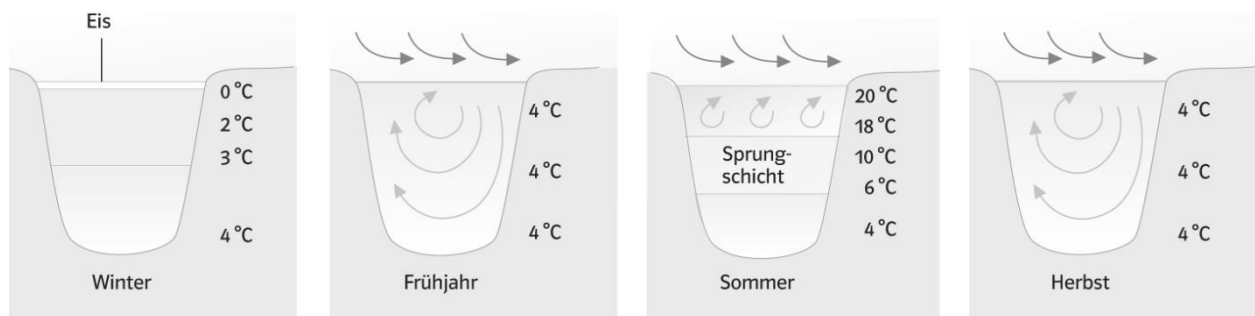


Ein See im Wechsel der Jahreszeiten

So wie sich in unseren Breiten die Außentemperaturen im Laufe des Jahres verändern, so verändert sich auch die Wassertemperatur in einem See. Allerdings sind die Schwankungen aufgrund der spezifischen Wärmekapazität des Wassers hier nicht so stark wie auf dem Land: Wasser erwärmt sich viel langsamer als Luft und kühlt im Gegenzug auch langsamer wieder ab. Deswegen ist es im Winter an den Küsten immer etwas wärmer, im Sommer aber etwas kälter als im Binnenland. Vielleicht ist dir das schon einmal beim Schauen des Wetterberichts aufgefallen.

Zwei weitere Eigenschaften des Wassers stehen ebenfalls im Zusammenhang mit der Temperatur: Wasser hat seine größte Dichte bei 4 °C, sodass Wasser, das kälter oder wärmer ist, nach oben steigt. Außerdem ist der Sauerstoffgehalt des Wassers von seiner Temperatur abhängig. In kälterem Wasser ist mehr Sauerstoff gelöst als in wärmerem Wasser. In den Abbildungen siehst du die typischen Temperaturverhältnisse in einem See während der vier Jahreszeiten:



1 Beschreibe in deinem Heft kurz die Temperatur- und Zirkulationsverhältnisse in einem See zu den vier Jahreszeiten.

2 Eis hat eine geringere Dichte als 4 °C warmes Wasser. Erläutere die Bedeutung für die im Wasser lebenden Tiere.

3 Ziehe aus den Temperatur- und Durchmischungsverhältnissen Rückschlüsse auf den Sauerstoffgehalt in den Seen zu den verschiedenen Jahreszeiten. Beziehe in deine Überlegungen Fotosynthese und Atmung der Seeorganismen ein.

ARBEITSBLATT

Ein See im Wechsel der Jahreszeiten

Lösungen

- 1 Im Winter bildet sich auf der Seeoberfläche eine Eisschicht. Darunter nimmt die Wassertemperatur bis zum Seeboden auf 4 °C zu. Aufgrund der Eisschicht findet keine Durchmischung statt. (*Anmerkung: Winterstagnation*).

Im Frühjahr herrscht im See eine annähernd gleiche Temperatur und das Seewasser wird vollständig durchmischt (*Anmerkung: Frühjahrszirkulation*).

Im Sommer gibt es eine stabile Wasserschichtung. In der warmen Oberflächenschicht mit um die 20 °C findet eine Durchmischung statt, in der kalten Tiefenschicht nicht. In der Sprungschicht fällt die Temperatur sehr stark ab (*Anmerkung: Sommerstagnation*).

Im Herbst herrschen im See wiederum annähernd gleiche Temperaturen und das Seewasser wird vollständig durchmischt (*Anmerkung: Herbstzirkulation*).
- 2 Dadurch, dass sich die Eisschicht auf der Oberfläche bildet, können die Tiere im Tiefenwasser bei 4 °C überleben, ohne zu erfrieren.
- 3 Winter: Aufgrund der geringeren Temperatur ist der Sauerstoffgehalt direkt unter der Eisschicht am größten. Am Gewässerboden ist der Sauerstoffgehalt aufgrund der Temperatur des Wassers sowie der Atmung der Lebewesen und der Abbauvorgänge deutlich niedriger.

Frühjahr: Durch die Durchmischung des Sees ist der Sauerstoffgehalt im See gleichmäßig.

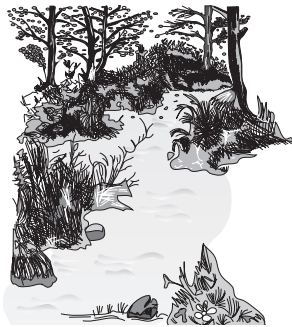
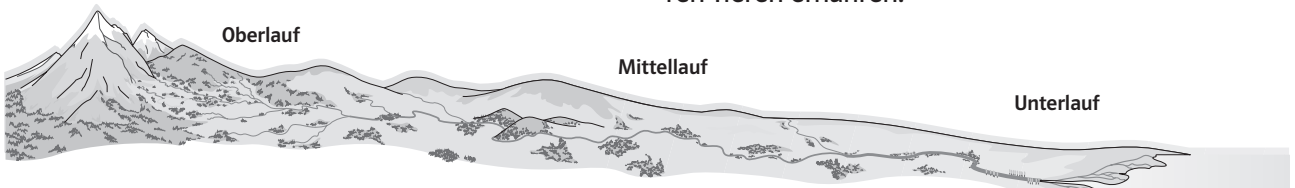
Sommer: In der Oberflächenschicht ist der Sauerstoffgehalt aufgrund der Fotosynthese des Phytoplanktons recht hoch. Da in der Tiefenwasserschicht keine Durchmischung mehr stattfindet, nimmt der Sauerstoffgehalt durch die Atmung der Lebewesen trotz kälterer Temperaturen immer weiter ab.

Herbst: Durch die Durchmischung des Sees ist der Sauerstoffgehalt im See gleichmäßig.

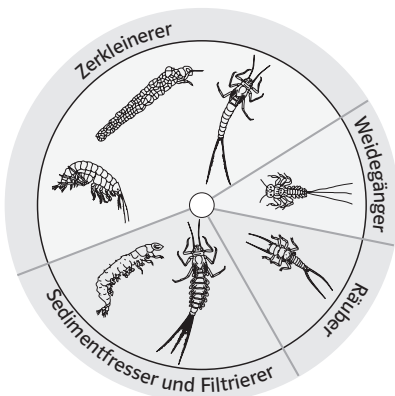
Typische Tiergruppen in den Flussregionen

Bestimmt ist dir auch schon einmal aufgefallen, dass sich von der Quelle bis zum Unterlauf eines Flusses (Fließgewässers) die Bedingungen im Fluss ändern. Die Strömung ist in der Quellregion sehr stark, sinkt aber im Mittellauf deutlich ab, sodass an der Mündung nur noch eine geringe Strömung herrscht. Auch der Sauerstoffgehalt des Wassers ist zunächst sehr hoch, sinkt dann aber kontinuierlich bis zur Mündung ab, was unter anderem mit der Temperatur zusammenhängt, die von der Quelle zur Mündung ansteigt.

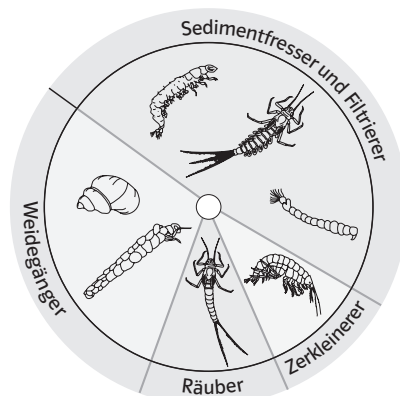
Aufgrund dieser unterschiedlichen Bedingungen findet man in den einzelnen Regionen auch unterschiedliche Zusammensetzungen an Lebewesen. Diese kann man in erster Linie anhand ihrer Ernährungsweise unterscheiden: Es gibt Weidegänger, die Aufwuchs wie Algen oder Bakterien von Steinen abweiden, Zerkleinerer, die Falllaub oder anderes organisches Material zerkleinern, Filtrierer und Sedimentfresser, die kleine Nahrungspartikel (Trübstoffe) aus dem Wasser fangen bzw. sie aus dem Sediment auf sammeln, und Räuber, die sich von diesen anderen Tieren ernähren.



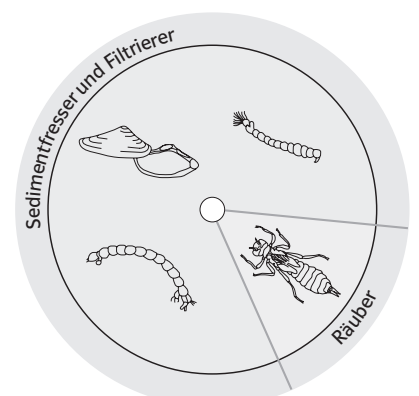
Ernährungstypen



Nahrung: Falllaub, Aufwuchsalgen und Wassermoose



Nahrung: zerkleinertes Falllaub (Feindetritus) und Aufwuchsalgen



Nahrung: Phytoplankton und Trübstoffe

- 1 Vergleiche in deinem Heft die Zusammensetzung der oben gezeigten Ernährungstypen vom Ober-, Mittel- und Unterlauf eines Fließgewässers.
- 2 Erkläre in deinem Heft die oben gezeigte unterschiedliche Zusammensetzung von Weidegängern, Zerkleinerern, Sedimentfressern und Filtrierern mithilfe der unterschiedlichen Bedingungen in den einzelnen Flussregionen.
- 3 Stelle in deinem Heft eine Hypothese auf, warum Räuber in jedem Abschnitt gleich stark vertreten sind.

ARBEITSBLATT

Typische Tiergruppen in den Flussregionen

Lösungen

- 1 Die Weidegänger machen im Oberlauf mit ca. 10% nur einen kleinen Anteil der Lebensgemeinschaft aus. Im Mittellauf sind es dagegen schon ca. 25%. Dafür findet man sie im Unterlauf gar nicht mehr.
Die Zerkleinerer stellen im Oberlauf mit ca. 45% den am häufigsten vertretenen Ernährungstyp. Im Mittellauf machen sie jedoch nur noch ca. 10% aus und auch sie fehlen im Unterlauf ganz. Hier dominieren Sedimentfresser und Filtrierer mit einem Anteil von ca. 80%. Im Mittellauf ist diese Tiergruppe mit fast 50% vertreten und im Oberlauf immerhin noch mit ca. 25%.
Die Räuber sind in jeder Region mit ca. 20% vertreten.
- 2 **Oberlauf:** Aufgrund der starken Strömung und der niedrigen Temperaturen gibt es im Oberlauf kaum Pflanzen im Wasser. Nur einige Aufwuchsalgen und Wassermoose können sich auf den Steinen im Gewässerboden halten, die von den Weidegängern abgeweidet werden. Falllaub stellt eine wichtigere Nährstoffquelle dar. Daher findet man hier auch viele Zerkleinerer. Die hohe Strömung sorgt dafür, dass Trübstoffe schnell fortgespült werden. Daher findet man hier auch nur wenig Sedimentfresser und Filtrierer.
Mittellauf: Im Mittellauf ist nicht nur die Strömung deutlich geringer, sondern es ist auch wärmer. Daher hat die Besiedelung durch Pflanzen erheblich zugenommen. Es gibt auch mehr Aufwuchspflanzen, sodass die Weidegänger hier stärker vertreten sind. Dagegen gibt es aufgrund der Breite des Fließgewässers nun deutlich weniger Falllaub, weswegen auch die Zerkleinerer abnehmen. Durch den höheren Pflanzenbewuchs und die langsamere Strömung gibt es mehr Trübstoffe im Wasser, was den größeren Anteil an Sedimentfressern und Filtrierern erklärt.
Unterlauf: Im Unterlauf ist die Fließgeschwindigkeit sehr niedrig. Deswegen gibt es hier sehr viel Phytoplankton und Trübstoffe im Wasser. Diese sorgen allerdings dafür, dass nur noch wenig Licht auf den Gewässerboden trifft, weswegen es hier kaum noch Aufwuchspflanzen und somit auch keine Weidegänger gibt. Stattdessen gibt es sehr viele Sedimentfresser und Filtrierer, die sich von den Trübstoffen und dem Phytoplankton ernähren. Grobes organisches Material gibt es hier nicht mehr, da es bereits auf dem Weg zerkleinert wurde. Daher findet man hier auch keine Zerkleinerer mehr.
- 3 Räuber sind in jedem Abschnitt relativ gleich stark vertreten, da sie sich je nach Angebot von den Zerkleinerern, Sedimentfressern und Filtrierern und den Weidegängern ernähren. Dabei spielt es für den Räuber keine Rolle, wovon sich seine Beute ernährt, sondern nur, dass überhaupt Beuteorganismen vorhanden sind.

Praktische Tipps

Untersuchung eines Fließgewässers

Gehen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern an einen Bach oder ein kleineres nicht allzu tiefes Fließgewässer und suchen Sie nach Lebewesen im Wasser. Nutzen Sie dazu nicht nur einen Kescher, sondern drehen Sie auch kleine Steine oder andere natürliche Hindernisse um und suchen Sie sie nach Kleintieren ab. Denken Sie daran, am Ende alle Tiere wieder zurück in das Fließgewässer zu setzen.

Bestimmung der Gewässergüte mit einem Saprobienindex

Lebewesen reagieren unterschiedlich auf Störungen ihrer Umwelt. Manche Arten sind sehr tolerant gegenüber Veränderungen, andere dagegen sehr empfindlich, sodass diese auch schon bei kleinen Veränderungen aussterben. Diese empfindlichen Arten lassen sich als Bioindikatoren verwenden, da sie mit ihrem Vorhandensein anzeigen, dass über einen längeren Zeitraum besondere Eigenschaften in ihrer Umwelt herrschen. Steinfliegenlarven kommen z. B. nur in sauerstoffreichen und nährstoffarmen Gewässern vor.

Auf dieser Basis hat man das sogenannte „Saprobien-system“ entwickelt, bei dem ca. 160 wirbellose Tiere sowie einige Fische und Mikroorganismen zur Bewertung der Gewässergüte bzw. zur Feststellung der Belastung eines Fließgewässers mit organischen Stoffen herangezogen werden. Um die Gewässer in die verschiedenen Güteklassen einzuteilen, wird der Saprobienindex errechnet. Hierzu werden in einem Fließgewässer Tiere gefangen und bestimmt. Die einzelnen Arten werden festgehalten, ihre Häufigkeit (h) abgeschätzt und der Indikatorwert, der Saprobiewert (S), in der Literatur nachgeschlagen.

Grad der Belastung	Saprobienindex	Güteklasse
unbelastet bis sehr gering belastet	1,0 – < 1,5	I
gering belastet	1,5 – < 1,8	I – II
mäßig belastet	1,8 – < 2,3	II
kritisch belastet	2,3 – < 2,7	II – III
stark verschmutzt	2,7 – < 3,2	III
sehr stark verschmutzt	3,2 – < 3,5	III – IV
übermäßig verschmutzt	3,5 – 4,0	IV

1 Gewässergüteklassen

Zeigerart	Saprobiewert (S)	Häufigkeit (h)	S • h
Lidmückenlarve	1,0	—	
Steinfliegenlarve	1,3	—	
Eintagsfliegenlarve: Familie <i>Ephemerellidae</i>	1,6	—	
Eintagsfliegenlarve: <i>Ephemera</i>	2,0	3	
Eintagsfliegenlarve: Familie <i>Baetidae</i>	2,1	5	
Köcherfliegenlarve mit Köcher < 1,5 cm	1,5	—	
Köcherfliegenlarve mit Köcher > 1,5 cm	2,0	3	
Köcherfliegenlarve ohne Köcher <i>Rhyacophila</i>	1,8	3	
Köcherfliegenlarve ohne Köcher <i>Hydropsyche</i>	2,0	4	
Libellenlarve	2,0	2	
Hakenkäfer und Hakenkäferlarve	1,5	—	
Bachtaumelkäfer und Bachtaumelkäferlarve	2,0	—	
Dreieckskopfstrudelwurm	1,5	4	
Flohkrebs	2,0	5	
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3	1	
Großer Schneckenegel	2,3	2	
Rollel	2,8	2	
Wasserassel	2,8	3	
Zuckmückenlarve	3,2	—	
Schlammröhrenwurm	3,6	—	
Rattenschwanzlarve (Schwebfliege)	4,0	—	
—			

h = 1	Einzelfund
h = 2	wenige Tiere
h = 3	mittlere Häufigkeit
h = 4	viele/häufig
h = 5	sehr viele/massenhaft

2 Häufigkeiten

$$\text{Saprobienindex} = \frac{\sum S \cdot h}{\sum h} =$$

(Saprobienindex = Gesamtsumme S • h : Gesamthäufigkeit)

3 Berechnung der Gewässergüte mit dem Saprobienindex (sapro = faul, bios = Leben)

- 1 Fülle die Tabelle zu Ende aus und bestimme anschließend den Saprobienindex sowie die Gewässergüte.
- 2 Erkläre, welchen Vorteil die biologische Methode zur Bestimmung der Wasserqualität z. B. gegenüber der chemischen Methode bietet.

ARBEITSBLATT

Bestimmung der Gewässergüte mit einem Saprobienindex

Lösungen

1 Zeigerart	S	h	S • h
Lidmückenlarve	1,0	—	—
Steinfliegenlarve	1,3	—	—
Eintagsfliegenlarve: Familie <i>Ephemerellidae</i>	1,6	—	—
Eintagsfliegenlarve: <i>Ephemera</i>	2,0	3	6
Eintagsfliegenlarve: Familie <i>Baetidae</i>	2,1	5	10,5
Köcherfliegenlarve mit Köcher < 1,5 cm	1,5	—	—
Köcherfliegenlarve mit Köcher > 1,5 cm	2,0	3	6
Köcherfliegenlarve ohne Köcher <i>Rhyacophila</i>	1,8	3	5,4
Köcherfliegenlarve ohne Köcher <i>Hydropsyche</i>	2,0	4	8
Libellenlarve	2,0	2	4
Hakenkäfer und Hakenkäferlarve	1,5	—	—
Bachtaumelkäfer und Bachtaumelkäferlarve	2,0	—	—
Dreieckskopfstrudelwurm	1,5	4	6
Flohkrebs	2,0	5	10
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3	1	2,3
Großer Schneckenegel	2,3	2	2,6
Rollelge	2,8	2	5,6
Wasserassel	2,8	3	8,4
Zuckmückenlarve	3,2	—	—
Schlammröhrenwurm	3,6	—	—
Rattenschwanzlarve (Schwebfliege)	4,0	—	—
Summe gesamt		37	74,8

$$\text{Saprobienindex} = \frac{\sum S \cdot h}{\sum h} = \frac{74,8}{37} = 2,02$$

Das Gewässer entspricht der Güteklasse II (siehe Abb. 1).

- 2 Die Bewertung über die biologische Methode liefert im Gegensatz zur chemischen, nicht nur eine Momentaufnahme, sondern lässt Rückschlüsse auf die jeweiligen Lebensbedingungen und damit die Wasserqualität über einen längeren Zeitraum zu.

Praktische Tipps

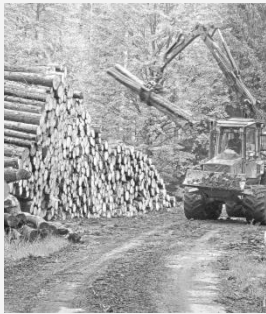
Bestimmung der Gewässergüte

Bestimmen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern die Gewässergüte eines gut zugänglichen Fließgewässers, z. B. eines Bachs mithilfe des Saprobienindex (s. Arbeitsblatt „Bestimmung eines Saprobienindex“, Lehrband S. 319).

Im Gegensatz zu einer chemischen Gewässeruntersuchung (s. Lehrband S. 314), die nur eine Momentaufnahme des Zustands eines Gewässers zeigt, lässt sich mit einer biologischen Gewässeruntersuchung, also der Bestimmung mit einem Saprobienindex, der Zustand eines Gewässers über einen längeren Zeitraum erfassen, da die meisten Lebewesen auf bestimmte stabile Bedingungen angewiesen sind. Das Saprobienindexsystem gilt nur für Fließgewässer, nicht aber für Seen.

Die Aufgaben des Waldes

Wenn Annika mit ihren Eltern am Wochenende einen Waldspaziergang macht, dann merkt sie nach einiger Zeit, wie die Anspannung der letzten Tage von ihr abfällt. Sie spürt den weichen Waldboden unter ihren Füßen, atmet die klare Luft ein und lauscht dem Zwitschern der Vögel. Auch ihren Eltern scheint es gut zu gehen. Die Gespräche sind unterhaltsam und ab und zu lachen alle gemeinsam. Annika fühlt sich glücklich und erholt. Schade nur, dass der Wald so weit weg liegt von ihrem Zuhause.





○ 1 Annika fallen vier Aufgaben ein, die der Wald hat. Schreibe diese Aufgaben auf die Linien unter die Bilder.

● 2 Kontrolliere mit deinem Sitznachbarn die Antworten von Aufgabe 1. Überlegt euch gemeinsam weitere Aufgaben des Waldes und notiert diese.

● 3 Nenne stichwortartig Möglichkeiten zum dauerhaften (nachhaltigen) Erhalt des Waldes.

● 4 In der Nachbarschaft deiner Schule soll ein großes Stück Wald gefällt werden, um neuen Wohnraum zu schaffen. Schreibe einen Brief (z. B. an den Bürgermeister), in dem du durch dein Fachwissen überzeugst, dass der Wald stehen bleiben muss.

 **ARBEITSBLATT**

Die Aufgaben des Waldes

Lösungen

- 1 Bild 1 = Holzlieferant (für Papier, Brennstoff, Baumaterial)
Bild 2 = Lebensraum (für Tiere)
Bild 3 = Lärmschutz
Bild 4 = Erholungsfunktion
- 2 Klimaschutz, Wasserspeicher, Erosionsschutz, Windschutz, Wasserfilter, Lawinenschutz, Luftfilter
- 3 Aufforstung, nicht nur als Monokultur, sondern auch als Mischwald.
- 4 individuelle Lösung (s. Aufgabe 1 und 2)

Praktische Tipps

Zum Einsatz des Arbeitsblatts

- Die Bearbeitung des Arbeitsblatts „Die Aufgaben des Waldes“ bietet sich in Partnerarbeit an (s. Aufgabe 2). Innerhalb der Partnerarbeit soll es zu Diskussionen unter den Schülerinnen und Schülern kommen.
- Sie können zu Beginn der Stunde in einem gemeinsamen Brainstorming Ideen zu den Funktionen des Waldes an der Tafel sammeln.
- Die einzelnen Aufgaben des Waldes können durch eine nachbereitende Hausaufgabe tiefgreifender in Form von Kurzreferaten recherchiert werden (so z. B. die Funktionen von Wäldern im Wasserhaushalt einer Landschaft und als Klimaverbesserer).

Differenzierende Aufgabe

Sie können zur Differenzierung Bilder vorbereiten, die weitere Aufgaben des Waldes zeigen, wie z. B. Lawinenschutz oder Luftfilter. Diese Bilder können Sie den Schülerinnen und Schülern als Hilfekärtchen anbieten.

Zusatzinformation

Die Bedeutung eines einzelnen Baumes

Eine Linde,
frei stehend an einem guten Standort, erreicht
eine Höhe von 10 Metern und einen Kronendurchmesser
von 10 Metern. Über 250 000 Laubblätter bilden ihre Krone.
Mit ihren Wurzeln durchzieht sie unterirdisch etwa 100 m² Boden,
ihre Blätter jedoch breiten sich auf 2500 m² aus. Die innere Oberfläche
der Blätter ist um ein Vielfaches größer. Dort werden Atemgase mit der
Atmosphäre ausgetauscht. 28 000 Liter Luft treten durch die feinen
Spaltöffnungen ein, sodass an einem heißen Sommertag über 9500 Liter
Kohlenstoffdioxid in 10¹⁴ Chloroplasten fixiert werden können. Ausreichend
Sauerstoff für den Tagesbedarf von 10 Menschen gibt der Baum an
einem heißen Sommertag ab. Über 400 Liter Wasser entnimmt
der Baum dem Wurzelraum und gibt es als Wasserdampf an die Luft ab.
Dabei legt der Baum für sich Kohlenstoffverbindungen an, die ihm als
Speicherstoffe und Baumaterial sowie zur Ernährung dienen.

Das können täglich mehr
als 11 kg sein.
In dem dichten
Blätterdach bleibt
viel von dem Ruß,
Dreck und Staub
hängen, der aus
Schornsteinen und
Auspuffen in die Luft
geblasen wird. Und wenn
wir zur Säge greifen, um
den Baum zu fällen, verlieren wir
nicht nur einen schönen, schattigen, kühlen Platz in der Landschaft.

nach BRUNO P. KREMER, Wachtberg