ecomed, Landsberg, 2007.
12. Lehrbuch der Bodenkunde [Text] / Hans-Peter Blume, Gerhard W. Brümmer, Rainer Horn, Ellen Kandeler, Ingrid Kögel-Knabner, Ruben Kretzschmar, Karl Stahr, Berndt-Michael Wilke. – 16. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2010.
13. Litz, N. Bodengefährdende Stoffe [Text] / N. Litz, W. Wilcke & B.-M. Wilke. – Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
14. Torge, Wolfgang. Geschichte der Geodäsie in Deutschland [Text] / Wolfgang Torge, Walter der Gruyter. – Berlin, New-Jork. 2009.
15. Die Vermessung Sachsens. 200 Jahre Vermessungsverwaltung [Text]: Verlag Klaus Gumior. – Chemniz, 2006.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	7
Teil I. BODENKATASTER UND KATASTERTHEORIE.....	8
LEKTION 1. ÜBERBLICK ÜBER DIE GESCHICHTE DER VERMESSUNG	8
LEKTION 2. ANFÄNGE DES KATASTERS.....	12
LEKTION 3. F.G. GAUß – ORGANISATOR DES PREUßISCHEN KATASTERS	15
LEKTION 4. GRUND- UND GEBÄUDESTEUERKATASTER.....	19
LEKTION 5. DIE KATASTERSYSTEME IN DEUTSCHLAND.....	23
LEKTION 6. DIE EINRICHTUNG DES LIEGENSCHAFTSKATASTERS ..	27
LEKTION 7. LIEGENSCHAFTSKATASTER	31
LEKTION 8. LIEGENSCHAFTSKATASTER IN POLEN	34
LEKTION 9. BODENKATASTER IN RUßLAND.....	38
LEKTION 10. AMTLICHES LIEGENSCHAFTSKATASTERINFORMATIONSSYSTEM (ALKIS)....	41
LEKTION 11. AUTOMATISIERTE LIEGENSCHAFTSKARTE (ALK).....	45
LEKTION 12. AMTLICHES TOPOGRAPHISCH – KARTOGRAPHISCHES INFORMATIONSSYSTEM (ATKIS).....	48
Teil II. FUNKTIONEN VON BÖDEN IN DER ÖKOSPHERE	53
LEKTION 1. BÖDEN – DIE HAUT DER ERDE	53
LEKTION 2. BODENENTWICKLUNG UND BODENSYSTEMATIK.....	60
LEKTION 3. BODENBEWERTUNG UND BODENSCHUTZ	105
LEKTION 4. GEFÄHRDUNG DER BODENFUNKTIONEN	135
GLOSSAR.....	173
ABKÜRZUNGEN.....	184
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	185
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	186

Учебное издание

Каргина Елена Михайловна

ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК. НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

Учебное пособие по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

В авторской редакции
Верстка Т.А. Лильп

Подписано в печать 10.03.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 10,93. Уч.-изд.л. 11,75. Тираж 80 экз.
Заказ № 172.



Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.