

Der See im Jahresverlauf

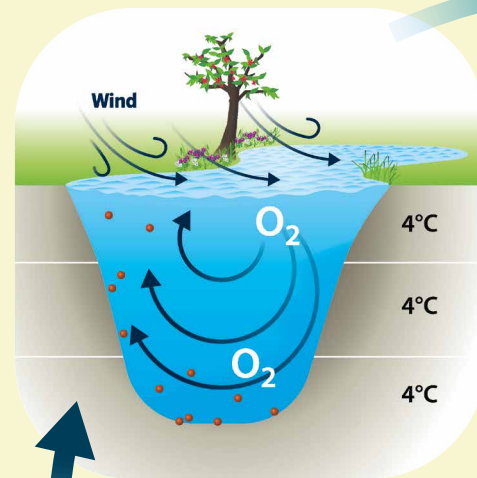
Der See ist ein Ökosystem, auf das viele abiotische Faktoren einwirken. Wichtige Faktoren sind Temperatur, Licht und der Sauerstoffgehalt des Wassers. Der Faktor Licht ist z.B. entscheidend dafür, bis zu welcher Wassertiefe autotrophe Pflanzen vorkommen.

Bei trübem Wasser bleiben nur 50% des eingestrahnten Lichtes nutzbar. Pflanzen benötigen das Licht für die Fotosynthese. Dabei entsteht auch Sauerstoff, der sich im Wasser löst. Die Schicht in der die meisten Pflanzen leben, nennt man Nährschicht.

In der Nährschicht werden mehr Nährstoffe erzeugt, als die Pflanzen für ihren Energiehaushalt benötigen. In die dunklere Schicht darunter sinken viele abgestorbene Konsumenten und Pflanzen. Destruenten zersetzen die Überreste zu Mineralstoffen und Kohlenstoffdioxid. Da alle Destruenten in dieser Zone die Nährstoffe verbrauchen, wird diese Schicht Zehrschicht genannt.

1 Frühjahr

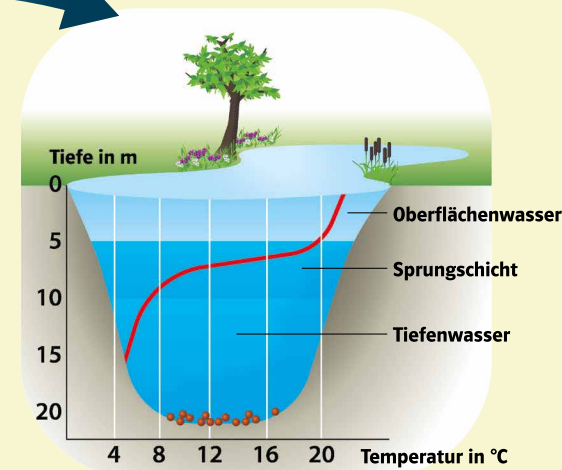
Die Sonne erwärmt das kalte Wasser nur langsam. Im Frühjahr sind die Temperaturunterschiede im See sehr gering. Stürme wirken auf die Wasseroberfläche ein und durchmischen das Tiefen- und Oberflächenwasser vollständig (Vollzirkulation). Die Sauerstoffkonzentration steigt durch die Aufnahme an der Wasseroberfläche aus der Luft und durch die Fotosynthese. Die Sauerstoffsättigung beträgt bei 4 °C 13 mg/l.



1 Frühjahrszirkulation

2 Sommer

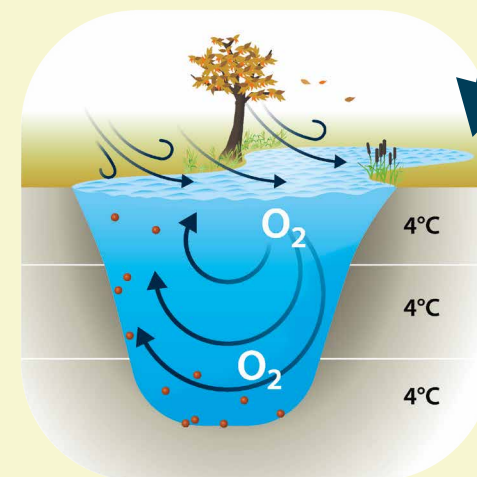
Im Sommer wird die Wasseroberfläche durch die Sonneneinstrahlung bis auf 25 °C erwärmt. Das warme Wasser hat eine geringere Dichte und bleibt an der Seeoberfläche. Im Tiefenwasser am Seegrund misst man nur 4 °C. Zwischen den beiden Schichten liegt eine Schicht mit einem starken Temperaturabfall, die Sprungschicht. Nur bis zu dieser Schicht wird das Oberflächenwasser durchmischt. Es gibt keine Zirkulation, sondern eine Stagnation. Die Sauerstoffsättigung beträgt bei 25 °C 8 mg/l.



2 Sommerstagnation

3 Herbst

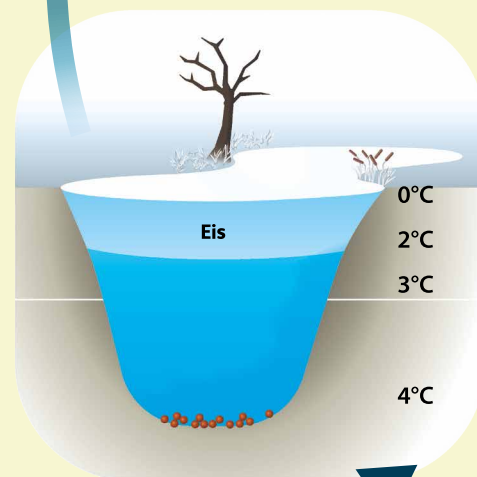
Im Herbst kühlt die Wasseroberfläche ab. Durch die Herbststürme kommt es zu einer Durchmischung der Wasserschichten (Vollzirkulation). Der Sauerstoff gelangt dadurch in die tieferen Schichten. Mineralstoffe, die von den Destruenten freigesetzt wurden, gelangen zu den Pflanzen an der Oberfläche.



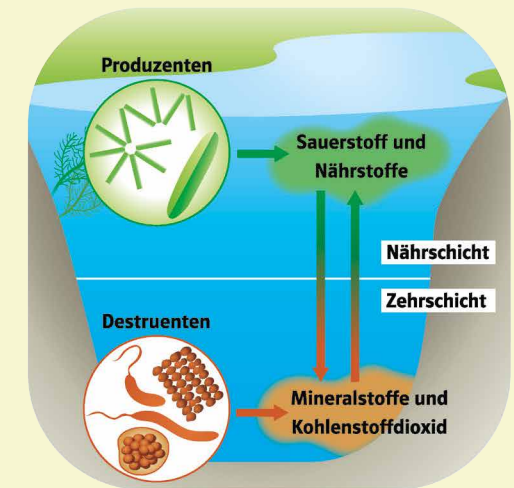
3 Herbstzirkulation

4 Winter

Im Winter bildet sich bei 0 °C eine Eisschicht. Da Eis eine geringere Dichte als Wasser bei 0 °C hat, schwimmt es an der Oberfläche. Wasser hat bei 4 °C die größte Dichte. Das Wasser sinkt nach unten. Die Temperatur des Tiefenwassers liegt daher bei 4 °C. Bei dieser Temperatur können Lebewesen im See überwintern.



4 Winterstagnation



AUFGABEN >>

- Im Sommer kann es in Seen zum Fischsterben kommen. Erläutere, weshalb dies hauptsächlich im Sommer vorkommt.
- Färbe Wasser mit Lebensmittelfarbe und fülle es in einen Eiswürfelbereiter. Lege einen gefärbten Eiswürfel auf ein mit Wasser gefülltes hohes Glas und beobachte. Mit einer Stop-Motion-App deines Smartphones kannst du jede Minute ein Foto machen. Verwende hierzu ein Stativ. Anschließend lässt sich der Vorgang als Film betrachten. Erläutere, welche Zusammenhänge dieser Modellversuch veranschaulicht.

Regionen eines Fließgewässers

Fließgewässer bieten zwischen ihrer Quelle und ihrer Mündung sehr unterschiedliche Lebensräume für verschiedene Tiere und Pflanzen. Die Strömung des Wassers ist dabei die entscheidende Kraft.

Zonen eines Fließgewässers

In der Nähe der Quelle ist das Wasser kalt. In dem *Oberlauf* genannten Flussabschnitt fließt es sehr schnell. Am Grund liegen Fels und Geröll, Pflanzen sind selten. Im Wasser leben Bachforellen, die die Larven von Eintagsfliegen und Steinfliegen jagen.

Gelangt ein Fluss in flachere Landschaften, sinkt die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers. Hier im *Mittellauf* bleibt grober Kies am Grund liegen, während feineres Material vom Wasser weitertransportiert wird. Durch Zuflüsse führt der Fluss hier wesentlich mehr Wasser als im Quellbach, das Flussbett ist breiter und tiefer. In diesem Bereich schlängelt sich der Fluss in engen Kurven durch die Landschaft, er *mäandriert* (Abb. 1). In den Biegungen fließt das Wasser an der Außenseite schneller als auf der Innenseite. Je nach Strömungsgeschwindigkeit

des Wassers wachsen im Fluss verschiedene Wasserpflanzen. Die Anzahl der vorkommenden Arten ist größer als im Oberlauf.

In Küstennähe ist der Fluss in seinem *Unterlauf* durch weitere Zuflüsse zu einem Strom angeschwollen. Das Wasser fließt so langsam, dass sich auch feiner Sand und noch feinere Schwebstoffe ablagern, die aus dem Abbau durch Destruenten stammen. Der Fluss wälzt sich meist in einem Delta in das Meer. Hier vorkommende Fische ertragen niedrige Sauerstoffkonzentrationen. Planktonalgen findet man im trüben Wasser wenig, trotz des relativ hohen Mineralstoffgehalts. Ihnen fehlt das Licht.

Leben im Fluss

Wie andere Ökosysteme auch, kann man das Ökosystem Fluss gedanklich unterteilen in die unbelebte Umwelt, das *Biotop*, und die Lebensgemeinschaft, die *Biozönose*. Biotische und abiotische Umweltfaktoren beeinflussen die Lebewesen. Untergrund, Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit sowie Sauerstoff- und Mineralstoffangebot sind entscheidende Bedingungen für dort

vorkommende Lebewesen. Die in einer Region lebensfähigen Arten bilden zusammen die Biozönose des Flussabschnitts. Durch die Strömung können diese von für sie günstigen in ungünstige Bereiche abgetrieben werden. Deshalb findet man bei den meisten Pflanzen und Tieren Anpassungen, die ein solches Verdriften verhindern.

Fischregionen

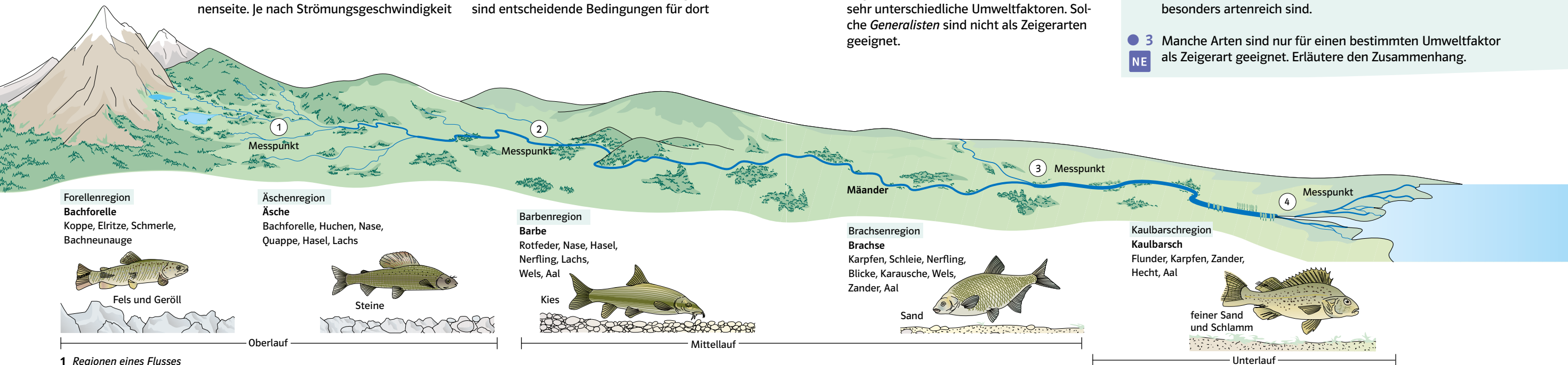
Auch die Fischarten in einem Fluss unterscheiden sich in ihren Ansprüchen an das Biotop und die Biozönose, sie haben unterschiedliche ökologische Nischen. Manche Arten tolerieren nur eng begrenzte Umweltbedingungen. Da sich aber viele Umweltfaktoren im Flussverlauf verändern (Abb. 2), kommen solche Spezialisten nur in einem bestimmten Flussabschnitt vor. Daher lässt sich ein Fluss in mehrere *Fischregionen* einteilen, die nach typischen *Zeigerarten* (*Bioindikatoren*) benannt sind (Abb. 1). Beispielsweise lebt die *Barbe* nur in der Barbenregion. Andere Fischarten, wie z. B. der *Döbel*, kommen allerdings in verschiedenen Regionen vor und tolerieren offensichtlich sehr unterschiedliche Umweltfaktoren. Solche *Generalisten* sind nicht als Zeigerarten geeignet.

Messpunkte in Abb. 1	1	2	3	4
Temperatur (°C)	8	11	16	20
Sauerstoffgehalt (mg O ₂ /l)	12	9	7	5
Mineralstoffgehalt	gering	mäßig	hoch	sehr hoch
Wassertrübung	klar	leicht trüb	trüb	sehr trüb
Fließgeschwindigkeit (in m/s)	2,1	1,3	0,7	0,4
Pflanzenbewuchs am Grund	kaum	gering	mäßig	stark

2 Abiotische Faktoren im Fluss

AUFGABEN >>

- 1 Erkläre die Zusammenhänge zwischen den in Abb. 2 angegebenen Daten unter Berücksichtigung der Messpunkte in Abb. 1.
- 2 Erkläre, warum mäandrierende Flussabschnitte im Mittellauf besonders artenreich sind.
- 3 Manche Arten sind nur für einen bestimmten Umweltfaktor als Zeigerart geeignet. Erläutere den Zusammenhang.



1 Regionen eines Flusses

Material

Reinhaltung von Fließgewässern

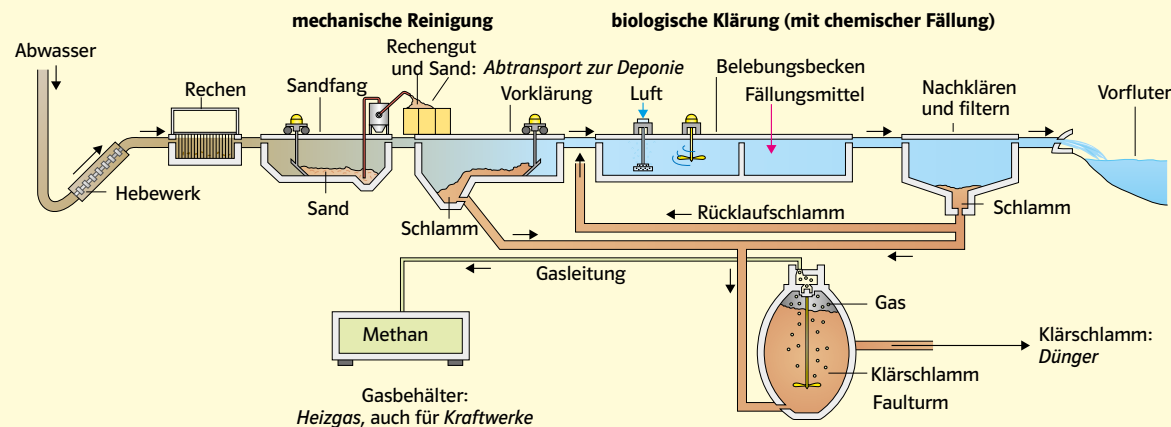
Menschen nutzen seit jeher die Fließgewässer als Quellen für Nahrung und Trinkwasser, aber auch als Transportwege

und zur Entsorgung z. B. von Abwässern. Der Schadstoffgehalt der Gewässer nahm im vorigen Jahrhundert zu.

👤 Kläranlagen

In den 1970er-Jahren konnten in vielen Flüssen so gut wie keine Tiere und Pflanzen mehr leben. Verantwortlich dafür waren hauptsächlich Abwässer aus Industrie und Haushalten. Eine Reihe von Gesetzen hat zu einer deutlichen Verbesserung geführt. Dazu gehören Vorschriften bezüglich der Düngung landwirtschaftlicher Flächen,

das Verbot von Phosphat in Waschmitteln und die flächendeckende Reinigung von Abwässern in Kläranlagen (Abb. 2). Haushaltsabwässer werden heutzutage in Kläranlagen so aufbereitet, dass das Wasser ohne Gefährdung der Lebewesen in Flüsse eingeleitet werden kann (Abb. 1).



1 Bau einer Kläranlage



2 Kläranlage

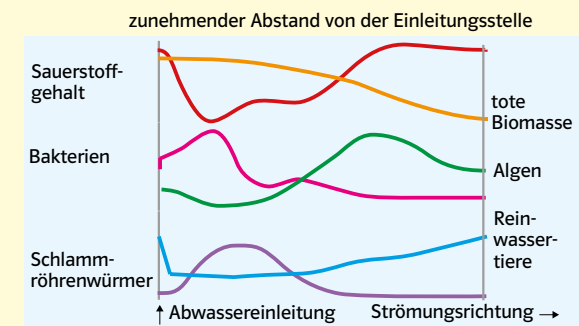
AUFGABE >>

- 1 Die Rechercheaufgaben a) bis d) können in arbeitsteiliger Gruppenarbeit durchgeführt werden. Die Gruppen können sich im Plenum gegenseitig über die erzielten Ergebnisse informieren. Themen für die Gruppenarbeit sind:
- mechanische Reinigung in einer Kläranlage,
 - Funktionsweise der biologischen Klärung in einer Kläranlage,
 - Fällungsmiteleinsetz in einer Kläranlage,
 - Entstehung und Verwendung von Klärschlamm.

👤 Selbstreinigung eines Flusses

Der Eintrag von Biomasse (z. B. durch Einleitung von Gülle oder ungeklärtem Haushaltsabwasser) sowie düngenden Mineralstoffen ist eine Herausforderung für die Selbstreinigungskraft eines Flusses (Abb. 4). Durch Selbstreinigung kann die Verunreinigung des Flusswassers nach einigen Fließkilometern abnehmen.

Abb. 3 zeigt relative Werte, die in unterschiedlicher Entfernung von einer Einleitungsstelle für Abwasser gemessen werden. Das Abwasser enthält teilweise zersetzte Pflanzenrückstände.



3 Folgen einer Abwassereinleitung in einen Fluss



4 Einleitung ungeklärter Abwässer in einen Fluss

AUFGABEN >>

- Vergleiche die Messergebnisse für Sauerstoff und Bakterien und erläutere den Zusammenhang.
- Gib die Ursachen für den Verlauf der übrigen Kurven an.

Zeigerarten und Wasserqualität

In Fließgewässern findet man an Stellen, die in Bezug auf Untergrund und Strömungsgeschwindigkeit des Wassers vergleichbar sind, nicht immer die gleichen Arten. Ein Grund kann die Belastung des Gewässers mit Schadstoffen sein. Werden z. B. biomassereiche Abwässer in einen Bach geleitet, sinkt durch die Tätigkeit der Destruenten der Sauerstoffgehalt. Nicht alle Insektenlarven können unter diesen Bedingungen existieren. Das Vorkommen bestimmter Tierarten gibt Hinweise auf die dort herrschenden Lebensbedingungen. Sie sind *Zeigerarten* für die Gewässergüte (Abb. 5).



Steinfliegenlarve (I)

Wasserassel (IV)



Abwasserpilz (III)

Schlammröhrenwürmer (V)

5 Zeigerarten für Gewässergüte (I unbelastet, V stark belastet)

AUFGABEN >>

- Informiere dich über die abgebildeten Zeigerarten. Stelle Zusammenhänge zwischen ihrer Lebensweise und ihrem Vorkommen (Gewässergüte) her.
- Nimm Stellung zu der folgenden Aussage zur Bedeutung von Zeigerarten: Zeigerarten geben zuverlässiger Auskunft über die Wasserqualität als die Messung des Sauerstoff- und Mineralstoffgehalts.

NE Nachhaltige Waldnutzung



1 Verwendungsmöglichkeiten von Holz

Etwa 30% der Fläche Deutschlands sind mit Wald bedeckt. Darunter finden sich keine natürlichen Wälder, sondern wirtschaftlich genutzte Forste. Doch wie lässt sich ein Forst möglichst naturnah und dennoch gewinnbringend nutzen?

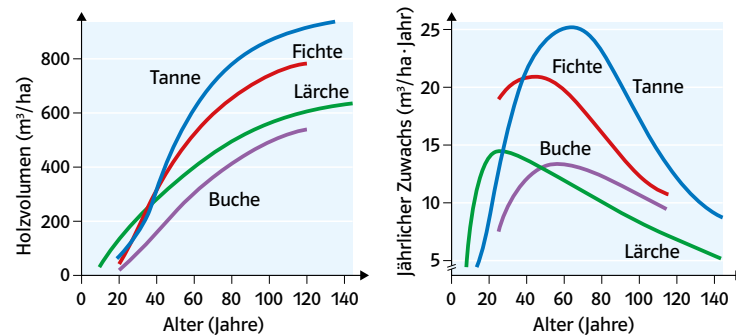
Waldwirtschaft ist Holzwirtschaft

Das wirtschaftlich wichtigste Produkt des Waldes ist Holz. Wegen seiner guten mechanischen Eigenschaften lässt es sich vielseitig verwenden (Abb. 1). Holz ist ein Rohstoff für andere Produkte und ein Brennstoff zur Energienutzung. Nadelbäume wachsen

gerade und schnell und sind bereits nach ca. 70 Jahren groß und kräftig genug zum Fällen. Solche intensiv für die Holzwirtschaft genutzten Wälder, in denen Bäume gezielt gepflanzt und gefällt werden, nennt man *Forste*. Beispielsweise liefern Fichtenforste Holz für die Papierherstellung und Bauholz. Großflächige Pflanzungen mit nur einer Pflanzenart werden *Monokulturen* genannt. Monokulturen weisen in der Regel eine geringe Artenvielfalt an Tieren und Pflanzen auf.

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit

In der frühen Neuzeit wurden in Europa großflächig Wälder abgeholzt, um das Holz als Bau- und Brennmaterial zu verwenden, auch für den Bergbau und die Eisen- und Glasherstellung. Weil die Bevölkerung beständig wuchs und damit der Holzbedarf zunahm, kam es schließlich im 18. Jahrhundert zu einer Holzknappheit. In Deutschland war nur noch ca. 3% der Flächen bewaldet. In den Wintern wurden oft entbehrliche Holzgegenstände verheizt. In dieser Zeit kam der Gedanke der *Nachhaltigkeit* in der Forstwirtschaft auf: Es sollten in einem



2 Wachstum und Holzzuwachs einheimischer Baumarten

Gebiet nur so viele Bäume geschlagen werden, wie in gleicher Zeit wieder nachwachsen. Um eine größere Waldfläche zu erreichen, wurden auf abgeholzten Flächen wieder Bäume angepflanzt.

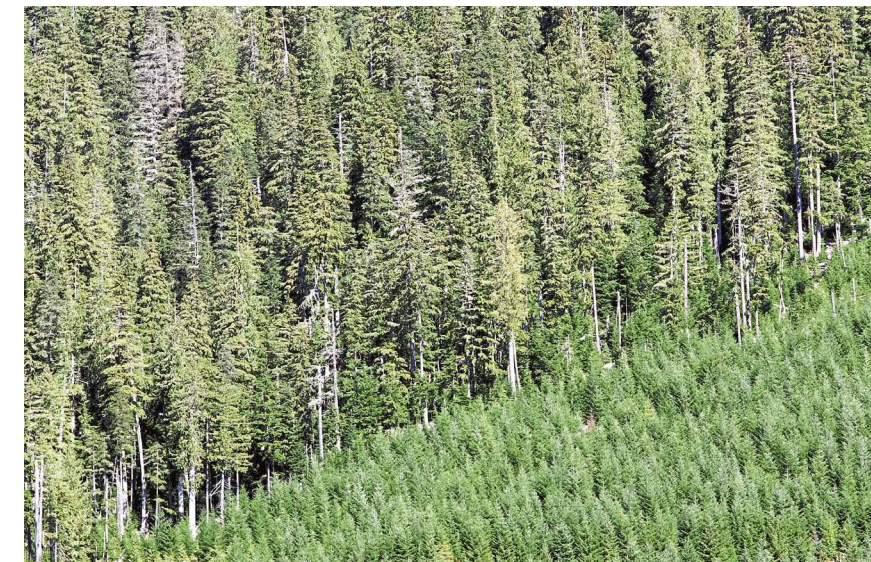
Moderne nachhaltige Forstwirtschaft

Bis vor wenigen Jahrzehnten wurden hauptsächlich Fichtenmonokulturen angepflanzt, um schnell viel Holz zu gewinnen (Abb. 4). Die gleich alten Fichten konkurrieren um Licht und wachsen rasant in die Höhe. Allerdings ist schnell gewachsenes Holz anfällig für Pilze und andere Schädlinge. Hinzu kommt, dass in Monokulturen nur wenige Tierarten existieren können. Es fehlt insbesondere an Konsumenten 2. Ordnung, die Pflanzenfresser beseitigen. Dadurch kommt es leicht zu Massenvermehrungen von Schädlingen wie dem Borkenkäfer. Da sich Borkenkäfer in geschwächten Bäumen vermehren, werden solche Bäume regelmäßig entfernt. Damit fehlen aber auch Nistmöglichkeiten für Spechte und viele andere Käfer wie dem Hirschkäfer (Abb. 3). Seine Larven entwickeln sich in morschem Eichenholz.

Inzwischen hat ein Umdenken in der Forstwirtschaft begonnen. Einige alte Bäume werden nicht gefällt und bei Neuanpflanzungen wird ein Mischwald angepflanzt. Im Altholz können sich viele Käferarten und andere Tiere entwickeln und verschiedene Baumarten schaffen ein reichhaltiges Nahrungsangebot. Solche Maßnahmen erhöhen



3 Männlicher Hirschkäfer



4 Fichtenforst mit Neuanpflanzung

daher die Artenvielfalt im Wald und schaffen vielfältige Nahrungsbeziehungen. Dies ist nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern bietet auch wirtschaftliche Vorteile. Je artenreicher ein Wald ist, desto weniger anfällig ist er für Schädlinge. Ein gesunder Wald erfordert weniger Eingriffe und wird auch kommenden Generationen Holz liefern. Nachhaltige Forstwirtschaft ist ökologisch, wirtschaftlich und sozial sinnvoll.

AUFGABEN >>

- 1 Erstelle eine Mind-Map zu den Verwendungsmöglichkeiten von Holz.
- 2 Begründe unter Verwendung von Abb. 2, warum die Fichte in der Waldwirtschaft lange Zeit bevorzugt angepflanzt wurde.
- 3 Holz gilt im Gegensatz zu Öl und Kohle als nachwachsender Rohstoff. Erkläre.
- 4 Nachhaltigkeit beruht auf drei Säulen: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Erläutere die Idee der Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft.