Landschaft hat Geschichte

UNTERRICHTSMODELL FÜR DIE SEKUNDARSTUFE I/II (9.–13. SCHÜLERJAHRGANG) VON ROLF WELLINGHORST

Sachinformation

Die Zusammensetzung der heutigen Pflanzendecke in Deutschland sowie der an sie gebundenen Tierarten ist einerseits das Ergebnis der klimatisch bedingten vegetationsgeschichtlichen Entwicklung seit der letzten Eiszeit. Nicht unwesentlich beeinflußt aber auch der Mensch seit 4000 bis 5000 Jahren die Vegetation Mitteleuropas. Die letzte Eiszeit (Weichsel-Eiszeit) ging in Deutschland vor gut 10000 Jahren zu Ende. Seither erhöhten sich die mittleren Jahrestemperaturen langsam. Nach einem vorübergehenden Maximum vor 5000 bis 7000 Jahren (etwa 3000 bis 5000 v. Chr.), als die Temperaturen 2,5°C bis 4°C über den heutigen Werten lagen, sanken sie auf die derzeitige mittlere Jahrestemperatur von 8°C bis 10°C. Da die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft eines Standorts außer durch die Wasser- und Nährstoffversorgung maßgeblich durch den abiotischen Umweltfaktor Temperatur bestimmt wird, waren mit den Temperaturschwankungen seit der letzten Eiszeit nachhaltige Veränderungen der Vegetation und damit des Landschaftsbildes in Mitteleuropa verbunden.

Während der letzten Eiszeit war Mitteleuropa waldfrei. Nach Rückzug des Eises vor gut 10000 Jahren bewaldeten sich die Flächen: Erst siedelten sich Birke und Kiefer an, dann Eiche, Ulme, Linde und Esche und schließlich Hainbuche und Rotbuche. Ohne den Einfluß des Menschen wäre Deutschland heute ein Waldland mit einzelnen waldfreien Flächen wie Dünen, Mooren und Gewässern.

Pollenuntersuchungen zeigten, daß um 10000 vor Chr. in Mitteleuropa lichte Birken-Kiefern-Wälder mit starkem Graswuchs vorherrschten. Die Arten dieser baumarmen Tundra zeichnete eine hohe Lichtbedürftigkeit aus. Kiefern und Birken vertragen als Jungpflanzen kaum Beschattung, sind aber andererseits relativ unempfindlich gegenüber niedrigen Temperaturen. Mit wärmer werdendem Klima breitete sich um 8000 vor Chr. die Hasel aus. Weil die Wälder nun dichter wurden, verschwanden schlagartig die lichtbedürftigen Gräser. Um 7000 vor Chr. entstanden nach Einwanderung von Eichen und Ulmen haselreiche Eichenmischwälder. In der mittleren Wärmezeit setzten sich dann schattentolerantere und frostempfindlichere Laubholzarten wie Linde und Esche durch und bildeten zusammen mit Eiche und Ulme Eichenmischwälder; sie bestimmten für ungefähr 4000 Jahre das Landschaftsbild Mitteleuropas. Ab etwa 3000 vor Chr. – während der späten Wärmezeit – gingen die Temperaturen langsam zurück. Jetzt traten erstmalig Rotbuche, Hainbuche und Tanne auf. In der Nachwärmezeit ab etwa 1000 vor Chr. ermöglichten weiter absinkende Temperaturen und zunehmende Niederschläge eine starke Ausbreitung der Buche. Allmählich wandelten sich die Eichenmischwälder zu Buchenwäldern.

Ohne den Einfluß des Menschen sähe die Landschaft Mitteleuropas heute ähnlich aus wie vor 2000 bis 3000 Jahren. In dieser potentiellen natürlichen Vegetation kämen neben den Buchen, die in den sommergrünen Laubwäldern fast immer eine dominierende Rolle spielten, in tieferen Lagen Eichen oder Erlen, auf trockeneren Sandböden Kiefern und in höheren Gebirgslagen Fichten vor. Außerdem gehörten zur Naturlandschaft auch die Hochmoore, Tümpel, Weiher, Seen und Fließgewässer sowie kleinräumige Grünlandgesellschaften.

Seit etwa 2000 vor Chr. wurde die Vegetation zunächst gering, während der mittelalterlichen Siedlungsphasen immer stärker durch Eingriffe des Menschen beeinflußt. Der seßhaftwerdende Mensch mit seiner bäuerlichen Wirtschaftsweise, primär Akkerbau und Viehzucht, veränderte die Naturlandschaft in eine naturnahe Kulturlandschaft. Im Pollendiagramm schlägt sich der ausbreitende Ackerbau in einer Zunahme der Getreidepollen nieder. Daß sich auch der Anteil anderer Gräserpollen erhöhte, dürfte mit der Auflichtung des Waldlandes durch menschliche Rodungstätigkeit zusammenhängen. Im frühen Mittelalter und insbesondere im 16. bis 18. Jahrhundert führte der Einfluß des Menschen zu einer regelrechten Waldzerstörung. An die Stelle von Wäldern traten Felder und Heideflächen. Der nicht beweidete Hochwald bestand vorwiegend aus Schattenhölzern; eine Strauchschicht fehlte. Wo durch umstürzende Bäume oder gezielte Rodungen lichte Stellen entstanden, konnte sich eine üppigere Kraut- und Strauchschicht entwickeln. Trieb nun ein Bauer sein Vieh zum Weiden in den Wald, sorgten die Tiere durch den Verbiß junger Baumtriebe und Sträucher für eine weitere Auflichtung des Waldes. Bevorzugt wurden die schmackhafteren Arten und insbesondere deren jungen Triebe und Samen, während giftige, bittere oder dornige und stechende Gehölze gemieden wurden und sich – wie z. B. Weißdorn, Schlehe und Wachholder – mit der Zeit ausbreiteten. In der Krautschicht verschwanden die Waldpflanzen, während sich Halbschattenpflanzen und die besonders lichtbedürftigen Freilandpflanzen ausbreiteten.

Andere Waldflächen wurden abgeholzt, um Brenn- und Bauholz sowie Werkholz für verschiedene Handwerksbetriebe (u. a. Wagenbauer, Schiffsbauer, Böttcher, Schuhmacher und Drechsler) zu gewinnen. Brennholz wurde nicht nur zum Beheizen der Wohnungen benutzt, sondern war in riesigen Mengen auch beim Salzsieden und in der Montanindustrie erforderlich.

Aus der durch die Laubwälder geprägten Naturlandschaft wurde nach und nach eine waldarme Zwergstrauchheide, wie sie vor 200 Jahren weite Gebiete Deutschlands kennzeichnete und heute beispielsweise noch in der Lüneburger Heide anzutreffen ist. Die Anzahl der wildlebenden Pflanzen und damit auch die Anzahl der an sie gebundenen Tiere hat sich in Deutschland unter dem Einfluß des Menschen im Vergleich zur Artenzahl in der Naturlandschaft zunächst erhöht. Pflanzen und Tiere wanderten damals von ihren ursprünglichen Lebensräumen wie Steppen oder Gebirgen in entsprechende Sekundärbiotope der Kulturlandschaft ein. Andere Tierarten sind dagegen bereits im Mittelalter und in der frühen Neuzeit ausgestorben.

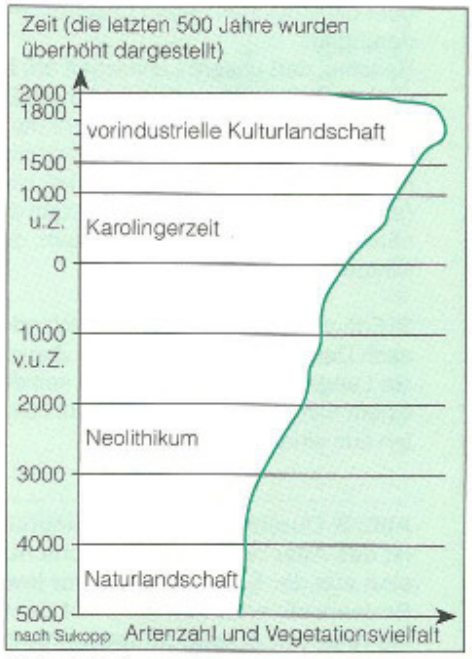


Abb. 1: Schematische Darstellung der Veränderung der Flora in Mitteleuropa

Hinweise zur Vegetationsgeschichte

Samenpflanzen bilden zu ihrer Fortpflanzung und Vermehrung Pollenkörner, die über die Narben zu den weiblichen Geschlechtszellen gelangen und sie befruchten. Unter dem Mikroskop sehen die Pollenkörner der verschiedenen Arten ganz unterschiedlich aus. Windblütige Pflanzen wie z. B. die Nacktsamer und die Gräser streuen jedes Jahr zu ihrer Blütezeit besonders große Mengen Blütenstaub über die Landschaft aus. Als gelber «Schwefelregen» schwimmt dann beispielsweise der Pollen der Kiefer auf Tümpeln und Pfützen. Auch auf Seen und Moore sinkt der Pollen nieder. Am Grund eines Sees wird er durch die Mudde, die sich aus Ton sowie Resten von Pflanzen und Tieren bildet, luftdicht zugedeckt. Im Moor wird der Pollen in die jährlich wachsende Torfschicht unter Luftabschluß eingebettet. Dies gilt auch für die Sporen von Farnen und Moosen. Der Inhalt von Pollen und Sporen wird ebenso wie die innere Schicht der Wandung, die aus Zellulose und Pektinen besteht, bald zersetzt. Die äußere Wandschicht hält sich dagegen unter Luftabschluß über viele Tausend Jahre hinweg.
Moore und Seen sind daher ausgezeichnete Archive der Vegetationsgeschichte. Pollen und Sporen werden Schicht auf Schicht abgelagert. Ähnlich wie in den Blättern einer Chronik kann man in diesen Schichten suchen, wenn man sich über die Vegetation vergangener Zeiten informieren will.
Durch Bohrungen und Grabungen gelangt man an die tiefen Torf- und Muddeschichten von Mooren und Seeablagerungen. Jeder Schicht werden Proben entnommen und getrennt in beschrifteten Behältern aufbewahrt. Aufbereitungsverfahren legen die darin enthaltenen Pollen und Sporen frei. Die verschiedenen Proben werden angereichert und Reihe um Reihe unter dem Mikroskop identifiziert. Man zählt meistens bis zu 200 Baumpollenkörner aus; manchmal werden sogar bis zu 1000 Stück gezählt.

Die ermittelten Zahlen werden in Prozentwerte umgerechnet. Dabei wird in nacheiszeitlichen Proben meist die Summe der Baumpollenkörner gleich 100 % gesetzt und die Anzahl der Nichtbaumpollenkörner darauf bezogen.

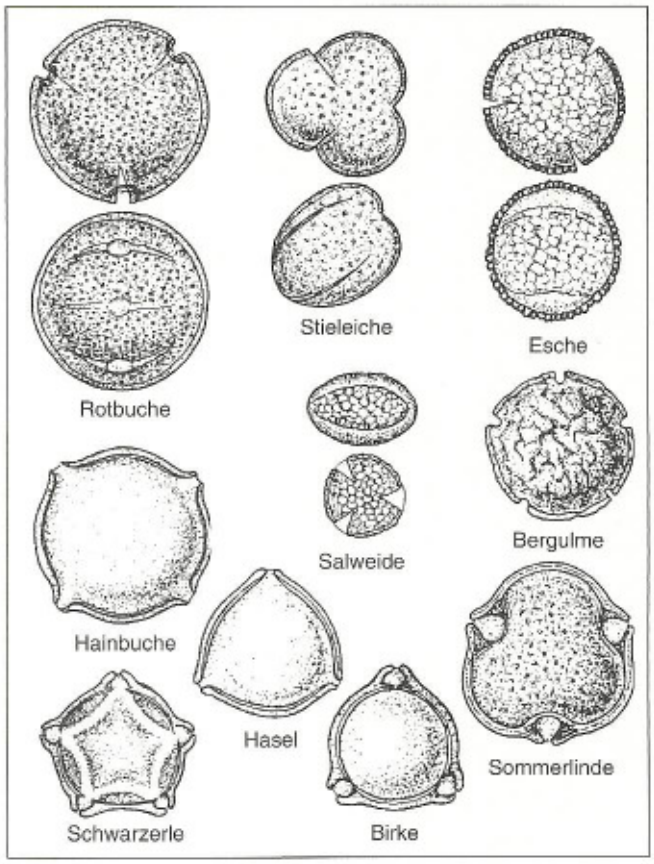


Abb. 1: Pollenkörner verschiedener Laubbäume

Aufgaben

1. Beschreibe anhand des Durchschnittspollendiagramms die wesentlichen Veränderungen der Vegetation seit der letzten Eiszeit. Berücksichtige insbesondere die Situation um 10000 vor Chr., um 5000 vor Chr. und um 1000 nach Chr.

2. Formuliere unter Verwendung der Angaben über Standorteigenschaften heimischer Gehölzarten (Abb. 3) Hypothesen über die Ursachen der zu beobachtenden Vegetationsveränderungen.
Beachte, daß unsere Landschaft am Ende der letzten Eiszeit noch weitgehend baumfrei war und daß sich die Durchschnittstemperatur seither langsam erhöhte, wobei sie sich nach einem vorübergehenden Maximum mit 2,5°C bis 4°C über der heutigen Temperatur vor etwa fünf- bis siebentausend Jahren (etwa 3000 bis 5000 v. Chr.) langsam der heutigen Temperatur näherte. Berücksichtige außerdem, daß Gräser in der Regel lichtbedürftig sind.

3. Erläutere, weshalb auf einer Wanderung vom Nordkap bis nach Deutschland oder von der Zugspitze bis nach München die Landschaftsveränderungen seit der letzten Eiszeit wie in einem Film an Dir vorüberziehen. Nimm ggf. Vegetationskarten aus einem Atlas zu Hilfe.

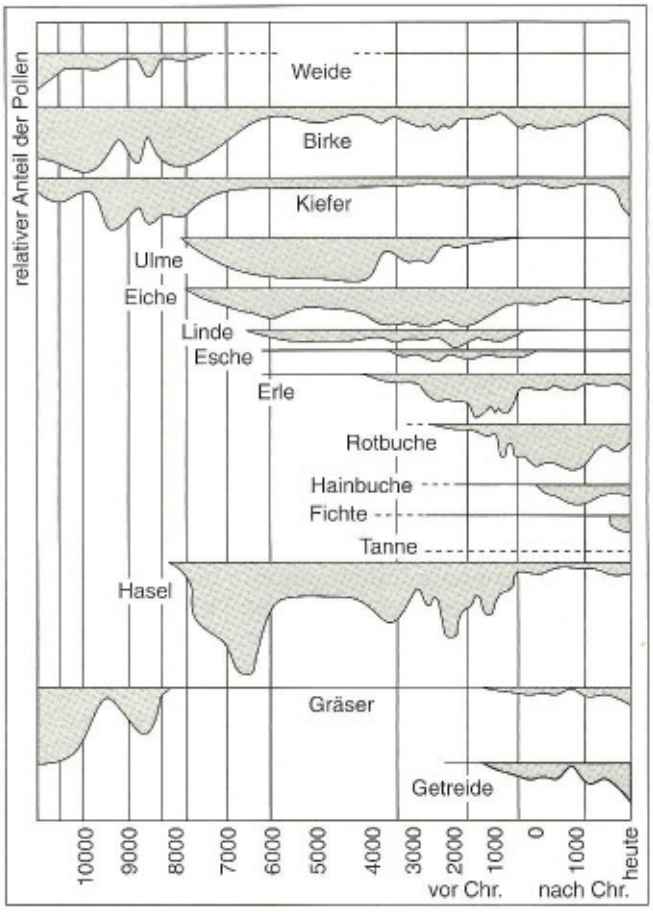


Abb. 2: Durchschnittspollendiagramm. Auf der x-Achse ist das Alter der jeweiligen Schicht aufgetragen, das sich aus der Entnahmetiefe der jeweiligen Probe im Bodenprofil ermitteln läßt. Auf der y-Achse findet man die relativen Anteile für jeden Pollentyp.

Nach dem Niedergang der Wälder begann um etwa 1800 nach Chr. eine Phase der Wiederaufforstung. Allerdings wurde dabei meist den nicht standortgerechten Nadelwäldern Vorrang vor Laubwäldern gegeben. Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts wurden die in Allgemeinbesitz befindlichen Grenzländereien zwischen den Siedlungen (Marken) in Privatbesitz überführt, und es entstand eine durch Hecken, Gräben und Feldgehölze sowie unterschiedliche landwirtschaftliche Nutzungen gekennzeichnete, oft parkartige Kulturlandschaft. Als reine Naturlandschaft waren um 1900 lediglich noch viele Hochmoore erhalten. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden jedoch auch sie fast überall in Kultur genommen.

