

# Prüfungs- und Lernkultur in Math und Science



für Lehrende

Begleitet durch die Plattform <http://www.classroom.at>

Projektgruppe Prüfungs- und Lernkultur in Math & Science

# Prüfungs- und Lernkultur in Math und Science

---

## für Lehrende

Begleitet durch die Plattform <http://www.classroom.at>

Herausgeber: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur  
Redaktion: Dr. Christian Dorninger (für die Projektgruppe Prüfungs- und Lernkultur in  
Math und Science), ADir. Eva Süß  
Design und Layout: Dr. Karl Pusman  
Druck: Eigendruck, Wien 2005



## Vorwort der Frau Bundesministerin

---

Liebe Lehrerinnen und Lehrer!

Internationale Schüler Leistungsvergleiche sind in der österreichischen Schullandschaft etwas relativ Neues: Erst Mitte der 90er Jahre nahmen Schulen mit COMPED (Computers in Education) und TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) an größeren internationalen Leistungsvergleichen teil, die von einem Netz von empirischen Erziehungswissenschaftsinstituten weltweit betreut wurden. Erst mit PISA (Programme for International Student Assessment), durchgeführt von der OECD (Organisation für wirtschaftliche Entwicklung und Zusammenarbeit der Industrieländer) erlangten diese Schüler Leistungsvergleiche ein weithin publizistisches Echo.

Diese Broschüre, die auch von einem Webforum begleitet wird ([www.classroom.at](http://www.classroom.at)), soll Denkweisen und typische Beispiele aus den internationalen Leistungsvergleichen kommentiert darstellen. Ein Beitrag zum Umgang mit Testsituationen ergänzt die Ausführungen zu den Naturwissenschaften und zur Mathematik, die auch alle freigegebenen PISA-Testaufgaben enthält. Im Webforum werden laufend Aufgaben von Seminaren oder aus dem Unterricht aktualisiert und Lösungen dargestellt.

Als Lehrende in den einzelnen Fachbereichen werden Sie sicher interessiert sein, die Art der Beispielsetzung und die Form des Umgangs mit Texten mit Ihren Schülerinnen und Schülern zu besprechen. Die Schülerinnen und Schüler sollen eigenverantwortlich überprüfen, wie weit sie derartige Aufgaben mit oder ohne Hilfestellung lösen können. Sie können, wenn Sie eigene ähnliche Aufgaben entwickeln wollen, diese über das Webforum einsenden und damit publizieren lassen.

Ich bitte Sie auch, Broschüre und Portal weiter zu empfehlen.

Mit bestem Dank für Ihre Unterstützung bei dieser wichtigen Sache

mit freundlichen Grüßen



Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur

# Inhaltsverzeichnis

---

6	A.	Man sollte die Chancen wahrnehmen, wie sie kommen
7	B.	Lern- und Prüfungskultur neu gestalten
8	C.	Konkrete Ziele für alle Interessierten
9	D.	Kurz- und längerfristige Maßnahmen spielen zusammen
12	E.	Testcoaching
14	F.	Prüfungs- und Lernkultur in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern
15	G.	Einstieg in typische Fragestellungen aus den PISA-Feldtests
16		→ Autobus
17		→ Fliegen
18		→ Artenvielfalt
20	H.	PISA-Framework im Überblick
23	I.	Naturwissenschaftliche PISA-Aufgaben
24		→ Ozon
29		→ Klonen
31		→ Semmelweis Tagebuch (Text 1)
32		→ Semmelweis Tagebuch (Text 2)
34		→ Tageslicht
35		→ Mais
37		→ Geschwindigkeit eines Rennwagens
39		→ Tschadsee
42	J.	Was misst PISA-Mathematik?
44	K.	Auswahl mathematischer PISA-Aufgaben
45		→ Gehen
47		→ Bauernhäuser
48		→ Tischler
49		→ Spielwürfel
50		→ Internet Chat
51		→ Medikamenten-Konzentration
53		→ Größer werden - Jugendliche werden größer
54		→ Skateboard
56		→ Wechselkurs
57		→ Verringern der CO <sub>2</sub> -Menge
59		→ Exporte
60		→ Raubüberfälle
61		→ Testergebnisse
62		→ Tischtennisturnier
63		→ Unterstützung für den Präsidenten

## A. Man sollte die Chancen wahrnehmen, wie sie kommen

---

Das Einsteinjahr 2005 befördert Mathematik und die Naturwissenschaften in die Öffentlichkeit. Wochenmagazine beschäftigen sich plötzlich mit biographischen Details von Albert Einstein - und die geniale Idee von österreichischen Uni- und Schullehrern, einen Lichtstrahl rund um die Welt zu verfolgen, bringt eine interessante Form internetorientierter und medial vermarktbarer Zusammenarbeit.

Internationale Schüler/innenleistungsvergleiche rücken Grundbegriffe der Mathematik und der Naturwissenschaften als universelle Basis für weltweit verbindendes grundlegendes Wissen in die tägliche bildungspolitische Diskussion. An diese Vergleichsbasis wird man sich gewöhnen müssen - sind doch alle drei Jahre diese internationalen Tests geplant, an der eine zunehmende Anzahl von Schülerinnen und Schülern aus immer mehr Nationalstaaten teilnehmen.

Das Global Science Forum der OECD (Organisation für Entwicklungszusammenarbeit der Industrieländer) beschäftigte sich seit Jänner 2004 in vier Zusammenkünften mit der Frage, ob es internationale Trends gibt, die ein abnehmendes Interesse der Schülerinnen und Schüler an den Naturwissenschaften konstatieren. In einem waren sich die Delegierten aus 13 Ländern rasch einig:

Die Entscheidungen über ein positives Verhältnis zu den Naturwissenschaften fallen spätestens an den Sekundarschulen und nicht an den Hochschulen und Universitäten. Nun wird der Fragestellung des „abnehmenden Interesses“ mit Datenauswertungen und Fallstudien zu Leibe gerückt.

Drei recht unterschiedliche Aspekte eines Themas - welches Verhältnis haben die Jungen zu den Kenntnissen und Fähigkeiten, die mittlerweile nicht nur als Kulturtechniken anerkannt sind, sondern vor allem nach Meinung von Wirtschaftsanalysten die Basis für eine positive volkswirtschaftliche Entwicklung eines Landes darstellen. Nach den Erkenntnissen vieler Wirtschaftsforscher und Unternehmensberater sind „wissensintensive Dienstleistungen“, „symbolische Analyse“ und „intelligente Infrastrukturen“, basierend auf Mathematik, Science und Informatik eine der wesentlichen Produktionsfaktoren in der Wissensgesellschaft (Helmut Wilke, Wissensarbeit, Jahrbuch für Managementforschung, Berlin 1997).

Viele Gründe, sich mit der international gängigen Arbeits- und Prüfungskultur in diesen Fachbereichen noch eingehender zu beschäftigen - wie man auch immer zu Standardisierungen und Formen aus nationaler Sicht stehen will.

## B. Lern- und Prüfungskultur neu gestalten

---

Die von vielen als Enttäuschung empfundenen Platzierungen österreichischer Schülerinnen und Schüler bei internationalen Leistungsvergleichen in 40 Ländern sind vorrangig nicht nur auf deren Wissen und Können zurückzuführen; sie sind das Ergebnis vieler Einzelfaktoren, die mit unterschiedlichen Ausprägungen der Lernkulturen in den Ländern und der Art der Überprüfung von Wissen und Können zu tun hat.

Bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, dass u. a. die Getesteten

- gar nicht wussten, welche Bedeutung ihre Testung im internationalen Umfeld hatte;
- mit der Art und Länge der Fragestellung und Testvorgänge keine Erfahrungen hatten;
- erstmals eine mehr als zweistündige Testführung erlebten;
- wegen des fehlenden Hintergrunds teilweise wenig motiviert wirkten

- und deshalb nicht in der Lage waren, ihr Wissen und Können optimal abzurufen.

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur hat gemeinsam mit Experten- und Expertinnengruppen seit 1998 auf die Entwicklung reagiert und ein Bündel von Maßnahmen und Projekten zur Lehrplanreform, Lernkultur, Unterrichtsorganisation und Schulentwicklung eingeleitet. Nun sollen auch kurzfristige Maßnahmen zur Prüfungskultur und zum „Test-coaching“ die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler bei den weiteren nahenden Leistungsvergleichsstudien nachhaltig verbessern.

Es ist notwendig, eine entsprechende Breite in der Erfassung der Schulstandorte und die Lehrenden in den genannten Fachbereichen zu erreichen, um eingehende Auswirkungen auf möglichst viele Schülerinnen und Schüler zu erzielen. Die Zusammenarbeit mit den Vertretungsorganen aller Schulpartner wird hier besonders hervorgehoben.

## C. Konkrete Ziele für alle Interessierten

---

Als Ziele dieser Maßnahmen sind Informationen in schriftlicher und elektronischer Form zu folgenden Fragestellungen zu formulieren:

- Vorstellung der Prüfungs- und Testkultur bei Schüler/innen-Leistungsvergleichen;
- Umgang mit einer reflexiven Kultur derzeitiger Prüfungssituationen;
- Kennen lernen der auf Textverständnis basierten Fragestellungen und der Itemformate der Testformulierung;
- Vertraut werden mit der Gestaltung von standardisierbaren Aufgabenstellungen;
- Testcoaching aus psychologischer Sicht; Einstellung bei Tests;

→ Bewusstmachung der Bedeutung der nationalen Ergebnisse und Verantwortung der Probanden;

→ Identifizierung mit nationalen Anliegen;

→ Wecken des Ehrgeizes aller Schulpartner bei den nächsten Ereignissen.

Die genannten Inhalte sollen mittels vorliegender Broschüre, die an Schüler/innen sowie auch an alle anderen Schulpartner verteilt wird, und über das Webportal [www.classroom.at](http://www.classroom.at) kommuniziert werden.

Die Lösung der gestellten Aufgaben eröffnet den Webzugang und eine Reihe von Selbsttests und Möglichkeiten eines wettbewerbsorientierten Vergleichs von Leistungen bei der Lösung von Aufgaben.

## D. Kurz- und längerfristige Maßnahmen spielen zusammen

---

Wichtig erscheint das Zusammenspiel von kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen, die Didaktik in den Naturwissenschaften und Mathematik so auszubauen, dass Schülerinnen und Schüler durch mehr Anschaulichkeit, mehr Abwechslung, mehr Verbindung zu den neuen (Informations)Technologien und mehr Übersicht positive Erlebnisse haben und Erfolge durch gute Leistungen und tieferes Verständnis verbuchen können. Mathematik, Physik, Chemie und Biologie können abstrakt und verwirrend sein, der Prozess, interdisziplinäre Verknüpfungen zu begreifen, kann mühevoll sein - es gibt aber eine Fülle von anschaulichen und stimulierenden Zugängen, die das Verständnis einfach und den Gewinn an „Erkenntnis“ sichtbar machen. Die umfassende Vielfältigkeit dieser Fachbereiche gestattet eine Art „Universalinterpretation“ vieler Lebens- und Naturvorgänge, von Statistiken und ökonomischen Vorgängen. Sie führt einfach zu mehr Durchblick in vielen Lebensbereichen - ein nicht ohne Mühe erreichtes aber doch recht wünschenswertes Ziel!

In Österreich gibt es eine gute Tradition von Mathematik- und Naturwissenschaftsdidaktik - von der führenden Rolle von Fachexperten und Lehrenden im Bereich der Computeralgebrasysteme in der Mathematik bis zu anschaulichen Fragestellungen in der Genomforschung, einer Wissen-

schaft, die sich in Österreich äußerst gut etablieren konnte.

Kein Zufall auch, dass engagierte Schulen seit 1998 in einem Schlüsselprojekt der Didaktiken dieser Fächer mitarbeiten, im Projekt IMST - Innovations in Math, Science and Technology Education.

IMST3 ist ein Unterstützungssystem für Lehrkräfte und im Bildungssystem Tätige, das im Oktober 2004 als Nachfolgeprogramm vom IMST I (1998-1999) und IMST2 (2000-2004) zur Verbesserung des Unterrichts in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern und zur besseren Vernetzung der Lehrenden (an Schulen, Akademien, Universitäten, etc.) in diesen Fächern gestartet wurde (Homepage: <http://imst.uni-klu.ac.at>).

Gemeinsam mit einem Expertenteam, das an der Universität Klagenfurt angesiedelt ist, arbeiten Wissenschaftler, Fachdidaktiker, Schulaufsichtsbeamte, Regionalbetreuer und Lehrende an innovativen Projekten und Produkten. 400 Lehrende und 200 weiterführende Schulstandorte sind derzeit dabei. Ein Newsletter mit einer Auflage von etwa 14.000 Stück informiert österreichweit (Sekundarstufe) über den Fortgang dieser Qualitätsbewegung. Um Nachhaltigkeit zu gewährleisten, sollen vorhandene bewährte

Strukturen genützt und in einem Zusammenspiel von Wissenschaft und Schulpraxis sieben zentrale Maßnahmen auf mehreren Ebenen institutionalisiert werden.

Die 7 zentralen Maßnahmen von IMST3 beziehen sich auf die lokale, regionale und nationale Ebene des Bildungssystems:

- M1 → Aufwertung der Fachkoordinator/innen (lokale Ebene)
- M2 → Aufwertung der Arbeitsgemeinschaftsleiter/innen (regionale E.)
- M3 → Einrichtung regionaler Zentren für Fachdidaktik und Schulentwicklung (regionale E.)
- M4 → Einrichtung regionaler Netzwerke (regionale E.)
- M5 → Einrichtung nationaler Fachdidaktikzentren (nationale E.)
- M6 → Einrichtung des MNI-Fonds, ein Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung, Didaktik der Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik (nationale E.)
- M7 → Errichtung des Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung/Koordination IMST3 (nationale E.)

Der MNI-Fonds fördert auch Projekte im Bereich des **e-learning**s, in dem die österreichischen Schulen besonders stark sind und der Funke von den Informationstechnologien zu den mathematisch-naturwis-

senschaftlichen Fächern wieder überspringen soll (viele gute Mathematik- und Physiklehrer/innen haben sich bereits in den 80er Jahren in der Informatik engagiert). Ein Blick auf [www.physicsnet.at](http://www.physicsnet.at) zeigt schon effektvolle Ergebnisse.

Der „**math.space**“, durch die medial gute Initiative von Prof. Taschner sehr bekannt geworden, verfolgt das Ziel, Mathematik als eine kulturelle Errungenschaft möglichst nachhaltig und eindrucksvoll einer breiten Öffentlichkeit nahezubringen und dadurch in der Bevölkerung ein hohes Maß an Aufgeschlossenheit und Interesse für Mathematik zu entwickeln. Im Wiener Museumsquartier als Teil des „quartier 21“ situiert, bildet math.space einen für alle zugänglichen Raum der Präsentation von Mathematik. In diesem Raum organisiert „math.space“ Veranstaltungen für alle Altersgruppen:

→ für Vorschulkinder und für Volksschulkinder die Workshops „Wir spielen uns durch die Mathematik“, „Vom kleinsten Punkt zur größten Nummer“;

→ für Unterstufenschülerinnen und -schüler die Veranstaltungen „Mathematik zum Begreifen“, „Mathematische Heldensagen“;

→ für Oberstufenschülerinnen und -schüler die Veranstaltungen „MuMomaTiK“, „Zukunftsmathematik im math.space“;

→ für Erwachsene die Veranstaltungen „Der FWF im math.space“, „Mathematisches Kaleidoskop“, „Einstein rechnet“, „Gauß: Astronom, Physiker, Geodät, Mathematiker und Genie“ und vieles andere mehr.

## Kurz- und längerfristige Maßnahmen spielen zusammen

---

Seit einigen Jahren wird wieder die gute Tradition von den Anfängen des 19. Jhdts aufgenommen, dass Wissenschaftler/innen über ihre Ideen, Experimente und Erkenntnisse öffentlich vortragen und sich mit vielen Interessierten, vor allem auch jungen Leuten auseinandersetzen.

Dieser Ansatz der „Public Awareness of Science“ ist in der Quantenphysik populär geworden, erreicht im Weltjahr der Physik eine verstärkte Aufmerksamkeit, lässt Lehrende und Schüler/innen bei europäischen Didaktikfestivals wie „Physics on stage“ oder „Science on stage“ im europäischen Rahmen teilnehmen, hat sich in Fragen der Stammzellenforschung und in der Genomforschung besonders bewährt. Man arbeitet nach dem Prinzip, dass bekannte österreichische Forscher wie Anton Zeilinger oder Josef Penninger über ihre Arbeit erzählen, kann aber durchaus nachhaltiger werden, wenn Feriapraktika in Labors der Genom-

forschung ausgeschrieben werden oder Lehrende in der unterrichtsfreien Zeit Kurse in europäischen Forschungszentren belegen.

Trotz dieser positiven Entwicklung bei den Kürprogrammen für die Schulen soll ein Pflichtprogramm, mit dem 15. Lebensjahr gute Kenntnisse in diesen Arbeitsgebieten vorzuweisen, nicht ganz vergessen werden - eine solide Leistung bei den internationalen Leistungsvergleichen gegen Ende der 9. Schulstufe. Bei der PISA-Testung 2003 (PISA = Programme for International Student Assessment) haben die österreichischen Schülerinnen und Schüler in Mathematik durchschnittlich und in den Naturwissenschaften nicht gut abgeschnitten.

In erster Linie geht es darum, sich auf die Durchführung von standardisierten Tests mental einzustellen. Einige Hinweise zum „Testcoaching“ sollen dabei nützlich sein.

## E. Testcoaching

Mag. Gerhard Orth (Abt. II/4 im bm:bwk)

---

Tests sind wissenschaftlich erstellte Instrumente zur Feststellung von Leistungen unterschiedlicher Dimensionen. Beispiele für Dimensionen wären etwa im Zusammenhang mit Schule „Leseverständnis“ oder „Rechtschreibung“. Die Leistungen sind von bestimmten Faktoren abhängig - direkte bzw. kausale Zusammenhänge von „Ursache und Wirkung“ sind aus Testergebnissen meist nicht möglich.

Tests sind notwendig, da man diese Dimensionen nicht direkt beobachten und messen bzw. quantifizieren kann (wie etwa Körpergewicht, Größe), es aber doch wichtig ist, darüber Informationen zu erhalten.

Tests dienen der Feststellung eines IST-Standes zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Im Vergleich zu Tests, die von Lehrerinnen und Lehrern für einzelne Schulklassen erstellt werden, um den bisherigen Lernerfolg zu überprüfen, erlauben wissenschaftliche Tests den Vergleich einer einzelnen Leistung mit einer viel größeren Bezugsgruppe. Daher werden sie auch bei internationalen Schülerinnen- und Schüler-Leistungsvergleichen wie PISA (Programme for International Student Assessment) oder TIMSS (Third International Math & Science Study) bevorzugt eingesetzt.

### Was ist bei Tests wichtig für Lehrerinnen und Lehrer?

→ Bei der Abhaltung von Test ist der Zusammenhang, WARUM die Tests durchgeführt werden, den Schülerinnen und Schülern näher zu bringen.

→ Ganz wichtig ist - obwohl KEIN Zusammenhang mit der Leistungsbeurteilung vorliegt - die Schülerinnen und Schüler zu einer positiven Arbeitshaltung zu motivieren.

→ Zeitdruck muss „geübt“ werden! Stoppuhren und das „Herunterzählen“ der noch verfügbaren Minuten erhöhen eklatant den Stress! Es ist aber wesentlich, die Schülerinnen und Schüler in geeigneter Form über den eingegrenzten Zeitrahmen zu informieren.

→ Übungsbeispiele sind so lange durchzugehen, bis ALLEN die Handhabung der Beispiele klar und verständlich ist.

→ Je nach Test ist bei Beispielen mit mehreren Antwortmöglichkeiten darauf hinzuweisen, dass NUR EINE Variante mit der exakten Anzahl von Antwortmöglichkeiten richtig ist! Dies ist vorher in der Instruktion zu überprüfen.

## Testcoaching

---

- Bei „offenen“ Fragen sind Antworten möglichst KURZ und PRÄZISE zu formulieren!
- Bei der Durchführung sind KEINE INHALTLICHEN HINWEISE zu geben!
- Auf die konkrete Durchführung gemäß den Vorgaben ist zu achten!
- Es zählen die richtigen Antworten und nicht, ob alle Beispiele bearbeitet wurden!
- NIEMAND kann ALLE Beispiele richtig lösen - die Tests sind so konstruiert! Es macht daher nichts, einmal ein Beispiel auszulassen und sofort zum Nächsten über zu gehen!
- Daher nicht zuviel Zeit bei einem Beispiel verschwenden und das Nächste versuchen! Wenn am Schluss noch Zeit bleibt, kann man es ja nochmals versuchen.

### Was ist bei Tests wichtig für Schülerinnen und Schüler?

- Auch wenn das Ergebnis NICHT für die Note zählt - der Test ist eine Möglichkeit zu zeigen, was man kann!
- Ruhig und konzentriert zu arbeiten, ist besser als geschwind und flüchtig!
- Bei „Multiple Choice“-Aufgaben, also Aufgabenstellungen mit mehreren vorgegebenen Antwortmöglichkeiten nütze man auf jeden Fall die Möglichkeiten etwas „anzukreuzen“. Raten kann durchaus sinnvoll sein und bringt im statistischen Schnitt eine Mindestpunktzahl!

## F. Prüfungs- und Lernkultur in mathematisch- naturwissenschaftlichen Fächern

---

Nun gilt es, in einem Maßnahmenbündel die Ergebnisse zu verbessern. Eine einfache Maßnahme ist die Publikation typischer Beispielaufgaben (und später auch Lösungen) und die Art des Umgangs mit standardisierten Tests bei internationalen Vergleichsstudien.

Nach der Vorstellung der Rahmenbedingungen für diese internationalen Tests sollen, getrennt nach den Naturwissenschaften und nach Mathematik, typische Aufgaben, die weltweit „freigegeben“ und damit ausgeschieden wurden - also keinen Geheimnisverrat oder unerlaubten Vorteil für österreichische Schüler/innen darstellen, vorgestellt werden. Sie sollen nachbearbeitet und analysiert werden.

Schüler/innen sollen mit den Aufgaben ihr Textverständnis, ihre Problemlösefähigkeiten und ihre Auffassungsgabe testen.

Lehrende sollen in der Tradition und Logik dieser Aufgabenstellungen selbst ähnliche Fragestellungen entwickeln - die Fragen sind gut aufgestellt und fördern die weltweit erwünschten Fähigkeiten, daran besteht wenig Zweifel - und sie mit ihren Schüler/innen durcharbeiten.

Eltern sollen sich ebenfalls an den Aufgaben versuchen und ihre Kinder damit unter-

stützen - und gleichzeitig ein positives Klima für die Bewältigung derartiger Aufgaben schaffen.

Uns allen muss klar sein, dass eine Arbeitskultur dieser Form - wenn auch alle anderen Arbeitskulturen genau so wichtig und oft erkenntnisreicher oder komplexer sind - eine Vorbereitung auf die Bildungsstandards schafft, die uns alle in den nächsten Jahren stark beschäftigen werden. Aus dieser Sicht kann eine kleine Einführung in die Aufgabenstellung bei internationalen Assessments recht nützlich sein!

Die hier vorgestellten Aufgaben sind ein erster Schritt, der ab nun über das elektronische Webportal [www.classroom.at](http://www.classroom.at) (mit Unterstützung der Telekom Austria) begleitet wird. Lösungen zu den Aufgaben, ein Webforum und aktuelle Bezüge zum Projekt werden dort laufend dargestellt und ergänzt.

Die dritte PISA-Domäne „Lesen“ wird in den Aktivitäten Lesefit und Lesescreening abgehandelt. Aufgaben zum Lesen sind ebenfalls im Webportal [www.classroom.at](http://www.classroom.at) zu finden.

Viel Spass, ein wenig Anstrengung und viel wohlthuende konsequente Arbeit bei Aufgaben (und Lösungen).

# G. Einstieg in typische Fragestellungen aus den PISA-Feldtests

Zum Einstieg und um auf die Lösung von Feldtests in Deutschland. Durchlesen, Gedanken ordnen und Lösungen ankreuzen oder hinschreiben!

**Fliegen**

Ein Bauer arbeitet auf einer landwirtschaftlichen Versuchsstation mit Milchkühen. In dem Stall, in dem die Tiere leben, waren darunter Vieh mit einer Insektizidtoleranz. Deshalb besprüht er die Tiere mit einem Insektizid. Das Insektizid zersetzt sich in der Umgebung.

**Artenvielfalt**

**Artenvielfalt ist der Schlüssel zu Umweltmanagement**

Ein Ökosystem, das eine hohe Artenvielfalt (also eine große Vielfalt verschiedener Lebewesen) aufweist, passt sich den vom Menschen verursachten Umweltveränderungen mit größerer Wahrscheinlichkeit an als eines mit geringerer Artenvielfalt.

Betrachten wir die zwei im Diagramm dargestellten Nahrungsnetze. Die Pflanze weiden von einem Organismus, der gefressen wird, zu dem Organismus, der ihn frisst. Diese Nahrungsnetze sind stark vereinfacht verglichen mit Nahrungsnetzen in realen Ökosystemen, aber sie veranschaulichen dennoch einen wesentlichen Unterschied zwischen mehr oder weniger vielfältigen Ökosystemen.

Das Nahrungsnetz B stellt eine Situation mit sehr geringer Artenvielfalt dar, in der auf mehreren Ebenen nur eine einzige Art von Organismus zur Nahrungskette gehört. Das Nahrungsnetz A stellt ein vielfältigeres Ökosystem mit folglich viel mehr alternativen Nahrungsketten dar.

Im Allgemeinen sollte der Verlust der Artenvielfalt sehr ernst genommen werden, nicht nur weil das Artensterben sowohl in ethischer als auch in nutzbringender Hinsicht einen großen Verlust darstellt, sondern auch weil die überlebenden Arten dadurch vermehrt der Gefahr des Aussterbens ausgesetzt sind.

**Nahrungsnetz A**

**Nahrungsnetz B**

Quelle: Bearbeitet nach Steve Malcoln: „Biodiversity is the key to management environment“, The Age, 16. August 1994.

**Autobus**

Ein Bus fährt eine geradlinige Strecke entlang. Vor dem Bus fährt ein Radfahrer auf dem Armaturenbrett. Der Fahrer des Buses beobachtet den Radfahrer durch den Rückspiegel. Der Radfahrer hat eine Geschwindigkeit von 10 km/h. Der Bus hat eine Geschwindigkeit von 30 km/h. Der Fahrer des Buses möchte wissen, ob er es überholen kann. Er entscheidet sich, ob er es überholen möchte. Er beschleunigt den Bus auf 40 km/h. Der Fahrer des Buses möchte wissen, ob er es überholen kann. Er beschleunigt den Bus auf 40 km/h. Der Fahrer des Buses möchte wissen, ob er es überholen kann. Er beschleunigt den Bus auf 40 km/h.

PISA-Feldtests zum Kopieren auf den Seiten 16-19

## Autobus

Ein Bus fährt eine gerade Straße entlang. Vor dem Busfahrer Rolf steht auf dem Armaturenbrett ein Becher mit Wasser:



Plötzlich muss Rolf stark auf die Bremse treten.

### Beispielaufgabe 1: NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDBILDUNG

Was geschieht voraussichtlich mit dem Wasser im Glas gleich nachdem Rolf auf die Bremse getreten ist?

- A → Das Wasser bleibt horizontal.
- B → Das Wasser schwappt über Seite 1.
- C → Das Wasser schwappt über Seite 2.
- D → Das Wasser schwappt über, aber man kann nicht sagen, ob es über Seite 1 oder Seite 2 schwappt.

### Beispielaufgabe 2: NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDBILDUNG

Rolfs Bus fährt wie die meisten Busse mit einem Benzinmotor. Diese Busse tragen zur Umweltverschmutzung bei. Einige Städte haben Oberleitungsbusse. Diese werden von einem Elektromotor angetrieben. Die elektrische Energie, die für einen solchen Elektromotor nötig ist, wird über eine Oberleitung zugeführt (wie bei elektrischen Bahnen). Die Elektrizität wird von einem Kraftwerk geliefert, das Kohle verwendet. Befürworter des Gebrauchs von Oberleitungsbussen in einer Stadt sagen, diese Busse trügen nicht zur Luftverschmutzung bei.

Haben diese Befürworter Recht? Erkläre deine Antwort.

.....

.....

.....

.....

## Fliegen

Ein Bauer arbeitete auf einer landwirtschaftlichen Versuchsstation mit Milchkühen. In dem Stall, in dem die Tiere lebten, waren derart viele Fliegen, dass die Kühe gesundheitlich darunter litten. Deshalb besprühte der Bauer den Stall und das Vieh mit einer Insektizidlösung A. Das Insektizid tötete fast alle Fliegen. Einige Zeit später war die Zahl der Fliegen allerdings wieder groß. Der Bauer versprühte wieder das Insektizid, mit ähnlichem Ergebnis wie beim ersten Sprühen. Die meisten, aber nicht alle Fliegen wurden getötet. Wieder nahm die Zahl der Fliegen in kurzer Zeit zu, und wieder wurden sie mit dem Insektizid besprüht. Das wiederholte sich fünfmal. Dann zeigte sich, dass das Insektizid A immer weniger wirksam wurde und immer weniger Fliegen tötete. Der Bauer stellte fest, dass ein großer Vorrat der Insektizidlösung hergestellt worden war und für alle Sprühungen verwendet wurde. Er vermutete daher, dass sich die Insektizidlösung mit der Zeit möglicherweise zersetze.

Quelle: Teaching About Evolution and the Nature of Science, National Academy Press, Washington, DC, 1998, Seite 75.

---

### Beispielaufgabe 3: NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDBILDUNG

Der Bauer vermutet, das Insektizid zersetze sich mit der Zeit. Erläutere kurz, wie diese Annahme getestet werden könnte.

.....

.....

.....

---

### Beispielaufgabe 4: NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDBILDUNG

Der Bauer vermutet, das Insektizid zersetze sich mit der Zeit. Nenne zwei weitere mögliche Erklärungen dafür, weshalb Insektizid A immer weniger wirksam wurde.

Erklärung 1: .....

.....

Erklärung 2: .....

.....

## Artenvielfalt

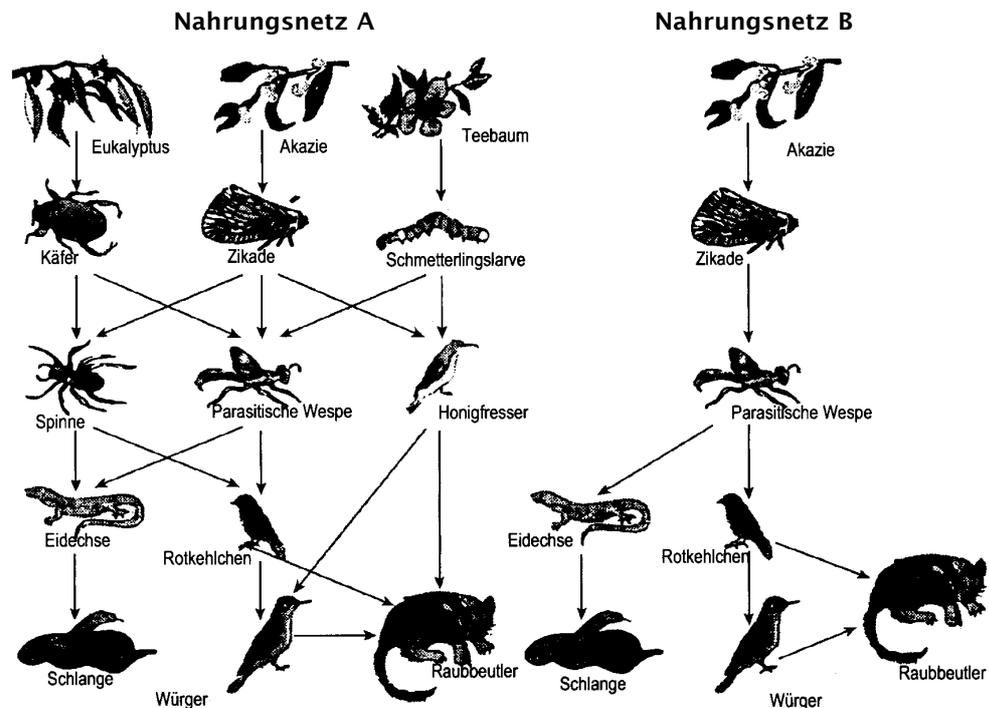
### Artenvielfalt ist der Schlüssel zu Umweltmanagement

Ein Ökosystem, das eine hohe Artenvielfalt (also eine große Vielfalt verschiedener Lebewesen) aufweist, passt sich den vom Menschen verursachten Umweltveränderungen mit größerer Wahrscheinlichkeit an als eines mit geringerer Artenvielfalt.

Betrachten wir die zwei im Diagramm dargestellten Nahrungsnetze. Die Pfeile weisen von einem Organismus, der gefressen wird, zu dem Organismus, der ihn frisst. Diese Nahrungsnetze sind stark vereinfacht verglichen mit Nahrungsnetzen in realen Ökosystemen, aber sie veranschaulichen dennoch einen wesentlichen Unterschied zwischen mehr oder weniger vielfältigen Ökosystemen.

Das Nahrungsnetz B stellt eine Situation mit sehr geringer Artenvielfalt dar, in der auf manchen Ebenen nur eine einzige Art von Organismus zur Nahrungskette gehört. Das Nahrungsnetz A stellt ein vielfältigeres Ökosystem mit folglich viel mehr alternativen Nahrungsketten dar.

Im Allgemeinen sollte der Verlust der Artenvielfalt sehr ernst genommen werden, nicht nur weil das Artensterben sowohl in ethischer als auch in nutzbringender Hinsicht einen großen Verlust darstellt, sondern auch weil die überlebenden Arten dadurch vermehrt der Gefahr des Aussterbens ausgesetzt sind.



Quelle: Bearbeitet nach Steve Malcolm: „Biodiversity is the key to management environment“, The Age. 16. August 1994.

## Einstieg in typische Fragestellungen aus den PISA-Feldtests

---

---

### Beispielaufgabe 5: NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDBILDUNG

Der Artikel enthält folgende Aussage: „Das Nahrungsnetz A stellt ein vielfältigeres Ökosystem mit folglich viel mehr alternativen Nahrungsketten dar.“

Betrachte das NAHRUNGSNETZ A. Nur zwei Tiere in diesem Nahrungsnetz haben drei direkte (unmittelbare) Nahrungsquellen. Um welche Tiere handelt es sich?

- A → Raubbeutler und Parasitische Wespe
- B → Raubbeutler und Würger
- C → Parasitische Wespe und Zikade
- D → Parasitische Wespe und Spinne
- E → Raubbeutler und Honigfresser

---

### Beispielaufgabe 6: NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDBILDUNG

Die Nahrungsnetze A und B gelten für zwei unterschiedliche Gebiete. Stelle dir vor, dass in beiden Gebieten die Zikaden aussterben. Was ist die beste Vorhersage und Erklärung für die Auswirkungen, die sich daraus für die Nahrungsnetze ergeben würden?

- A → Die Auswirkungen wären größer im Nahrungsnetz A, weil die parasitische Wespe nur eine Nahrungsquelle in Netz A hat.
- B → Die Auswirkungen wären größer im Nahrungsnetz A, weil die parasitische Wespe mehrere Nahrungsquellen in Netz A hat.
- C → Die Auswirkungen wären größer im Nahrungsnetz B, weil die parasitische Wespe nur eine Nahrungsquelle in Netz B hat.
- D → Die Auswirkungen wären größer im Nahrungsnetz B, weil die parasitische Wespe mehrere Nahrungsquellen in Netz B hat.

## H. PISA-Framework im Überblick

Dr. Thomas Stern, Expertengruppe des bm:bwk (auszugsweise)

---

### Was ist PISA?

PISA (Programme for International Student Assessment) ist eine Studie der OECD (Organisation der Industriestaaten) zum Vergleich der Leistungsfähigkeit von Schulsystemen verschiedener Länder. Weit mehr als eine Viertelmillion Schüler/innen aus 41 Ländern nahmen an PISA 2003 teil.

→ PISA liefert in 3-Jahreszyklen (2000-2003-2006-...) Aufschluss über das durchschnittliche Leistungsniveau der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler (Jahrgang 1983-1987-1990-...), die mittleren Leistungsunterschiede (Streuung) sowie über den Einfluss von familiärem und sozialem Hintergrund, Lernmotivation, Schuleinstellungen und anderen Faktoren.

→ PISA überprüft nicht das laut Lehrplan erworbene Schulwissen, sondern die Fähigkeit der Schüler/innen, dieses Wissen auf alltagsbezogene Fragestellungen anzuwenden, und zwar in 3 Kompetenzbereichen: Leseverständnis, mathematische Grundbildung und naturwissenschaftliche Grundbildung (2003 außerdem noch fächerübergreifendes Problemlösen).

→ PISA untersucht in jedem Durchgang jeweils eine dieser 3 Kompetenzen als Haupt-

domäne besonders gründlich: 2000 Lesen, 2003 Mathematik, 2006 Naturwissenschaften, 2009 wieder Lesen usw. In der Hauptdomäne werden die Schüler/innenleistungen nach Kompetenzstufen differenziert, weswegen die Testaufgaben nach Schwierigkeitsgraden gestuft sind.

### Was misst

#### PISA - Naturwissenschaften?

PISA untersucht, inwieweit es den Schulsystemen verschiedener Länder gelingt, dass ihre Schülerinnen und Schüler bis zum 15. Lebensjahr ein breites Spektrum naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Fähigkeiten erreichen - für ihre künftige persönliche und berufliche Entwicklung und für ihre demokratische Partizipation als Erwachsene.

Die Rahmenkonzeption „The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills“ geht von folgender Definition des Begriffes „naturwissenschaftliche Grundbildung“ („science literacy“) aus:

„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schluss-

## PISA-Framework im Überblick

---

folgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“

- Biodiversität - Genetik - Ökosystem
- Atmosphärische Vorgänge
- Erde - Weltall - Geologie

Drei Dimensionen naturwissenschaftlichen Kenntnisse und Fähigkeiten werden bei PISA (wie in den anderen beiden Kompetenzbereichen) berücksichtigt:

- A. → die naturwissenschaftlichen Konzepte und Inhalte bei verschiedenen Problemstellungen
- B. → die naturwissenschaftlichen Prozesse beim Problemlösen und
- C. → die Situationen und Kontexte, in die die Probleme eingebettet sind.

### Naturwissenschaftliche Konzepte und Inhalte

Jede Testfrage aus PISA-Naturwissenschaften bezieht sich auf einzelne Schlüsselkonzepte und Themenbereiche aus Biologie, Chemie, Erdwissenschaften und Physik:

- Eigenschaften, Funktion, Form sowie Struktur der Materie
- Stoffliche Veränderungen
- Energieumwandlung
- Kraft und Bewegung
- Humanbiologie - Physiologie

### Naturwissenschaftliche Prozesse

Das PISA-Framework unterscheidet drei wesentliche Kompetenzen, die beim Bearbeiten alltagsnaher Fragestellungen angewendet werden:

- Beschreiben, Erklären und Vorhersagen naturwissenschaftlicher Phänomene
- Verstehen wissenschaftlicher Untersuchungen
- Interpretieren wissenschaftlicher Daten und Schlüsse ziehen

Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei wohlüberlegte Aussagen zu den Auswirkungen von Phänomenen machen, Behauptungen aus den Medien kritisch beurteilen und ihre Ideen argumentativ kommunizieren.

Je nach Schwierigkeitsgrad setzen die PISA-Aufgaben unterschiedliche Kenntnisse voraus:

- Abrufen von naturwissenschaftlichem Allgemeinwissen und Ziehen einfacher Schlussfolgerungen;
- Anwendung naturwissenschaftlicher Konzepte und von Grundlagenwissen über Untersuchungen, um Voraussagen zu treffen

sowie Informationen kritisch zu bewerten; glieder einer lokalen Gemeinschaft (z.B. Standort eines Kraftwerks) oder als Weltbürger (z.B. globale Erwärmung). Jede PISA-Aufgabe ist einem der folgenden drei Kontexte zugeordnet:

→ Analyse naturwissenschaftlicher Untersuchungen; Bewertung alternativer Standpunkte; Argumentation und Kommunikation.

→ Leben und Gesundheit

Anders als in den Bereichen Leseverständnis und Mathematik sind für Naturwissenschaften noch keine Kompetenzstufen definiert. Das wird erst 2006 geschehen, wenn die Naturwissenschaften erstmals Hauptdomäne sein werden.

→ Erde und Umwelt

→ Technologien

### Situationen und Kontexte

PISA-Aufgaben haben den Anspruch, möglichst authentisch zu sein, d.h. Bezüge sowohl zu aktueller Forschung als auch zur Lebenswelt der Schüler/innen herzustellen. Sie betreffen sie als Individuen (z.B. Nahrungsmittel und Energieverbrauch), als Mit-

Nun folgen die freigegebenen Beispiele der PISA-Testdurchgänge 2000 und 2003 - bei den Naturwissenschaften vollständig (wenige Aufgaben wurden freigegeben), bei Mathematik in entsprechender Auswahl. Zum jeweils ersten Beispiel der Naturwissenschafts- und Mathematikgruppe wird eine Lösung angegeben. Weitere Lösungen werden auf dem Server [www.classroom.at](http://www.classroom.at) im Laufe des nächsten Schuljahres 2005/ 2006 zu finden sein.



## Ozon

Lies den folgenden Ausschnitt aus einem Artikel über die Ozonschicht.

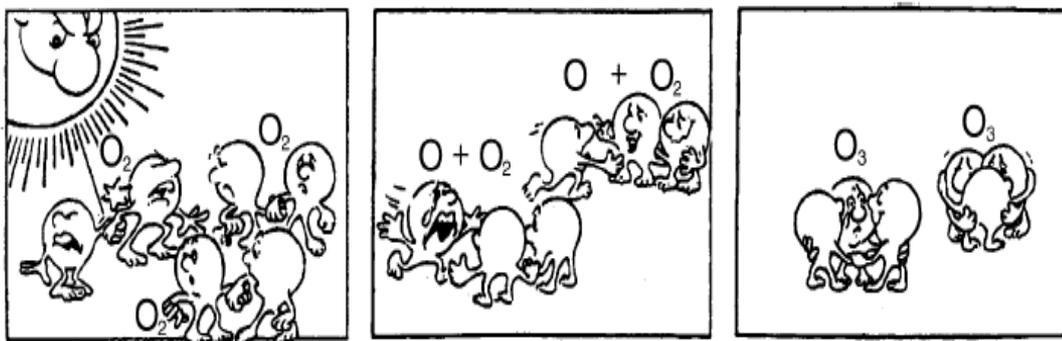
Die Atmosphäre ist ein Ozean aus Luft und eine wertvolle natürliche Ressource für die Erhaltung des Lebens auf der Erde. Leider schädigen menschliche Tätigkeiten, die auf nationalen/persönlichen Interessen beruhen, diese gemeinsame Ressource vor allem dadurch, dass sie die empfindliche Ozonschicht zerstören, die als Schutzschild für das Leben auf der Erde dient. Ozonmoleküle bestehen aus drei Sauerstoffatomen im Gegensatz zu Sauerstoffmolekülen, die aus zwei Sauerstoffatomen bestehen. Ozonmoleküle sind äußerst selten: Auf eine Million Luftmoleküle kommen weniger als zehn Ozonmoleküle. Dennoch spielt ihr Vorhandensein in der Atmosphäre seit nahezu einer Milliarde Jahren eine entscheidende Rolle für den Schutz des Lebens auf der Erde. Je nachdem, wo das Ozon sich befindet, kann es das Leben auf der Erde schützen oder schädigen. Das Ozon in der Troposphäre (bis zu 10 km über der Erdoberfläche) ist „schlechtes“ Ozon, das das Lungengewebe und die Pflanzen schädigen kann. Aber rund 90 Prozent des Ozons in der Stratosphäre (10 bis 40 km über der Erdoberfläche) sind „gutes“ Ozon, das durch die Absorption der gefährlichen ultravioletten Strahlung der Sonne (UV-B) eine sehr nützliche Rolle spielt.

Ohne diese nützliche Ozonschicht wären die Menschen wegen der verstärkten Einwirkung der ultravioletten Sonneneinstrahlung viel anfälliger für bestimmte Krankheiten. In den letzten Jahrzehnten hat der Ozongehalt abgenommen. 1974 wurde die Hypothese aufgestellt, dass Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) eine Ursache dafür sein könnten. Bis 1987 war die wissenschaftliche Beurteilung von Ursache und Wirkung nicht überzeugend genug, um FCKW damit in Zusammenhang zu bringen. Doch im September 1987 trafen sich Diplomaten der ganzen Welt in Montreal (Kanada) und vereinbarten eine strenge Begrenzung der FCKW-Verwendung.

Quelle: Connect, UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter, Ausschnitt aus einem Artikel mit dem Titel „The Chemistry of Atmospheric Policy“, Vol. XXII, Nr. 2, 1997.

### Frage 1: OZON

Im Text wird nichts darüber gesagt, wie das Ozon in der Atmosphäre gebildet wird. Tatsache ist, dass jeden Tag Ozon gebildet wird und anderes Ozon verschwindet. Die Bildung von Ozon ist im folgenden Comicstrip illustriert.



## Naturwissenschaftliche PISA-Aufgaben

Nehmen wir an, du hättest einen Onkel, der versucht, die Bedeutung dieses Comicstrips zu verstehen. Er hatte allerdings keinen naturwissenschaftlichen Unterricht in der Schule und versteht deshalb nicht, was der Autor hier erklärt. Er weiß, dass es keine kleinen Männchen in der Atmosphäre gibt, aber er fragt sich, was denn diese kleinen Männchen im Comicstrip darstellen, was diese seltsamen Bezeichnungen  $O_2$  und  $O_3$  bedeuten und welche Prozesse der Comicstrip beschreibt. Er bittet dich, ihm den Comicstrip zu erklären. Nimm an, dass dein Onkel weiß:

- dass O das Symbol für Sauerstoff ist;
- was Atome und Moleküle sind.

Schreibe eine Erklärung des Comicstrips für deinen Onkel.  
Verwende in deiner Erklärung die Worte Atome und Moleküle, so wie diese in den Zeilen 6-7 verwendet werden.

.....

.....

.....

.....

### Frage 2: OZON

Ozon entsteht auch bei Gewittern. Es verursacht den typischen Geruch nach einem Gewitter. Der Autor unterscheidet in den Zeilen 11-15 zwischen „schlechtem Ozon“ und „gutem Ozon“.

Ist das Ozon, das bei Gewittern entsteht, nach den Aussagen des Artikels „schlechtes Ozon“ oder „gutes Ozon“? Wähle die Antwort und die Erklärung, die im Text gegeben wird.

	Schlechtes Ozon oder gutes Ozon?	Erklärung
A	Schlecht	Es entsteht bei schlechtem Wetter.
B	Schlecht	Es entsteht in der Troposphäre.
C	Gut	Es entsteht in der Stratosphäre.
D	Gut	Es riecht gut.

**Frage 3: OZON**

In den Zeilen 16 und 17 steht: „Ohne diese nützliche Ozonschicht wären die Menschen wegen der verstärkten Einwirkung der ultravioletten Sonneneinstrahlung viel anfälliger für bestimmte Krankheiten.“

Nenne eine dieser Krankheiten.

.....

**Frage 4: OZON**

Am Ende des Textes wird ein internationales Treffen in Montreal erwähnt. Bei diesem Treffen wurden zahlreiche Fragen bezüglich des möglichen Abbaus der Ozonschicht diskutiert. Zwei dieser Fragen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Können die folgenden Fragen durch wissenschaftliche Forschung beantwortet werden? Kreise jeweils Ja oder Nein ein.

<b>Grund:</b>	<b>Durch wissenschaftliche Forschung zu beantworten?</b>
Sollten bestehende wissenschaftliche Unsicherheiten bezüglich des Einflusses von FCKW auf die Ozonschicht für die Regierungen ein Grund sein, keine Maßnahmen zu ergreifen?	Ja / Nein
Wie hoch wäre die Konzentration von FCKW in der Atmosphäre dauernd so hoch bliebe wie jetzt?	Ja / Nein

## Lösungen: OZON

---

### Frage 1: OZON

Prozess: Kommunizieren.

Thema: Chemische und physikalische Vorgänge

Gebiet: Naturwissenschaften - Erde und Umwelt.

Vollständig gelöst

Gibt eine Antwort, die die folgenden drei Aspekte enthält:

- Erster Aspekt: ein oder mehrere Sauerstoffmoleküle (die jeweils aus zwei Sauerstoffatomen bestehen) werden in Sauerstoffatome aufgespalten (Bild 1)
- Zweiter Aspekt: die Aufspaltung (der Sauerstoffmoleküle) findet unter Einwirkung von Sonnenlicht statt (Bild 1)
- Dritter Aspekt: die Sauerstoffatome verbinden sich mit anderen Sauerstoffmolekülen und bilden Ozonmoleküle (Bilder 2 und 3)

---

### Anmerkungen zu den drei Aspekten

Erster Aspekt:

- Das Aufspalten sollte unter Verwendung der richtigen Ausdrücke (vgl. Zeilen 5 und 6) für O (Atom oder Atome) und O<sub>2</sub> (Molekül oder Moleküle) beschrieben werden.
- Wenn O oder O<sub>2</sub> nur mit dem Ausdrücken „Partikel“ oder „kleine Teilchen“ beschrieben worden sind, sollte der Aspekt 1 als nicht korrekt bewertet werden.

Zweiter Aspekt:

- Der Einfluss der Sonne sollte mit der Spaltung von O<sub>2</sub> in Beziehung gesetzt werden (ein Sauerstoffmolekül oder Sauerstoffmoleküle).
- Wenn die Bildung von Ozonmolekülen aus einem Sauerstoffatom und einem Sauerstoffmolekül auf den Einfluss der Sonne zurückgeführt wird (Bild 2 und 3), sollte Aspekt 2 als nicht korrekt bewertet werden.
- Anmerkung: Aspekte 1 und 2 werden typischerweise innerhalb eines Satzes angegeben.

Dritter Aspekt:

- Dieser Aspekt sollte als korrekt bewertet werden (Punkt1), wenn die Antwort eine Beschreibung der Verbindung von O mit O<sub>2</sub> enthält. Wenn die Entstehung von O<sub>3</sub> als

Verbindung von (drei separaten) Sauerstoffatomen beschrieben wird sollte Aspekt 3 als nicht korrekt bewertet werden.

→ Wenn  $O_3$  nicht als Molekül oder Moleküle beschrieben wird, sondern z.B. als Gruppe von Atomen, kann dies für Aspekt 3 akzeptiert werden.

---

**Frage 2: OZON**

Gelöst: Antwort B - Schlecht - Es entsteht in der Troposphäre.

---

**Frage 3: OZON**

Gelöst: Antworten, die sich auf Hautkrebs beziehen, beispielsweise:

- Hautkrebs
- Melanom (Antwort wird auch bei falscher Schreibweise als richtig betrachtet).

---

**Frage 4: OZON**

Gelöst: Antworten, welche Nein und Ja - in dieser Reihenfolge - anzeigen.

## Klonen

Lies den Zeitungsartikel und beantworte die anschließenden Fragen.

### Ein Kopierapparat für Lebewesen?

Hätte es Wahlen zum Tier des Jahres 1997 gegeben, wäre Dolly ohne Zweifel der sichere Sieger gewesen. Dolly ist das schottische Schaf, das Sie auf dem Foto sehen können.

- 5 Dolly ist allerdings kein gewöhnliches Schaf. Sie ist ein Klon eines anderen Schafs. Ein Klon bedeutet: ein Kopie. Klonen heißt kopieren „von einem einzigen Original“. Es ist Wissenschaftlern gelungen, ein Schaf (Dolly) zu erschaffen, das mit einem Schaf identisch ist, das als „Original“ ausgewählt worden war.

- Es war der schottische Wissenschaftler Ian Wilmut, der die „Kopiermaschine“ für Schafe entworfen hat. Er nahm ein sehr kleines Stück vom Euter eines erwachsenen Schafs (Schaf 1). Diesem kleinen Stück hat er den Zellkern entnommen, den er in eine Eizelle eines zweiten (weiblichen) Schafs (Schaf 2) eingepflanzt hat. Zunächst entfernte er aber aus dieser Eizelle das ganze Material, das die Eigenschaften von Schaf 2 in einem Lamm, das aus dieser Zelle produziert wird, bestimmt hätte. Ian Wilmut implantierte die manipulierte Eizelle von Schaf 2 in ein weiteres (weibliches) Schaf (Schaf 3). Schaf 3 wurde
- 15
- 20
- 25
- Manche Naturwissenschaftler glauben, dass es in wenigen Jahren möglich sein wird, auch Menschen zu klonen. Doch viele Regierungen haben bereits beschlossen, das Klonen von Menschen gesetzlich zu verbieten.



### Frage 1: KLONEN

Mit welchem Schaf ist Dolly identisch?

- A → Schaf 1
- B → Schaf 2
- C → Schaf 3
- D → Dollys Vater

**Frage 2: KLONEN**

In Zeile 15 und 16 wird der Teil, der vom Euter verwendet wurde, als ein „sehr kleines Stück“ bezeichnet. Du kannst dem Artikel entnehmen, was mit dem „sehr kleinen Stück“ gemeint ist.

Dieses „sehr kleine Stück“ ist ...

- A → eine Zelle
- B → ein Gen
- C → ein Zellkern
- D → ein Chromosom

**Frage 3: KLONEN**

Im letzten Satz des Artikels steht, dass viele Regierungen schon beschlossen haben, das Klonen von Menschen gesetzlich zu verbieten. Zwei mögliche Gründe werden nachfolgend dafür angegeben.

Handelt es sich bei diesen Gründen um wissenschaftliche Gründe?  
Kreise bei beiden jeweils Ja oder Nein ein.

Grund:	Wissenschaftlich?
Geklonte Menschen könnten für gewisse Krankheiten anfälliger sein als normale Menschen.	Ja / Nein
Menschen sollten nicht die Rolle eines Schöpfers übernehmen.	Ja / Nein

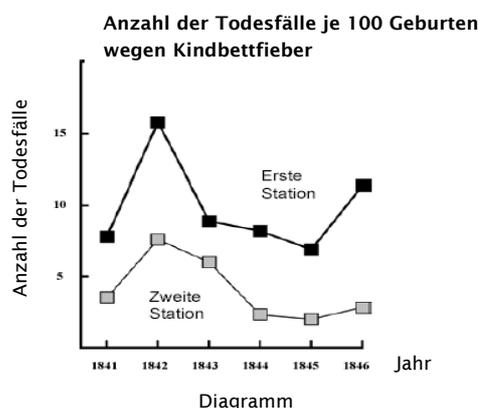
## Semmelweis Tagebuch (Text 1)

„Juli 1846. Nächste Woche trete ich meine Stelle als ‚Herr Doktor‘ auf der erste Station der Entbindungsklinik im Allgemeinen Krankenhaus von Wien an. Ich war entsetzt, als ich vom Prozentsatz verstorbener Patienten in dieser Klinik hörte. In diesem Monat starben dort sage und schreibe 36 von 208 Müttern, alle an Kindbettfieber. Ein Kind zur Welt zu bringen ist genauso gefährlich wie eine Lungenentzündung ersten Grades.“

Diese Zeilen aus dem Tagebuch von Ignaz Semmelweis (1818-1865) illustrieren die verheerenden Auswirkungen des

Kindbettfiebers, einer ansteckenden Krankheit, an der viele Frauen nach der Geburt eines Kindes starben. Semmelweis sammelte Daten über die Anzahl von Todesfällen auf Grund von Kindbettfieber sowohl auf der Ersten als auch auf der Zweiten Station (siehe Diagramm). Die Ärzte, darunter auch Semmelweis, tappten in Bezug auf die Ursache des Kindbettfiebers völlig im Dunkeln. Semmelweis schrieb in sein Tagebuch: „Dezember 1846. Warum sterben so viele Frauen nach einer völlig problemlosen Geburt an diesem Fieber? Seit Jahrhunderten lehrt uns die Wissenschaft, es handle sich um eine unsichtbare Epidemie, die Mütter tötet. Als mögliche Ursachen gelten Veränderungen in der Luft, irgendwelche außerirdischen Einflüsse oder eine Bewegung der Erde selbst, ein Erdbeben.“

Heutzutage würde kaum jemand außerirdische Einflüsse oder ein Erdbeben als mögliche Ursachen für Fieber in Erwägung ziehen. Wir wissen heute, dass es mit hygienischen Bedingungen zu tun hat. Zu Lebzeiten von Semmelweis taten dies allerdings viele, auch Wissenschaftler! Semmelweis wusste jedoch, dass außerirdische Einflüsse oder ein Erdbeben als Ursachen für Fieber eher unwahrscheinlich waren. Er machte auf die Daten, die er gesammelt hatte (siehe Diagramm), aufmerksam und benutzte sie um zu versuchen, seine Kollegen zu überzeugen.



### Frage 1: SEMMELWEIS TAGEBUCH (TEXT 1)

Nimm an, du wärst Semmelweis. Nenne einen Grund dafür (ausgehend von den von Ignaz Semmelweis gesammelten Daten), dass Erdbeben als Ursache für Kindbettfieber unwahrscheinlich sind.

.....

.....

.....

## Semmelweis Tagebuch (Text 2)

Zur Forschung in den Krankenhäusern gehörte das Sezieren. Der Leichnam einer verstorbenen Person wurde aufgeschnitten, um die Todesursache zu finden.

Semmelweis schrieb, dass auf der Ersten Station tätige Studenten üblicherweise am Sezieren von Frauen teilnahmen, die am Vortag gestorben waren. Direkt anschließend untersuchten sie Frauen, die gerade ein Kind geboren hatten. Sie achteten nicht besonders darauf, sich nach dem Sezieren zu waschen. Manche waren sogar stolz darauf, dass man roch, dass sie vorher in der Leichenhalle gearbeitet hatten, weil man daran ihren Fleiß erkennen konnte! Ein Freund von Semmelweis starb, nachdem er sich beim Sezieren geschnitten hatte. Eine Obduktion seines Leichnams zeigte, dass er dieselben Symptome aufwies wie Mütter, die an Kindbettfieber gestorben sind. Dadurch bekam Semmelweis eine neue Idee.

---

### Frage 2: SEMMELWEIS TAGEBUCH (TEXT 2)

Semmelweis' neue Idee steht im Zusammenhang mit dem hohen Prozentsatz verstorbener Frauen auf den Entbindungsstationen und dem Verhalten der Studenten.

Was war seine Idee?

- A → Wenn man die Studenten veranlasst, sich nach dem Sezieren zu waschen, so sollten weniger Fälle von Kindbettfieber auftreten.
- B → Die Studenten sollten nicht beim Sezieren mitwirken, weil sie sich schneiden könnten.
- C → Die Studenten riechen übel, weil sie sich nach dem Sezieren nicht waschen.
- D → Die Studenten wollen ihren Fleiß unter Beweis stellen und werden deshalb beim Untersuchen der Frauen unachtsam.

---

### Frage 3: SEMMELWEIS TAGEBUCH (TEXT 2)

Semmelweis' Versuche, die Anzahl der Todesfälle auf Grund von Kindbettfieber zu senken, zeigten Erfolg. Aber selbst heute bleibt Kindbettfieber eine Krankheit, die sich schwer beseitigen lässt.

Schwer zu heilende Arten von Fieber sind in den Krankenhäusern immer noch ein Problem. Zahlreiche Routinemaßnahmen dienen dazu, das Problem unter Kontrolle zu halten. Zu diesen Maßnahmen zählt das Waschen der Bettwäsche bei hoher Temperatur.

Erkläre, warum hohe Temperatur (beim Waschen der Bettwäsche) dazu beiträgt, das Risiko, dass Patienten Fieber bekommen, zu senken.

.....  
 .....

## Naturwissenschaftliche PISA-Aufgaben

---

---

### Frage 4: SEMMELWEIS TAGEBUCH (TEXT 2)

Viele Krankheiten können durch den Einsatz von Antibiotika geheilt werden. In den letzten Jahren hat jedoch die Wirksamkeit einiger Antibiotika gegen Kindbettfieber nachgelassen.

Worauf ist das zurückzuführen?

- A → Nach ihrer Herstellung verlieren Antibiotika allmählich ihre Wirksamkeit.
- B → Bakterien werden gegen Antibiotika widerstandsfähig.
- C → Diese Antibiotika sind nur gegen Kindbettfieber, nicht jedoch gegen andere Krankheiten wirksam.
- D → Der Bedarf an diesen Antibiotika hat nachgelassen, weil sich die Bedingungen im Gesundheitswesen in den letzten Jahren beträchtlich verbessert haben.

## Tageslicht

Lies folgende Informationen und beantworte die anschließenden Fragen.

### Das Tageslicht am 22. JUNI 2002

Wenn sich heute die Leute in der nördlichen Hemisphäre über den längsten Tag des Jahres freuen, erleben die Australier gleichzeitig den kürzesten. In Melbourne\*) geht die Sonne um 7.36 Uhr auf und um 17.08 Uhr wieder unter: An diesem Tag ist es nur während neun Stunden und 32 Minuten hell. Vergleichen wir den heutigen Tag mit dem längsten im Jahr in der südlichen Hemisphäre, der am 22. Dezember erwartet wird: Die Sonne geht dann bereits um 5.55 Uhr auf und um 20.42 Uhr wieder unter, und spendet demnach während 14 Stunden und 47 Minuten ihr Licht. Der Präsident der Astronomischen Gesellschaft, Perry Vlahos, erklärte, dass der Wechsel der Jahreszeiten in der nördlichen und südlichen Hemisphäre mit der 23-Grad-Neigung der Erde zusammenhängt.

\*) Melbourne ist eine Stadt in Australien, die sich ungefähr auf dem 38. Breitengrad südlich des Äquators befindetet.

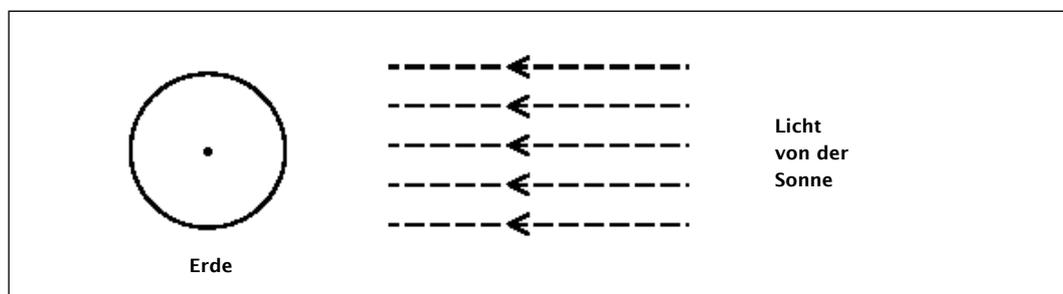
### Frage1: TAGESLICHT

Welche Aussage erklärt, warum es auf der Erde Tageslicht und Dunkelheit gibt?

- A → Die Erde rotiert um ihre Achse.
- B → Die Sonne rotiert um ihre Achse.
- C → Die Erdachse ist geneigt.
- D → Die Erde dreht sich um die Sonne.

### FRAGE 2: TAGESLICHT

In der Abbildung wird gezeigt, wie Lichtstrahlen von der Sonne auf die Erde scheinen.



Nimm an, es wäre der kürzeste Tag in Melbourne.

Zeichne die Erdachse, die nördliche Hemisphäre, die südliche Hemisphäre und den Äquator in die Abbildung ein. Beschrifte alle Teile deiner Antwort.

## Mais

Lies folgende Informationen und beantworte die anschließenden Fragen.

Ferwerda meint, dass Mais in Form von Tierfutter auch eine Art Brennstoff ist. Kühe fressen Mais, um die darin enthaltene Energie zu nutzen. Aber, erklärt Ferwerda, der Verkauf von Mais als Brennstoff statt als Tierfutter könnte viel Gewinn bringender für die Landwirte sein.

Ferwerda ist inzwischen überzeugt, dass Mais langfristig als Brennstoff breite Verwendung finden wird. Er stellt sich vor, wie der Mais geerntet, gelagert, getrocknet und zum Verkauf in Säcke verpackt wird. Ferwerda erprobt zur Zeit, ob die ganze Maispflanze als Brennstoff genutzt werden kann. Aber seine Untersuchungen dazu sind noch nicht abgeschlossen.

Ferwerda sollte auch berücksichtigen, wie viel Aufmerksamkeit zur Zeit dem Kohlenstoffdioxid geschenkt wird. Kohlenstoffdioxid wird als Hauptursache für den Anstieg des Treibhauseffekts angesehen. Der Anstieg des Treibhauseffekts wird als Ursache für die steigende Durchschnittstemperatur der Erdatmosphäre gesehen. Ferwerda jedoch sieht im Kohlenstoffdioxid kein Problem. Im Gegenteil, er argumentiert, Pflanzen würden es aufnehmen und für die Menschen in Sauerstoff umwandeln. Es kann allerdings sein, dass Ferwerdas Pläne mit denen der Regierung kollidieren, die versucht, den Ausstoß von Kohlenstoffdioxid zu vermindern. Ferwerda sagt: *„Es gibt einige Naturwissenschaftler, die sagen, dass Kohlenstoffdioxid nicht die Hauptursache des Treibhauseffekts ist.“*

### Frage 1: MAIS

Ferwerda vergleicht Mais als Brennstoff mit Mais als Futtermittel.

Die erste Spalte der folgenden Tabelle enthält eine Liste der Dinge, die passieren, wenn Mais verbrennt.

Geschieht dies auch, wenn Mais in einem Tierkörper als „Brennstoff“ wirkt?  
Kreise jeweils Ja oder Nein ein.

Wenn Mais verbrennt:	Passiert dies auch, wenn Mais in einem Tierkörper als „Brennstoff“ wirkt?
Es wird Sauerstoff verbraucht.	Ja / Nein
Es wird Kohlenstoffdioxid produziert.	Ja / Nein
Es wird Energie freigesetzt.	Ja / Nein

**Frage 2: MAIS**

Im Artikel wird die Umwandlung von Kohlenstoffdioxid beschrieben:  
„... Pflanzen würden es aufnehmen und ... in Sauerstoff umwandeln“.

An dieser Umwandlung sind mehr Stoffe als nur Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff beteiligt.  
Die Umwandlung kann folgendermaßen dargestellt werden:

Kohlenstoffdioxid + Wasser → Sauerstoff +

Schreib den Namen des fehlenden Stoffes in das Kästchen.

**Frage 3: MAIS**

Am Ende des Artikels verweist Ferwerda auf Naturwissenschaftler, die Kohlenstoffdioxid nicht als Hauptursache für den Treibhauseffekt ansehen.

Karin findet die folgende Tabelle, in der der relative Treibhauseffekt von vier Gasen dargestellt ist:

Relativer Treibhauseffekt pro Gasmolekül			
Kohlenstoffdioxid	Methan	Stickstoffoxide	Fluorchlorkohlenwasserstoff
1	30	160	17 000

Aus dieser Tabelle kann Karin nicht schließen, welches Gas die Hauptursache für das Ansteigen des Treibhauseffekts ist. Die Informationen der Tabelle müssen mit anderen Angaben kombiniert werden, damit Karin erschließen kann, welches Gas Hauptursache des ansteigenden Treibhauseffekts ist.

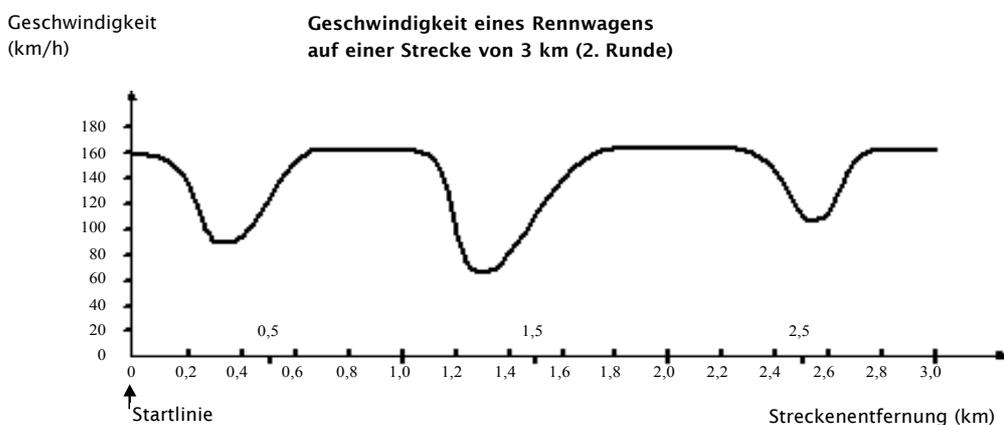
Welche weiteren Daten muss Karin sammeln?

- A → Angaben über die Herkunft der vier Gase.
- B → Angaben über die Aufnahme der vier Gase durch Pflanzen.
- C → Angaben über die Größe der Moleküle der vier Gase.
- D → Angaben über die Mengenverhältnisse der vier Gase in der Atmosphäre.

Im Folgenden als Ergänzung je eine der veröffentlichten PISA-Aufgaben zur Mathematik- bzw. Lesekompetenz, die aber auch naturwissenschaftliche Kompetenzen voraussetzen.

## Geschwindigkeit eines Rennwagens

Dieser Graph zeigt, wie die Geschwindigkeit eines Rennwagens während seiner zweiten Runde auf einer drei Kilometer langen ebenen Rennstrecke variiert.



### Frage 1: GESCHWINDIGKEIT EINES RENNWAGENS

Wie groß ist die ungefähre Entfernung von der Startlinie bis zum Beginn des längsten geradlinigen Abschnitts der Rennstrecke?

- A → 0,5 km
- B → 1,5 km
- C → 2,3 km
- D → 2,6 km

### Frage 2: GESCHWINDIGKEIT EINES RENNWAGENS

Wo wurde während der zweiten Runde die geringste Geschwindigkeit gemessen?

- A → an der Startlinie
- B → bei etwa 0,8 km
- C → bei etwa 1,3 km
- D → nach der halben Runde

---

**Frage 3: GESCHWINDIGKEIT EINES RENNWAGENS**

Was kannst du über die Geschwindigkeit des Wagens zwischen den Markierungen 2,6 km und 2,8 km sagen?

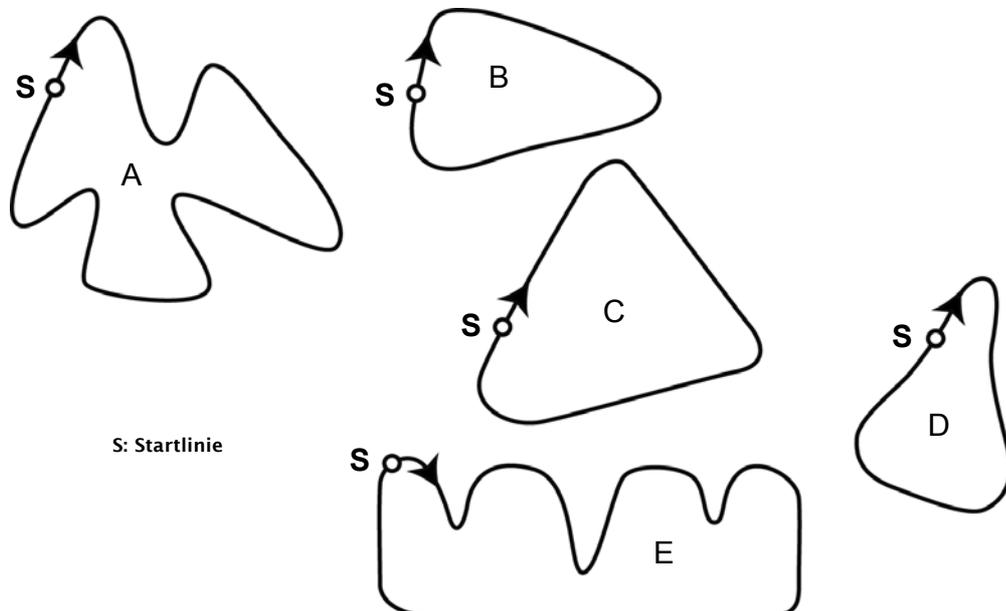
- A → Die Geschwindigkeit des Wagens bleibt konstant.
- B → Die Geschwindigkeit des Wagens nimmt zu.
- C → Die Geschwindigkeit des Wagens nimmt ab.
- D → Die Geschwindigkeit des Wagens kann anhand des Graphen nicht bestimmt werden.

---

**Frage 4: GESCHWINDIGKEIT EINES RENNWAGENS**

Hier siehst du Abbildungen von fünf Rennstrecken:

Auf welcher dieser Rennstrecken fuhr der Wagen, so dass der am Anfang gezeigte Geschwindigkeitsgraph entstand?



### Tschadsee

Abb. 1 zeigt die Schwankungen des Wasserstandes des Tschadsees in der Sahara in Nordafrika. Während der letzten Eiszeit, etwa 20 000 v.Chr., verschwand der Tschadsee vollständig. Um etwa 11 000 v. Chr. entstand er wieder neu. Heute hat er etwa den gleichen Wasserstand wie im Jahre 1 000 n. Chr.

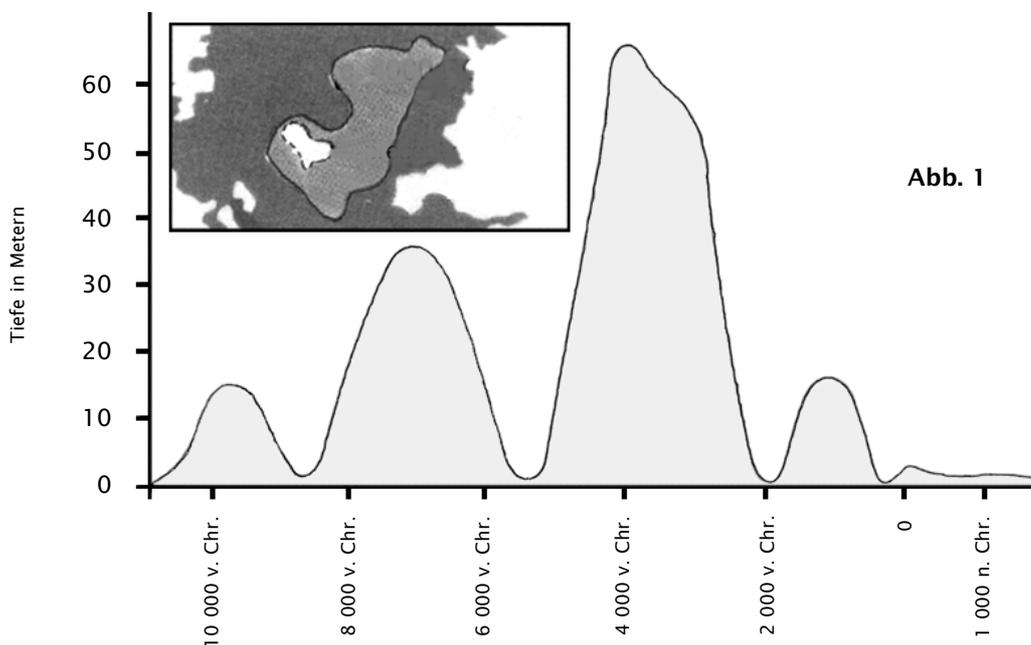


Abb. 1

Abb. 2 zeigt Felsmalereien (alte Zeichnungen oder Malereien, die an den Wänden von Höhlen gefunden wurden) aus der Sahara und Veränderungen in der Struktur der Tierwelt.

Felsmalereien aus der Sahara und Veränderungen in der Struktur der Tierwelt:

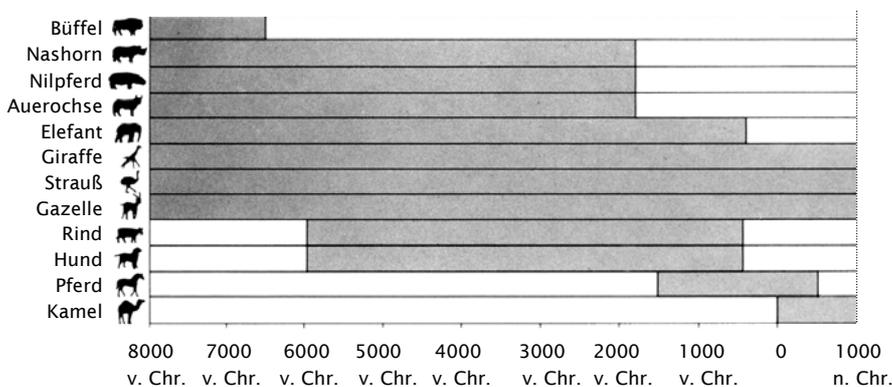


Abb. 2

Nutze die Informationen über den Tschadsee auf der gegenüberliegenden Seite, um die unten stehenden Fragen zu beantworten.

---

**Frage 1: TSCHADSEE**

Wie tief ist der Tschadsee heute?

- A → Etwa zwei Meter.
- B → Etwa fünfzehn Meter.
- C → Etwa fünfzig Meter.
- D → Er ist vollständig verschwunden.
- E → Diese Information wird nicht gegeben.

---

**Frage 2: TSCHADSEE**

Mit ungefähr welchem Jahr beginnt das Diagramm in Abb. 1?

.....

---

**Frage 3: TSCHADSEE**

Warum hat der Autor sich entschieden, das Diagramm an dieser Stelle beginnen zu lassen?

.....

.....

---

**Frage 4: TSCHADSEE**

Abb. 2 geht von der Annahme aus, dass

- A → die Tiere in den Felsmalereien zu dem Zeitpunkt, als die Malereien entstanden, in diesem Gebiet vorkamen.
- B → die Künstler, die die Tiere malten, hoch begabt waren.
- C → die Künstler, die die Tiere malten, weite Strecken zurücklegen konnten.
- D → es keinen Versuch gab, die Tiere zu zähmen, die in der Felsmalerei abgebildet wurden.

## Naturwissenschaftliche PISA-Aufgaben

---

---

### Frage 5: TSCHADSEE

Für diese Frage musst du Informationen aus Abb. 1 und Abb. 2 verbinden.

Das Verschwinden von Nashorn, Nilpferd und Auerochse aus den Felsmalereien in der Sahara geschah

- A → zu Beginn der letzten Eiszeit.
- B → in der Mitte des Zeitraums, als der Tschadsee seinen höchsten Wasserstand hatte.
- C → nachdem der Wasserstand des Tschadsees über tausend Jahre lang gefallen war.
- D → zu Beginn einer ununterbrochenen Trockenzeit.

## J. Was misst PISA-Mathematik?

PISA-Expertinnen/Expertengruppe Mathematik des bm:bwk

Im Vordergrund von PISA-Mathematik steht die Frage, inwieweit die Schülerinnen und Schüler verschiedener Länder bei Abschluss der Schulpflicht jene allgemeinen mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten erworben haben, die sie später als Erwachsene benötigen werden.

Die Rahmenkonzeption „The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills“ (siehe [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)) geht von folgender Definition des Begriffes „mathematische Grundbildung“ aus:

Mathematische Grundbildung ist die Fähigkeit einer Person,

- die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Mathematik in der Welt spielt,
- fundierte mathematische Urteile abzugeben,
- und sich auf eine Weise mit der Mathematik zu befassen, die den Anforderun-

gen des gegenwärtigen und künftigen Lebens dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektierendem Bürger entspricht.

Die Erhebung der mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler erfolgte bei PISA nach drei Dimensionen: Berücksichtigt wurden

- die mathematischen Inhalte, die bei verschiedenen Problemstellungen gegeben sind,
- die mathematischen Prozesse, die aktiviert werden müssen, um die jeweiligen Probleme lösen zu können
- und die Situationen und Kontexte, in die die Probleme eingebettet sind.

### Mathematische Inhalte

Jede bei PISA-Mathematik gestellte Frage ist einer der folgenden vier Leitideen („overarching ideas“) zugeordnet:



Unter den bei PISA 2003 insgesamt gestellten 85 Fragen entfallen 20 auf den Bereich „Raum und Form“, 22 auf „Veränderung und Zusammenhänge“, 23 auf „Größen“ und 20 auf „Unsicherheit“.

## Was misst PISA-Mathematik?

### Mathematische Prozesse

Im PISA-Framework werden acht charakteristische Kompetenzen angeführt, die bei der Lösung der Aufgaben benötigt werden:

- die Fähigkeit, mathematisch zu denken,
- die Fähigkeit, mathematisch zu argumentieren,
- die Fähigkeit zur mathematischen Modellierung,
- die Fähigkeit, Probleme zu stellen und zu lösen,

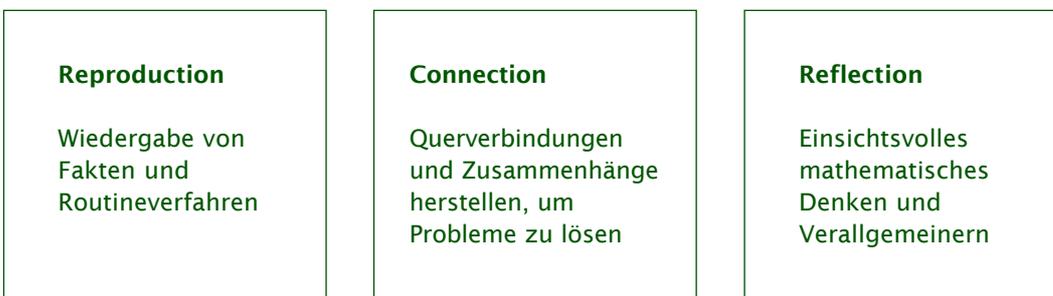
→ die Fähigkeit, mathematische Darstellungen zu nutzen,

→ die Fähigkeit, mit den symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umzugehen,

→ die Fähigkeit zu kommunizieren,

→ die Fähigkeit, Hilfsmittel einzusetzen und zu gebrauchen.

Die kognitiven Aktivitäten, die diese Kompetenzen umfassen, wurden in PISA den folgenden drei Kompetenzklassen zugeordnet:



Unter den bei PISA2003 insgesamt gestellten 85 Fragen entfallen 26 auf die Kompetenzklasse „Reproduction“, 40 auf „Connection“ und 19 auf „Reflection“.

### Situationen und Kontexte

In den PISA-Aufgaben wird nach Möglichkeit ein authentischer Kontext angesprochen. „Eingekleidete“ Aufgaben („real but not authentic“) werden dabei eher vermieden.

Jede PISA-Frage ist einem der folgenden vier Kontexte zugeordnet:

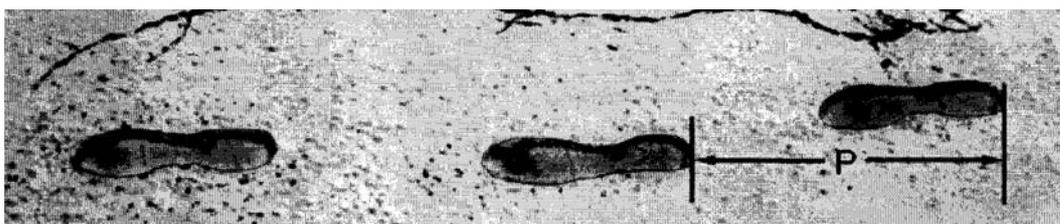
- persönliches Umfeld
- bildungsbezogen oder berufl. Umfeld
- öffentliches Umfeld
- wissenschaftliches Umfeld



## Auswahl mathematischer PISA-Aufgaben

### Gehen

Das Bild zeigt die Fußabdrücke eines gehenden Mannes. Die Schrittlänge  $P$  entspricht dem Abstand zwischen den hintersten Punkten zweier aufeinander folgender Fußabdrücke:



Für Männer drückt die Formel  $\frac{n}{P} = 140$  die ungefähre Beziehung zwischen  $n$  und  $P$  aus, wobei

$n$  = Anzahl der Schritte pro Minute und  
 $P$  = Schrittlänge in Metern

---

#### Frage 1: GEHEN

Wenn die Formel auf Daniels Gangart zutrifft und er 70 Schritte pro Minute macht, wie viel beträgt dann seine Schrittlänge? Gib an, wie du zu deiner Antwort gekommen bist.

---

#### Frage 2: GEHEN

Bernhard weiß, dass seine Schrittlänge 0,80 Meter beträgt. Die Formel trifft auf Bernhards Gangart zu.

Berechne Bernhards Gehgeschwindigkeit in Metern pro Minute und in Kilometern pro Stunde. Gib an, wie du zu deiner Antwort gekommen bist.

.....

.....

.....

**Lösungen: GEHEN**

---

**Frage 1** - vollständig gelöst: 0,5 m oder 50 cm,  $\frac{1}{2}$  (Einheiten nicht nötig).

$$\rightarrow 70/p = 140 \rightarrow 70 = 140 \cdot p \rightarrow p = 0.5$$

$$\rightarrow 70/140$$

---

**Frage 2** - vollständig gelöst:  $n = 140 \cdot 0.8 = 112$

Pro Minute geht er  $112 \cdot 0,8$  Meter = 89,6 Meter

Seine Geschwindigkeit beträgt 89,6 Meter pro Minute.

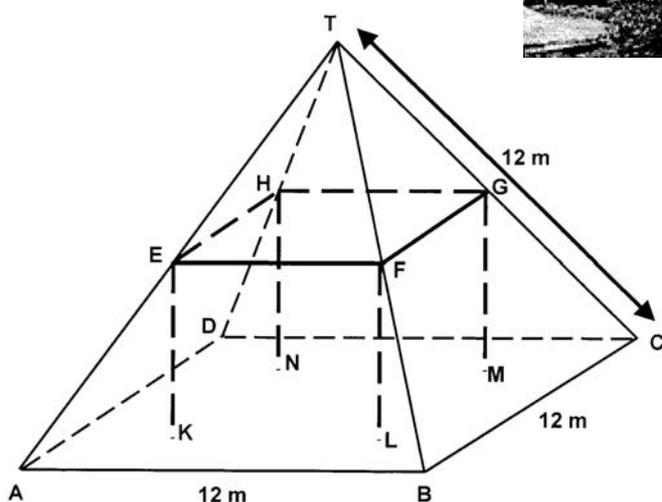
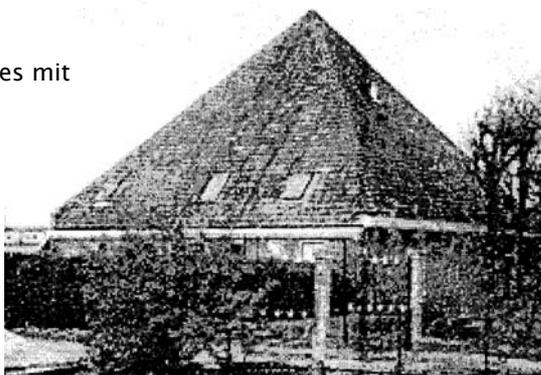
Seine Geschwindigkeit beträgt daher 5,38 oder 5,4 km/h.

Beste Bewertung, solange die beiden Ergebnisse 89,6 Meter/Minute und 5,4 km/h auch ohne Erklärung gegeben werden. Rundungsfehler sind akzeptabel.

## Auswahl mathematischer PISA-Aufgaben

## Bauernhäuser

Rechts siehst du ein Foto eines Bauernhauses mit pyramidenförmigem Dach:



Links siehst du das mathematische Modell mit den entsprechenden Maßen, das eine Schülerin vom Dach des Bauernhauses gezeichnet hat.

Der Boden des Dachgeschosses, in der Zeichnung ABCD, ist ein Quadrat. Die Balken, die das Dach stützen, sind die Kanten eines Quaders (rechtwinkliges Prisma) EFGHKL MN. E ist die Mitte von AT, F ist die Mitte von BT, G ist die Mitte von CT und H ist die Mitte von DT. Jede Kante der Pyramide in der Zeichnung misst 12 m.

---

**Frage 1: BAUERNHÄUSER**

Berechne die Fläche des Dachgeschosses ABCD.

Die Fläche des Dachgeschosses ABCD = ..... m<sup>2</sup>

---

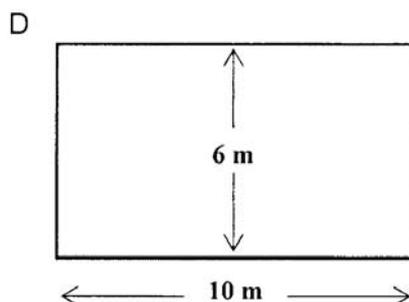
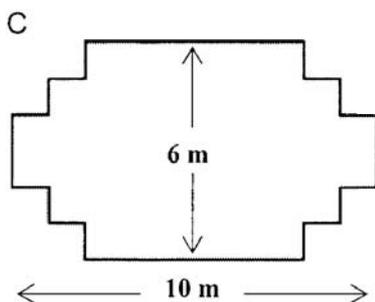
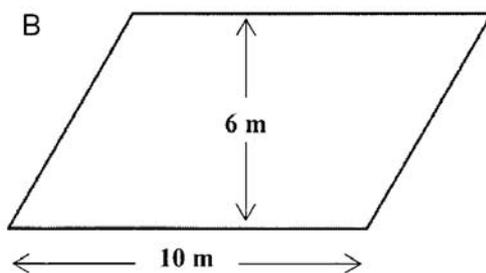
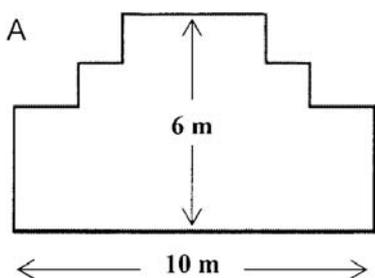
**Frage 2: BAUERNHÄUSER**

Berechne die Länge von EF, einer der horizontalen Kanten des Quaders.

Die Länge von EF = ..... m

## Tischler

Ein Tischler hat 32 Laufmeter Holz und will damit ein Gartenbeet umranden. Er überlegt sich die folgenden Entwürfe für das Gartenbeet:



### Frage 1: TISCHLER

Kann jeder Entwurf mit 32 Laufmetern Holz hergestellt werden?  
Kreise entweder „Ja“ oder „Nein“ ein.

Gartenbeet-Entwurf	Mit diesem Entwurf: kann das Gartenbeet mit 32 Laufmetern Holz hergestellt werden?
Entwurf A	Ja / Nein
Entwurf B	Ja / Nein
Entwurf C	Ja / Nein
Entwurf D	Ja / Nein

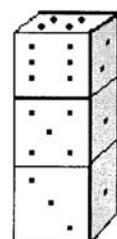
### Spielwürfel

Rechts sind zwei Spielwürfel abgebildet. Spielwürfel sind besondere Würfel mit Augen auf den Würfelflächen, für die folgende Regel gilt: Die Augensumme zweier gegenüber liegender Würfelflächen ist immer sieben.



**Frage 1: SPIELWÜRFEL**

Rechts siehst du drei Spielwürfel, die aufeinander liegen. Spielwürfel 1 zeigt oben vier Augen. Wie viele Augen gibt es insgesamt auf den fünf horizontalen Würfelflächen, die du nicht sehen kannst (Unterseite von Spielwürfel 1 und Ober- und Unterseite von Spielwürfel 2 und 3)?

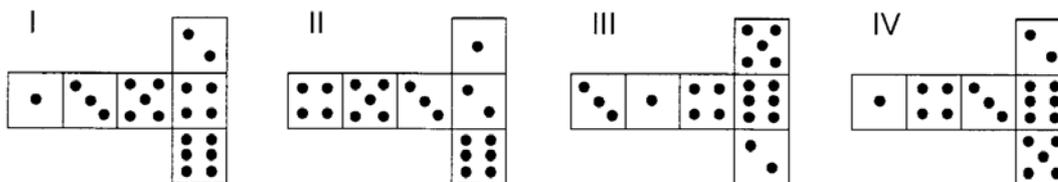


Spielwürfel 1  
Spielwürfel 2  
Spielwürfel 3

..... Augen

**Frage 2: SPIELWÜRFEL**

Du kannst einen einfachen Spielwürfel durch das Schneiden, Falten und Zusammenkleben eines Kartons herstellen. Das kann auf viele Arten geschehen. Die folgende Skizze zeigt vier Vorlagen, die man verwenden kann, um Würfel mit Augen auf den Würfelflächen herzustellen:



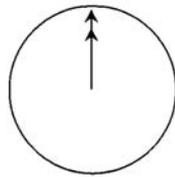
Welche der folgenden Vorlagen kann so zusammengefaltet werden, dass ein Würfel entsteht, der die Regel erfüllt, dass die Augensumme von gegenüberliegenden Würfelflächen 7 ist? Kreise für jede Vorlage „Ja“ oder „Nein“ in der nachfolgenden Tabelle ein.

Vorlage	Erfüllt die Regel, dass die Augensumme von gegenüberliegenden Würfelflächen 7 ist?
I	Ja / Nein
II	Ja / Nein
III	Ja / Nein
IV	Ja / Nein

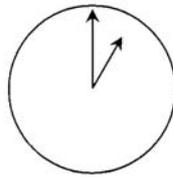
## Internet Chat

Mark (aus Sydney, Australien) und Hans (aus Berlin, Deutschland) kommunizieren oft durch Chatten im Internet miteinander. Sie müssen zur selben Zeit ins Internet gehen, um chatten zu können.

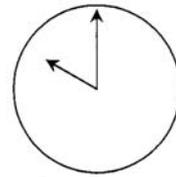
Um eine geeignete Zeit zum Chatten zu finden, schlug Mark in einer Zeitzonen-Tabelle nach und fand Folgendes:



Greenwich 24:00 Uhr  
(Mitternacht)



Berlin 1:00 Uhr  
(morgens)



Sydney 10:00 Uhr  
(morgens)

---

### Frage 1: INTERNET CHAT

Wenn es in Sydney 19:00 Uhr ist, wie spät ist es dann in Berlin?

Antwort: ..... Uhr

---

### Frage 2: INTERNET CHAT

Mark und Hans können zwischen 9:00 Uhr vormittags und 16:30 Uhr ihrer Ortszeit nicht chatten, da sie in die Schule gehen müssen. Auch von 23:00 Uhr bis 7:00 Uhr früh ihrer Ortszeit können sie nicht chatten, weil sie schlafen.

Zu welcher Zeit wäre es für Mark und Hans möglich zu chatten? Schreib die Ortszeiten in die Tabelle:

Ort	Zeit
Sydney	
Berlin	

## Medikamenten-Konzentration

Im Krankenhaus erhält eine Frau eine Spritze mit Penizillin. Ihr Körper baut das Penizillin nach und nach ab, so dass eine Stunde nach der Spritze nur noch 60% des Penizillins aktiv sind.

Dieser Ablauf setzt sich fort: Am Ende jeder Stunde sind nur 60% des Penizillins aktiv, das am Ende der vorhergehenden Stunde noch vorhanden war. Angenommen, die Frau erhält um 8:00 Uhr morgens eine Dosis von 300 Milligramm Penizillin.

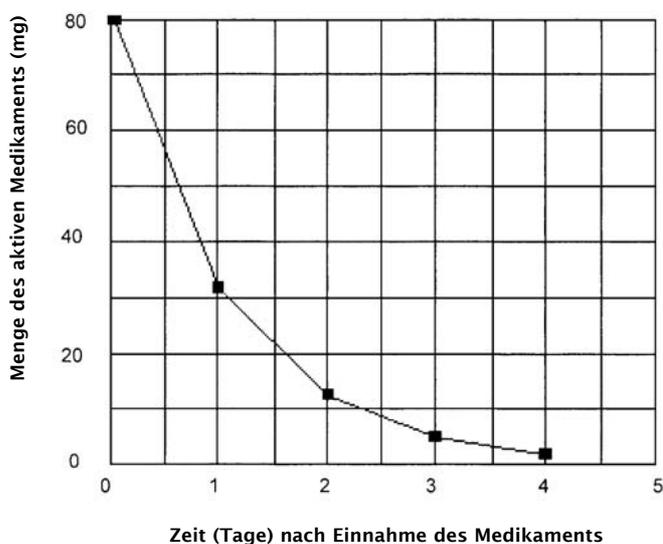
### Frage 1: MEDIKAMENTEN-KONZENTRATION

Vervollständige die folgende Tabelle, welche die Penizillinmenge anzeigt, die im Blut der Frau in einstündigen Zeitintervallen von 8:00 Uhr bis 11:00 Uhr aktiv ist.

Zeit	8:00	9:00	10:00	11:00
Penizillin (mg)	300			

### Frage 2: MEDIKAMENTEN-KONZENTRATION

Peter muss 80 mg eines Medikaments einnehmen, um seinen Blutdruck zu regulieren. Der folgende Graph zeigt die anfangs eingenommene Menge des Medikaments und die Menge, die nach einem, zwei, drei und vier Tagen in Peters Blut aktiv ist.



Wie viel mg des Medikaments sind am Ende des ersten Tages aktiv?

- A → 6 mg
- B → 12 mg
- C → 26 mg
- D → 32 mg

---

**Frage 3: MEDIKAMENTEN-KONZENTRATION**

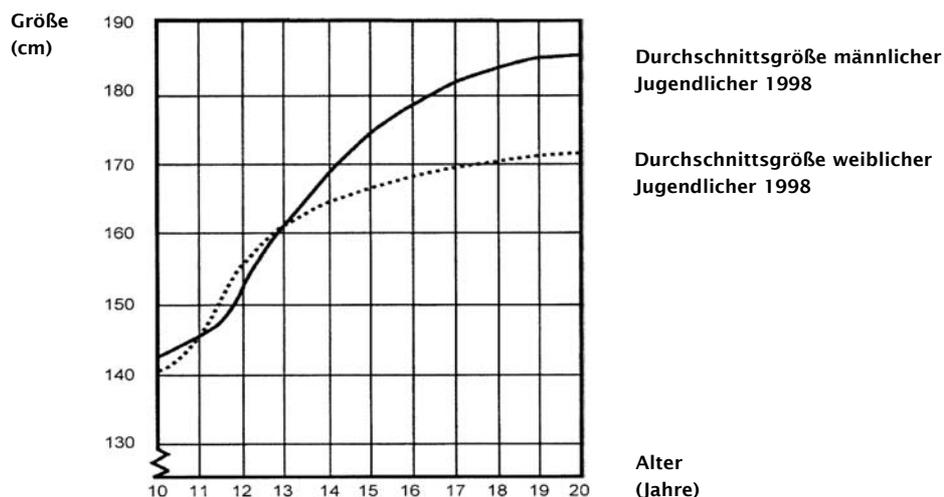
Aus dem Graph der vorhergehenden Frage kann man ablesen, dass jeden Tag im Vergleich zum Vortag ungefähr derselbe Anteil des Medikaments in Peters Blut aktiv ist.

Welche der folgenden Möglichkeiten entspricht ungefähr dem Prozentsatz des Medikaments, der am Ende jedes Tages im Vergleich zur Menge des Vortages aktiv ist?

- A → 20%
- B → 30%
- C → 40%
- D → 80%

## Größer werden - Jugendliche werden größer

Für 1998 ist die durchschnittliche Körpergröße sowohl männlicher als auch weiblicher Jugendlicher in den Niederlanden in folgendem Graphen dargestellt.



### Frage 1: Größer werden - Jugendliche werden größer

Seit 1980 hat die Durchschnittsgröße 20-jähriger Frauen um 2,3 cm auf 170,6 cm zugenommen. Was war die durchschnittliche Größe einer 20-jährigen Frau im Jahr 1980?

Antwort: ..... cm

### Frage 2: Größer werden - Jugendliche werden größer

Erkläre anhand des Graphen, dass im Durchschnitt die Wachstumsrate für Mädchen über 12 Jahre abnimmt.

Antwort: .....

### Frage 3: Größer werden - Jugendliche werden größer

In welchem Lebensabschnitt sind laut Graphen Frauen durchschnittlich größer als ihre männlichen Altersgenossen?

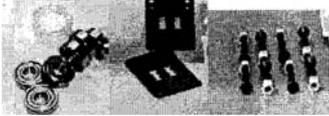
Antwort: .....

## Skateboard

Erich ist ein großer Skateboard-Fan. Er besucht ein Geschäft namens SKATERS, um einige Preise zu erkunden.

In diesem Geschäft kann man ein komplettes Skateboard kaufen. Oder man kann das Brett, einen Satz von 4 Rädern, einen Satz von 2 Achsen und einen Satz Kleinteile kaufen und sein eigenes Skateboard zusammenstellen.

Die Preise für die Produkte des Geschäfts sind:

Produkt	Preis in Zeds	
Komplettes Skateboard	82 oder 84	
Brett	40, 60 oder 65	
Ein Satz von 4 Rädern	14 oder 36	
Ein Satz von 2 Achsen	16	
Ein Satz Kleinteile (Kugellager, Gummiauflagen, Schrauben und Muttern)	10 oder 20	

### Frage 1: SKATEBOARD

Erich möchte sein eigenes Skateboard zusammenstellen. Was ist der niedrigste Preis und was ist der höchste Preis für selbst zusammengestellte Skateboards in diesem Geschäft?

(a) Niedrigster Preis: ..... Zeds

(b) Höchster Preis: ..... Zeds

## Auswahl mathematischer PISA-Aufgaben

---

---

### Frage 2: SKATEBOARD

Das Geschäft bietet drei verschiedene Bretter, zwei verschiedene Sätze Räder und zwei verschiedene Sätze Kleinteile an. Es gibt nur eine Möglichkeit für den Satz von Achsen.

Wie viele verschiedene Skateboards kann Erich zusammenbauen?

- A → 6
- B → 8
- C → 10
- D → 12

---

### Frage 3: SKATEBOARD

Erich hat 120 Zeds zur Verfügung und möchte das teuerste Skateboard, das er sich leisten kann, kaufen. Wie viel Geld kann sich Erich erlauben, für jeden der 4 Teile auszugeben?

Schreib deine Antwort in die folgende Tabelle.

Teil	Betrag (Zeds)
Brett	
Räder	
Achsen	
Kleinteile	

## Wechselkurs

Mei-Ling aus Singapur wollte für 3 Monate als Austauschstudentin nach Südafrika gehen. Sie musste einige Singapur Dollar (SGD) in Südafrikanische Rand (ZAR) wechseln.

---

### Frage 1: WECHSELKURS

Mei-Ling fand folgenden Wechselkurs zwischen Singapur Dollar und Südafrikanischen Rand heraus:

$$1 \text{ SGD} = 4,2 \text{ ZAR}$$

Mei-Ling wechselte zu diesem Wechselkurs 3000 Singapur Dollar in Südafrikanische Rand. Wie viele Südafrikanische Rand hat Mei-Ling erhalten?

Antwort: .....

---

### Frage 2: WECHSELKURS

Bei ihrer Rückkehr nach Singapur 3 Monate später hatte Mei-Ling 3900 ZAR übrig. Sie wechselte diese in Singapur Dollar zurück, wobei sie bemerkte, dass sich der Wechselkurs geändert hatte:

$$1 \text{ SGD} = 4,0 \text{ ZAR}$$

Wie viele Singapur Dollar hat Mei-Ling erhalten?

Antwort: .....

---

### Frage 3: WECHSELKURS

Während dieser 3 Monate hat sich der Wechselkurs von 4,2 auf 4,0 ZAR pro SGD geändert. War es zum Vorteil von Mei-Ling, dass der Wechselkurs bei ihrer Rückkehr 4,0 ZAR statt 4,2 ZAR betrug, als sie ihre Südafrikanischen Rand in Singapur Dollar zurückwechselte?

Erkläre deine Antwort.

.....

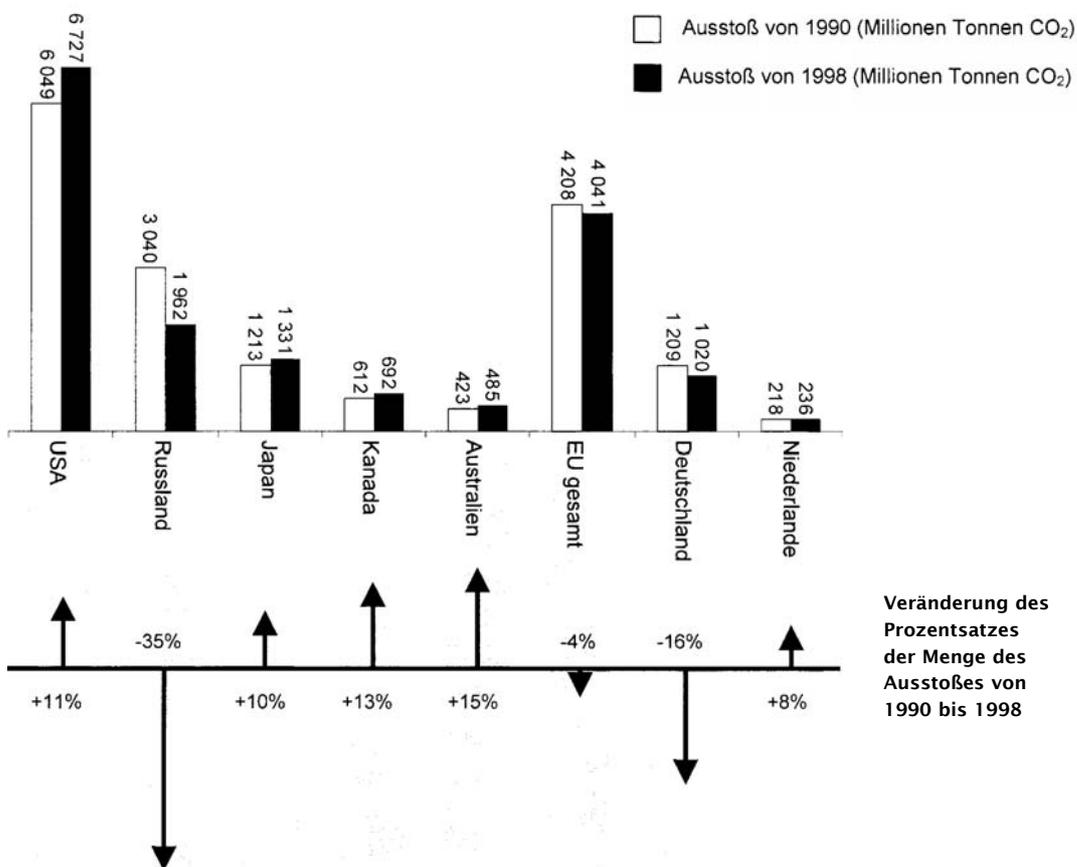
.....

.....

## Verringern der CO<sub>2</sub>-Menge

Viele Wissenschaftler befürchten, dass die Zunahme an CO<sub>2</sub>-Gas in unserer Atmosphäre Klimaveränderungen bewirkt.

Das folgende Diagramm zeigt die Menge des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von 1990 (helle Balken) für einige Länder (oder Regionen), die Menge des Ausstoßes von 1998 (dunkle Balken) und den Prozentsatz der Veränderung der Menge des Ausstoßes zwischen 1990 und 1998 (die Pfeile mit Prozentsätzen):



### Frage 1: VERRINGERN DER CO<sub>2</sub>-MENGE

Aus dem Diagramm kann man ablesen, dass die Zunahme des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in den USA von 1990 bis 1998 11 % betragen hat.

Gib die Berechnung an, die zeigt, wie man die 11 % erhalten hat:

.....

---

**Frage 2: VERRINGERN DER CO<sub>2</sub>-MENGE**

Manuela analysierte das Diagramm und behauptete, dass sie einen Fehler im Prozentsatz der Veränderung der Ausstoßmenge entdeckt hat: „Die prozentuelle Abnahme in Deutschland (16%) ist höher als die prozentuelle Abnahme in der gesamten Europäischen Union (EU gesamt, 4%). Das ist nicht möglich, weil Deutschland Teil der EU ist.“

Stimmst du mit Manuela überein, wenn sie sagt, dass das nicht möglich ist?

Erkläre deine Antwort:

.....

.....

.....

---

**Frage 3: VERRINGERN DER CO<sub>2</sub>-MENGE**

Manuela und Norbert diskutieren darüber, welches Land (oder welche Region) die größte Zunahme des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes hatte. Basierend auf dem Diagramm kamen beide zu einer anderen Schlussfolgerung.

Gib zwei mögliche „richtige“ Antworten auf diese Frage und erkläre, wie du diese Antworten erhalten kannst:

.....

.....

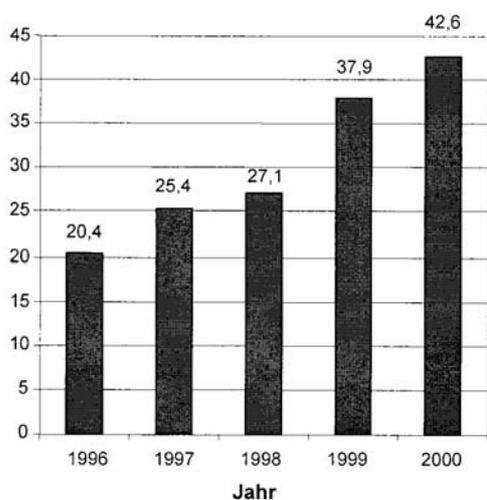
.....

## Auswahl mathematischer PISA-Aufgaben

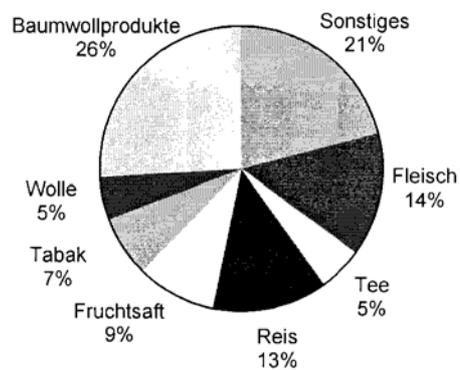
### Exporte

Die folgenden Grafiken zeigen Informationen über die Exporte aus Zedland, einem Land, das Zeds als Wahrung verwendet:

Gesamt-Jahresexporte aus Zedland in Millionen Zeds, 1996-2000



Verteilung der Exporte aus Zedland im Jahr 2000



#### Frage 1: EXPORTE

Was war der Gesamtwert (in Millionen Zeds) der Exporte aus Zedland im Jahr 1998?

Antwort: .....

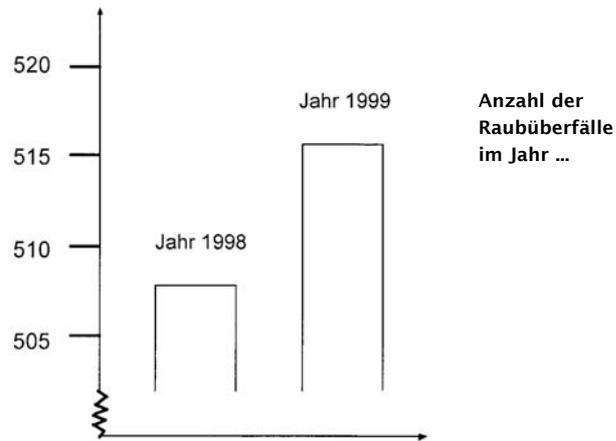
#### Frage 2: EXPORTE

Was war der Wert des Fruchtsafts, der im Jahr 2000 aus Zedland exportiert wurde?

- A → 1,8 Millionen Zeds
- B → 2,3 Millionen Zeds
- C → 2,4 Millionen Zeds
- D → 3,4 Millionen Zeds
- E → 3,8 Millionen Zeds

## Raubüberfälle

Ein Fernsehreporter zeigte folgende Grafik und sagte: „Der Graph zeigt, dass die Anzahl der Raubüberfälle von 1998 bis 1999 stark zugenommen hat.“



### Frage 1: RAUBÜBERFÄLLE

Hältst du die Aussage des Reporters für eine vernünftige Interpretation des Diagramms?

Begründe deine Antwort:

.....

.....

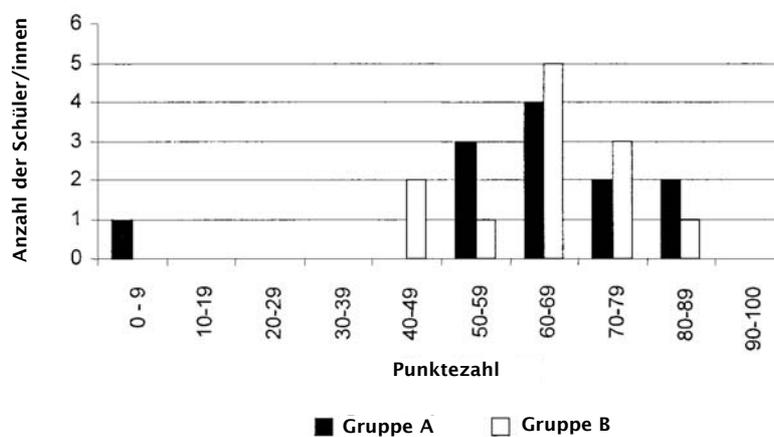
## Auswahl mathematischer PISA-Aufgaben

### Testergebnisse

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Ergebnisse eines Physiktests für zwei Gruppen, die als Gruppe A und Gruppe B bezeichnet werden.

Die durchschnittliche Punktezahl von Gruppe A ist 62,0 und der Durchschnitt für Gruppe B ist 64,5.

Schüler/innen haben den Test bestanden, wenn ihre Punktezahl bei 50 oder darüber liegt.



Der Lehrer betrachtet das Diagramm und behauptet, dass Gruppe B beim Test besser abgeschnitten hat als Gruppe A.

Die Schüler/innen der Gruppe A sind mit ihrem Lehrer nicht einer Meinung. Sie versuchen den Lehrer zu überzeugen, dass Gruppe B nicht unbedingt besser abgeschnitten hat.

#### Frage 1: TESTERGEBNISSE

Gib ein mathematisches Argument an, das die Schüler/innen aus Gruppe A verwenden können, indem du das Diagramm verwendest:

.....

.....

.....

### Tischtennisturnier

Thomas, Richard, Bernd und Daniel haben eine Übungsgruppe in einem Tischtennisclub gebildet. Jeder Spieler möchte einmal gegen jeden anderen Spieler spielen. Sie haben zwei Übungstische für diese Spiele reserviert.

---

**Frage 1: TISCHTENNISTURNIER**

Vervollständige den folgenden Spielplan, indem du die Namen der Spieler jedes Spiels einträgst:

	Übungstisch 1	Übungstisch 2
Runde 1	Thomas - Richard	Bernd - Daniel
Runde 2		
Runde 3		

## Unterstützung für den Präsidenten

In Zedland wurden Meinungsumfragen durchgeführt, um die Unterstützung für den Präsidenten bei der kommenden Wahl herauszufinden. Vier Zeitungsherausgeber machten separate landesweite Umfragen. Die Ergebnisse der Umfragen durch die vier Zeitungen werden unten angegeben:

Zeitung 1: 36,5% (Umfrage durchgeführt am 6. Jänner, bei einer Stichprobe von 500 zufällig ausgewählten Stimmberechtigten)

Zeitung 2: 41,0% (Umfrage durchgeführt am 20. Jänner, bei einer Stichprobe von 500 zufällig ausgewählten Stimmberechtigten)

Zeitung 3: 39,0% (Umfrage durchgeführt am 20. Jänner, bei einer Stichprobe von 1000 zufällig ausgewählten Stimmberechtigten)

Zeitung 4: 44,5% (Umfrage durchgeführt am 20. Jänner, bei einer Stichprobe von 1000 Lesern, die angerufen haben, um zu sagen, wen sie wählen werden)

---

### Frage 1: UNTERSTÜTZUNG FÜR DEN PRÄSIDENTEN

Das Ergebnis welcher Zeitung ist am ehesten geeignet, um die Unterstützung für den Präsidenten vorauszusagen, wenn die Wahl am 25. Jänner stattfindet? Gib zwei Gründe an, die deine Antwort unterstützen:

Zeitung .....

Gründe:

.....

.....

.....

.....