Besonders in den letzten Jahrzehnten kam es dann primär durch Flurbereinigung und Entwässerung, stellenweise auch durch Bewässerung von Trockenstandorten, zu einer Nivellierung der Landschaft. Alle Maßnahmen hatten sich den Anforderungen einer zunehmend intensiveren und maschinell erfolgenden landwirtschaftlichen Nutzung unterzuordnen und waren darüber hinaus vielerorts von Bodenversiegelung und Überbauung begleitet. Neben den Landschaftsveränderungen spielen heute selbst an entlegenen Standorten Emissionen aus Landwirtschaft, Industrie, Verkehr und privaten Haushalten eine große Rolle beim Rückgang vieler Pflanzenarten und der an sie gebundenen Tierarten. Selbst unter strengstem Schutz stehende Gebiete lassen sich nicht mehr vor diesen Einflüssen der menschlichen Zivilisation bewahren. Die Überfrachtung vieler Regionen mit Stickstoffverbindungen und die damit einhergehende Eutrophierung der Landschaft kommt nur den stickstoffliebenden Pflanzenarten entgegen. Diese Stickstoffzeiger wie Brennessel, Giersch oder Wiesenkerbel prägen heute das Bild an Wegen, Gräben und auf Ruderalflächen, während die Vielzahl der stickstoffarme Standorte bevorzugenden Arten überall stark zurückgegangen ist.

Während in der durch den Wald geprägten Naturlandschaft der Einfluß des Menschen aufgrund der Schaffung neuer Biotoptypen bis in das 19. Jahrhundert zu einer Erhöhung der Anzahl wildlebender Tiere und Pflanzen durch Einwanderungen aus den Nachbarregionen führte, hatten die Veränderungen der letzten Jahrzehnte einen starken Rückgang der Artenvielfalt zur Folge. So sind heute etwa 40 % unserer Farn- und Blütenpflanzen mehr oder weniger stark gefährdet. Noch schlechter sieht es für viele Tiergruppen aus, in denen teilweise 60% bis 80% der Arten gefährdet oder bereits verschollen sind.

Auf einer Wanderung vom Nordkap bis nach Deutschland oder von der Zugspitze bis nach München läßt sich die Chronologie unserer Vegetationsgeschichte gut nachvollziehen: Geht man z. B. auf der Zugspitze los, so ist man von Gletschern und «ewigem Eis» umgeben. Unterhalb der Schneegrenze folgt die von niedriger Vegetation mit viel Moosen, Flechten und Bergkiefern gekennzeichnete Latschenregion. Sie vermittelt einen groben Eindruck von der Tundrenvegetation vor gut 10000 Jahren. Weiter bergab gelangt man in einen durch Nadelgehölze geprägten Hochwald, der noch weiter unten in einen Mischwald und schließlich in eine Laubwald übergeht. Zunehmend wird auch der Einfluß des Menschen durch Wiesen, Äcker und Gebäude deutlich. In München erreicht man schließlich die Kulturstufe, die heute vielfach als die höchstentwickelte gilt.

Bemerkungen zum Unterricht

Die Frage nach dem, woher wir kommen und wohin wir gehen, beschäftigt wohl jeden Menschen von Zeit zu Zeit. Die Betrachtung der Naturgeschichte unserer unmittelbaren Umgebung ist daher eine motivierende Aufgabe, zumal wir heute ständig mit Schreckensmeldungen bezüglich der Veränderungen unserer Umwelt und dem daraus resultierenden Verschwinden von Arten konfrontiert werden. Daß unsere Umwelt bei Betrachtung größerer Zeiträume schon immer einem Wandel unterlag und daß auch der Mensch selbst seit Jahrhunderten die Landschaft, wie sie uns heute umgibt, erheblich prägte, ist vielfach nicht bekannt. Die Erforschung der Vergangen-

Erweiterung

Arbeitsblatt 1

Baumgröße [m]	Artname und Lebensdauer[1]	Schatten[2] B	Schatten[2] J	Empfindlichkeit[2] D	Empfindlichkeit[2] SF	Empfindlichkeit[2] F
> 60	Weißtanne	●	●	◉	●	◉
	Fichte	○	◉	●	◉	⊙
> 40	Schwarzkiefer	◉	○	○	○	○
	Waldkiefer	○	○	○	○	⊙
	Europ. Lärche	○	( )	○	◉	○
	Steineiche	◉	⊙	◉	◉	○
	Stieleiche	⊙	○	○	◉	◉
	Rotbuche	●	●	○	●	○
< 40	Sommerlinde	○	○	◉	◉	○
	Feldulme	◉	◉	⊙	⊙	○
	Bergahorn	○	○	◉	◉	◉
	Edelkastanie	◉	◉	⊙	●	●
	Speierling	○	○	◉	○	○
	Esche	◉	○	○	●	○
	Zerreiche	⊙	⊙	⊙	○	○
	Schwarzpappel	⊙	◉	●	⊙	◉
	Silberpappel	⊙	◉	○	◉	○
	Zitterpappel	⊙	⊙	◉	○	⊙
	Hängebirke	○	○	○	○	⊙
	Moorbirke	○	○	●	○	⊙

Baumgröße [m]	Artname und Lebensdauer[1]	Schatten[2] B	Schatten[2] J	Empfindlichkeit[2] D	Empfindlichkeit[2] SF	Empfindlichkeit[2] F
< 30	Zirbelkiefer	○	◉	○	○	○
	Winterlinde	○	◉	⊙	◉	◉
	Spitzahorn	○	○	◉	◉	○
	Bergulme	○	○	◉	⊙	○
	Flatterulme	○	○	○	⊙	○
	Süßkirsche	◉	○	◉	○	○
	Flaumeiche	⊙	○	⊙	○	○
	Elsbeere	◉	○	⊙	○	○
	Bergkiefer	○	( )	○	○	⊙
	Hainbuche	●	○	◉	◉	○
	Silberweide	⊙	◉	●	⊙	○
	Schwarzerle	◉	◉	●	◉	◉
< 20	Eibe	●	○	⊙	⊙	●
	Mehlbeere	◉	⊙	⊙	◉	◉
	Holzapfel	⊙	○	◉	○	○
	Feldahorn	◉	◉	⊙	◉	○
	Traubenkirsche	◉	◉	○	○	◉
	Eberesche	⊙	⊙	⊙	○	⊙
	Bruchweide	⊙	◉	●	⊙	○
	Grauerle (<50 J.)	◉	⊙	●	⊙	⊙

(B) Fähigkeit, als Bestand Schatten zu erzeugen und (J) als Jungwuchs Schatten zu ertragen; Empfindlichkeit gegen Dürre (D) im Sommer, Spätfrost im Frühjahr (SF) und Winterfrost (F).

[1] im Bestand langlebige (über 400 Jahre), mittellebige (150 bis 400 Jahre) und kurzlebige Arten(unter 150 Jahre); freistehende Bäume werden teilweise älter. [2] ● sehr groß, ○ groß, ◉ mittelmäßig, ⊙ gering, ○ sehr gering, ( ) äußerst gering

Abb. 3: Einige für die Konkurrenzfähigkeit wichtige Eigenschaften mitteleuropäischer Baumarten

heit ihres Wohn- oder Schulumfeldes findet daher schon wegen der zumeist unerwarteten Erkenntnisse das Interesse bei den Schülern. Zudem eröffnet die historische Betrachtungsweise die Möglichkeit, die Konsequenzen heutiger menschlicher Eingriffe für wildlebende Tiere und Pflanzen in einen größeren Kontext einzuordnen.
Da die für einen Ökologiekurs wichtige praktische Arbeit vor Ort im Rahmen dieses Unterrichtsvorschlages nur eine untergeordnete Bedeutung haben kann, weil die direkte Erarbeitung der Daten zumeist schwierig und sehr zeitaufwendig ist, sollte man die Einheit entweder ganz an den Anfang oder nach intensiver praktischer Erarbeitung eines Ökosystems zur Abrundung an den Schluß des Kurses legen. Soweit möglich sollte man die hier angegebenen Arbeitsmaterialien durch Karten, Fotos und wissenschaftliche Untersuchungsergebnisse aus der Region ergänzen oder auch ersetzen, da auf diese Weise ein größeres Schülerinteresse zu erreichen ist.
Die hier geschilderte Unterrichtssequenz ist als ein Gerüst zu verstehen, das je nach den örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten modifiziert werden sollte. Mindestens zehn Unterrichtsstunden sind zur Durchführung erforderlich. Kenntnisse der Schüler über die Wirkung biotischer und abiotischer Umweltfaktoren sowie Erfahrungen mit dem Bestimmen von Pflanzen, dem Anfertigen von Vegetationsaufnahmen und ihrer Auswertung im Hinblick auf ihren Wert als Indikator für Standorteigenschaften sind bei der Durchführung der Unterrichtssequenz hilfreich.
Die wesentlichen Informationen, die die Schüler aus den Arbeitsblättern erarbeiten können, sind für den Lehrer bei den vorstehenden Sachinformationen wiedergegeben. Alle Arbeitsblätter sollten auch als Folien kopiert werden, um sie im Rahmen der Unterrichtsgespräche zu projezieren.

Heute und Gestern

1. Unterrichtsabschnitt

Als Einstieg in die Unterrichtseinheit eignet sich die möglichst in der Schulumgebung fotografierte Landschaftsaufnahme einer modernen Kulturlandschaft mit Gehölzen, Äckern, Wiesen, Gewässern und Häusern mit Gärten. Ausgehend von der Frage: «Wie sah es in dem im Foto sichtbaren Bereich vor 2000 Jahren aus, wie sah es vor zweihundert Jahren aus?» werden zunächst Vermutungen über die Landschaftsveränderungen in den letzten Jahrtausenden gesammelt.
In der Regel wissen die Schüler, daß der Waldanteil vor 2000 Jahren in Deutschland sehr viel größer war als heute. Sie sind jedoch fast immer der Meinung, daß auch vor 200 Jahren der Waldanteil höher war als zur Zeit. Diese zweite Aussage kann durch folgende Beschreibung der Situation im Osnabrücker Nordland vor 200 Jahren oder durch vergleichbare Zitate erschüttert werden (nach Dobelmann 1979):

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts hatten die Waldbestände des Osnabrücker Nordlands einen Tiefstand erreicht. Zwar befanden sich die landesherrlichen Holzungen im besseren Zustand, besaßen die Adelsgüter und viele größere Bauernhöfe recht ansehnliche private Waldungen, doch waren vielerorts die Holzbestände völlig vernichtet und ganze Landstriche kahl geworden. Insgesamt machten die Wälder des Osnabrücker Nordlands zu Beginn des 19. Jahrhundert lediglich etwa zwei Prozent der Gesamtfläche aus.

Die Textaussage läßt sich durch Projektion von Karten aus der Zeit um 1800 und der entsprechenden Ausschnitte aus aktuellen Karten unterstreichen. Historische Karten sind über die jeweils zuständigen Landesvermessungsämter oder Katasterämter zu beziehen. In Niedersachsen kommen z. B. die Kurhannoversche Landesaufnahme des 18. Jahrhunderts, die Preußische Landesaufnahme um 1900 und die aktuelle Topographischen Karte im Maßstab 1: 25000 in Frage. Exemplarisch kann man die Waldarmut vor 200 Jahren auch durch Projektion von Arbeitsblatt 3, Abb. 1a demonstrieren.
Im Unterrichtsgespräch wird nun nach Möglichkeiten gesucht, etwas über die Landschaftsveränderungen im Schulumfeld nach der letzten Eiszeit und insbesondere unter dem Einfluß des Menschen in den letzten zwei- bis viertausend Jahren zu erfahren. Die Schüler können folgende Vorschläge unterbreiten:

- Fotos veranschaulichen Veränderungen im 20. Jahrhundert.
- Aus schriftlichen Aufzeichnungen, Karten und Gemälden lassen sich Veränderungen in der Neuzeit und teilweise im Mittelalter ableiten.
- Die Auswertung der Jahrringe von Bäumen (Dendrochronologie; vgl. Heermann u. a. 1984) sowie die Archäologie ermöglichen Rückschlüsse auf Veränderungen in den letzten Jahrtausenden.
- Die Pollenanalyse ermöglicht Aussagen über Veränderungen seit der letzten Eiszeit (Gottschlich u. a. 1985).

Die Schüler erhalten als Hausaufgabe den Auftrag, sich anhand von Arbeitsblatt 1 mit der Methode der Pollenanalyse vertraut zu machen. Außerdem werden sie gebeten, Informationen über Veränderungen der Landschaft und des Naturhaushaltes an ihrem Wohnort zusammenzutragen (Befragung älterer Menschen, Mitbringen alter Fotos, Karten, Zeitungsberichte usw.).

Von der letzten Eiszeit bis heute

2. Unterrichtsabschnitt

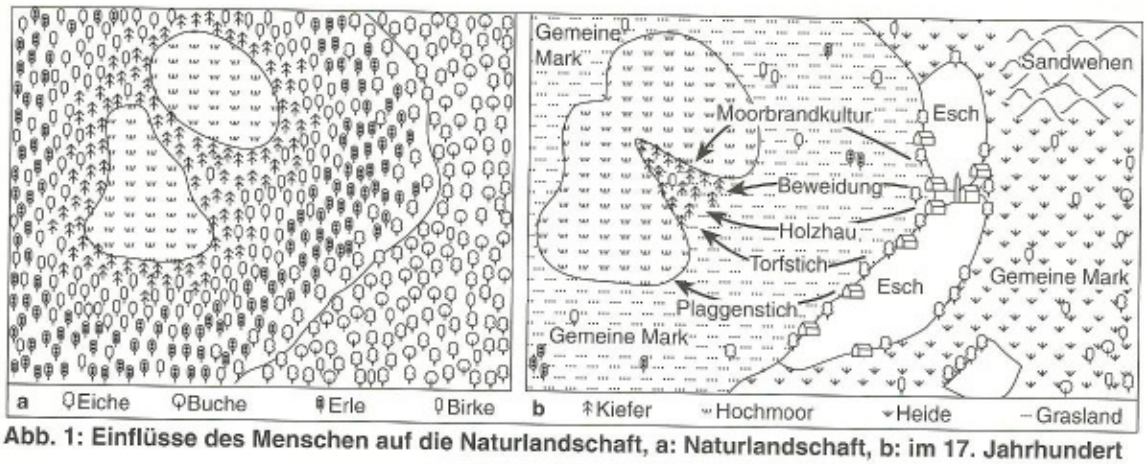
Zunächst beschreiben die Schüler die Vorgehensweise bei einer Pollenanalyse. Die konservierende Wirkung des sauerstoffarmen und sauren Hochmoormilieus läßt sich mit der Konservierung des sauren Herings in der sauren Soße vergleichen. Dias von einer Hochmoorschlenke mit wachsendem Torfmoos oder von einem Torfprofil aus einem Torfstich dienen der weiteren Veranschaulichung. Außerdem können Pollen verschiedener Pflanzenarten im Bild oder unter dem Mikroskop gezeigt werden. Dabei erkennen die Schüler, daß die Form der Pollen ein ebenso charakteristisches Bestimmungsmerkmal für eine Pflanzenart ist wie z. B. die Form der Blätter oder der Bau der Blüten. Im Schulgelände können die Schüler Pollen gerade blühender (Holz-) Gewächse sammeln; dies dauert in der Regel nicht länger als 10 Minuten. Die reifen Pollensäcke der Blüten werden auf einen trockenen Objektträger aufgetupft. Nach Auflegen eines Deckgläschens werden die Pollen bei etwa 600-facher Vergrößerung betrachtet und gezeichnet.
Der Lehrer erinnert daran, daß die letzte Eiszeit vor rund 10000 Jahren zu Ende ging und die durchschnittlichen Jahrestemperaturen danach anstiegen, bis sie zunächst über den heutigen Mittelwerten lagen. Dies mußte auch Auswirkungen auf die Vegetation Mitteleuropas haben. Wie sich die Zusammensetzung der Vegetation änderte, erfahren die Schüler aus Arbeitsblatt 1 (Abb. 2). Die Bearbeitung der Aufgabe 1 kann in arbeitsteiliger Gruppenarbeit, wobei die Teilgruppen sich auf unterschiedliche Zeitabschnitte konzentrieren, oder im Unterrichtsgespräch erfolgen. Die Lösung von Aufgabe 2 sollte in Gruppenarbeit oder im Unterrichtsgespräch erarbeitet werden, wobei jeweils etwa 25 Minuten Bearbeitungszeit anzusetzen sind. Falls vorhanden, kann statt der Abb. 2 aus Arbeitsblatt 1 auch ein Pollendiagramm aus der Schulumgebung verwendet werden. Zahlreiche Pollendiagramme findet man bei Overbeck 1975. Stehen weitere Unterrichtsstunden zur Verfügung, kann ein eigenes Pollendiagramm von einer geeigneten Probestelle aus der Schulumgebung erstellt werden (vgl. Gottschlich u. a. 1985, Straka 1973).
Ergänzend kann man Abb. 1 des Beihefters, eine Karte der potentiellen natürlichen Vegetation z. B. nach Ellenberg 1978, S. 23 oder Seedorf u. a. 1992, S. 335 sowie Diaaufnahmen der wichtigsten Elemente der Naturlandschaft (Laubwald, Nadelwald, Hochmoor, Fließgewässer, Tümpel, See u. a.) zeigen. In Arbeitsblatt 2, Abb. 1 sind diese Elemente teilweise wiederzufinden.
Aufgabe 3 von Arbeitsblatt 1 können die Schüler als Hausaufgabe bearbeiten.

Artenvielfalt durch Kultivierung

3. Unterrichtsabschnitt

Zunächst werden Hypothesen zur Frage: «Welche Folgen hatte die Seßhaftwerdung des Menschen und somit der Übergang vom Sammler und Jäger zum Ackerbauern und Viehzüchter für unsere Naturlandschaft?» gebildet. In diesem Zusammenhang kann Abb. 2 des Beihefters gezeigt werden.
Anschließend erhalten die Schüler den Auftrag, sich nach kurzer Einarbeitung zur Aufgabe 1 auf Arbeitsblatt 2 zu äußern. Begriffe aus Abb. 1 wie Esch (älteste Ackerstücke, die über Jahrhunderte mit Plaggen gedüngt wurden), Zuschlag (jüngere landwirtschaft-

Vielfalt durch menschlichen Einfluß



Die Flächen im Umfeld des Dorfes, die gleichzeitig das Grenzland zur Nachbarsiedlung bildeten (Gemeine Marken, Allmende), waren bis zum 18. Jahrhundert im Allgemeinbesitz und wurden von allen Bauern gemeinsam genutzt.

Abb. 1: Einflüsse des Menschen auf die Naturlandschaft, a: Naturlandschaft, b: im 17. Jahrhundert

Holzgewächse	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Laubbäume									
Rotbuche		●	⊙			○		●	
Esche		⊙	◉	⊙		◉	◉	○	
Bergahorn		⊙	⊙			⊙	⊙	○	
Stieleiche		○	◘	○		◘	⊙		
Hainbuche			◉	◉	○		◘	●	
Winterlinde			⊙	○		⊙	◉		
Bergulme		○	○			⊙	⊙		
Hängebirke		○	○		○	⊙	⊙		
Süßkirsche						○			
Nadelbäume									
Fichte									●
Waldkiefer									○
Sträucher									
Rote Heckenkirsche		⊙	○			○		○	
Traubenholunder	L	⊙				⊙		⊙	◉
Salweide	L	⊙	○			◉	⊙	⊙	⊙
Hasel		○	⊙	◉		◘	◘		○
Roter Hartriegel			○	⊙	○	○	⊙		
Weißdorn			◘	◉	◉	⊙	⊙	○	○
Schlehe			◉	◉	◘	○	⊙		
andere Laubsträucher			◉	◉	⊙	⊙	⊙		⊙
Nadelstrauch									
Heide-Wacholder				○	◉				

Krautige	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Waldpflanzen									
Buschwindröschen		◉	◉	⊙		◉	◉	◘	
Waldmeister		◘	⊙	○		⊙	⊙	◘	○
Goldnessel		◉	⊙	○		◉	⊙	⊙	⊙
Wald-Bingelkraut		◘	○			⊙	○	◉	○
Waldsegge		⊙	○			⊙	⊙	⊙	⊙
Wald-Haargerste		⊙	⊙			⊙	○	⊙	⊙
Gemeiner Wurmfarn		○						○	⊙
Säurezeiger									⊙
Schattenmoose									◉
Halbschattenpflanzen									
Immergrün			○	⊙	○	⊙	○	○	
Große Sternmiere			⊙	◉	○	◉	◉		
Giersch			⊙	◉	○	⊙	⊙		
Wiesenknäuelgras		○	⊙	◉	◘	⊙	◉	○	○
Fiederzwenke			○	◉	◘	○	⊙		○
Freilandpflanzen									
Schafschwingel u. a. Gräser				◉	◘	○	⊙		
Stengellose Kratzdistel				⊙	◘		○		
Zypressen-Wolfsmilch				⊙	◘		⊙		
Kleines Habichtskraut u. a.				⊙	◉		○		
Lichtungspflanzen									
Tollkirsche		⊙				⊙		⊙	○
sonstige		◉	○			⊙	⊙	◉	◉

1 Urwald bzw. naturnaher Wald
2 Beweideter Wald
3 Viehweide mit Büschen und Baumgruppen
4 Offene Viehweide (Halbtrockenrasen)
5 Mittelwald (mit Eichen-Überhältern)
6 Niederwald
7 Buchen-Hochwald } Forstwirtschaft
8 Fichten-Pflanzwald } Forstwirtschaft
● sehr häufig, ◘ häufig, ◉ mäßig häufig, ⊙ hier und dort, ○ selten,
L auf Lichtungen

Abb. 2: Einfluß der Bewirtschaftungsweise auf die Artenkombination im Kalkbuchenwald-Bereich

Aufgaben

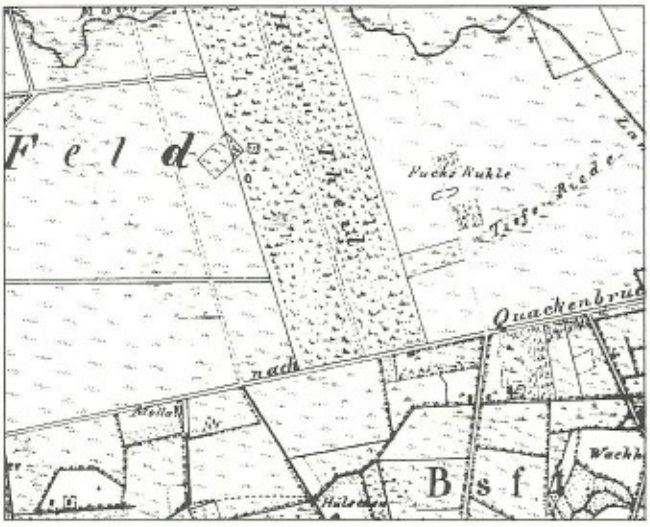
1. Nenne anhand von Abb. 1 die wesentlichen Einflüsse des seßhaftgewordenen Menschen auf die Naturlandschaft.

2. Beschreibe anhand der Abb. 2 kurz einen naturnahen Wald bzw. Urwald (Nr. 1) und vergleiche anschließend mit einem forstlich bewirtschafteten Buchen-Hochwald (Nr. 7).

3. Beschreibe die Veränderungen eines naturnahen Waldes (Nr. 1) durch Viehweide (Nr. 2, 3 und 4) sowie durch häufigen Holzeinschlag (Nr. 5 und 6). Erläutere, wie sich die Veränderungen des Urwaldes (Nr. 1) durch den Menschen auf die Artenzahl auswirkte.

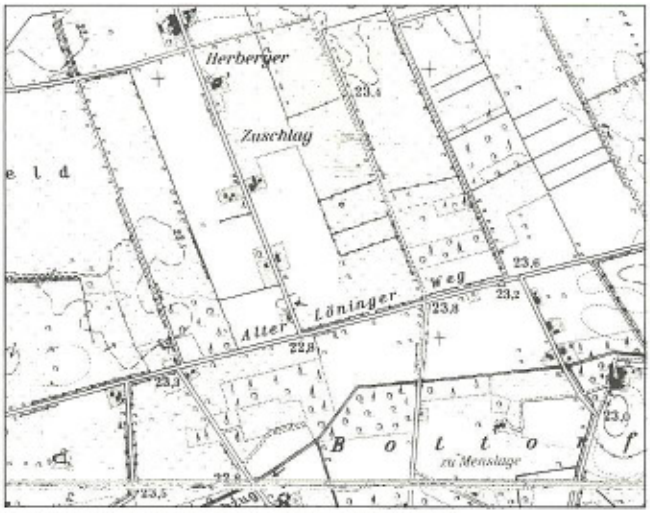
4. Erkläre die in Aufgabe 3 beschriebenen Veränderungen des Urwaldes (Nr. 1) durch Viehweide (Nr. 2, 3 und 4) und durch häufigen Holzeinschlag (Nr. 5 und 6).
Denke bei Deiner Antwort an die in Abb. 2 genannten Ansprüche der krautigen Pflanzen bezüglich des abiotischen Umweltfaktors Licht. Berücksichtige weiter, daß sich Weidevieh von Knospen, Blättern und Samen einiger Gehölze ernährt, während es andere meidet, weil sie unangenehm schmecken oder stechen. Informiere Dich über Eigenschaften und Standortansprüche wichtiger Gehölzarten und bewerte sie im Hinblick auf die jeweils wirkenden biotischen Umweltfaktoren (Waldweide, Holzeinschlag).

Artenrückgang durch Landschaftsveränderungen



a. Gaußsche Landesaufnahme 1:25000, Blatt 47 (1842–44). Herausgegeben von der Historischen Kommission für Niedersachsen und Bremen und vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt –Landesvermessung–.

b. Preußische Landesaufnahme 1 : 25000, 3313 (1900). Herausgegeben von der Preußischen Landesaufnahme.



c. Topographische Karte 1 : 25000, 3313 (1980).

Abb. 1 a, b und c: Karten des Herberger Feldes bei Quakenbrück aus den Jahren 1840, 1900 und 1980

Vervielfältigt mit Erlaubnis des Herausgebers: Niedersächsisches Landesverwaltungsamt – Landesvermessung– B 5-337/94.

Gesamtzahl der seit 1890 nachgewiesenen Arten	**993**	**= 100%**
verschollen bis ca. 1950	14	= 1,4%
verschollen bis 1978	145	= 14,6%
akut vom Aussterben bedroht	50	= 5,0%
stark gefährdet	74	= 7,5%
stark im Rückgang begriffen	108	= 10,9%
potentiell durch Seltenheit gefährdet	27	= 2,7%
Summe der betroffenen Arten	**404**	**= 40,1%**

Abb. 2 a: Verschollene und bedrohte Farn- und Blütenpflanzen im Landkreis Osnabrück

In Bliesdorf fand ab 1963 eine Flurbereinigung statt. Der Bestand an Hecken, Fließgewässern und Kleingewässern im Jahre 1877 wurde jeweils gleich 100% gesetzt.

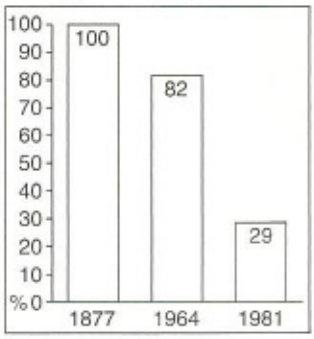


Abb. 2 b: Heckenverluste im Flurbereinigungsgebiet Bliesdorf von 1877 bis 1981

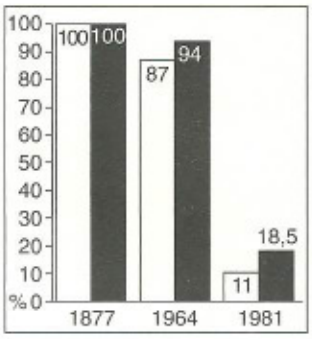


Abb. 2 c: □ Fließgewässer- und ■ Kleingewässerverluste im Flurbereinigungsgebiet Bliesdorf

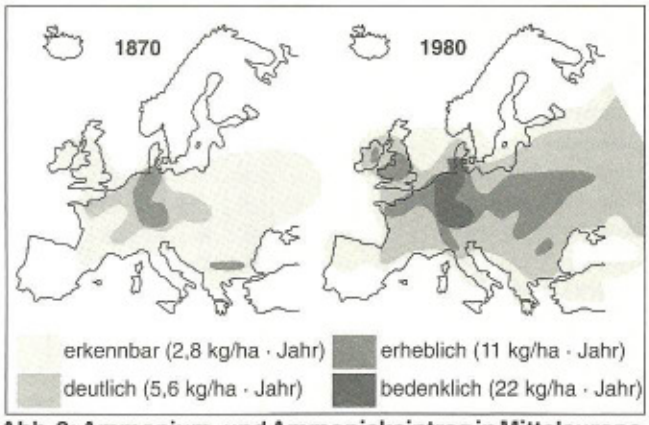


Abb. 3: Ammonium- und Ammoniakeintrag in Mitteleuropa

Aufgaben

1. Beschreibe die wichtigsten Veränderungen der Landschaft zwischen 1840 und 1900 anhand der Karten Abb. 1a und 1b. Um 1840 wurden die im Allgemeinbesitz befindlichen und von allen Bauern zur Weide und zum Plaggenstich genutzten Marken (Allmende) in Privatbesitz überführt. Der Stand des Oberflächenwassers ist in der Karte von 1840 nur unvollständig dargestellt; um 1840 war es im betrachteten Gebiet jedoch ähnlich feucht wie um 1900.

2. Während durch den Einfluß des Menschen in Mitteleuropa die Anzahl wildlebender Tiere und Pflanzen bis zum Ende des 19. Jahrhunderts zugenommen hat, ist in den letzten 100 Jahren und insbesondere in den letzten 50 Jahren ein dramatischer Rückgang bis hin zum Verschwinden vieler Arten festzustellen. Formuliere Hypothesen über die Ursachen dieses Artenrückgangs.

liche Nutzflächen, die zumeist vor den Markenteilungen aus der Mark abgesplittet und einem Bauernhof zugeschlagen wurde) und Plaggen (oberste Bodenschicht aus Grassoden) sind zu erklären.
In Abb. 1 können die Schüler die Einflüsse, die der Mensch insbesondere im Mittelalter und in der frühen Neuzeit auf die Naturlandschaft ausübte, erkennen. Neben der Rodung des Waldes spielten die Waldweide, der Plaggenstich zur Düngung der Äcker (Eschböden) und die Holznutzung als Brenn- und Bauholz eine große Rolle. Die Abbildung der Naturlandschaft zeigt zwei kleine Hochmoore, die von Kiefern-, Birken- und Erlenbruchwald umgeben sind. Letzterer geht in einen feuchten Eichen-Hainbuchenwald über, der für Dorfanlagen bevorzugt wurde. Das Bild des 17. Jahrhunderts zeigt eine weitgehend entwaldete Landschaft mit Wiesen, Heiden und Dünen. Die älteren Äcker (Esch) liegen auf dem besten Boden. Das Hochmoor blieb ungenutzt und dehnte sich aus.
Anschließend bearbeiten die Schüler die Aufgaben 2 bis 4 in Gruppenarbeit oder im Unterrichtsgespräch. Hierzu ist mindestens eine Zeitstunde anzusetzen. Ggf. können Aufgabe 2 und 3 auch als Hausaufgabe erledigt werden.
Im Anschluß an die Bearbeitung von Arbeitsblatt 2 werden die Ergebnisse zusammenfassend protokolliert. Einige Bilder aus der Landschaftsmalerei des 16. bis 19. Jahrhunderts können die gesammelten Erkenntnisse sinnvoll ergänzen. Eine wertvolle Fundgrube ist hier Makowsky u. a. 1983. Geeignet sind z. B. die Abbildungen «Brueghel – Waldinneres mit Jagdszene» (um 1593, S. 159), «Brueghel – Der ungetreue Hirte» (um 1565, S. 207) und «Gainsborough – Holzfäller macht einem Milchmädchen den Hof» (um 1755, S. 115). Eine gute Darstellung der Entstehung der Heide als alte Kulturlandschaft bietet der 16 mm Film «Heide – eine alte Kulturlandschaft», der vom Institut für Weltkunde in Bildung und Forschung erstellt wurde und über viele Medienzentren erhältlich ist. Zur Zusammenfassung und Ergänzung zu empfehlen sind auch der Film «Waldgeschichte Mitteleuropas 2: Vom Ende der letzten Eiszeit bis zur Gegenwart» (FWU 32 03718, 16 mm) sowie Ellenberg 1978 und der Beihefter in diesem Heft.

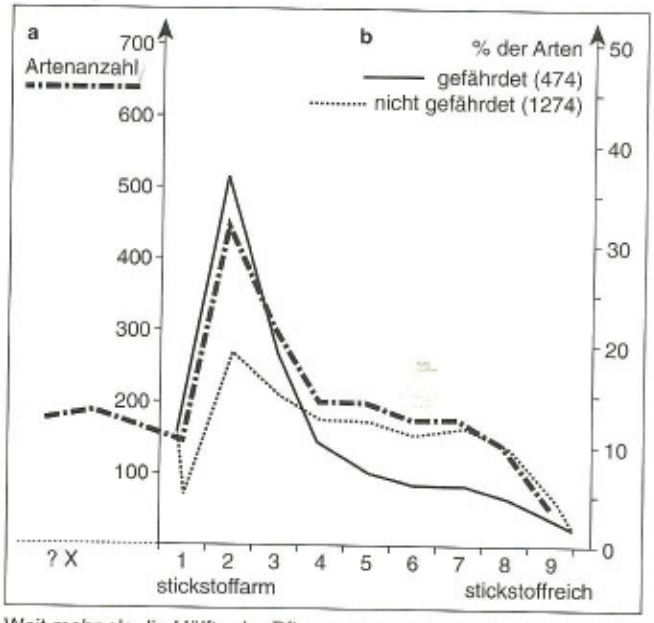
Artenverarmung durch landwirtschaftliche Intensivierung

4. Unterrichtsabschnitt

Während die Veränderung der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts hinein mit einer Zunahme der Artenzahl wildlebender Tiere und Pflanzen verbunden war, ist in diesem Jahrhundert eine rückläufige Tendenz und in den letzten Jahrzehnten gar eine dramatische Ausrottung von Arten festzustellen. Den Schülern sind zumeist die Roten Listen bekannt, in denen gefährdete Arten verzeichnet werden. Als Einstieg in dieses Teilthema wird daher eine aktuelle Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen verwendet. Am geeignetsten sind die für das jeweilige Bundesland gültigen Listen, die man in Klassenstärke bei den meisten Landesbehörden für Natur- und Umweltschutz kostenlos erhält. Liegen solche Listen nicht vor, verwendet man regionale Listen – z. B. Arbeitsblatt 3, Abb. 2a – oder die jeweils aktuelle Liste für Deutschland (Blab u. a. 1977 ff.) und kopiert den Schülern ggf. einen Ausschnitt unter Einbeziehung der Gefährdungskategorien und der Angaben zu den Anteilen gefährdeter Arten an der Gesamtzahl der Arten. Die Schüler lernen die Gefährdungskategorien kennen und erhalten einen Eindruck, wieviele Arten heute bedroht sind. Daraus ergibt sich die Frage: «Welche Ursachen hat die starke Artenverarmung in der Kulturlandschaft des 20. Jahrhunderts?».
Anhand der Abb. 1 a und 1b von Arbeitsblatt 3, die man als Folie projeziert, wird zunächst festgestellt, daß die beginnende Forstwirtschaft sowie die Privatisierung der Marken im 19. Jahrhundert zu einer Aufforstung vieler Zwergstrauchheiden der frühen Neuzeit mit Nadelwäldern sowie zur Anlage von Äckern, Wiesen, Hecken, Wegen und Gräben geführt hat.
Anschließend erhalten die Schüler Arbeitsblatt 3 und bearbeiten die Frage nach möglichen Ursachen des Artenrückgangs (Aufgabe 2) in Gruppenarbeit.

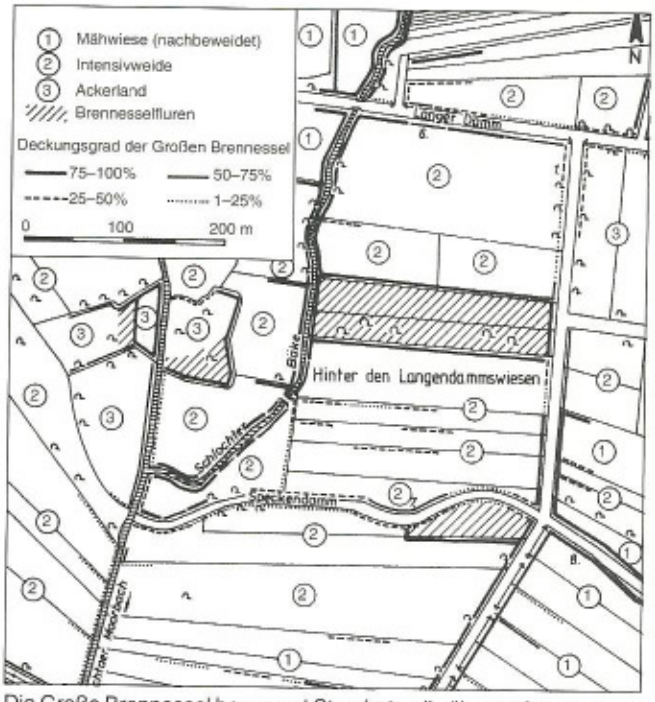
Erweiterung

Arbeitsblatt 3



Weit mehr als die Hälfte der Pflanzenarten Deutschlands (a) und die überwiegende Anzahl der nach den Roten Listen gefährdeten Arten (b) sind nur bei Stickstoffmangel konkurrenzfähig. 1 = extrem stickstoffarm, 3 = stickstoffarm, 5 = gerade ausreichende Stickstoffversorgung, 7 = oft an stickstoffreichen Standorten, 8 = Stickstoffzeiger, 9 = übermäßige Stickstoffversorgung, x = indifferent gegenüber Stickstoff, ? = Verhalten gegenüber Stickstoff ist unbekannt.

Abb. 4: Verteilung von über 2000 mitteleuropäischen Gefäßpflanzen entsprechend ihrer Stickstoff-Zeigerwerte



Die Große Brennessel bevorzugt Standorte, die übermäßig mit Stickstoff versorgt sind (Stickstoff-Zeigerwert 9).

Abb. 5: Prozentualer Anteil der Großen Brennessel in den weg- und gewässerbegleitenden Vegetationsbeständen von Teilbereichen des heute intensiv landwirtschaftlich genutzten Oyther Moores im Landkreis Vechta

Anhand der Karten und Grafiken beschreiben die Schüler die dramatische Veränderung der Landschaft in den letzten Jahrzehnten: Nasse Standorte wurden entwässert und wie nährstoffarme und andere Sonderstandorte zunehmend in die landwirtschaftliche Nutzung einbezogen. Hecken und Feldgehölze fielen großangelegten Flurbereinigungsverfahren zum Opfer. Straßen, Siedlungsflächen und Industriegebiete dringen immer mehr in die Landschaft vor.

In den Kartenvergleich sollten nach Möglichkeit entsprechende Karten der Schulumgebung einbezogen werden. Ist ausreichend Zeit vorhanden, kann man die aktuelle Ausgabe einer topographischen Karte der Schulumgebung (Kopie) an die Schüler verteilen und in arbeitsteiliger Gruppenarbeit auf verschiedenen Teilflächen den Istzustand mit den Kartenangaben vergleichen lassen. Fast immer sind aktuelle Veränderungen festzustellen, die selbst in der neuesten Karte noch nicht verzeichnet sind. Anregungen für quantitative Kartenvergleiche bieten der Beihefter sowie Heintze u. a. 1981 und Lammert u. a. 1986.

Liegen ältere Vegetationsaufnahmen für eine Fläche aus der Schulumgebung vor, so bietet sich neben der Auswertung von Arbeitsblatt 3 auch die Anfertigung eigener Vegetationsaufnahmen auf einer solchen Fläche an. Die Schüler können dann feststellen, wieviele und welche Arten seit der Erstkartierung verschwunden oder neu hinzugekommen sind und wie sich die mittleren Zeigerwerte verändert haben (vgl. Hofmeister 1990, S. 146). Dabei dürften sich bei allen bei der Erstkartierung noch naturnahen Flächen eine Artenverarmung, eine Erhöhung der mittleren Stickstoffzahl und für Feuchtgebiete außerdem eine Erniedrigung der mittleren Feuchtezahl ergeben.

Die Hypothesen und Erkenntnisse der Schüler werden unter Verwendung von Tab. 1 sowie Abb. 2 und 3 (ggf. als Folie) und des Beihefters überprüft und protokolliert. In dieser Phase sollten auch die von den Schülern gesammelten Berichte über lokale Landschaftveränderungen sowie mitgebrachte Materialien einbezogen werden. Möglicherweise kann man auf einer Exkursion Orte in Schulumgebung aufsuchen, von denen ältere Fotos mitgebracht wurden und an denen sich das Landschaftsbild in den letzten Jahren stark verändert hat. Gegenüberstellungen älterer Landschaftsaufnahmen mit aktuellen Aufnahmen derselben Standorte findet man bei Ringler 1987.

Literatur

(auch für den Beihefter)

Bick, H./Hansmeyer, K. H./Olschowy, G.: Funkkolleg Mensch und Umwelt. Beltz, Weinheim/Basel 1982

Blab, J./Nowak, E./Trautmann, W./Sukopp, H.: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. Kilda, Greven 1977 ff.

Dobelmann, W.: Der Altkreis Bersenbrück Teil III – Geschichte und Entwicklung des Osnabrücker Nordlandes. In: Mitt. KHBB 22, 1979

Ellenberg, H.: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart 1978

Ellenberg, H.: Eutrophierung – das gravierendste Problem im Naturschutz. In: NNA-Berichte 2/1, 1989

Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Goltze, Göttingen 1974

Erz, W.: Schutz der Tier- und Pflanzenwelt. – Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID), Bonn 1985

Gottschlich, G./Schedler, J.: Moore als Archive der Waldgeschichte. In: UB 109, 1984, S. 21–33

Haeupler, H.: Die verschollenen und gefährdeten Gefäßpflanzen Niedersachsens, Ursachen ihres Rückgangs und zeitliche Fluktuation der Flora. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde 10, 1976, S. 125–131

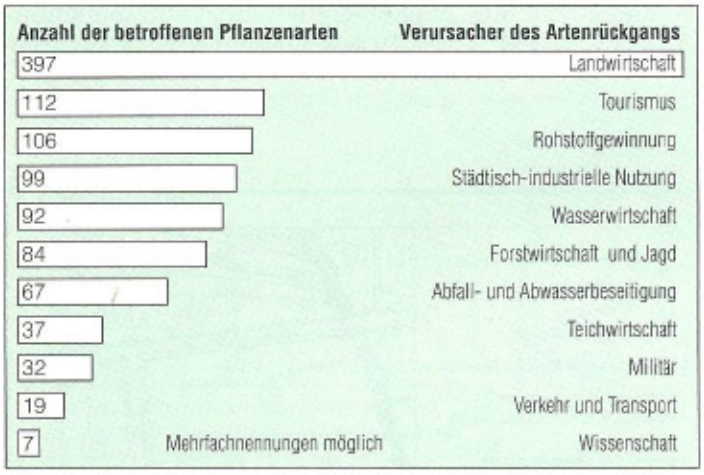


Abb. 2: Verursacher des Artenrückgangs (Landnutzer und Wirtschaftszweige)

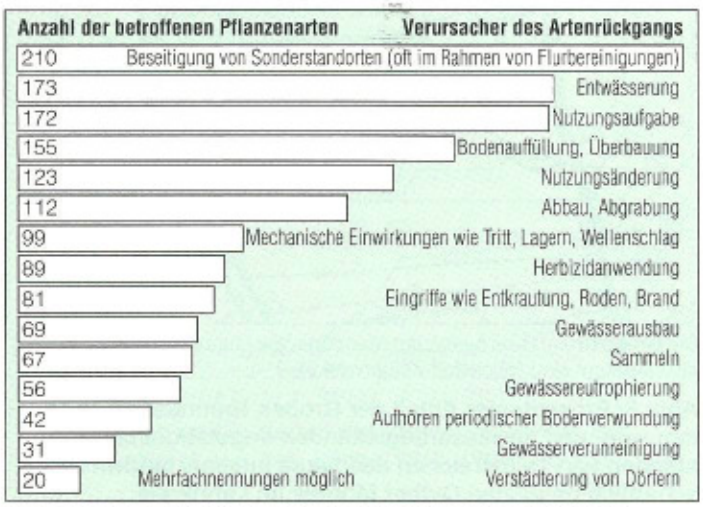


Abb. 3: Ursachen des Artenrückgangs, geordnet nach Anzahl der betroffenen Pflanzenarten der Roten Listen

Biotoptypen	Anteil verschollener und gefährdeter Arten am Artenbestand	Anteil verschollener und gefährdeter Arten an der Gesamtzahl verschollener und gefährdeter Arten	Rangfolge
	%	%	x̄ %
Nährstoffarme Moore, Moorwälder und Gewässer mit den Uferrandzonen	58,9	12,9	35,9
Trocken- und Halbtrockenrasen	41,2	20,0	30,6
Küstenbiotope	44,4	4,3	24,4
Feuchte Thermophytenflure	39,7	3,8	21,8
Nährstoffreiche Gewässer mit den Uferrandzonen	35,5	6,6	21,1
Feuchtwiesen	33,8	7,4	20,6
Alpine Biotope	28,5	9,2	18,9
Ackerunkrautfluren und kurzlebige Ruderalvegetation	24,2	9,2	16,7
Zwergstrauchheiden und Borstgrasrasen	28,4	4,5	16,5
Außeralpine Felsbiotope	28,9	1,9	15,4
Trockene Gehölzbiotope	24,0	6,6	15,3
Kriechpflanzenrasen	23,7	2,1	12,6
Subalpine Biotope	18,3	3,9	11,1
Quellfluren	19,4	0,5	10,0
Bodensaure Laub- und Nadelwälder	16,2	1,1	8,7
Ausdauernde Ruderal-Stauden	10,6	3,0	6,8
Feucht- und Naßwälder	10,5	1,1	5,8
Frischwiesen und -weiden	9,5	0,2	5,0
Quecken-Trockenfluren	9,6	0,1	4,9
Fallaubwälder einschl. Tannenwälder	8,0	1,5	4,8

Es wurden nur «Hauptvorkommen» erfaßt.

Tab. 1: Rangfolge der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in heimischen Pflanzenformationen

Hausfeld, R.: Immer mehr Wiesen verschwinden. In: UB 93, 1984, S. 44–49
Heermann, W./Stichmann, W.: Jahrringe und Dendrochronologie. In: UB 91, 1984, S. 38–44
Heintze, U./Riedel, W.: Die Gegend möchten wir sehen, die 100 Jahre unverändert überstanden hat. In: Geographie heute 5, 1981, S.18–22
Herrmann, B. (Hrsg.): Mensch und Umwelt im Mittelalter. Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt 1989
Hoff, P./Jaenicke, J./Miram, W.: Biologie heute. Lehrerhandbuch. Schroedel, Hannover 1988
Hofmeister, H.: Lebensraum Wald. Parey, Hamburg 1990
Höppner, H.: Probleme des Natur- und Artenschutzes in agrarisch intensiv genutzten Räumen. In: Rasteder Hefte 8, 1984
Janssen, W. (Hrsg.): Stadtbilder vom alten Quakenbrück. Janssen, Cloppenburg o. J.
Kaule, G.: Arten- und Biotopschutz. Ulmer, Stuttgart 1991
Kellerhoff, J.: Flurbereinigung – Anspruch und Wirklichkeit. Biologik Verlag Norbert Jorek, 1984
Lammert, K./Lammert, F. D.: Landschaftsveränderung durch Flurbereinigung. In: UB 116, 1986, S. 31–33
Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.): Landschaftsschutzpolitik. W. Kohlhammer, Stuttgart
Makowsky, H./Buderath, B.: Die Natur dem Menschen untertan – Ökologie im Spiegel der Landschaftsmalerei. Kindler, München 1983
Meisel, K./Hübschmann, A. v.: Veränderungen der Acker und Grünlandvegetation im nordwestdeutschen Flachland in jüngerer Zeit. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde 10, 1976, S. 109–124
Oberdorffer, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer, Stuttgart 1979
Olschowy, G. (Hrsg.): Ökologische Grundlagen des Natur- und Umweltschutzes. Band 1. Parey, Hamburg/Berlin 1981
Overbeck, F.: Botanisch-geologische Moorkunde. Wachholtz, Neumünster 1975
Ringler, A.: Gefährdete Landschaft – Lebensräume auf der Roten Liste. BLV, München 1987
Schreiber, M./Wellinghorst, R.: Lebensraum Artland – Plädoyer für den Erhalt einer naturnahen Kulturlandschaft. Naturschutzverband Osnabrück 1991
Seedorf, H. H./Meyer, H. H.: Landeskunde Niedersachsen. Band 1. Wachholtz, Neumünster 1992
Straka, H.: Pollenanalyse. In: BiuZ 2, 1973, S. 50–59
Straka, H.: Das Experiment: Aus der Praxis der Pollenanalyse. In: BiuZ 2, 1973, S. 60–62
Sukopp, H./Trautmann, W./Korneck, D.: Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland für den Arten- und Biotopschutz. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie 12, 1978
Tornow, L.: Wald im Mittelalter. In: Geschichte lernen 4, 1988, S. 48–54
Umweltbundesamt (Hrsg.): Daten zur Umwelt. Berlin 1984
Warnecke, E.F.: Zeugnisse bäuerlichen Lebens im Land von Hase und Ems. Wenner, Osnabrück 1984
Zucchi, H.: Ackerwildpflanzen. BSH ÖkoPortrait 1990
Weber, H. E.: Vegetation – Strukturatlas des Landkreises Osnabrück 1979

Rolf Wellinghorst, geb. 1954; Studium der Fächer Biologie und Chemie; Oberstudienrat am Artland Gymnasium Quakenbrück; Multiplikator für regionale Umweltbildung.

Quelle: