

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК
UMWELT UND DER MENSCH

Часть II

**Учебно-методическое пособие
для магистров и аспирантов
инженерно-экологического факультета**

**Санкт-Петербург
2012**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ
ПОЛИМЕРОВ»**

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

UMWELT UND DER MENSCH

Часть II

**Учебно-методическое пособие
для магистров и аспирантов
инженерно-экологического факультета**

**Санкт-Петербург
2012**

УДК 803.0(075)

ББК 81.2 нем.

Н 501

Немецкий язык. Часть II. Umwelt und der Mensch: учебно-методическое пособие для магистров и аспирантов инженерно-экологического факультета /сост.: С.П. Островская, З.И. Мартемьянова, Л.А. Резонтова, М.К. Соколова; СПбГТУРП. – СПб., 2012. – 64 с.

Настоящее пособие предназначено для студентов магистратуры инженерно-экологического факультета с целью усовершенствования знаний, полученных за годы обучения в бакалавриате. Кроме этого данные тексты можно использовать для подготовки в аспирантуру.

Рецензенты: зав. кафедрой иностранных языков СПбГТУРП
канд. филол. наук, профессор В.В. Кириллова

Подготовлено и рекомендовано к печати кафедрой иностранных языков Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров (протокол № 1 от 30.08. 2012 г.).

Утверждено к изданию методической комиссией гуманитарного факультета СПбГТУРП (протокол № 1 от 28.09.2012 г.).

© Островская С.П.,
Мартемьянова З.И.,
Резонтова Л.А.,
Соколова М.К., 2012

© Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных
полимеров,
2012

Umweltthema: Boden

Was ist eigentlich «Boden»?

Der Boden ist neben dem Wasser und der Luft eine unserer nicht noch weiter belastbaren Lebensgrundlagen. Er ist nicht unbegrenzt vorhanden und nicht beliebig vermehrbar. Durch nur sehr langsam verlaufende Prozesse entsteht Boden aus dem Ausgangsgestein. Infolge von Einwirkungen von Klima, Wasser, Luft und Mikroorganismen kommt es zur physikalischen, chemischen und biologischen **Verwitterung**, d. h. der Zerkleinerung und Umwandlung des Gesteins zu Mineralien. Kleinlebewesen und Mikroorganismen, wie Pilze und Bakterien, bewirken den Abbau von Ausscheidungen, die Verwesung toter tierischer Organismen und die Vermoderung abgestorbener Pflanzen. Aufgrund dieser sehr wichtigen biochemischen Vorgänge entsteht der vor allem organische Stoffe enthaltende **Humus**, der den Boden locker und warm hält. Humus nimmt Luft, Wasser und mineralische Nährstoffe (z. B. Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Kalium, Calcium und Magnesium) auf und bietet den Humus ständig umwandelnden Mikroorganismen günstige Lebensbedingungen. Die Fruchtbarkeit eines Bodens, aber auch eines Kompostes, hängt wesentlich vom Humusgehalt und den vorhandenen Organismen ab. Je höher die Zahl der den Boden bewohnenden Arten von Lebewesen ist, um so größer ist seine Fruchtbarkeit. Neben zahllosen Arten von Bakterien bauen niedere Pilze und größere Bodentiere (wie Asseln und Würmer) die organischen Substanzen über mehrere Stufen bis hin zu anorganischen Endprodukten, beispielsweise Wasser und Kohlendioxid, ab. In einem Liter (das entspricht einem Rauminhalt von 10 cm mal 10 cm mal 10 cm) mitteleuropäischem Wald- und Wiesenboden leben viele Milliarden einzellige Mikroorganismen, 30000 Fadenwürmer, 2000 Milben, 1000 Springschwänze, 500 Räder- und Bärtierchen, 100 kleine Spinnen, Krebse, Tausendfüßler und Insekten, 50 Borstenwürmer und 2 Regenwürmer. In 1 g Boden leben mehrere Milliarden Bakterien, in einer Bodenkrume bis zu 9000 Bakterienarten.

Nach welchen Merkmalen teilt man Böden ein?

Aufgrund der vorherrschenden Korngröße unterscheidet man einzelne **Bodenarten**, wie Stein-, Sand-, Lehm- oder den sehr feinkörnigen, kaum wasserdurchlässigen Tonboden. Die einzelnen **Bodentypen** weisen unterschiedliche Entwicklungsstufen auf. Beispiele sind die helle Bleicherde (Podsol), die bei uns häufig vorhandene Braunerde, die äußerst fruchtbare Schwarzerde sowie die Roterde der tropischen Zonen.

Graben wir senkrecht tief in den Boden ein, liefert uns dieser Querschnitt das **Bodenprofil**, und wir erkennen die einzelnen **Bodenhorizonte**. Der Oberboden - auch Mutterboden genannt - ist reich an Nährstoffen und Humus. Über den Unterboden nehmen diese Gehalte dann bis zu dem über dem Ausgangsgestein befindlichen Rohboden oder Untergrund immer mehr ab.

Zusammenfassend können wir den Boden verstehen als **Ökosystem** aus mineralischen und organischen Substanzen, Wasser, Luft und Lebewesen, das sich in ständiger Umwandlung befindet.

Der Mensch beeinflusst auf vielfältige Weise diesen Prozess und stört dadurch das natürliche ökologische Gleichgewicht. Hierbei sind u. a. zu erwähnen der Eintrag von Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln und sonstigen Pestiziden, saurem Regen, Blei, Cadmium und weiteren giftigen Schwermetallen, toxischen organischen Substanzen (z. B. Halogenkohlenwasserstoffen, Altölen), Abholzung, Überweidung, Abtragungen (Erosionen) durch Wind und Wasser, quadratkilometergroße Tagebaue sowie die ständig weiter zunehmenden Versiegelungen, durch die immer mehr wertvoller Boden verloren geht.

In Deutschland werden täglich dutzende Hektar Bodenfläche durch Bebauung und Versiegelung vernichtet. Weltweit verschwand in den letzten 20 Jahren wertvoller Boden in der Größe der landwirtschaftlichen Nutzfläche der USA. Jährlich gehen ca. 24 Milliarden Tonnen fruchtbaren Oberbodens, den wir zurecht Mutterboden nennen, verloren, z. B. durch Erosion, Bodenverdichtung, Überbauung, Überdüngung und Schadstoffeinträge. Die Vernichtung fruchtbaren Bodens, die **Desertifikation**, schädigt mittlerweile 30 % der gesamten Landfläche unseres einzigartigen Planeten und betrifft schon über 110 Länder. *Wir alle müssen zum Erhalt unserer Lebensgrundlage Boden mehr tun und jegliche Bodenschädigung*

vermeiden! So schädigen die extrem lauten **Laubsaugergeräte** die Natur. Kleintiere, wie Insekten und Spinnen werden mit eingesaugt und durch das Häckseln getötet. Durch das Entfernen von Pflanzensamen verarmt die Vegetation, durch das oft völlig überflüssige Entfernen des Pflanzenmaterials wird Biomasse dem natürlichen Stoffkreislauf entzogen. Diese Geräte **und** die ebenfalls extrem lauten **Laubblasgeräte sollte niemand benutzen**. Wenn überhaupt das nützliche, den Boden düngende Laub entfernt werden soll, kann das auch wie früher durch Zusammenfegen unter Einsatz der Muskelkraft geschehen. Durch die eidgenössische Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBO) vom 1.7.1998 wurde in der Schweiz der Bodenschutz verbessert. In Deutschland regelt das **Bundes-Bodenschutzgesetz** u. a. das Auf- und Einbringen von Materialien in Böden. Gemäß dem **Bundesnaturschutzgesetz** müssen Landwirte gewährleisten, dass der Boden nachhaltig fruchtbar bleibt. Sie sollen ökologische Methoden anwenden. Die EU hat den ökologischen Landbau geregelt, u. a. durch die **Verordnung für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren**. Der Durchführung dieser Bestimmungen dient das **Öko-Landbaugesetz**. Wer das **Öko-Kennzeichen** verwenden will, z. B. für Saat-, Futter- und Lebensmittel, hat dies der Informationsstelle Bio-Siegel bei der Öko-Prüfzeichen GmbH anzuzeigen gemäß dem **Öko-Kennzeichengesetz** und der **Öko-Kennzeichenverordnung**.

Was ist eigentlich «Düngung»?

Über ihre Wurzeln entnehmen Pflanzen dem Boden die im Wasser gelösten anorganischen Nährstoffe und verwenden sie zum Aufbau neuer organischer Pflanzensubstanz. Düngung dient nun dazu, die dem Boden entzogenen, von den Pflanzen aufgenommenen Nährstoffe diesem wieder zuzuführen und damit die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern. Dafür eignen sich sowohl mineralische als auch organische Dünger, wobei letztere zusätzlich die Bodenqualität erhöhen. Justus von Liebig stellte schon vor über 150 Jahren fest, dass Pflanzen zum Wachstum bestimmte Elemente benötigen. Fehlt nur eines dieser notwendigen Elemente im Boden oder herrscht Mangel

daran, kommt es zum Rückgang des Wachstums und des Ertrags. Zu hohe Gehalte können sich toxisch auf Pflanzen und Organismen auswirken.

Ziel jeder Düngung ist es demnach, dafür zu sorgen, dass die 13 benötigten Nährelemente in optimaler Konzentration im Boden vorliegen. Neben den 6 Hauptnährstoffen Stickstoff, Phosphor, Kalium, Schwefel, Calcium und Magnesium sind dies die Spurennährstoffe Eisen, Mangan, Zink, Kupfer, Bor, Molybdän und Chlor.

Als Folge des Ergebnisses einer Analyse des Bodens oder auch der Pflanzen (z. B. der Blätter) kann man versuchen, gezielt mit speziellen Düngern vorhandene Mangelzustände auszugleichen; denn *es gilt stets*, nicht nur wegen der Überführung überschüssigen Nitrats ins Grundwasser, *nur soviel wie unbedingt erforderlich zu düngen*. Sät man nach der Ernte Gelbsenf auf die Felder, wird überschüssiges Nitrat über die Wurzeln gebunden. So lässt sich der Nitratgehalt um 75 % senken. Das **Düngemittelgesetz** und die **Düngemittelverordnung** sind zu beachten. Letztere enthält Qualitätsvorgaben für Dünger, z. B. für solche, die als **EG-Düngemittel** bezeichnet werden dürfen. Äußerst nützlich zur Aufrechterhaltung des Humusgehaltes sind organische Dünger wie Stroh, Gründünger, Kompost, Stallmist, Gülle oder Jauche. Bei der Ermittlung der Nährstoffbilanz sind die so zugeführten Nährstoffe von außerordentlicher Bedeutung. Wegen des hohen Gehalts einiger Nährstoffe (wer kennt nicht den für Misthaufen typischen Geruch nach stickstoffhaltigem Ammoniak?) ist die Gefahr der **Überdüngung** allerdings hier gleichermaßen sehr hoch. Viele Haus- und Kleingärten sind z. T. extrem mit Nährstoffen über“versorgt“. Vor allem beim Hauptnährstoff Phosphor wird der Grenzwert der **Düngeverordnung** von 50 mg pro 100 g Boden oft überschritten.

Welche Stoffe nehmen die Pflanzen auf?

Stickstoff ist einer der Hauptbausteine der Pflanzenmasse, z. B. der Eiweiße. Leicht werden Nitrat-Ionen über die Wurzeln aufgenommen. Ammonium-Ionen können ebenfalls direkt aufgenommen werden, meist werden sie aber zunächst durch nitrifizierende Bakterien über Nitrit-Ionen bis zu Nitrat-Ionen oxidiert, was bei der Nitratbilanz zu berücksichtigen ist. Bringt man ein Ammonium-Harnstoff-Gemisch gezielt in den Wurzelbereich ein, kann umweltfreundlicher und

ertragssteigernder gedüngt werden als mit Nitrat und Ammonium enthaltenden Granulatdüngern.

Phosphor nehmen die Pflanzen durch die wasserlöslichen Phosphat-Ionen auf, den von den meisten Pflanzen in fast genauso großen Mengen benötigten Schwefel überwiegend in Form der Sulfat-Ionen. Denn viele der Eiweißbausteine, der immer stickstoffhaltigen Aminosäuren, enthalten zugleich Schwefel.

Die metallischen Kationen, wie Kalium, Calcium, Magnesium oder die der Spurennährstoffe, werden besonders leicht durch sauren Regen aus dem Boden ausgewaschen. Hinzu kommt, dass unter sauren Verhältnissen eine Reihe von Stoffen, wie Aluminium oder Eisen, in eine toxische, über die Wurzeln aufnehmbare Form gebracht wird.

Hier muss in erster Linie das wasserlösliche, extrem giftige Triethylblei erwähnt werden, das aus dem immer noch selbst im sog. bleifreien Benzin vorhandenen Tetraethylblei an der Luft durch kurzwelliges Sonnenlicht gebildet wird. Es trägt in hohem Maße zum **Waldsterben** bei. 2003 hatten nur 31 % der deutschen Bäume keine erkennbaren Schadmerkmale, 46 % waren geschädigt, weitere 23 % deutlich geschädigt. 2004 werden sich die Schädigungen weiter verstärken.

Die **Versauerung** (Übersäuerung) des Bodens, besonders durch zu hohe Mengen an Stickoxiden (die mit Wasser zu Salpetersäure reagieren und vor allem aus dem immer weiter zunehmenden Verkehr stammen) schreitet ungebremst voran. Geld für Kalkeinträge oder andere Sanierungen fehlt meist. Der Säuregehalt hat sich in den vergangenen 50 Jahren ver Hundertfacht! Diese viele Jahre wirkende Altlast bedroht immer mehr unser Grundwasser und damit die Qualität unseres Trinkwassers! Vor allem im Sommer sind die Ozonkonzentrationen, gleichso hauptverursacht durch den immensen Verkehr, hoch. Ozon gelangt über die Blätter in die Pflanzen und stört dort den Stoffwechsel, besonders bei Trockenheit wie im Sommer 2003. Das **Bundeswaldgesetz** soll der forstwirtschaftlichen Nutzung des Bodens und der Erhaltung des Waldes Vorsorgen, z. B. indem Wald zum Schutz- oder Erholungswald erklärt wird. Die **EU** hat **Verordnungen über den Schutz des Waldes** (gegen Luftverschmutzungen und Brände) erlassen.

Was ist eigentlich «Pflanzenschutz»?

Durch toxische Substanzen werden selbstverständlich auch die anderen Organismen des Bodens geschädigt oder getötet. Viele sog. Pflanzenschutzmittel wirken geradeso, weshalb man diese besser **Biozide** (Lebenstötungsmittel) nennen sollte. Im Boden werden diese Stoffe abgebaut. Einige dieser Abbauprodukte (Metabolite) sind langlebiger, mobiler und toxischer als die Ausgangssubstanz. Vielfach sind die Abbauprozesse noch nicht hinreichend bekannt, was beispielsweise an der Vielfalt der Böden und der hohen Komplexität der im Boden ablaufenden Vorgänge liegt. **Pestizide** (Schädlingsbekämpfungsmittel) und ihre Metabolite werden leicht ins Grundwasser überführt.

Solche Mittel sollten trotz Entwicklung neuer, weniger toxischer Substanzen - wenn überhaupt - nur dann sachgemäß angewendet werden, wenn es wirklich keine andere Möglichkeit gibt. Die Sachkunde muss nachgewiesen werden gemäß der **Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung**. Anwendungsverbote und -beschränkungen enthalten u. a. das **Pflanzenschutzgesetz**, die **Pflanzenschutzmittel-Verordnung** und die **Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung**, die z. B. festlegt, dass viele Pestizide nicht oder nur in beschränktem Umfang in Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten verwendet werden dürfen. *Grundsätzlich dürfen Biozide nicht verwendet werden, wenn sie Mensch, Tier, Boden und Grundwasser gefährden.* Die **EU-Richtlinie über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten** wurde durch eine **Verordnung** und das **Biozidgesetz** umgesetzt. Die Mittel müssen zugelassen sein. Viele Biozide dürfen gar nicht mehr hergestellt oder verwendet werden. 430 Pflanzenschutzmittel hat die EU inzwischen verboten, darunter auch die sog. Pseudohormone, hormon- und fruchtschädigende, fortpflanzungsgefährdende Substanzen. Beachtet werden müssen hier auch das **Chemikaliengesetz**, die **Chemikalien-Verbotsverordnung** und die **Gefahrstoffverordnung**.

Breitenwirksame Pestizide sollten nicht mehr eingesetzt werden, neben anderem weil sie viele weitere Organismen wie die Nützlinge töten.

Aus den festen Rückständen der Olivenölproduktion, dem Trester, lassen sich umweltfreundliche Pflanzenschutzmittel gewinnen, die gegen bestimmte Pilze wirken.

Gibt es Alternativen zu Pestiziden?

Holzschadinsekten können durch längere Einwirkung von heißer Luft abgetötet werden. **Sog. „Unkräuter“ kann man durch Jäten entfernen** oder durch heiße Zuckerlösung, wie am Flughafen Bremen erfolgreich getestet. Aufgeschäumter Zucker speichert die Wärme, welche zur Schädigung der Pflanzen erforderlich ist. In allen Fällen sollte stets die **biologische Schädlingsbekämpfung** mit Hilfe natürlicher Nützlinge, sog. „Feinde“ der Schädlinge, dem Einsatz von Pestiziden vorgezogen werden.

Der Wiederherstellung bzw. dem Erhalt einer großen Arten Vielfalt dienen die Schonung ökologisch günstiger Landschaften und die Erhaltung und Neuschaffung von Naturschutzflächen. Das Anlegen von Hecken und Ackerrandstreifen verbessert die Lebensbedingungen zahlreicher Nützlinge. Der Anbau von Nektar- und Pollenpflanzen oder das Anbieten von Lockpflanzen bindet nützliche räuberische Insekten wie Flor- und Schwebfliegen an gewünschte Standorte. Für Nutzinsekten und Raubmilben können geeignete Verstecke und Überwinterungsstellen angelegt werden. Vögeln und Fledermäusen sollten noch mehr Nist- und Brutkasten zur Verfügung gestellt werden. Gute Unterschlupfmöglichkeiten für räuberische Kleinsäuger wie den Igel bieten Stein-, Reisig- und Laubhaufen. Greifvögeln kann man Sitzstangen anbieten.

Das Bundesnaturschutzgesetz fördert die notwendige Planung der Landschaft. Arten sterben oft aus, weil sie nur noch in inselförmigen Bereichen vorkommen, die miteinander keinen Kontakt haben. Um diese Verinselung von Lebensräumen zu verhindern, sind Biotopverbunde einzurichten. Sie dienen vor allem den in der **Bundesartenschutzverordnung** aufgeführten besonders und streng geschützten Tier- und Pflanzenarten. Landschaftspläne haben darüber hinaus den Aufbau und Schutz des Europäischen ökologischen Netzes „Natura 2000“ (enthält bedeutende europäische Schutzgebiete, wie die für Vögel) zu berücksichtigen.

Welche Nützlinge können wir gezielt einsetzen?

Gemüse- und Zierpflanzen werden z. B. in Gewächshäusern durch weiße Fliegen geschädigt. Sie gehören zu den Mottenschildläusen und

können ebenso wie Blattläuse, Minterfliegenarten, Maiszünsler, Pflaumenwickler und Schadraupen mit Schlupfwespen (s. Abb.1) dezimiert werden. Viele Kulturpflanzen, beispielsweise Gurken oder Stangenbohnen, werden von der Spinnmilbe (auch rote Spinne genannt) befallen. Eine nahe Verwandte, die etwas größere Raubmilbe, hat sich ausschließlich auf das Anstechen und Aussaugen ihrer Verwandten spezialisiert, was für uns von Wert ist. Die Larve der nachtaktiven räuberischen Gallmücke kann in einer Woche 20 bis 50 Blattläuse abtöten und z. T. aussaugen. Eine Gallmücke ist in Abb. 2 dargestellt. Mit zahlreichen Arten ist die Florfliege (s. Abb.3) weltweit verbreitet. In Europa gibt es ca. 50 Arten. Eine Larve kann bis zur Verpuppung rund 200 bis 500 Blattläuse verzehren oder nur durch Biss töten. Thripse sind 1 bis 2 mm lange Insekten, die Gurken schädigen. Raubmilben und Raubwanzen saugen diese sowie Blattläuse, Spinnmilben und weiße Fliegen aus.

Dickmaulrüßler schädigen z. B. Erdbeeren und Zierpflanzen. Bestimmte Fadenwürmer (Nematoden) dringen als Larven in diese Insekten ein und töten sie mit Hilfe von Bakterien. Ebenso können Trauermückenlarven, die Stecklinge von Wurzeln und Jungpflanzen schädigen, bekämpft werden. Sehr nützlich gegen Blatt-, Woll-, Schild- und Schmierläuse sind Marienkäfer (s. Abb. 4). Ein Käfer frisst täglich bis zu 150 Blattläuse. Während ihres 8- bis 14-tägigen Daseins saugen die Larven der wespen- oder bienenähnlich aussehenden Schwebfliegen bis zu 900 Blattläuse aus. Ohrwürmer (s. Abb.5 und 6) vertilgen ebenfalls Blattläuse. In einem an der befallenen Pflanze mit der Öffnung nach unten aufgehängenen, mit etwas Watte versehenen Gefäß, z. B. einem kleinen Blumentopf siedeln sich Ohrwürmer rasch an. Selbst Mikroorganismen, die bei Schadinsekten Krankheiten erregen, werden bei der biologischen Schädlingsbekämpfung zielgerichtet eingesetzt. Von Schnecken, Bodeninsekten, Spinnen, Würmern und Blattläusen ernährt sich der Hain-Laufkäfer (s. Abb.7). Knoblauchsaff vertreibt ausgezeichnet Schnecken.



Abb. 11: Schwarze Schlupfwespe.

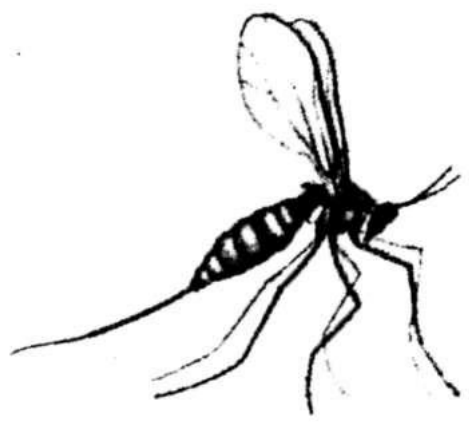


Abb. 12: Gallmücke.



Abb. 13: Florfliege.

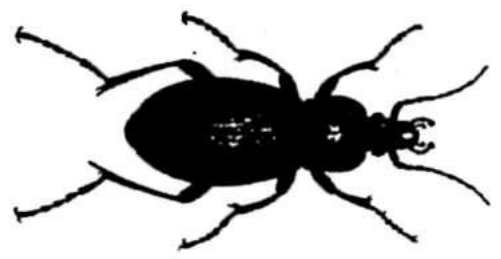


Abb. 14: Siebenpunkt-Marienkäfer.



Abb. 15: Ohrwurm-Männchen.

Abb. 16: Ohrwurm-Weibchen. Abb. 17: Hain-Laufkäfer.



Hanf: eine gefährliche Pflanze?

Der schädlings- und UV-resistente Hanf ist eine Pflanze, die zur Verbesserung der Bodenqualität beiträgt, da sie dem Boden Stickstoff zuführt und ihn darüber hinaus infolge Ausbildung langer Wurzelsysteme vor Erosion schützt. In Brandenburg und Bayern wurde früher zur **Papierherstellung** Hanf angebaut. Seit dem

2. Jahrhundert v. Chr. wird er zu diesem Zweck in China verwendet. Das Papier ist von Natur aus recht hell, wesentlich reißfester, weicher und länger haltbar als Papier, das mit Holz produziert wurde. Immense Energiemengen und 60 bis 80 % der Chemikalien, die zur Ligninbeseitigung bei der Holzaufbereitung erforderlich sind, können eingespart werden.

Aus Hanf können **Textilien** (die erste Jeans von Levi bestand aus Hanffasern!), Farben, Lacke, Lastwagenplanen, Kupplungsbeläge, Möbelpolster, Baustoffe, Medikamente, Nahrungsmittel sowie Vieh- und Vogelfutter hergestellt werden. Mittlerweile gibt es Hanfzüchtungen, die nur noch einen Gehalt an rauscherzeugendem Tetrahydrocannabinol (THC) von unter 0,1 % aufweisen. Die Gefahr der Erzeugung der Cannabis-Produkte Haschisch und Marihuana besteht dadurch so gut wie nicht mehr. Für solche Nutzhanfsorten ist daher das Anbauverbot von 1982 gemäß dem **Betäubungsmittelgesetz** seit dem 16.4.1996 aufgehoben und der kontrollierte Anbau durch landwirtschaftliche Betriebe erlaubt. Die Pflanze, die in Frankreich, Spanien und den Niederlanden kommerziell angebaut wird, kann Holz oder fossile Brennstoffe wie Rohöl ersetzen. Sie gedeiht praktisch auf allen Böden und unterdrückt sog. Unkraut. Hanf, eine der ältesten Kulturpflanzen überhaupt, muss aufgrund seiner vielen Vorteile und Nutzungsmöglichkeiten als zukünftig wieder äußerst wichtige und wertvolle Pflanze charakterisiert werden, die verstärkt angebaut werden sollte.

Was sind eigentlich «Altlasten»?

In früheren Jahrzehnten waren das Bewusstsein zum Schutz der Umwelt, umweltbewusstes Handeln und Umweltschutzgesetze kaum vorhanden. Dies führte dazu, dass produziert wurde und Abfälle ungeordnet und oft wild abgelagert wurden ohne Luft und Boden sowie Oberflächen- und Grundwasser zu schützen. **Kampfmittel**, die während des 2. Weltkrieges angefertigt, erprobt und eingesetzt wurden, sind nach Kriegsende auf Anordnung der Siegermächte beseitigt worden. Dadurch u. a. entstanden Rüstungsaltlasten. Nach dem 2. Weltkrieg führte militärische Inanspruchnahme von Flächen häufig zu militärischen Altlasten.

Altlastverdachtsflächen liegen vor, wenn es bei Altablagerungen oder Altstandorten Anhaltspunkte für Gesundheits- und Umweltgefährdungen gibt. Diese Verdachtsflächen sind in einem Kataster zu erfassen. Werden diese Gefahren in konkreten Untersuchungen und in sachkundigen Beurteilungen (Gefährdungsabschätzungen genannt) nachgewiesen, liegt eine **Altlast** vor. Insbesondere alte **Industriegebiete** weisen viele Altlasten auf. Ihre Zahl erhöht sich ständig. Vor allem auch in den neuen Bundesländern ist sie sehr hoch. Im Rhein-Sieg-Kreis sind etwa 1600 Altlasten bekannt, in Nordrhein-Westfalen ist die Zahl der Verdachtsflächen mehr als zehnmal so hoch. Bundesweit gibt es in den alten Ländern schätzungsweise 160000, in den neuen etwa 80000 Altlastverdachtsflächen, die mit immensem Kostenaufwand saniert werden müssen.

Im Rahmen der Erfassung einer Altlast müssen viele Fragen beantwortet werden. Es gilt zu klären, was früher produziert, bzw. abgelagert wurde und welche möglichen **Kontaminationen** (Verunreinigungen) sich daraus ergeben. Art, Ausmaß und Verursacher einer Kontamination sind zu ermitteln. Der zeitliche Verlauf einer Schadstoffbelastung ist zu klären. Wie gefährlich und mobil (beweglich) ist der Schadstoff? Die Ausbreitung (**Migration**) flüssiger Schadstoffe im Untergrund hängt u. a. davon ab, ob der Stoff wasserlöslich ist und ob er spezifisch leichter oder schwerer als Wasser ist, d. h. welche Dichte er hat. So hat Heizöl eine geringere Dichte, Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) dagegen haben eine höhere Dichte als Wasser; s. dazu Abb. 8. Welche Maßnahmen zur **Sanierung** (Gesundmachung), d. h. Sicherung und Beseitigung (**Dekontamination**) der Gefährdung, sind erforderlich? Welche Restkontamination liegt nach der Sanierung vor? Welche Nachsorgemaßnahmen sind notwendig? Wer zahlt? Wer haftet?

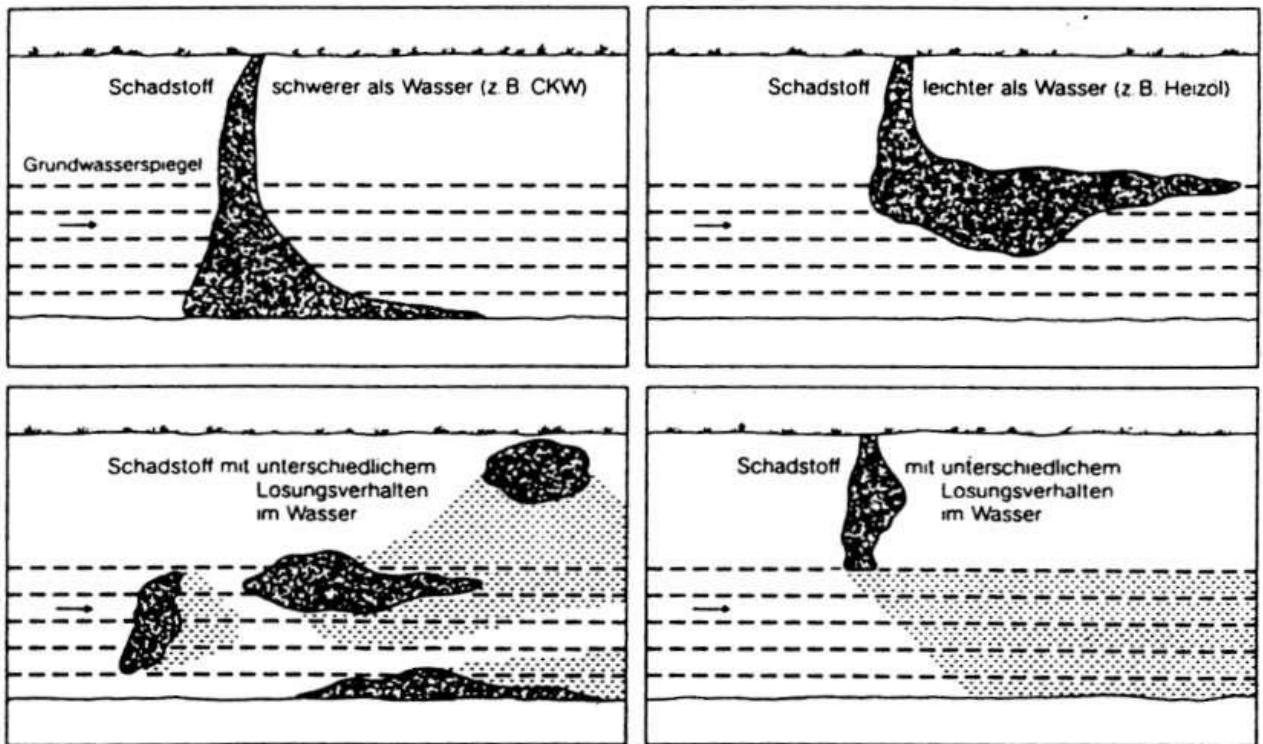


Abb. 8: Ausbreitung von Schadstoffen im Untergrund.

Sind diese u. a. Fragen beantwortet, ist die Sanierung mit Hilfe von Sicherungs- oder Dekontaminationsverfahren durchzuführen. Das **Bundes-Bodenschutzgesetz** dient dazu, vorsorglich schädliche Veränderungen des Bodens abzuwehren und bereits aufgetretene zu sanieren. Es ist das Rahmenwerk für die Sanierung von Altlasten. Bei der praktischen Durchführung der Untersuchung und Bewertung von verdächtigen Flächen sowie der Sanierung ist ergänzend die **Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung** zu beachten, ebenso beim Verhindern oder Beheben von Bodenerosion durch Wasser.

Welche Arten von Sanierungsverfahren werden angewendet?

Bei einer **Sicherung** bleibt das Schadstoffinventar erhalten. Das bedeutet, dass Sicherungsverfahren oft nur eine zeitlich befristete Lösung darstellen, deren ausreichende Wirksamkeit überwacht werden muss. Die in den Boden eingedrungenen Schadstoffe lassen sich einkapseln oder einschließen durch Abdichten der Seiten (z. B. mit Trennwänden bis zum wasserundurchlässigen Untergrund), der Sohle und/oder der Oberfläche. Immobilisierungsmaßnahmen zielen darauf ab, die Mobilität (Beweglichkeit) und Mobilisierbarkeit (Bewegbarmachung) von Schadstoffen zu vermindern oder zu verhindern. So können wasserlösliche toxische Schwermetalle z. B. durch Zugabe

von Fällungsmitteln in eine wasserunlösliche Form überführt werden. Passive hydraulische Maßnahmen bezwecken Veränderungen der Fließverhältnisse im Untergrund durch gezielte Wasserentnahme oder -zugabe. Bei passiven pneumatischen Verfahren werden gasförmige Kontaminationen wie Deponiegase über Filter, Schächte oder Gräben entgast.

Mit **Dekontaminationsverfahren** werden gesundheits- und umweltgefährdende Stoffe in Boden, Wasser und Luft beseitigt, umgewandelt oder in ihrem Gehalt verringert. Nach dem Ort ihres Einsatzes unterscheidet man:

In-Site-Verfahren (In-Situ-Verfahren, von engl. site oder situation = Lage): Ohne ein Bewegen der Bodenmassen werden die Schadstoffe

1. physikalisch (z. B. durch Bodenwäsche, Verfestigung [wie dem Einspritzen von erhärtenden Kunststofflösungen, Wasserglas oder Beton], Bodenluftabsaugung, Gasfassung),
2. chemisch (etwa durch Umwandlung in unschädliche Stoffe durch Zugabe von Reaktionssubstanzen) oder
3. biologisch (wie durch Abbau von Schadstoffen infolge gezielter Zugabe von Mikroorganismen) behandelt.

Ex-Site-Verfahren: Außerhalb seiner Stelle wird der Boden saniert und anschließend im Entnahmbereich wieder aufgetragen.

1. On-Site-Verfahren: Nach dem Aushub des Bodens wird dieser am Ort der Altlast in mobilen oder semimobilen Anlagen behandelt.
2. Off-Site-Verfahren: Der verunreinigte Boden wird ausgehoben, mit Fahrzeugen zu größeren stationären Anlagen transportiert und dort saniert.
3. Biologische Ex-Site-Verfahren: Der abgetragene Boden wird in Aufhäufungen (wie Mieten) oder Bioreaktoren mikrobiell geeinigt.

Mittels aktiver hydraulischer Verfahren werden Schadstoffe in Grund- und Sickerwässern gezielt behandelt, durch aktive pneumatische Verfahren leichtflüchtige Schadstoffe zusammen mit der Bodenluft aus dem Boden abgesaugt und unwirksam gemacht. Mit thermischen Verfahren werden organische Schadstoffe ausgedampft, anschließend verbrannt und somit oxidativ zerstört. Mit Hilfe der Hoch-

temperaturverbrennung bei 1200 °C werden selbst Schwermetalle keramisch eingebunden und in ihrer Verfügbarkeit herabgesetzt. Bevor ein Bodenaustausch mit Ablagerung des kontaminierten Bodens durchgeführt wird, sollte stets die Möglichkeit der **biologischen Bodensanierung** geprüft werden. Wenn auch der mikrobielle Abbau oft viele Monate dauert, haben sich diese naturnahen, preiswerten Verfahren schon oft bei Kontaminationen mit einer Vielzahl toxischer organischer Stoffe wie Mineralölen, chlorierten Kohlenwasserstoffen oder polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bewährt. In Olten (Schweiz) waren 79 Gartenböden belastet, vor allem mit Blei. Bei 3 Garten wurde sogar der hohe Sanierungswert der VBBO überschritten. Wegen der Gefährdung von Menschen müssen solche Böden saniert werden, z. B. durch Austausch, oder zur Nutzung verboten werden.

Bis vor einigen Jahren wurden bei uns viele Millionen Tonnen Sonderabfälle nach dem **Bergrecht** unkontrolliert zur Verfüllung ausgedienter Bergwerke benutzt. Weitere Altlasten sind so entstanden durch diese erhebliche Gefährdung von Grundwasser und Untergrund (aber auch von Unter- und Oberboden).

Umweltthema: Luft

Was ist eigentlich «Luft»?

Luft ist für die meisten Lebewesen wegen des in ihr enthaltenen Sauerstoff lebensnotwendig (essenziell). Für jeden Atemzug braucht jeder von uns etwa einen halben Liter Luft, innerhalb von nur 2 Minuten benötigt jeder Mensch 10 Liter frische Luft zum Atmen, pro Tag sind das über 10000 Liter. In Meereshöhe besteht Luft aus 78,08 % Stickstoff, 20,95 % Sauerstoff, 0,93 % Argon, 0,036 % Kohlendioxid (chemische Formel = CO₂, vor Beginn der Industrialisierung betrug dieser Gehalt nur 0,026 %) sowie vielen weiteren Stoffen mit geringen Volumenanteilen. Bis in eine Höhe von etwa 100 km ist diese Zusammensetzung weitgehend konstant.

Wie unterscheiden wir Emission, Immission, Exposition und Deposition?

In die Luft wird eine Vielzahl von Stoffen abgegeben (emittiert), sowohl durch natürliche Prozesse – wie Vulkanausbrüche – als auch durch anthropogene, d. h. durch menschliche Aktivität verursachte. Ganz allgemein versteht man unter anthropogenen verursachten **Emissionen** die von einer beweglichen oder festen Anlage oder von Lebewesen und Produkten (z. B. Abwässern, Abfällen) an die Umwelt abgegeben Luftverunreinigungen (hauptsächlich Gase und Stäube), Geräusche, Strahlen, Wärme und Erschütterungen. Der Anteil davon, der auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Sachgüter einwirkt, wird **Immission** genannt.

Als Exposition bezeichnet man äußere Bedingungen, denen Organismen oder Materialien ausgesetzt sind. Dazu gehören u. a. die Schadstoffeinwirkungen.

Ablagerungen von Schadstoffen auf die belebte und unbelebte Umwelt sind **Depositionen**. Die Ablagerung von Stäuben beispielsweise ist eine trockene Deposition. Von nasser Deposition spricht man z. B. beim sauren Regen.

In die Wälder erfolgt bei Nebellagen ein besonders hoher Schadstoffeintrag über den Auskämmeffekt. Die insgesamt riesige Oberfläche der Blätter bzw. Nadeln wirkt wie ein Filter für Schwermetallstäube sowie flüssige und gasförmige Schadstoffe. Das Erkranken und Sterben der Wälder ist daher auf eine Vielzahl oder einen Komplex von Ursachen zurückzuführen.

Welche Schadstoffe sind in der Luft enthalten? Wie wirken sie sich auf Mensch und Umwelt aus?

Schwefel ist als natürlicher Bestandteil in Erdöl, Erdgas und Kohle enthalten. Trotz Entschwefelung gelangen immer noch große Mengen **Schwefeldioxid** (SO₂), das beim Verbrennen schwefelhaltiger Stoffe entsteht, in die Umwelt. Mit dem Wind wird auch dieser Schadstoff über große Entfernungen transportiert und reagiert z. T. mit Sauerstoff und Wasser zu Schwefelsäure, die einer der Hauptbestandteile des sauren Regens ist. Schwefeldioxid ist der am meisten verbreitete Luftschadstoff mit pflanzenschädigender Wirkung. Vor allem in Kombination mit Staub wirkt es auf die Atemwege, reizt Haut und

Schleimhäute und führt in höheren Konzentrationen zu Atembeschwerden. Die durch Schwefeldioxid gebildeten Säuren beschleunigen ebenso wie die anderen Bestandteile des sauren Regens immens die Rostbildung von Eisen und Stahl und schädigen, ebenfalls durch Korrosion, ganz erheblich Bauwerke (wie den Kölner Dom durch Kalksandstein- und Glaszerfall). Mit einem Aufwand in Milliardenhöhe wird mühsam versucht diese Schäden zu beheben, was oft nur unvollkommen oder gar nicht mehr möglich ist. Zum Glück erst bei sehr hohen Temperaturen, die z. B. in Motoren aber auch in Blitzen herrschen, reagieren der Stickstoff und der Sauerstoff der Luft zu giftigem Stickstoffmonoxid. Dieses reagiert leicht mit Sauerstoff weiter zu sehr giftigem gelbbraunem Stickstoffdioxid. Diese **Stickstoffoxide** (NO_x , auch Stickoxide oder nitrose Gase genannt) sind Blut- und Nervengifte und führen zu Erkrankungen, insbesondere der tieferen Atemwege sowie zu Schäden an Pflanzen, vor allem an stickstoffarmen in Mooren lebenden. Mit Wasser kommt es zur Bildung von Salpetersäure, die gleichfalls Bestandteil des sauren Regens ist. Sie hat zudem Düngewirkung geradeso wie Ammoniak, das in großen Mengen hauptsächlich durch die Tierhaltung emittiert wird. Bei der gemäß dem **Bundes-Immissionsschutzgesetz** erforderlichen **Rauchgasbehandlung** (z. B. in Kraftwerken oder in Müllverbrennungsanlagen) werden gebildete Stickstoffoxide zerstört. Dies kann durch Reaktion mit Ammoniak oder Harnstoff zu Stickstoff geschehen. Zur **Entstaubung** der Rauchgase werden Elektrofilter sowie Filter aus Geweben oder Filzen eingesetzt. Wegen des höheren Reinigungsgrades im Vergleich zu trockenen oder halbtrockenen (quasi trockenen) Verfahren werden die restlichen sauer reagierenden Gase meist durch nasse Verfahren, d. h. durch Einleiten in Waschflüssigkeiten, entfernt. Bei zweistufiger Verfahrensweise werden zunächst in erster Linie Chlor- und Fluorwasserstoff durch Einleiten in Wasser und anschließend hauptsächlich Schwefeldioxid durch Einleiten in Natronlauge, Kalkmilch oder andere Laugen gebunden.

Enorme Mengen Schwefeldioxid, Stickstoffoxide sowie giftige Metalle wie Barium, Strontium, Blei, Chrom und Kupfer gelangen durch kostspielige **Feuerwerke**, z. B. an Silvester, in die Umwelt.

Das bei unvollständiger Verbrennung infolge von Sauerstoffarmut gebildete **Kohlenmonoxid** ist farb-, geruch- und geschmacklos und somit besonders heimtückisch. Es ist ein starkes Blutgift, das schon in

geringen Konzentrationen das Ableben herbeiführt! Kohlenmonoxid wird vom Blut um ein Vielfaches leichter aufgenommen als Sauerstoff. Neben der Umwandlung von Stickstoffoxiden zu Stickstoff beschleunigen die **Katalysatoren** in Kraftfahrzeugen die Oxidation von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid. Die Gase entweichen dann über die Auspuffanlagen ebenso krebserregende Stoffe wie Benzol und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) oder Bleiverbindungen. Da ja auch sog. bleifreies oder unverbleites Benzin gemäß DIN EN 228 noch bis zu 5 Milligramm **Blei** pro Liter enthalten darf (und enthält!), gelangt dieses Zellgift, das sich auf Blut, Knochenmark und Nervensystem schädigend auswirkt, nach wie vor in großen Mengen in die Umwelt! Gemäß dem Gesetz beträgt der Immissionsgrenzwert (Jahresmittelwert) für Blei bis zum 31.12.2004 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft, danach $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mehrere hunderttausend Tonnen flüchtiger organischer Verbindungen (das sind etwa 5 % der Emissionen alter sog. VOC [engl. volatile organic compounds], zu denen auch Lösemittel gehören) verdunsten jährlich innerhalb der EU beim Lagern und Verteilen von Benzinen, darunter hochtoxische Stoffe wie Benzol. Gemäß der **EU-Richtlinie über die Begrenzung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen** sollen diese und andere VOC Verdunstungen zukünftig möglichst verhindert werden.

Benzol ist stark krebserregend (kanzerogen) und außerdem nerven- und blutschädigend. Im Benzin ist es in Konzentrationen bis 5 % wegen seiner hohen Oktanzahl vorhanden. Es kann durch wesentlich weniger gefährliche Stoffe mit ähnlich hoher Oktanzahl ersetzt werden. Der Benzinpreis würde dadurch nur um einige Cent steigen. Noch nicht alle Tankstellen verfügen, über **Gasrückführsysteme** (sog. Saugrüssel), die ein Verdunsten des Benzins während des Tankens verhindern. Rund 89 % aller Benzolemissionen in Deutschland (das sind rund 42000 Tonnen pro Jahr) stammen aus dem Kraftfahrzeugverkehr. Eine Eliminierung des Benzols aus dem Benzin ist demzufolge dringendst geboten! Ab 1.1.05 darf in Deutschland der Gehalt an Benzol und anderen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Kraftstoffen für Ottomotoren höchstens 36 % betragen, der von Schwefel (wie auch bei Dieselmotoren) maximal 50 mg/kg. Als schwefelfrei darf dann ein Benzin nur genannt werden, wenn der Schwefelgehalt nicht höher als 10 mg/kg ist. Gemäß der **EU-Richtlinie über Maßnahmen gegen Emissionen aus Fahrzeugen** müssen alle

neuen Fahrzeugtypen ab 1.10.05 mit einem On-Board-Diagnose System (OBD) oder einem On-Board-Messsystem (OBM) ausgestaltet sein zwecks Überprüfung der Abgasemissionen. Ab dem 1.10.2006 mitgilt diese Bestimmung für alle Fahrzeugtypen.

Bei unvollständiger Verbrennung, besonders von Kohle, entweichen u.a. die stark kanzerogenen **polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe** wie Benzpyren an die Luft. Sie gehören somit zu den über 4000 Stoffen des Zigarettenrauchs (die man noch längst nicht alle identifiziert hat), ebenso wie das starke Nervengift Nikotin, Kohlenmonoxid, das Atom- und Blutgift Blausäure oder Schwermetalle wie das Zellgift Cadmium. Wegen der größeren Anfälligkeit für Atemwegserkrankungen schadet Rauchen in erster Linie Frauen. Bei Frauen verdoppeln 3, bei Männern 6 Zigaretten pro Tag das Herzinfarkttrisiko. ***Raucht eine Frau während der Schwangerschaft, ist das ein Verbrechen am ungeborenen Leben!*** Über die Plazenta nimmt der Fetus die krebserregenden Giftstoffe auf und wird dadurch geschädigt. Ein Raucher von 10 Zigaretten pro Tag erhöht dadurch seine Cadmiumaufnahme um 30 % im Vergleich zu einem Nichtraucher. Diese atmen infolge **Passivrauchens** alle Stoffe mit ein und werden dadurch ebenfalls gesundheitlich geschädigt, vor allem die Kinder! Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) gibt an, dass Raucher jährlich durch Arbeitsunfähigkeit, Invalidität oder frühen Tod, z. B. durch Lungenkrebs, Verluste am Bruttosozialprodukt in Höhe von 40 Milliarden Euro weltweit verursachen. ***Der Rauch von mehr als 2 Billionen bzw. 2000 Milliarden Zigaretten pro Jahr schädigt das Weltklima wie ein mittlerer Vulkanausbruch!***

Etwa 100000 Menschen erkrankten in den alten Bundesländern durch Holzschutzmittel. Die Giftstoffe verdunsten in die Luft, was vor allem bei Verwendung im Innenbereich sehr gefährlich ist. Das Insektizid Lindan (Hexachlorcyclohexan) ist ein starkes Nervengift **Pentachlorphenol (PCP)**, das über die Atmung die Nahrung und die Haut aufgenommen werden kann, schädigt hauptsächlich Leber und Nieren. Herstellungsbedingt enthält PCP zusätzlich ca. 0.08 % hochgiftiger, krebserregender Dioxine. In Deutschland wurde die Herstellung Ende 1989 verboten. ***Aus Zypressen gewonnene Terpene sind natürliche Alternativen zu den bisherigen Holzschutzmitteln.***

Einige 10000 Tonnen **polychlorierter Biphenyle (PCB)** belasten aufgrund ihrer hohen **Persistenz** (Beständigkeit) noch lange unsere

Umwelt. Sie wurden als Weichmacher von Kunststoffen, als Stabilisatoren von Farben und Lacken oder als Isoliermittel in Transformatoren und Kondensatoren eingesetzt. PCB können sich im Organismus anreichern und u. a. Haarausfall, Nerven-, Leber-, Milz-, und Nierenschäden verursachen. Bei uns dürfen sie nur noch in geschlossenen Systemen (z. B. Transformatoren) genutzt werden. ***Durch vollwertige Ernährung mit Äpfeln, Möhren und Kohlrabi werden PCB aus dem Körper entfernt.***

Als Weichmacher in Kunststoffen wurden die PCB u. a. durch Chlorparaffine ersetzt. Sie sind wie die PCB kanzerogen und reichern sich wie diese im Körper, z. B. im Fettgewebe oder in der Muttermilch, oder in der Nahrungskette und damit in Lebensmitteln, insbesondere Fischen an. Bei der Herstellung von Lackfarben, Dichtungsmassen und Flammschutzmitteln sowie in der Metallverarbeitung werden sie noch verwendet. Ein Verbot auch dieser Stoffe ist dringend angebracht!

Organische Lösemittel werden z. B. für Lacke, Druckfarben, Klebstoffe, Beschichtungsmittel, zum Abbeizen, Reinigen und Entfetten benutzt. Viele wirken narkotisierend und nervenschädigend. ***Wohnräume sollten nicht während einer Schwangerschaft und während der ersten 2 Lebensjahre eines Kindes renoviert werden, da Kinder in diesem Zeitraum durch aufgenommene Schadstoffe, wie verdunstende Lösemittel, besonders leicht geschädigt werden.*** Zur chemischen Reinigung von Textilien verwendet man leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe. Ihre Verwendung unterliegt den strengen Sicherheitsanforderungen der **Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen**. Sie sind zwar nicht feuergefährlich, dafür aber fast immer krebsverdächtig oder krebsauslösend wie die chlorierten Kohlenwasserstoffe (CKW), z. B. Chloroform (Trichlormethan) oder Per (Tetrachlorethen). Mehrere hunderttausend Tonnen Lösemittel wurden bei uns pro Jahr bisher emittiert. Einige CKW dürfen daher nach der **Chemikalien-Verbotsverordnung** nicht mehr in den Verkehr gebracht werden. Dazu gehört auch Chloroform. Sie tragen u. a. zum Smog bei. Schwerflüchtige Hydrofluorether schädigen nicht die Ozonschicht und sind wie Cyclosiloxane. ***Lacke auf Wasserbasis und Pulverlackierungen hier sehr sinnvolle Alternativen.***

Gleichfalls ein krebserregendes Potential besitzt **Formaldehyd**, das

aus aminoplastverleimten Holzwerkstoffen, aus Papiertapeten, Dekorfolien, Mineralwollen und Schaumstoffen entweichen kann. Demnach gibt es auch für diesen Stoff einen Innenraumhöchstwert gemäß **Chemikalien-Verbotsverordnung** (0,1 ppm, ppm = parts per million, d. h. Teile in einer Million Teile). Verbindliche Grenzwerte für Schadstoffe in Wohnräumen gibt aber immer noch nicht *Übrigens: Von Schafwolle und bestimmten Pflanzen wird Formaldehyd sehr gut aufgenommen. Andere Schadstoffe werden ebenfalls durch Wolle und Pflanzen gebunden.*

Bei Verwendung umweltfreundlicher Stoffe vergibt die Deutsche Gütegemeinschaft Möbel das **goldene "M"**, ein **RAL-Gütezeichen** (s. Anhang 1. Abb A-5). Tapeten können mit dem **"Blauen Engel"** gekennzeichnet sein. Teppichböden mit dem **Signet der GuT** (Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichböden) sind schadstoffgeprüft, manche tragen das **TÜV-Prüfzeichen „Für Allergiker geeignet“**.

Da bei Erkrankungen genauso wie beim Waldsterben die Ursachen vielfältig und komplex sind, nennt man Symptome wie Irritationen der Haut und Schleimhäute sowie Kopfschmerzen, Müdigkeit und Konzentrationsschwäche. **Sick Building Syndromes (SBS)**, d. h. krankheitserzeugende Anzeichen.

Synergismen (Synergien), d. h. sich verstärkende oder abschwächende Zusammenwirkungen verschiedener Schadstoffe sind stets zu beachten, allerdings oft unbekannt, noch wenig erforscht. Bei Schädigungen durch mehrere Stoffe spricht man vom **Multiple Chemical Syndrom (MCS)**.

Giftstoffe in der Luft bewirken bei Blütenpollen eine vermehrte Absonderung von Allergenteilchen. Dadurch und infolge von Verstärkung durch Luftschadstoffe erhöht sich die Zahl der allergischen **Asthmatiker** beträchtlich. Wegen der stark krebserregenden Wirkung geringster Mengen eingeatmeter staubförmiger Asbestpartikel wurde die Verwendung der Mineralfaser **Asbest** bei uns verboten wie die anderer, **biopersistenter Fasern**. Noch gefährlicher als Asbest sind **Keramikfasern**, gleichgefährlich **Glas-, Stein- und Schlackewollfasern**. *Beim Umgang mit ihnen sind stets die besten Atemschutzmasken zu tragen.* Alternative Dämmstoffe sind u. a. Kunststoffschäume sowie solche aus Zellulose, Papier, Holz, Hanf, Kork, Baum- und Schafwolle.

Kanzerogen wirken auch **Rußpartikel**, die über die Abgase von Dieselmotoren in die Luft gelangen. So werden alleine in der Schweiz derzeit jährlich 4500 t Feinstaub durch den Straßenverkehr emittiert, 1800 t davon sind Ruß. Bei immer mehr Diesel-Kfz werden daher entsprechende Filter eingebaut oder innermotorische Verbesserungen durchgeführt.

Die EU hat zur Bekämpfung der Luftverschmutzungen eine Reihe von **Richtlinien** und **Verordnungen** erlassen und dabei Grenzwerte in der Luft für viele wichtige Schadstoffe, z.B. von Abgasen, festgelegt. Manche Stoffe dürfen nicht mehr verwendet und vertrieben werden. Zukünftig soll die Industrie die Unbedenklichkeit der von ihr produzierten Stoffe mit aufwendigen Testverfahren nachweisen müssen.

In Deutschland sind das **Bundes-Immissionsschutzgesetz** und über 32 **Verordnungen** zu dessen Durchführung zu beachten. In der **Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft** sind Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Ökosysteme und der Vegetation formuliert, die stufenweise von Jahr zu Jahr geringer werden. Die Schadstoffe sind Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Stickstoffoxide, Schwebstaub und Partikel, Blei, Benzol und Kohlenmonoxid. Für Ozon sind Schwellenwerte festgelegt. Für Straßen und Gebiete mit besonders viel Verkehr sind in der **Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten** Grenzwerte für Stickstoffdioxid, Ruß und Benzol festgelegt, bei deren Überschreitung wirksame Gegenmaßnahmen zu treffen sind.

Luftverschmutzung ist teuer. So entstanden in der Schweiz dadurch folgende Kosten (in Franken): Gesundheit: ca. 3 Mrd (1993), Geschwächte Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes: ca 1 bis 2,8 Mrd. (1990), Gebäudeschäden: ca. 500 Mill. (1990), Ertragsausfälle in der Landwirtschaft (auch durch Ozon verursacht): 300 Mill. Franken (1990). Vergessen wird oft, dass durch alle Umweltschadstoffe andere Lebewesen wie die Tiere ebenfalls geschädigt werden.

Was ist eigentlich «Ozon»?

Der größte Teil der Stickstoffoxide wird nach wie vor durch Verkehrsmittel emittiert. Durch die platinhaltigen Katalysatoren werden zwar die Stickstoffoxide größtenteils gespalten, sodass Stickstoff entweicht. Aufgrund des immer noch weiter zunehmenden

Verkehr ist es aber nicht zum Rückgang der Emissionen im erforderlichen Umfang gekommen. Besonders bei starker Einstrahlung des UV-Lichts der Sonne können Stickstoffoxide mit aus Abgasen stammenden Kohlenwasserstoffen zu sog. Fotooxidanzien, vor allem zu Ozon, aber auch zu schwer zu analysierendem Peroxyacetylnitrat (PAN), zu Salpetersäure und zu anderen aggressiv oxidierend wirkenden Stoffen reagieren. Nachts sind Stickstoffoxide am Abbau des Ozons mitbeteiligt.

Im Gegensatz zum zweiatomigen Sauerstoff besteht Ozon aus drei Sauerstoffatomen (O_3). Es ist ein sehr stark oxidierend wirkendes Gas, das pflanzliche Zellen direkt schädigt und somit auch zum Waldsterben beiträgt. Es ist begründet, krebserregend, gesundheitsschädlich - ebenso wie die anderen Fotooxidanzien - und schon in kleinen Konzentrationen ein Reizgas für Schleimhäute, Augen und Nase. Bei längerem Einatmen kann es zu Atembeschwerden und Lungenschäden kommen.

Die **Weltgesundheitsorganisation (WHO)** gibt an, dass ab einer Ozonkonzentration von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft leichte, ab $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mittlere und ab $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ schwere Gesundheitsschäden auftreten. Da aber über die chronischen und langfristigen Wirkungen dieses Reizgases noch wenig bekannt ist, sind diese Werte zu hoch.

Gemäß der **EU-Richtlinie über den Ozongehalt der Luft** ist die Bevölkerung ab einer Konzentration von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu informieren. Ab $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist Alarm auszulösen. Der langfristige Zielwert beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Er soll ab 2010 gelten und darf dann nur noch an höchstens 25 Tagen im Jahr übertroffen werden, ab 2020 gar nicht mehr.

Nach dem **Bundes-Immissionsschutzgesetz** haben die Länder und Behörden die Luftqualität ständig zu überwachen und zu verbessern. So kann der Kfz-Verkehr beschränkt oder verboten werden, z. B. bei zu hohen Ozonwerten im Teil 2 der **Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft** sind Schwellenwerte für den Schutz der Gesundheit und der Vegetation aufgeführt. Erst ab Ozonkonzentrationen von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ warnen die Landesumweltämter die Bevölkerung, alarmiert wird gar erst ab $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Als Hauptbestandteil des **Sommersmogs** (auch Fotosmog genannt) wird daher die Ozonkonzentration auch der niederen Luftschichten überwacht. Gegenmaßnahmen wie Tempolimits, Fahrverbote und -beschränkungen bei möglichst niedrigen Grenzwerten (bei

krebserregenden Stoffen gibt es keine ungefährlichen Konzentrationen) sind daher unbedingt notwendig. *Jeder sollte diese nicht nur beachten, sondern hauptsächlich auch in Zeiten hoher Ozonkonzentrationen freiwillig auf das Autofahren verzichten, bzw. es soweit wie möglich einschränken. Man sollte sich drinnen aufhalten, da dort die Ozonkonzentrationen nur halb so hoch sind wie draußen.*

Ein sog. „Ozonboy“-Meßgerät oder beispielsweise der Farbvergleichstest „Ozonofix“ sowie der sog. „Bio-Check Ozon“ ermöglichen auf einfache Weise die Messung der Konzentration dieses Gases auch für Laien.

Was versteht man denn überhaupt unter Smog?

Das Wort „Smog“ ist durch Kombination der englischen Wörter „smoke“ (Rauch) und „fog“ (Nebel) entstanden. Als Smog bezeichnet man starke Anreicherungen von Luftverunreinigungen, aber auch von Strahlung (sog. Elektrosmog). Wenn die in der Luft enthaltenen Schadstoffe aufgrund austauscharmer Wetterlagen (sog. Inversionen) nicht mehr in höhere Luftschichten entweichen können, entsteht leicht Smog. Im **Winter** kann es vor allem in Tallagen zu Smog – sog. saurem Smog – kommen, der in erster Linie Schwefeldioxid und Staub sowie Stickstoffoxide und Kohlenmonoxid enthält. Wenn sich über längere Zeit vorhandene kalte Luftmassen Warmluft schiebt, entsteht die gefürchtete Umkehr- oder Inversionswetterlage, die deswegen so heißt, weil die natürliche Temperaturabnahme der Luft mit steigender Höhe hierbei umgekehrt ist.

In Höhen oberhalb von 10 km ist Ozon für das Leben auf unserer Erde von größter Bedeutung. Es schirmt die Erde besonders vor dem sehr kurzwelligen und energiereichen Teil der ultravioletten Strahlung (UV-B) der Sonne ab, da in der Stratosphäre, d. h. der Luftschicht in 10 bis 80 km Höhe oberhalb der Troposphäre aufgrund Einwirkung von kurzwelligen UV-Strahlen auf Sauerstoff Ozon gebildet wird. Zerstört wird Ozon durch längerwellige, energieärmere UV-Strahlung (UV-A) und, was jedem bekannt sein dürfte, durch **Halogenkohlenwasserstoffe (HKW)**, vor allem **Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)**, und **Halone (Halogenalkane)**, ferner durch andere Stoffe wie **Stickstoffmonoxid**. Dieses Gas entsteht durch Einwirkung der Höhenstrahlung aus Stickstoff und Sauerstoff und wirkt als Reaktionsbeschleuniger (Katalysator) bei der Ozonzerfallsreaktion.

Große Mengen Stickstoffmonoxid stammen aus Emissionen der Überschallflugzeuge, die durch die zunehmende Billigfliegerei erhöht werden. Ein Auswaschen durch Regen ist in der Stratosphäre wegen der großen Höhe nicht möglich. Es kommt daher zur Anreicherung, was außerdem an der langen Verweilzeit von ca. 1 bis 3 Jahren liegt. (Im Feuerball von Atombomben werden ebenfalls enorme Mengen Stickstoffoxide gebildet).

1 % weniger Ozon in der Stratosphäre bedeuten 2 % mehr UV-Strahlung auf der Erde. Insbesondere die kurzwelligere, energiereichere UV-B-, doch auch die UV-A-Strahlung, fördert die Bildung von Hautkrebs. Jedes Jahr erkranken alleine in Deutschland 120000 Menschen neu an Hautkrebs, 3000 sterben daran! Bereits 80 % der Strahlendosis ihres gesamten Lebens bekommen Menschen bis zum 18 Lebensjahr ab, weil **Kinder** schlecht vor der Sonnenstrahlung geschützt werden. Gerade sie **sollten Textilien mit UV-Schutz tragen**, denn die Sonnenschutzmittel schützen nicht vor Hautkrebs. Die Kleidung sollte nach strenger australischer Norm geprüft sein und einen UV-Schutzfaktor (UPF) von mindestens 30 haben.

Das **Phytoplankton** (pflanzliche im Wasser schwebende Organismen) des Meeres bindet durch Fotosynthese riesige Mengen Kohlendioxid. Dessen Biomasse ist größer als die aller anderen Lebewesen zusammen. UV-B-Strahlung zerstört dieses Phytoplankton, das am Anfang der Nahrungskette im Meer steht und Lebensgrundlage vieler anderen Meeresorganismen ist.

Je kälter es ist, umso mehr wird die Ozonschicht angegriffen. Daher entsteht über der Antarktis im dortigen Winterhalbjahr ein zunehmendes Ozonloch in der Stratosphäre. 2003 erreichte es wieder die Rekordausdehnung von 2000 mit rund 28 Millionen Quadratkilometern. Auch der Treibhauseffekt bewirkt eine stärkere Zerstörung dieses Ozons, da durch die zurückgehaltene Wärme die Stratosphäre stärker auskühlt. So wurde über dem Nordpol ebenfalls schon ein kleineres Ozonloch festgestellt.

Die früher bei uns ebenso enorme Verwendung der FCKW beruhte darauf, dass man sie ursprünglich als nicht schädlich ansah. Sie sind unbrennbar, ungiftig, wasserunlöslich und chemisch sehr stabil. Doch gerade diese hohe Stabilität ist das Verhängnisvolle. FCKW werden in den unteren Luftschichten nicht zerstört und gelangen nach etwa 10

bis 20 Jahren in die Stratosphäre. Dort werden sie durch energiereiche, kurzwellige UV-Strahlung unter Bildung freier Chloratome abgebaut. Diese äußerst reaktionsfreudigen Chloratome reagieren dann mit Ozon unter Bildung von Sauerstoff und Chloroxid. Letzteres reagiert ebenfalls mit Ozon zu Sauerstoff und Chlor, das dann erneut Ozon spaltet. So kommt es, dass 1 Chloratom über 10000 Ozonmoleküle zerstören kann!

Was ist eigentlich «Treibhauseffekt»?

Es gibt wohl kaum noch Leser, die keine Antwort auf diese Frage wissen, handelt es sich doch beim Treibhauseffekt um den Begriff, der für die durch menschliche Einflüsse verursachten gravierenden Klimaveränderungen der kommenden Jahrzehnte in erster Linie verwendet wird. Trotzdem sei es erlaubt, wegen der fundamentalen Bedeutung und jeden von uns angehenden Problematik kurz die wichtigsten Zusammenhänge darzustellen. Etwa 30 % der eingestrahlten Sonnenenergie werden auf dem Weg durch die Atmosphäre an Wolken, Staub und an der Erdoberfläche in den Weltraum reflektiert (zurückstrahlt). Die restlichen 70 % werden absorbiert (aufgenommen), zu ca. 19 % von Wasserdampf, Ozon und anderen gasförmigen Spurenstoffen in der Atmosphäre wie Kohlendioxid. Die restlichen 51 % werden von Wasser, Boden, Gesteinen und Lebewesen absorbiert und in langwellige infrarote Wärmestrahlung umgewandelt. Bei der **Fotosynthese** der Pflanzen erfolgt mit Hilfe des Katalysators Chlorophyll, des Blattgrüns, und Sonnenenergie die Bildung von Traubenzucker (Glucose) und Sauerstoff aus Kohlendioxid und Wasser. Der dafür benötigte Strahlungsanteil beträgt rund 0,2 %. Er wird später ebenfalls wieder größtenteils über biologische oder technische Prozesse (z. B. Vermoderung oder Verbrennung) als Wärme abgestrahlt. Der größte Teil der hauptsächlich von der Erdoberfläche in Form von Wärmestrahlung abgegebenen Energie wird von Wolken, Kohlendioxid, Staub, Wasserdampf und Ozon absorbiert, gespeichert, um so mehr je höher deren Anteile sind. Dadurch beträgt die mittlere Bodentemperatur 15 °C. Würde dieser natürliche, dem in einem Glas- oder Treibhaus entsprechende Effekt der Verhinderung der Wärmeabstrahlung durch diese Stoffe wegfallen, läge die mittlere Bodentemperatur bei ca.

-19 °C! Dieser **naturgegebene Treibhauseffekt** ist somit wesentliche Voraussetzung und Grundlage unseres Lebens! Die Geosphäre (Erdoberfläche) mit den Wechselbeziehungen innerhalb der Untersysteme Atmosphäre (Lufthülle; Troposphäre = unterste Schicht; Stratosphäre = Schicht in ca. 10 bis 80 km Höhe; Exosphäre = oberste Schicht), Hydrosphäre (Gewässer, vor allem Ozeane), Biosphäre (Lebewesen, vor allem Pflanzen), Kryosphäre (eisbedeckte Flächen) und Lithosphäre (Gesteinszonen) ist in Abb. 9 dargestellt.

Erwärmt sich die Erdatmosphäre überhaupt und wenn ja, hat diese Erwärmung denn keine Vorteile?

Seit 1700 nimmt der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre infolge der Industrialisierung deutlich zu. Bis dahin betrug er etwa 260 ppm (parts per Million, Teile in 1 Million Teile) oder 0,026 % und war trotz Klimaveränderungen, z. B. durch Eiszeiten, mindestens seit den letzten 420000 Jahren nie so hoch wie heute. Diesen Gehalt kann man durch Untersuchung von in arktischem oder antarktischem Eis eingeschlossenen Luftblasen feststellen. Zur Zeit beträgt er etwa 364 ppm und nimmt jährlich um 1 ppm zu. Das bei der Atmung unter Sauerstoffverbrauch gebildete Kohlendioxid wurde und wird durch die Fotosynthese (Assimilation) wieder verbraucht. Im Laufe der **Industrialisierung** ist es in immer stärkerem Maße zu Emissionen von Kohlendioxid gekommen. Bei jedem Verbrennungsvorgang kohlenstoffhaltiger Substanzen, z. B. in Motoren, Heizungen oder Öfen, entsteht Kohlendioxid. Es ist mit ca. 50 % am **anthropogenen Treibhauseffekt** beteiligt, durch den die Atmosphäre immer stärker erwärmt wird.

Die **Folgen dieser Erwärmung** sind nachteilig und vielfältig und noch längst nicht im Einzelnen vorhersehbar. So kommt es u. a. zur **Verstärkung der Wüstenbildung** (Desertifikation), eines der größten Umweltprobleme auf der Erde, des **Abschmelzens des Polar- und Inlandeises**, was zur Folge hat, dass der Meeresspiegel weltweit pro Jahrzehnt um mehrere Zentimeter ansteigt. Davon sind besonders flache Inseln wie die Malediven, jedoch ebenso unsere Inseln und die Halligen in der Nordsee betroffen. Aufgrund der steigenden Oberflächentemperatur der Ozeane verdunstet mehr Wasser. Die Luftfeuchtigkeit wird dadurch erhöht. Es bilden sich mehr Wolken und es regnet mehr.

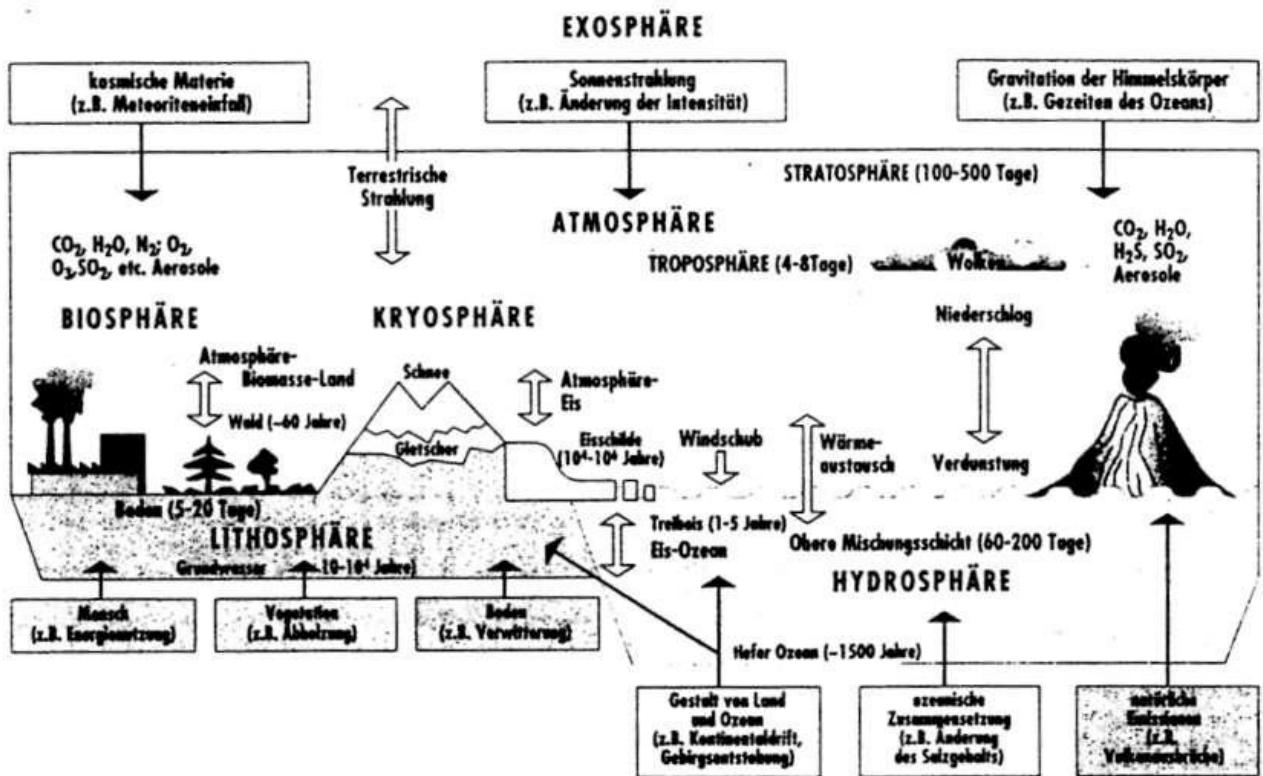


Abb. 9: Wechselbeziehungen innerhalb der Geosphäre.

Die Folge sind immer häufigere **Jahrhunderthochwässer**. **Extreme Wetterlagen** und weitere **Naturkatastrophen** wie **Dürren** und **Stürme** werden sich häufen. Sogar die Rotation (Drehung) der Erde wird dadurch etwas verlangsamt. Die Tage werden länger. *All dies ist bereits eingetreten und wird sich weiter verstärken, wenn nicht wirklich konkret was geschieht und wir alle nicht entsprechend handeln!*

Mit ca. 19 % ist **Methan** an diesem Effekt beteiligt. Sein Erderwärmungspotenzial ist 21-mal höher als das von Kohlendioxid. Es entsteht vor allem in der Landwirtschaft durch Viehzucht, aber auch durch Reisanbau, sowie bei anaerobem Abbau organischer Stoffe, z. B. in Sumpfen. Mehr als 200 Liter Methan entweichen pro Tag etwa durch Rülpsen aus jedem der rund 1,3 Milliarden Rindermägen. **FCKW** sind nicht nur ozonschädigend, sondern mit ca. 17 % ebenfalls am Treibhauseffekt beteiligt. 1 FCKW-Molekül hält genauso viel Wärme zurück wie 10000 Kohlendioxidmoleküle (oder 1 t FCKW wie 5500 t Kohlendioxid)! Zwei Drittel der Autos in den USA haben Klimaanlage. Jede enthält dreimal mehr FCKW-Kühlmittel als ein mittelgroßer Kühlschrank. Zudem verbrauchen sie etwa 0,5 bis 1 Liter

Kraftstoff auf 100 km. Sie verlieren laufend FCKW und müssen somit nachgefüllt werden. Pro Jahr sind das auch bei uns 8 bis 15 % des Kühlmittels Tetrafluorethan, rund 1150 t. Es ist zwar nicht ozon-schädigend, 1 kg heizen aber die Atmosphäre so auf wie 1,3 t Kohlendioxid!

Jeder sollte daher auf solche Klimaanlage verzichten, zumal dann die Gefahr von Erkältungen und die teurer Reparaturen durch mangelhafte Ölversorgung und Feuchtigkeit nicht gegeben ist. Im Übrigen verhindern auf die Scheiben klebbare Folien ein zu starkes Aufheizen des so geliebten Fahrzeugs.

Trotz Verwendungs- und Herstellungsverbotten werden FCKW noch lange schädigend wirksam sein. Teilhalogenierte FCKW werden zwar in der Atmosphäre wesentlich schneller abgebaut, absorbieren jedoch ebenfalls Infrarotstrahlung. Ihr Erderwärmungspotenzial ist bis zu 11700-mal höher (das von in Schallschutzfenstern verwendete Schwefelhexafluorid 23900-mal höher) als das von Kohlendioxid. Sie und die vollhalogenierten FCKW sollten daher umgehend weltweit durch chlorfreie, wenn auch brennbare Stoffe wie Propan und Butan als Kühlmittel oder Cyclopentan als Füllgas der Polyurethanschaumisolierungen, ersetzt werden. Diese Stoffe stellen im Gegensatz zu den in einigen Billigkühlschränken enthaltenen **Fluorkohlenwasserstoffen (FKW)** keine Treibhausgase dar.

Das durch anthropogene Einflüsse gebildete Ozon ist mit etwa 8 % **Wasser** und **Lachgas** (Distickstoffoxid) sind zusammen mit rund 6 % beteiligt. Lachgas mit einer Lebensdauer von 150 Jahren gelangt durch Stickstoffdüngung, Brandrodung, mikrobiellen Abbau von Stickstoffverbindungen (vorwiegend in sauren Boden) und durch Verbrennungsvorgänge in die Atmosphäre. Es hat ein dreihundertzehnmal höheres Treibhauspotenzial als Kohlendioxid.

Der zusätzliche Treihauseffekt lässt sich zu ca. 50 % auf die Energie (einschließlich Verkehr), zu rund 20 auf chemische, chlorhaltige Produkte, zu etwa 15 % auf die Waldvernichtung und zu ca. 15 % auf die Landwirtschaft und andere Bereiche, wie Mülldeponien, zurückführen.

Es gilt, schnellstmöglich weltweit die Emissionen der infrarotaktiven Treibhausgase, insbesondere die von Kohlendioxid, zu senken!

Seit 1900 wurde es weltweit um 0,7 °C wärmer, in Deutschland um 1 °C. Der Meeresspiegel ist schon im 20. Jahrhundert um über 30 cm

angestiegen. 1990 wurden weltweit viele Milliarden Tonnen Kohlenstoff-Verbindungen (zum größten Teil Kohlendioxid) emittiert. Die USA stoßen etwa 25 %, Deutschland rund 4 % aller Kohlendioxid-Emissionen der Welt aus. Gemäß der Klimakonferenz von Kyoto (1997) sollen die Industriestaaten ihre Treibhausgas-Emissionen bis 2012 um 5,2 % gegenüber den Mengen von 1990 verringern, davon die EU um 8 %. Dies ist viel zu wenig, zumal sich Staaten mit viel Wald, wie Russland, diese Wälder als Kohlenstoffspeicher, als sog. Senken anrechnen lassen können. Greenpeace rechnete aus, dass die Industriestaaten dadurch nur noch eine Reduktion um 1,8 % erreichen müssen. Erforderlich wären gemäß dem zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaveränderungen der EU eine langfristige Reduktion um 70 %, damit die Temperatur höchstens noch um 2 °C und der Kohlendioxidgehalt noch maximal bis 550 ppm steigen! Greenpeace fordert zurecht eine weltweite Reduktion der Treibhausgase um 20 % bis 2005 im Vergleich zu 1990, was aber leider nicht erreicht werden wird. Gemäß dem Klimarat der Vereinten Nationen sollten bis 2050 50 % weniger Treibhausgase ausgestoßen werden! Selbst dieses Ziel wird wohl kaum erreicht werden, wenn nicht endlich verantwortungsvoll von allen Menschen nachhaltig gehandelt wird!

In der EU wurden 2000 energiebedingt 3,16 Mrd t Kohlendioxid emittiert. Durch Nutzung erneuerbarer Energien zur Strom-, Wärme- und Kraftstofferzeugung wurden in dem Jahr in der EU 244 Mill. t Kohlendioxid weniger ausgestoßen. In Großbritannien nahmen die Kohlendioxid-Emissionen von 1990 bis 1999 um 8 % ab, weltweit dagegen leider um 9 % zu, davon in Österreich um 11 %, in der Schweiz um 1 % und in den USA um 12 %. Ab 2005 sollen in der EU Firmen, die Kohlendioxid einsparen, ihre überschüssigen **Emissionsrechte** an Firmen verkaufen können, die noch mehr ausstoßen als erlaubt. Ob dieser **Handel mit** sog. **Verschmutzungszerifikaten** tatsächlich dem Klima- und Umweltschutz sowie dem technischen Fortschritt dient, wird die Zukunft zeigen.

Deutschland will bis 2005 im Vergleich zu 1990 die Kohlendioxid-Emissionen um 25 % senken. 1991 wurden aus Deutschland 1169 Mill. t Treibhausgase (davon 976 Mill. t Kohlendioxid), 2002 995 Mill. t (davon 860 Mill. t Kohlendioxid) emittiert. Das entspricht einer Abnahme von fast 15 %. Zwischen 1990 und 1998 wurden von der

Industrie 27 bis 31 %, von der Energiewirtschaft 16 bis 17 % weniger Kohlendioxid ausgestoßen, durch die privaten Haushalte aber 6 bis 8 % und durch den Verkehr gar 9 bis 11 % mehr emittiert. Ein Deutscher emittiert immer noch zwanzigmal mehr Kohlendioxid als ein Inder. Mit einer Stunde Fliegen verursacht jeder Passagier soviel Treibhausgas wie ein Mensch in Bangladesh in einem Jahr! 40 % des immer währenden Nordpoleises sind in den letzten 30 Jahren geschmolzen. Die Erwärmung gefährdet die Eisbären. Riesige Eisberge von der Größe Luxemburgs und Jamaikas haben sich bereits in der Antarktis gelöst und Millionen Pinguinen den Tod gebracht. Weltweit schmelzen die Gletscher. Bis 2025 wird der Verlust der Gletscher in den Alpen rund 90 % betragen. In der Schweiz werden die Gletscher bis 2030 um weitere 20 bis 70 % abnehmen. Die Schneefallgrenze steigt, oberhalb von 2000 m die Lawinengefahr. Die Zahl der schneesicheren Orte wird weiter abnehmen. Die Vegetation der Alpen hat sich schon verändert. Das alles schadet dem Tourismus. Durch die lange Hitzeperiode schmolzen die Alpengletscher 2003 stärker als je zuvor. (Wasser speichert Wärme stärker als das diese reflektierende Eis.)

Allein in Deutschland entstanden durch die Dürre 2003 Ernteauffälle in Höhe von 90 Mill. Euro. Die Ursachen der Erderwärmung sind viel komplexer als bisher gedacht. In unserer Spaßgesellschaft ignoriert und verdrängt die breite Masse die Realitäten, meint, alles werde schon nicht so schlimm. Wie schön wäre es, wenn sie Recht behalten würde! Was ist aber, wenn alles noch viel schlimmer wird, als bisher prognostiziert? Was ist, wenn sich die Klima- und Vegetationszonen der Erde dauerhaft verschieben und z. B. die Mittelmeerländer Europas das Wüstenklima und unsere Breiten das Mittelmeerklima bekommen? Dann wird der Wassermangel sich verstärken. Wir werden immer so lang anhaltende Hitzeperioden wie 2003 haben, was manche vielleicht toll finden, in Wirklichkeit aber enorme Schäden und Probleme (wie bei der Wasserversorgung) verursachen wird. So schon werden die Folgekosten der Erderwärmung in 50 Jahren rund 300 Milliarden Euro betragen. Die Verhinderung des Sterbens und Abholzens der sauerstoffproduzierenden Wälder kann zur Verminderung des Treibhauseffektes wie der verstärkte Einsatz von Algen, die für ihre Fotosynthese große Mengen CO₂ benötigen, einen wenn auch sicher nicht ausreichenden Beitrag leisten. Kieselalgen, die ja als Bestandteil des Phytoplanktons durch UV-B-Strahlen gefährdet

sind, erzeugen ebenfalls enorme Mengen Sauerstoff und nehmen zwanzigmal mehr CO₂ auf als die Landpflanzen. Durch Eintrag von eisenhaltigem Wüstenstaub wächst das Plankton besser. Nach dem Absterben befördern Kieselalgen Millionen Tonnen gebundenes CO₂ in große Meerestiefen. Bei Absorption (Aufnahme) zu großer Kohlendioxidmengen sinkt der pH-Wert des Meeres als Folge der gebildeten Kohlensäure. Korallenriffe und das gesamte maritime Leben sind dann bedroht! Da außerdem das Meer neben Sauerstoff durch andere Prozesse wiederum riesige Mengen CO₂ an die Luft abgibt, sind in erster Linie **Energiesparen**, der **Umstieg auf erneuerbare Energieträger** und **Energieeffizienz**, d.h. die bestmögliche Nutzung der Energie, in allen Bereichen, sowie eine umweltfreundliche **Landnutzung** wichtigste Maßnahmen zur Verminderung und zum Stop des anthropogenen Treibhauseffekts. Geschieht weiterhin weltweit gesehen nichts, kann es bis 2100 um bis zu fast 6 °C wärmer werden (sogar ein Anstieg um 9 °C wird nicht ausgeschlossen), wodurch der Meeresspiegel weltweit um rund einen Meter ansteigen würde mit verheerenden Folgen. Wir Menschen können nur hoffen, dass die Prognosen einer EU-Studie nicht zutreffen werden, nach der sich bis 2030 der Weltenergieverbrauch verdoppeln und in dem Jahr mit 44 Mrd t fast doppelt so viel Kohlendioxid weltweit emittiert werden wird (davon über 50 % in den Entwicklungsländern) wie 1990.

Umweltthema: Energie

Was ist eigentlich «Energie»?

Neben den Grundlagen Wasser, Luft und Boden ist die Energie eine weitere Voraussetzung für die Existenz des Lebens. Wir können Energie verstehen als Fähigkeit Arbeit zu leisten. Die einzelnen Energiearten lassen sich ineinander umwandeln. Die Gesamtmenge an Energie bleibt erhalten. Der Begriff "Energie Verbrauch" ist von daher - physikalisch gesehen - falsch. Jede Aktivität ist mit einer Umwandlung von einer Form von Energie in eine andere verbunden.

Welche wichtigen Arten von Energie unterscheidet man?

Die **mechanische Bewegungsenergie** (kinetische Energie) des fließenden Wassers wird in Wasserkraftwerken in **elektrische Energie** (strömende Elektronen) umgewandelt. Eine gespannte Feder oder die ruhende Wassermenge eines Stausees besitzt mechanische gespeicherte (potentielle) Energie. In den einzelnen Stoffen ist **chemische Energie** gespeichert. Bei der Oxidation, vor allem bei der Reaktion mit Sauerstoff (z. B. von Nahrungsmitteln und Brennstoffen), wird diese Energie teilweise als Wärme abgegeben. **Wärmeenergie** (thermische Energie) kann in mechanische Energie verwandelt werden, z.B. in Kraftwerken durch Erzeugung von Wasserdampf der Turbinen antreibt. Diese sind mit Generatoren gekoppelt, die diese Bewegungsenergie in elektrischen Strom umformen. Elektrische Energie wird mittels Elektromotoren in mechanische Energie, in Heizkörpern vorwiegend in Wärme oder in Metalldrähten in Licht umgeformt. **Lichtenergie** wird mit Hilfe von Fotozellen in elektrischen Strom verwandelt. In Batterien wird chemische Energie durch stoffliche Veränderungen z. T. in elektrische Energie umgewandelt. In wieder aufladbaren Batterien (Akkumulatoren) können diese stofflichen Umwandlungen beim Ladevorgang durch elektrische Energie umgekehrt und als chemische Energie gespeichert werden. Mit Motoren kann neben elektrischer Energie chemische Energie (durch explosionsartige Bildung großer Mengen gasförmiger Stoffe, die viel Raum beanspruchen) in mechanische Bewegungsenergie umgewandelt werden. Elektromagnetische Wellen wie Radiowellen, Mikrowellen Wärme-, Licht-, UV-, Röntgen- und Gammastrahlen besitzen **Strahlungsenergie**. Bei der Spaltung schwerer Atomkerne in leichtere wird **Kernenergie** (Atomenergie) frei. Bei der Verschmelzung (Fusion) leichter Atomkerne zu einem schwereren Kern wird **Fusionsenergie** abgegeben. Diesen Vorgängen verdanken wir die **Sonnenenergie**, da Kernfusionen die Energiequelle der Sonne sind. Die Erzeugung und Stabilisierung der zur Kernfusion erforderlichen extrem hohen Temperaturen von 100 Millionen °C sind noch nicht möglich. Wegen der Gefahren sollte die teure Forschung auf diesem Gebiet eingestellt werden, zumal es genug bessere, billigere und ungefährlichere Alternativen gibt. Nach der Reihenfolge des Einsatzes wird die Energie in 4 Stufen unterteilt:

Primärenergie enthalten die **Energieträger**, die uns die Natur direkt zur Verfügung stellt: die nur begrenzt vorhandenen, fossilen (d. h. in

Jahrmillionen entstanden), nicht erneuerbaren Energieträger Steinkohle, Braunkohle, Erdöl und Erdgas daneben das radioaktive Uranerz sowie die erneuerbaren (regenerierbaren, regenerativen) Energieträger Wasser, Wind, Erdwärme, Holz und vor allem Sonne. Meist wird Primärenergie in umweltfreundlichere oder leichter zu handhabende **Sekundärenergie** verwandelt, wie Koks, Briketts, Strom, Fernwärme, Benzin, Diesel, Kerosin oder Heizöl. Die Energie am Ort des Verbrauchs nennt man **Endenergie**. Sie ist meist Sekundärenergie bis auf Erdgas, das Primär- und Endenergie zugleich ist. Endenergie wird in Nutzenergie umgeformt: in geleistete Arbeit, Rauwärme, Information, Schall und Licht mit Hilfe von Motoren, Öfen, Computern, Lautsprechern oder Glühbirnen. Die Umwandlung von einer Energieform in die andere, nutzbare Form erfolgt nicht vollständig. Es treten Verluste auf z.B. in Form von Abwärme. Je niedriger diese Verluste sind, um so größer ist die **Energieeffizienz**, der **Wirkungs- oder Nutzungsgrad** d. h. der prozentuale Anteil der aus 100 % Ausgangsenergie erhaltenen nutzbaren Energie. Nur einer von 10 Litern Benzin bewegt ein Auto wirklich vorwärts, 90 % werden in Wärme verwandelt, die mit dem Kühlsystem mühsam wieder beseitigt werden muss. Selbst wir Menschen, sind energetisch betrachtet nichts weiter als mit organischen Brennstoffen betriebene Wärmekraftmaschinen mit geringer Leistung und einem relativ kleinen mechanischen Wirkungsgrad von höchstens 20 %.

Einen möglichst hohen Wirkungs- oder Nutzungsgrad, d. h. eine bestmögliche Energieeffizienz, zu erreichen ist, ein äußerst wichtiges Umweltschutzziel.

Wie können wir Energie sparen und diese möglichst effizient nutzen?

In Kraftwerken wird durch die bei der Verbrennung der Primärenergieträger frei werdende Wärme Wasser verdampft. Mit Hilfe der **Kraft-Wärme-Kopplung** lässt sich der Wirkungsgrad gegenüber **Kraftwerken** mit reiner Stromerzeugung von 37 % bis ca. 45 % (Kohlekraftwerke), bzw. 58 % (Erdgaskraftwerke), durch Nutzung der Abwärme des Dampfes auf rund 80 % erhöhen. Bei herkömmlichen Kraftwerken entweichen durch den über die Kühltürme abgegebenen Dampf immer noch riesige Energiemengen, meist mehr als genutzt wird. Die aufsteigenden weißen Wolken hat gewiss jeder schon mal gesehen. Etwa 66 % des deutschen Wasserbedarfs entfällt derzeit auf die

Stromerzeugung. Für die herkömmliche Stromversorgung eines Haushaltes mit etwa 10 kWh pro Tag braucht man 500 L Wasser. Die **EU-Richtlinie zur Begrenzung der Kohlendioxidemissionen durch eine effektivere Energienutzung** dient dem Energiesparen und dem Klimaschutz. Nach dem **EU-Umweltaktionsprogramm** wird angestrebt, 18 % des Stroms mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zu gewinnen. Durch das **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz** werden bei uns auch kleine, energieeffiziente Dampfmaschinen-, Dampfturbinen- und Brennstoffzellen-Anlagen gefördert, die Strom und Nutzwärme erzeugen. Die Netzbetreiber müssen diesen Strom abnehmen und vergüten. Passiv lässt sich Solarenergie im **Hausbau** nutzen, z. B. mittels außen angebrachter transparenter Wärmedämmstoffe. Die absorbierte Strahlung erwärmt die Außenwand, über die die Wärme nach innen geleitet wird. **Dämmstoffe**, wie die aus alten Zeitungen hergestellten schwer entflammaren Altpapierflocken, sind oft notwendig, um die Anforderungen des **Energieeinsparungsgesetzes** und der **Energieeinsparungsverordnung** zu erfüllen.

In Deutschland werden derzeit etwa 30 % der Energie zum **Heizen** verbraucht. Die Optimierung von Heizung, Raumluftechnik und Warmwasserbereitung soll in Gebäuden Energie einsparen und effizient nutzen. Der über die Fenster erfolgende Anteil des Gesamtwärmeverlustes kann bis zu einem Drittel betragen. Eine dauerhafte Luftundurchlässigkeit nach dem Stand der Technik soll erreicht werden. Dabei wird nicht durch Öffnen der wärme- und schallschutzgedämmten Fenster ge- und belüftet, sondern durch in der Wand installierte Lüftungsaggregate, die den vorgeschriebenen Mindestluftwechsel und somit ständig frische Luft garantieren. Allerdings kann dies mit dazu beitragen, dass die immer häufiger verwendeten schwerflüchtigen organischen Verbindungen (SVOC) nicht mehr so gut mit der Luft abgeführt werden und sich mit Schwebstaubpartikeln als schmieriger Schwarzstaub ablagern. Bis 31.12.2006 müssen Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie nicht begehbare oberste Geschossdecken beheizter Räume wärmedämmend sein. Dank neuer Regelungselektronik kann Wasser optimal erwärmt werden. Alte Heizkessel müssen bis dahin durch wärmedämmte, CE-gekennzeichnete (solche können zudem mit dem Blauen Engel ausgezeichnet sein) Niedertemperatur- oder die noch effizienteren Brennwertkessel ersetzt werden. Bei den wegen des höchsten Wirkungsgrades am besten mit Erdgas (oder Flüssiggas)

betriebenen Brennwertkesseln wird den heißen Abgasen durch Kondensation des Wasserdampfes Wärme entzogen und diese zusätzlich verwertet. Der Nutzungsgrad wird so gesteigert. Aus Abb. 10 erkennt man den Aufbau eines Gas-Brennwertkessels. Ein solcher verbraucht im Vergleich zu Niedertemperaturheizkesseln rund 15 % und zu Altanlagen bis zu 40 % weniger Energie.

Nach der **Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen** müssen ggf. Heizkessel oder Brenner ausgetauscht werden, wenn sie den dortigen Vorgaben nicht entsprechen. Mit dem Blauen Engel gekennzeichnete, mit Holzpellets (gepresste Holzstücke) betriebene Heizkessel unterschreiten die Schadstoffgrenzwerte der DIN-Normen deutlich.

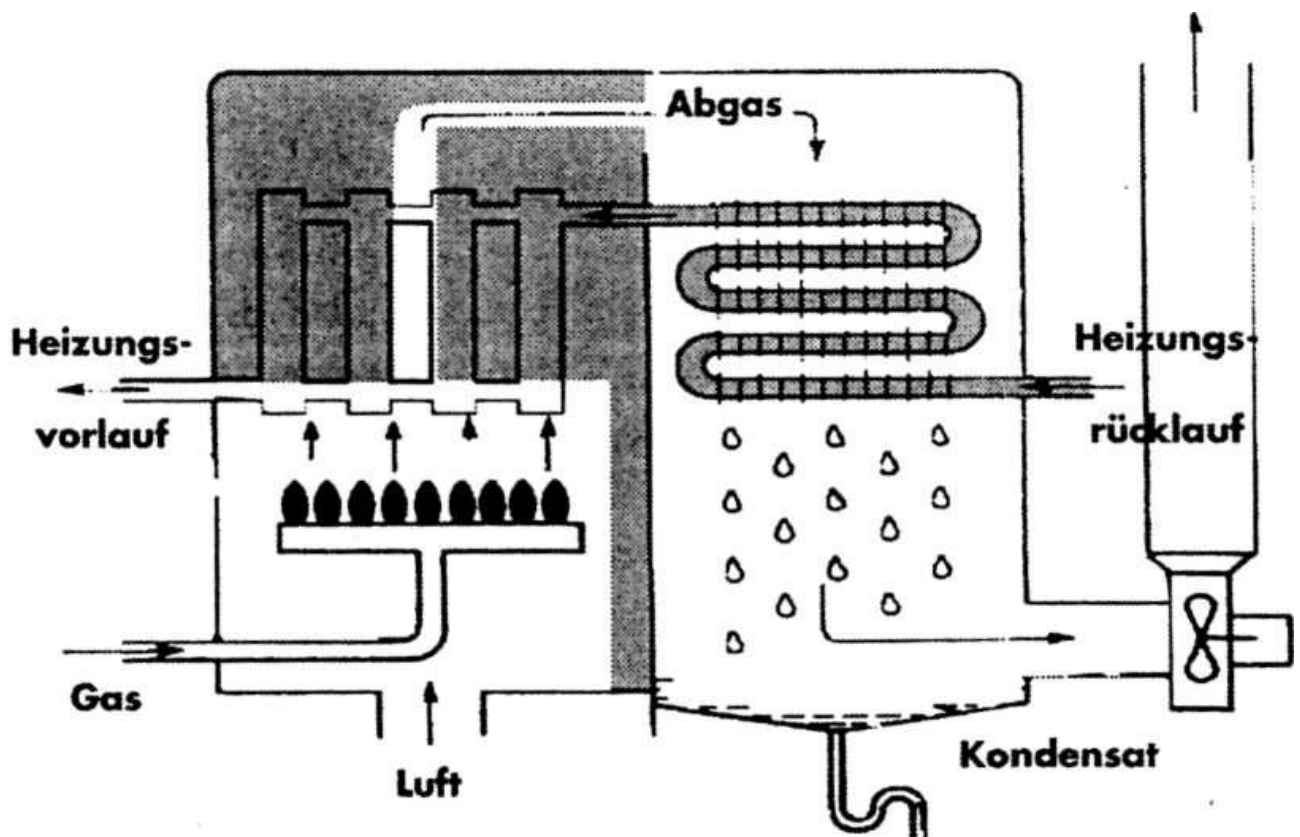


Abb. 10: Schema eines Gas-Brennwertkessels.

Neubauten haben den gesetzlichen Niedrigenergiestandard zu erfüllen, um etwa 30 % Energie einzusparen. Zwecks bestmöglicher Nutzung

der Sonnenenergie sollen ihre Dächer nach Süden ausgerichtet und schattenfrei sein. Neubauten erhalten einen Energiepass. Noch besser als **Niedrigenergiehäuser** sind **Passivhäuser**, die so gut gedämmt sind und belüftet werden, dass eine Heizung überflüssig ist!

Die Abwärme der Beleuchtung, der Körper und des Kochens sowie die Wärmerückgewinnung aus der Lüftungsanlage reicht meist aus. Ein solch kontrolliertes Lüftungssystem ist in Abb. 11 dargestellt. Bei uns gibt es schon über 2000 Passivhäuser mit Dreischeiben-Isolierverglasung und einem Verbrauch von weniger als 200 L Heizöl, bzw. 200 m³ Erdgas pro Jahr. Teilt man den Jahresheizwärmebedarf (z. B. in kWh; 10 kWh = ca. 1 L Heizöl = ca. 1 m³ Erdgas) durch die beheizte Wohnfläche, erhält man die **Energiekennzahl (EKZ)**. Bei Altbauten liegt die EKZ etwa zwischen 16 und 20 L/m², bei Niedrigenergiehäusern zwischen 3 und 7 L/m² und bei Passivhäusern gar bei nur 1,5 L/m².

Gemäß **Energieeinsparungsverordnung** ist das 7-L-Haus die Norm. Altbauten kann man nachträglich wärmedämmen (Wärmeverluste kann man durch Aufnahmen mit Infrarotkameras feststellen), am besten mit natürlichen organischen Stoffen, wie Schafwolle, Baumwolle, Altpapier, Holz, Flachs, Hanf, Kokosfasern, Kork, Schilfrohr oder Zellulose, die, mit mineralischen Bestandteilen gemischt, auch vor Rost schützt.

Dank ihres hohen Wärmespeichervermögens verhindern sie ein Eindringen von Hitze besser als Kunststoffe oder gefährliche Mineralfasern. Sie regulieren das Raumklima. Schafwolle bindet Schadstoffe und kann bis zu 30 % Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben ohne an Wirkung zu verlieren, die anderen Naturstoffe bis zu 20 %.

Ein Befall von giftigen Schimmelpilzen wird so verhindert. Sie werden mit einem Bruchteil der für Kunststoffe benötigten Energie hergestellt. Oft können sie beim Ausbau wiederverwertet werden, z. B. durch Kompostieren. Übrigens: Jeder Grad Raumtemperatur weniger mindert die Heizkosten um 6 %, jede Energiesparlampe die Stromkosten um bis zu 60 Euro.

- ① Abluft-Öffnungen in Bädern und Küchen
- ② Zuluft-Öffnungen mit Luftfilter für Wohn- und Schlafräume
- ③ Ventilatoren
- ④ Wärmetauscher

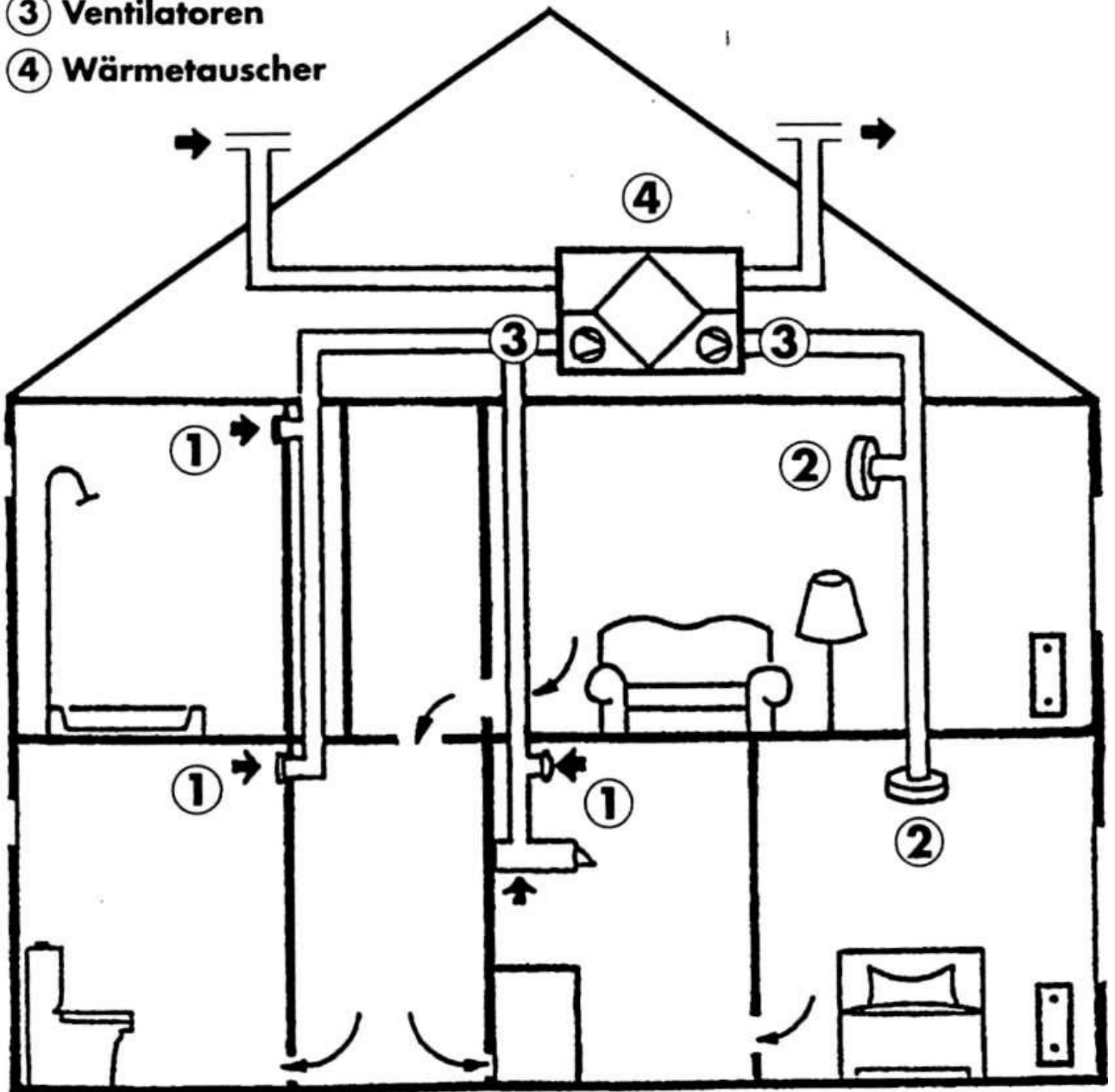


Abb. 11: Wohnunglüftung mit Wärmerückgewinnung.

Das **Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz** hilft, Energie einzusparen. Wir Bürger müssen über den Energieverbrauch von Geräten und Kraftfahrzeugen informiert werden. Haushaltskühl- und -gefriergeräte (sie verbrauchen ca. 30 % des Haushaltsstroms) sollen

möglichst energieeffizient sein.

Werte, die der Energieverbrauch solcher Geräte höchstens haben dürfen, sind in **Energieverbrauchshöchstwertverordnung** aufgeführt. Sie enthält Angaben über das **Sicherheitskennzeichen CE** (s Anhang 1, Abb A-8). Geräte mit diesem Logo sind sicher und stören keine anderen Geräte. Europaweit ordnen umweltfreundliche Unternehmen, z. B. die an EMAS teilnehmenden, je nach Stromverbrauch ihre Haushaltsgeräte **EU-Energieeffizienzklassen** zu (A steht für den niedrigsten, G für den höchsten Verbrauch) und kennzeichnen ihre Geräte damit. Seit 2004 gibt es mit A+ A++ oder A+++ (besonders sparsam) gekennzeichnete Geräte.

Was sind eigentlich «regenerative Energien»?

Weitere geeignete, von Politikern zu schaffende Rahmenbedingungen, die zudem die Förderung der Nutzung der erneuerbaren Energien wesentlich verbessern, sind erforderlich. Die regenerativen Energieträger benötigen keine Transportinfrastruktur, d. h sie müssen nicht wie z. B. Erdöl per landschaftszerstörender Pipelines (Rohrleitungen) und unglücksgefährdeter Supertanker um die halbe Welt befördert werden, um sie nutzen zu können. Bei der Braunkohleförderung werden riesige, quadratkilometergroße Tagebaue geschaffen. Orte werden zerstört, tausende Menschen umgesiedelt. Bergleute sterben früh durch die Steinkohleförderung unter Tage an Staublunge. All dies geschieht bei der Nutzung der erneuerbaren (regenerativen) Energien von Wasser, Wind, Sonne, Biomasse und der Wärme unserer Erde nicht! Ist das nicht wunderbar?

Wir alle können dazu beitragen, dass irgendwann jedes Haus *eine Anlage* hat, *die erneuerbare Energien nutzt*, indem wir sie *nachfragen* (500000 Häuser haben in Deutschland bereits eine Solaranlage). Je höher die Nachfrage wird, um so billiger werden die Anlagen werden. Vor 100 Jahren dachte auch keiner, dass jede Wohnung mal eine eigene Toilette und ein eigenes Bad haben würde! Wenn wir nur wollen, ist der Umstieg auf den richtigen Zug möglich!

In Deutschland wurden in den letzten Jahren Rahmenbedingungen dafür geschaffen. Einer nachhaltigen Energieversorgung und der Verdopplung des Anteils der erneuerbaren Energien am Energie-

verbrauch bis 2010 dient das **Erneuerbare-Energien-Gesetz**. Ins Netz eingespeister Strom, der aus diesen Energieträgern gewonnen wird, wird garantiert durch die Betreiber abgenommen und über viele Jahre vergütet. Für Solarstrom werden seit dem 1. 1. 2004 mindestens 45,7 Cent pro Kilowattstunde 20 Jahre lang vom Netzbetreiber vergütet. In den Folgejahren verringert sich für dann neu in Betrieb genommene Anlagen dieser Betrag um jeweils 5 %. Stärker gefördert werden die Nutzung von Biomasse und Geothermie sowie die Offshore-Windenergienutzung auf der Nord- und der Ostsee.

Gemäß der **EU-Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** soll der Anteil der regenerativen Energien an der Stromproduktion in der EU bis 2010 auf 22,1 % erhöht werden. Das globale Richtziel beträgt 12 %. Deutschland hat seinen Anteil von ca. 8 % (2002) auf 12,5 % bis 2010 zu erhöhen, Österreich von über 70 % (vor allem Wasserkraft) bis dahin auf 78,1 %. Darüber hinaus will Deutschland bis 2020 diesen Anteil auf 20 %, bis 2050 gar auf 60 % erhöhen. Schön war's, wenn wenigstens das gelingen würde.

In Deutschland stammte 2002 etwa 53 % der aus regenerativen Energieträgern hergestellten Elektrizität aus Lauf- oder Speicherkraftwerken, bei denen die **Bewegungsenergie des fließenden Wassers** verwertet wird.

Abb. 12 zeigt das Prinzip der Stromerzeugung durch Wasserkraft. Die nutzbaren Reserven sind bei uns trotzdem noch längst nicht ausgeschöpft. In Ungarn soll durch viele Kleinwasserkraftwerke der Anteil der Stromerzeugung aus regenerativen Energieträgern erhöht werden. In Regionen mit hohem Tidenhub lässt sich die Energie des abfließenden und auflaufenden Meerwassers nutzen, wie das seit langem in Frankreich im Bereich der Rance-Mündung durch ein Gezeitenkraftwerk geschieht. Weltweit könnte mithilfe neuartiger **Gezeiten-, Strömungs- und Wellenkraftwerke** mindestens 3 % des globalen Strombedarfs gedeckt werden. Einen zukünftigen Anlagenpark zur Strömungsenergienutzung sieht man in Abb. 13.

Die **Energie des Windes** kann man in Küstennähe, auf See sowie in freien Hochlagen der Mittelgebirge besonders gut verwenden. Immer größer werdende, dreiblättrige Rotoren drehen sich bei Wind, oft viele zusammen in sog. Parks. Die Energie wird auf stromerzeugende Generatoren übertragen. Innerhalb der EU soll die Windenergieleistung auf 40000 MW (Megawatt) steigen. 2003 wurden bei

uns von 45 Mrd. kWh Strom aus regenerativen Trägern (das sind bereits 9 % des in Deutschland erzeugten Stroms), über 24 Mrd. kWh durch Windkraft produziert. Mit mehr als 15380 Windrädern wurde 2003 so schon rund 5 % des deutschen Stroms gewonnen. 2010 sollen auf der Nord- und der Ostsee 2000 Windanlagen Strom liefern. Wind soll sogar in den USA bis 2020 10 % der Sekundärenergie liefern (statt wie bisher nur 0,25 %), vor allem in Kalifornien.

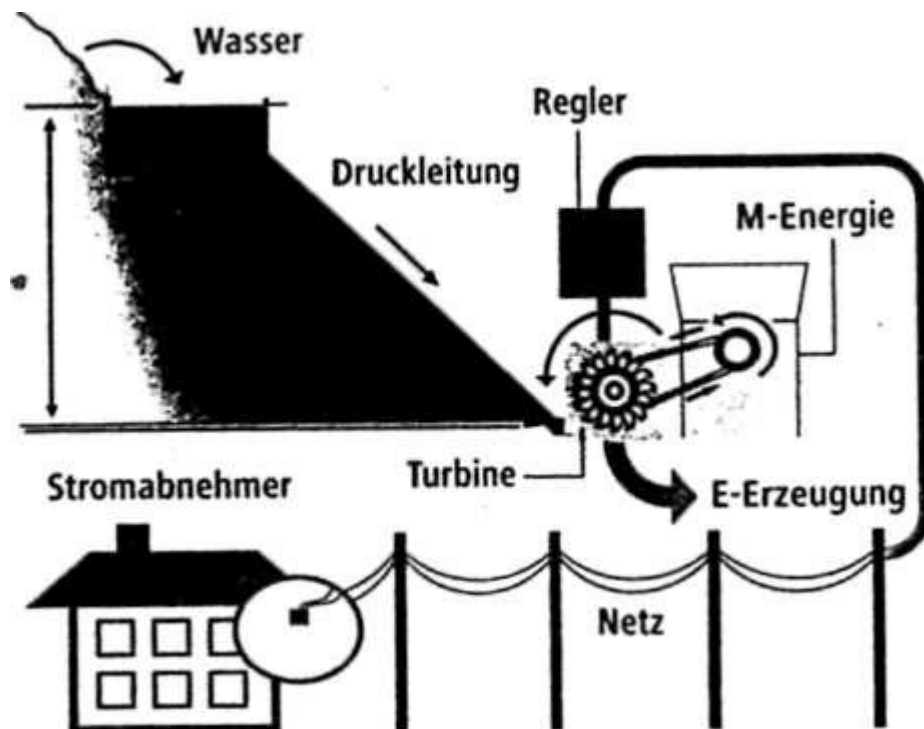


Abb. 12: Stromerzeugung durch Wasserkraft

Die potenzielle Energie des Wassers wird in kinetische Energie, diese über die Turbine in mechanische Energie (M-Energie), diese dann über den Generator in elektrische Energie umgewandelt und so Elektrizität (E) erzeugt.

Die Geräusentwicklung und die Empfindlichkeit gegen hohe Windgeschwindigkeiten ist bei getriebelosen Vertikalachsen-Generatoren bedeutend geringer als bei den großen Rotoranlagen. Windrichtungsunabhängige Kleinanlagen liefern schon ab einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s Strom und können z. B. für Wochenendhäuser genutzt werden.

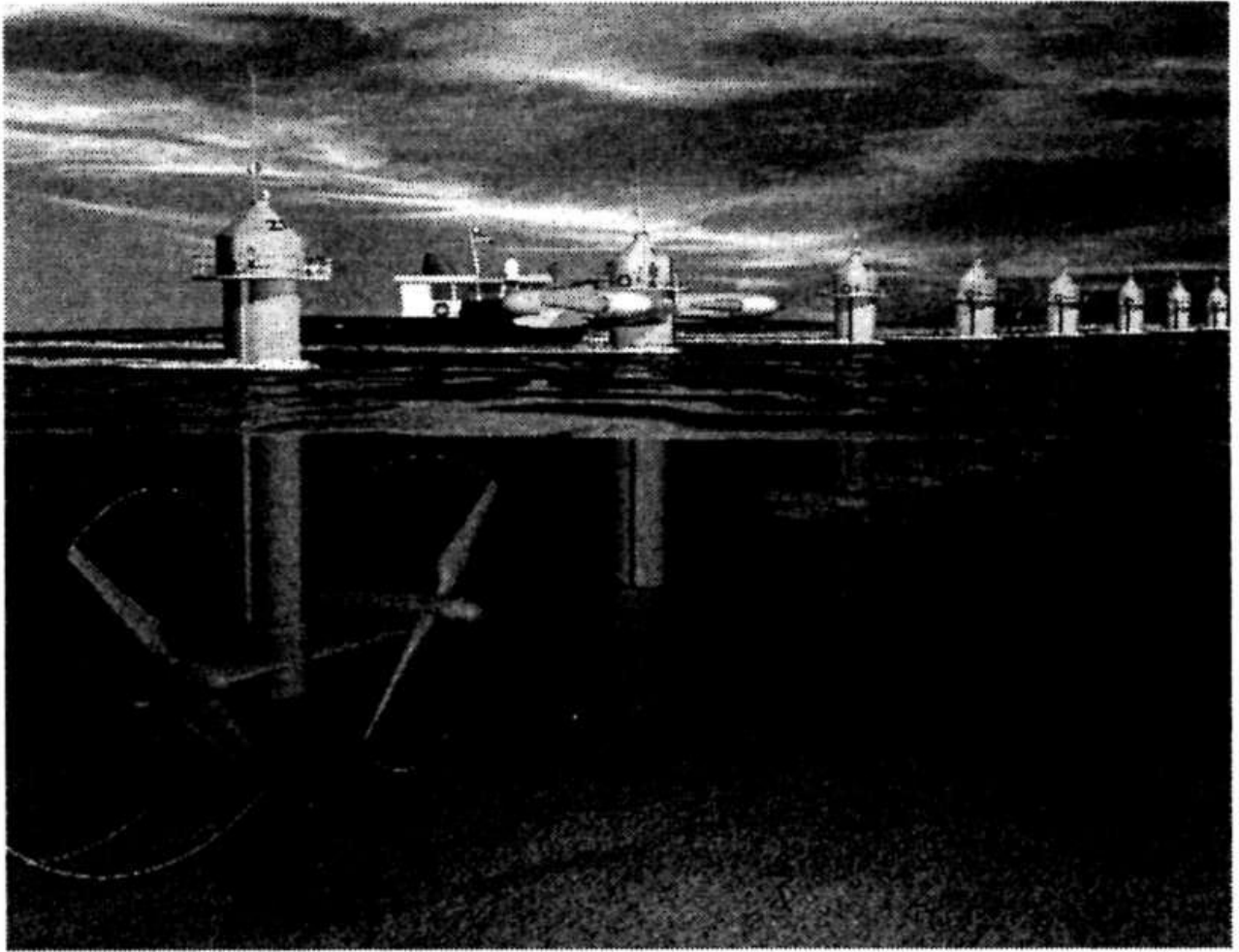


Abb. 13: Anlagenpark zur Nutzung der Strömungsenergie.

In **Solarzellen**, von denen oft mehrere zu sog. **Fotovoltaikmodulen** kombiniert werden, verursacht die in der Sonnenstrahlung enthaltene Energie, die **Solarenergie**, in Halbleitern, wie Silicium, ein Fließen von Elektronen, d. h. einen elektrischen Strom. Solare Energie wird auf diese Weise direkt in elektrische Energie umgewandelt. Die Verwendung dünner Schichten unreinen Siliciums verbilligt die Herstellung von Solarzellen um 80 bis 90 % und erhöht deren Wirkungsgrad beträchtlich. Somit wird die Nutzung der Sonnenenergie wesentlich wirtschaftlicher.

Letzteres gilt auch für **Solarkraftwerke**, in denen Sonnenenergie in nutzbare Wärme umgewandelt wird (**Solarthermie**). Zum einen kann man mittels Hohlspiegeln das Sonnenlicht auf einen Brennpunkt konzentrieren, dadurch Öle erhitzen und den zum Turbinenantrieb zwecks Stromproduktion benötigten heißen Dampf erzeugen; zum anderen wird durch Sonnenenergie gebildete aufsteigende Warmluft zum Turbinenantrieb genutzt. In einem neuen Solarkraftwerk in

Spanien wird Dampf direkt erzeugt, d. h. ohne Öl, und dadurch der Wirkungsgrad um 20 % erhöht. Solarthermie hat das Potenzial, langfristig die Rolle der fossilen Energieträger zu übernehmen. Sie ist billiger als Fotovoltaik und wird in 10 bis 15 Jahren konkurrenzfähig sein.

Durch Verwendung von **Sonnenkollektoren** lässt sich Wasser erwärmen, das für Schwimmbäder oder zum Heizen gebraucht werden kann. *Man sollte Kollektoren verwenden, die mit dem Blauen Engel ausgezeichnet worden sind, u. a. weil sie keine halogenierten Kohlenwasserstoffe als Wärmeträgermedium verwenden.* Vakuumröhrenkollektoren nutzen Solarenergie bei Bewölkung und im Winter besser und haben höhere Wirkungsgrade als Flachkollektoren. Wie eine solarthermische Hausanlage funktioniert, können wir aus Abb. 14 erkennen.

200 bis 300 L Heizöl bzw. m³ Erdgas können jährlich durch eine eigene gute Solaranlage eingespart werden. Solartechnik kann bereits in die Gebäudehülle integriert werden. Es gibt Dachbahnen und -ziegel, mit denen Strom erzeugt wird. Ein Drittel der Menschheit hat bisher keinen Zugang zu Elektrizität. Gerade die dezentrale Sonnenenergienutzung könnte nachhaltig diese Nachteile beheben helfen. Mit **Wärmepumpen** wird einer Wärmequelle, z. B. dem Erdreich oder der Luft, Energie entzogen, häufig mit einem Kältemittel (ähnlich wie in Kühlschränken). Diese wird an ein anderes Medium, z. B. Wasser, abgegeben. Unerschöpfliche Umgebungswärme oder vielfach anfallende Abwärme werden so in Nutzwärme im Niedertemperaturbereich oder in Prozesswärme umgewandelt. Da der Bedarf an Niedertemperaturwärme in Deutschland sehr hoch ist, kann die Wärmepumpentechnik entscheidend zur Reduzierung der Verbrennung fossiler Energieträger beitragen. Die Kosten für eine Bohrung sind hoch, doch es gibt auch Anlagen, die mit einem horizontalen Flächensystem der Erde Wärme entziehen. Eine Fotovoltaikanlage kann den Strom für den Verdichter der Wärmepumpe liefern, die man auch mit reaktionsschnellen Heizplatten und Konvektoren kombinieren kann. Im Sommer können Wärmepumpen dazu dienen, Räume zu kühlen.

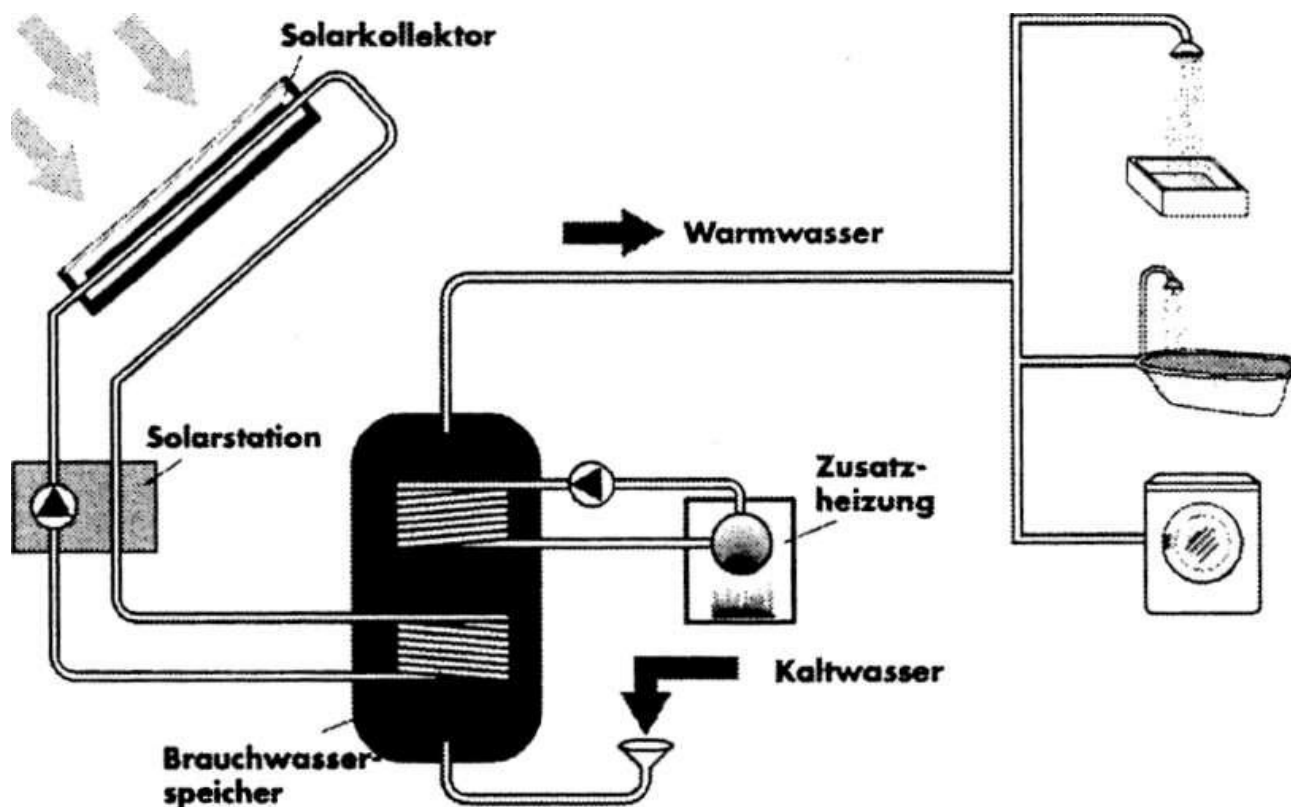


Abb. 14: Funktionsprinzip einer solarthermischen Anlage.

Die Verwertung der **Erdwärme (Geothermie)** kann auch bei uns noch stark erhöht werden. Pro 100 m Tiefe nimmt in Mitteleuropa die Temperatur um etwa 3 °C zu. Schon seit langem werden Heißwasservorkommen und heiße Dampfquellen z. B. für Heilwässer, Thermalbäder, als Heizenergie oder zur Elektrizitätserzeugung herangezogen. Bezüglich der zusätzlichen Nutzung der Energie trockener heißer Gesteine hat die Hot-Dry-Rock-Technologie Zukunft. Über zwei Bohrungen von mehreren Kilometern Tiefe wird kaltes Wasser in Regionen von 200 °C infolge der Spaltung des Gesteins und Eindringens in die Risse erhitzt und zur Gewinnung von Strom und Wärme eingesetzt. Das Schema des ersten deutschen, nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsprinzip und mit einer Spezialturbine arbeitenden, Geothermiekraftwerks in Neustadt-Glewe ist in Abb. 15 dargestellt.

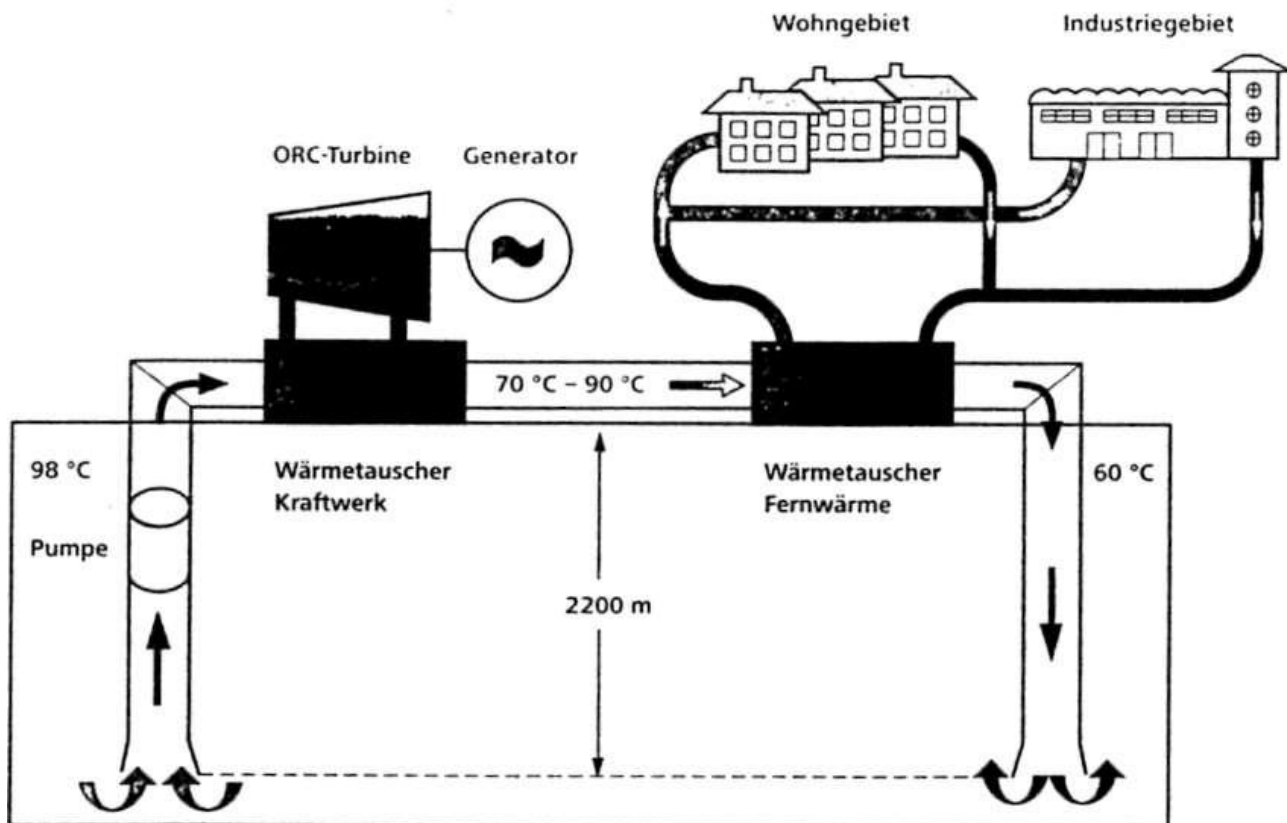


Abb. 15: Geothermische Energienutzung.

Aus **Biomasse** (quasi gespeicherte Sonnenenergie) wie Holz, Altpapier, organischen Abfällen, Hanf, Raps oder schnell wachsenden Gräsern können Strom und Wärme in kleinen dezentralen Kraftwerken, kleinen sog. **Blockheizkraftwerken**, erzeugt werden. Da genauso viel Kohlendioxid freigesetzt wird wie die Pflanzen beim Wachstum aufnehmen, ist diese Energieumwandlung kohlendioxidneutral. In der Landwirtschaft können Mist und Gülle noch viel häufiger zur Erzeugung von **Biogas** eingesetzt werden. Wie Faul- und Deponiegas kann es zur Gewinnung von Strom und Heizenergie oder erdgasähnlichem Kraftstoff herangezogen werden. Die Rückstände sind wertvolle geruchfreie Düngemittel.

Das enorme Wachstumspotenzial der erneuerbaren Energieträger ist aus Abb. 16 ersichtlich.

Noch besser als die unabdingbare Förderung und wesentlich stärkere Nutzung der unbegrenzt vorhandenen Energieträger ist

allerdings die strikte Einsparung von Energie in allen Bereichen, sei es durch stromsparende Geräte, Wärmedämmung oder Vermeidung gedankenloser Energieverschwendung und überflüssiger Autofahrten!

So verbrauchen allein bei uns die vielen Geräte im **Stand- By-Betrieb** 20 Mrd. kWh Strom pro Jahr, was etwa dem Jahresstromverbrauch Berlins entspricht oder ca. 4 % des deutschen Jahresstromverbrauchs. Da pro Kopf rund 130 Euro dadurch verschwendet werden, ist auch hier unverzügliches Handeln für jeden interessant. Zusätzlich wird durch Ausschalten der Geräte die vom Stand-By-Betrieb ausgehende Brandgefahr verhindert.

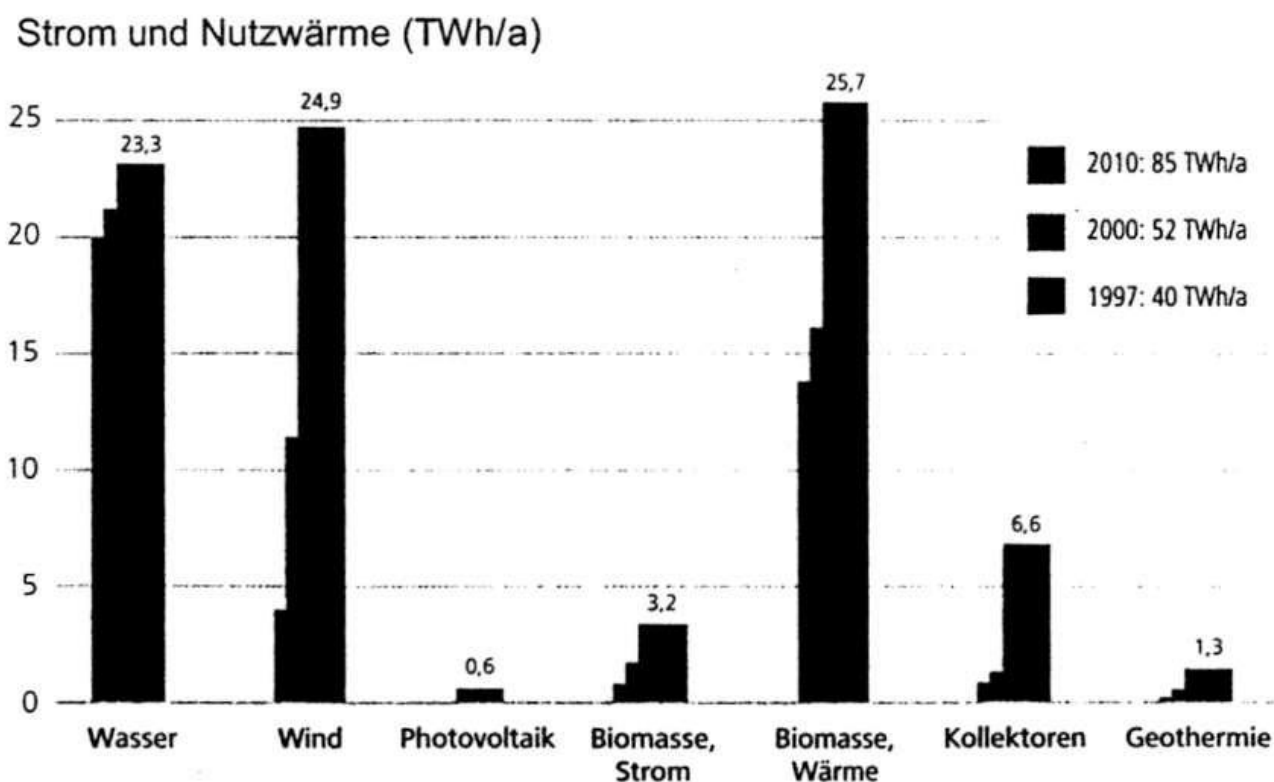


Abb. 16: Wachstumspotenzial erneuerbarer Energien bis 2010 (TWh/a = Terawattstunden/Jahr; 1 TWh = 10^{12} Wh).

Kernenergie: Eine Alternative?

Deutschland wird nach dem **Atomgesetz** bis etwa 2021 alle Kernkraftwerke stilllegen (Österreich hat schon 1978 die Kernkraftnutzung beendet). Ein Werk wird stillgelegt sobald es seine Reststrommengen produziert hat. Der Verhütung von Schaden durch radioaktive ionisierende Strahlen dienen das **Strahlen-**

schutzversorgegesetz und die **Strahlenschutz-Verordnung**. Die EU hat u. a. durch sog. **Euratom-Richtlinien** und die **Euratom-Verordnung über die Verbringung radioaktiver Stoffe** Anforderungen an den Schutz vor und den grenzüberschreitenden Transport von radioaktiven Stoffen (z. B. Abfällen) vorgegeben.

Die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Energieträgern wäre viel weiter fortgeschritten, der Treibhauseffekt wesentlich schwächer ausgeprägt.

Was ist eigentlich «Elektrosmog»?

Gesundheitliche Schäden können sogar durch langwellige elektromagnetische Strahlen verursacht werden. Durch die Intensität oder Feldstärke sowie die Länge einer Welle und die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde der sog. **Frequenz** werden elektromagnetische Felder charakterisiert. Je höher die Frequenz ist, um so energiereicher ist die Strahlung und um so kürzer ist deren Wellenlänge.

Welche Arten elektromagnetischer Strahlung gibt es?

Zur Übertragung von Informationen benutzt man hochfrequente elektromagnetische Wellen, die über Antennen abgestrahlt gesendet werden. Mit Lichtgeschwindigkeit (300000 km/s) breitet sich die Welle in alle Richtungen aus. Dadurch erzeugt sie ein elektromagnetisches Feld. Über große Entfernungen können durch die dabei abgetragene Energie Informationen gesendet werden. Quellen, Arten, Eigenschaften und Wirkungen elektromagnetischer Wellen sind in Tab. 2 enthalten.

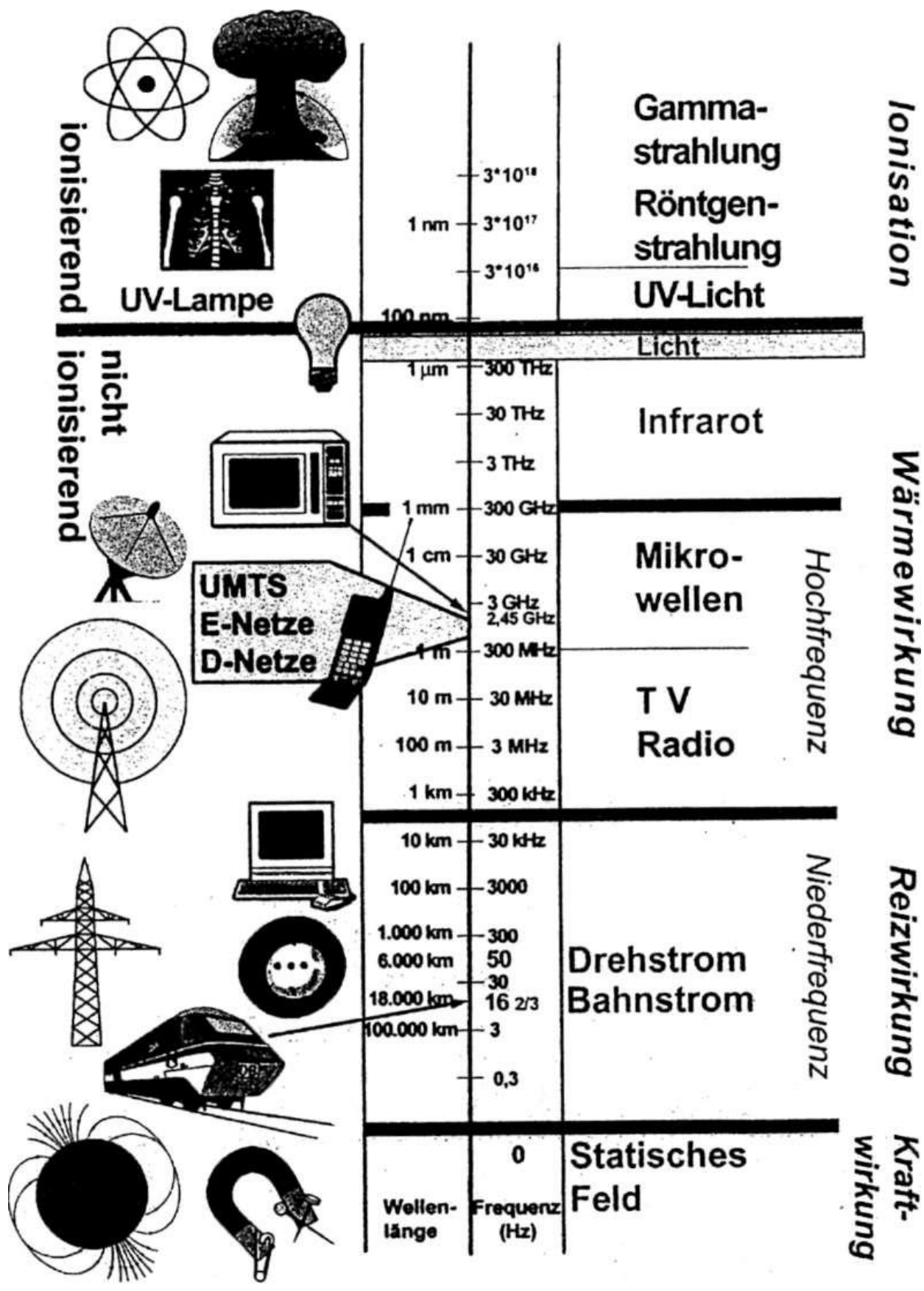
Sind elektrische Geräte mit dem Stromnetz verbunden, entsteht ein elektrisches Feld, auch wenn sie nicht eingeschaltet sind. Dessen Intensität oder Feldstärke wird in Volt pro Meter (V/m) angegeben. Wird ein Gerät eingeschaltet, tritt durch den Stromfluss zusätzlich ein magnetisches Feld auf, dessen Stärke man in Mikrottesla (μT) oder in Ampere pro Meter (A/m) angibt. In der **Verordnung über elektromagnetische Felder** sind Grenzwerte für die Intensität nieder- und hochfrequenter Strahlung vorgegeben, bei deren Einhaltung nach dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Forschung keine

gesundheitlichen Risiken bestehen. Mit zunehmender Entfernung von der Stromquelle oder der Sende- oder Empfangsanlage, der Antenne, nimmt die Intensität der Strahlung rasch ab (s. Tab. 1).

Schädigen Mobilfunk und Handys unsere Gesundheit?

Beim Mobilfunk werden **gepulste Mikrowellen** ausgestrahlt, d. h. Wellen mit einem Spitzenwert, einer Spitzenleistung (Puls) der Intensität. International wurden zum Schutz der Menschen Grenzwerte für die Energieaufnahme vom Kopf erarbeitet. Erwärmungen des Körpergewebes, sog. **thermische Effekte**, sind bewiesen und z. B. für die Augen gefährlich. Haben Handys im D-Netz Ausgangsleistungen bis zu 2 Watt pro Puls und im E-Netz bis zu 1 Watt pro Puls, werden diese Grenzwerte erfahrungsgemäß eingehalten, auch aufgrund der Selbstverpflichtungen der Mobilfunkbetreiber, die zu den Vorsorgemaßnahmen gehören.

Darüber hinaus gehört dazu die wissenschaftliche Erforschung möglicher kurz und langfristiger Auswirkungen an den Menschen, wie die Informationsverarbeitung und der Blutfluss im Gehirn das Gedächtnis, die Konzentration, Lernfähigkeit, die Altersabhängigkeit, Hormonstörungen, die Entstehung von Krebs oder **Synergismen**, d. h. der Zusammenwirkungen dieser Strahlungen mit anderen Belastungen, z. B. Schadstoffen. Festgestellt wurde, dass sich beim Menschen u. a. die Gehirnstromaktivität und der Ionentransport durch die Zellmembranen ändern, auch bereits unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte. Die deutsche Strahlenschutzkommission, die festgestellt hat, dass durch die starken Hochfrequenzfelder die embryonale Entwicklung gestört werden kann und die internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) fördern diese Forschungen und werten sie aus. Bei der Festlegung von Sicherheitsabständen von Sendeanlagen durch die Regierungsbehörde für Telekommunikation und Post werden zusätzlich die Grenzwerte für Herzschrittmacher gemäß Norm DIN VDE 0848 angewandt. 170000 Sendeanlagen an 40000 Standorten gibt es in Deutschland. Mit Einführung der extrem teuren UMTS-Technologie werden etwa 30000 neue Sendestationen errichtet werden. Rund 66 Millionen Handys wird es 2005 in Deutschland geben.



Tab. 1: Quellen, Eigenschaften, Arten und Wirkungen elektromagnetischer Strahlen.

Entscheidend für die **Strahlenwirkung eines Handys** ist die Antenne. Den besten Schutz haben Geräte mit Flächenantenne, da sie vom Kopf wegstrahlen. Handys mit dem TCO Label oder dem „Blauen Engel“ haben akzeptable Werte der **spezifischen Absorptionsrate (SAR)**, d. h. der auf die Masse eines Körpers bezogenen aufgenommenen (absorbierten Leistung de Erwärmung der Elektromog-Belastung. Für die Bevölkerung wird dieser Wert auf einen Ganzkörpermittelwert von 0,08 W/kg (Watt pro kg Körpergewicht) begrenzt. Der Grenzwert für den Kopf von 2 W/kg sollte deutlich unterschritten werden. Experten empfehlen als Zielwert maximal 0,2 W/kg.

Da noch vieles ungeklärt ist, vor allem die langfristigen Auswirkungen sollten gerade junge Menschen Handys nur dann und nur kurz benutzen, wenn dies wirklich notwendig ist und sie ansonsten ausschalten. In Krankenhäusern und von Autofahrern dürfen sie auf keinen Fall benutzt werden und nicht in Flugzeugen, da das für die Bordelektronik fatale Folgen haben kann!

Babyphone sind ebenfalls bedenklich. Zwischen Kind und Gerät sollte ein Abstand von mindestens eineinhalb bis zwei Metern sein. In Schlafräumen sollte man am besten gar keine Elektrogeräte aufstellen, vor allem nicht in Körper- oder gar Kopfnähe.

„CT“-Telefone sollten verwendet werden, da die Basisstation von DECT-Telefonen immer sendet Mikrowellen. Letztere sind teurer und können andere Geräte stören. Das Gesetz zur elektromagnetischen Verträglichkeit von Geräten trägt dazu bei, dies zu verhindern. Die CE-Kennzeichnung (s. Anhang 1 Abb. A 8) ist dort geregelt.

Was ist eigentlich «Verkehr»?

Ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs der EU entfällt auf den Transport von Menschen und Gütern den Verkehr. Mit rund 84% ist der Straßenverkehr daran beteiligt der bis 2010 wohl um ca. 42% zunehmen wird, besonders stark der Lkw-Verkehr. Die Zahl der Kraftfahrzeuge von weltweit derzeit über 900 Millionen kann sich bis 2020 leicht verdoppelt. In Deutschland ist die Zahl

der Pkw von 36 Millionen (1990) auf fast 45 Millionen (2003) angestiegen und wird 2010 über 50 Millionen betragen. Das ist zu viel!

Welche Maßnahmen zur Verminderung dieser Emissionen und des Energieverbrauchs wurden getroffen?

Verbleites Benzin enthielt und enthält bis zu 150 mg Blei pro Liter. Blei beeinträchtigt in starkem Maße die Wirksamkeit der **Katalysatoren**. Das die Klopfestigkeit (gleichmäßige Verbrennung) erhöhende Bleitetraethyl wurde im unverbleiten Benzin durch Stoffe mit ebenfalls hoher Oktanzahl (Messzahl für die Klopfestigkeit) wie Methyltertiärbutylether ersetzt. Trotzdem durfte sogar sog bleifreies oder unverbleites Benzin nach der sog. **Kraftstoffqualitätsverordnung** von 1993 bis zu 13 mg und darf nach der DIN EN 228 vom Februar 2000 immer noch bis zu 5 mg Blei pro Liter enthalten. Dies ist, wie schon erwähnt, auch der Fall. Deshalb sollte dieses Benzin besser als bleiarms Benzin bezeichnet werden.

Die Verwendung edelmetallhaltiger Katalysatoren hat den Zweck, giftige Stoffe (nicht verbrannte Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide) in ungiftige (Kohlendioxid, Wasser, Stickstoff) umzuwandeln. Die Treibhausgasemissionen werden somit trotz Katalysatoren weiter erhöht. Seine optimale Wirkung von ca. 90 % Schadstoffminderung erreicht der Dreiwege-Katalysator, wenn mit dem einer Zündkerze ähnlich sehenden Regelungselement, der Lambda- Sonde, ein optimales Kraftstoff-Luft-Gemisch von Lambda gleich eins eingeregelt wird. In der Warmlaufphase nach dem Start werden bis zur Wirkung des Katalysators die meisten Schadstoffe emittiert. Mittels Kaltlaufregler oder verbesserter Katalysatoren kann dieses Problem vermindert werden. So wird durch Gold Kohlenmonoxid (CO) auch bei starkem Frost zuverlässig zu Kohlendioxid oxidiert.

Mit Richtlinien, wie der **EU-Richtlinie über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und der Richtlinie über eine Verringerung des Schwefelgehalts bestimmter flüssiger Brennstoffe** sorgt die EU seit Jahren dafür, dass die Gehalte an Schadstoffen in den Kraftstoffen und den Abgasen (wie Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden und Partikeln) stufenweise herabgesetzt werden. So dürfen nach der **Euronorm III** seit 2000 von neuen Pkws mit Ottomotoren nur bis zu 2,3 g Kohlenmonoxid (CO) pro gefahrenem km,

von solchen mit Dieselmotoren nur maximal 0,64 g/km freigesetzt werden. Mit der ab 1.1.2005 für neue Fahrzeugtypen und ab 1.1.2006 für alle neuen Pkws geltenden **Euronorm IV** werden diese Werte auf 1 g/km und für neue Diesel-Pkws auf 0,5 g/km gesenkt. Der Grenzwert für Kohlenwasserstoffe wird dann von 0,2 auf 0,1 g/km, der für Stickoxide von 0,15 auf 0,08 g/km (bei Diesel-Pkws von 0,5 auf 0,25 g/km und der für Partikel von 0,05 auf 0,025 g/km) herabgesetzt.

Schwefel vergiftet vor allem die neuen Katalysatoren. Seit 2000 enthalten Benzine bis zu 150 mg Schwefel pro kg Benzin, Diesel höchstens 350 mg Schwefel/kg. Ab 1.1. 2005 darf der Schwefelgehalt in Benzenen und Diesel höchstens 50 mg/kg betragen, maximal 10 mg/kg in sog. schwefelfreien Kraftstoffen, die in der Schweiz schon angeboten werden.

Die Rußemissionen werden durch den geringeren Schwefelgehalt ebenfalls vermindert. Viele tausend Menschen sterben jährlich an durch **Partikel** wie Ruß verursachtem Krebs. In allen Kfz sollten möglichst bald diese Partikel entfernt werden, am besten mit wartungsfreien Filtern.

Mehrfach verzweigte gesättigte Kohlenwasserstoffe mit akzeptabler Oktanzahl sollen das krebserregende **Benzol** im Benzin weitgehend ersetzen. Seit 2000 dürfen höchstens noch 1 % Benzol in Benzenen sein.

Der Verbrauch an Kraftstoffen sank in den letzten Jahren, in Deutschland 2003 bei Benzenen um 5,3 % auf 25,7 Mill. t, bei Diesel um 2,9 % auf 27,8 Mill. t. Ursachen dafür sind in erster Linie immer sparsamere Motoren (für 2008 steht die EU einen Durchschnittsverbrauch von 5 Litern pro 100 km an, wünschenswert wären 3 Liter), außerdem kleinere Fahrzeuge mit aerodynamischem Design und kraftstoffsparende Fahrweise.

Gasrückführsysteme vermindern die beim Tankvorgang frei werdenden Emissionen.

Reichen die getroffenen Maßnahmen aus?

Die beschriebenen und sonstige bisher getroffene Maßnahmen reichen zur Rettung unserer Lebensgrundlagen und Lebensqualität bei weitem nicht aus, zumal die Zahl der Kraftfahrzeuge und Fahrten weiterhin zunimmt. Über 60 % aller Wege legen die Deutschen inzwischen mit dem Auto

zurück! Vor 20 Jahren lag dieser Wert bei 48 %. Das ist eine der Hauptursachen dafür, dass viele immer dicker werden. Der Anteil der Autofahrten am Personenverkehr betrug 2002 in Deutschland über 79,3 %, der Anteil der Bus- und Bahnfahrten dagegen weniger als 8 %.

Wenn zwei Drittel aller Pkw-Fahrkilometer auf reines Freizeit-„vergnügen“ wie „einfach nur durch die Gegend fahren“ entfallen, beweist das einmal mehr, dass im Autofahrerland Nr. 1 Deutschland umweltgerechtes Verhalten trotz vielfach hohen Umweltbewusstseins nur in völlig unzureichendem Maße praktiziert wird! „Aus Angst etwas zu verpassen“ wird gefahren! Völlig unbegründet ist diese Angst, denn wenn weiter wie bisher oftmals überflüssigerweise gefahren wird, verpasst man die Klimakatastrophe bestimmt nicht! Wenn es zutrifft, dass in Nordrhein-Westfalen mehr Autos fahren als in ganz Afrika, dann kann man nur feststellen (selbst wenn es nicht zutreffen sollte): Armes Nordrhein-Westfalen!

Welche Alternativen gibt es?

Eine Wende *im Denken und Handeln*, weg von der Kultur der Verantwortungslosigkeit hin zu einem bescheideneren, verantwortungsvolleren Lebensstil, der nicht Verzicht, sondern Gewinn von Lebensqualität bedeutet, *ist* gerade bezüglich des Autofahrens **erforderlich!** Auch bei den Taxifahrern! Im Winter lassen sie während ihrer Pausen stundenlang die Motoren laufen, um ihr Auto zu heizen, im Sommer geschieht das gleiche, um mit der Klimaanlage ihr Auto zu kühlen. Dadurch werden enorme Schadstoffmengen völlig überflüssig emittiert! Dies muss ab sofort unterbleiben! Allen gerecht werdende Lösungen, z. B. die Einrichtung von Aufenthaltsräumen, sind hier anzustreben. 75 % aller Einkäufe erfolgen in einem Radius von 3 km, 45 % aller Pkw-Fahrten sind kürzer als 5 km.

Ist es denn da nicht möglich, dass jeder Kraftfahrzeughalter wenigstens 2 Fahrten auf das Fahrrad verlagert? Der Autoverkehr würde dadurch um 15 % vermindert. Es müssten Fahrräder angeboten werden, mit denen man bei Niederschlägen fahren kann ohne nass zu werden und die besser vor Gegenwind schützen. **Elektroroller** (Fahrräder mit Elektromotoren wie Pedelects, d. h. Pedal Electric Cycle) sind eine gute Alternative, ebenso pedalbetriebene **Elektromobile**. Eine Person, die täglich nur 10 km mit dem Auto fährt, verbraucht dabei soviel Energie, wie sie in der Wohnung während des ganzen Tages verbraucht.

Es wird einfach zu viel Auto gefahren! Jeder sollte mehr nachdenken, überflüssige Autofahrten vermeiden und nur fahren,

wenn das absolut notwendig ist! Car Sharing, d. h. die zeitweilige Nutzung eines Pkw durch mehrere Personen, das Mieten eines Pkw bei Bedarf, sollte stärker praktiziert und ausgebaut werden. Fahrgemeinschaften sollten verstärkt gegründet werden. Wie in anderen Ländern sind auch in Deutschland generelle Tempolimits, die zudem gegen den Rasereiwahn helfen würden, endlich einzuführen und zu überwachen.

Eine geänderte **Verkehrspolitik** muss ihren Anteil dazu beitragen mit einer geänderten Besteuerung, einem geänderten Verkehrswegeplan, dem Ausbau und der Verbesserung der öffentlichen Verkehrsmittel, des Fahrradverkehrs (Vorbilder sind Städte wie Münster und sogar Troisdorf) sowie der Förderung der Entwicklung von Fahrzeugen, die nicht mit den herkömmlichen Kraftstoffen angetrieben werden.

Beim Abfackeln auf Ölfeldern wird wertvolles Gas in Mengen vergeudet, die mühelos alle Autos in Europa antreiben könnten! Die Erdgasreserven, die dreimal solange reichen wie die Mineralölvorräte, liegen zum erheblichen Teil in politisch stabilen Regionen Europas. Die Kosten der Umrüstung der Motoren auf **Erdgas** würden bei Serienproduktion deutlich sinken. Spezielle hochdruckbeständige Gastanks bersten bei Crashes oder Hitze nicht. Da eine Umschaltung auf Benzinbetrieb möglich ist, können Versorgungsengpässe ausgeglichen werden. Ende 2002 gab es in Deutschland aber schon rund 300 Tankstellen. In den nächsten Jahren soll das Netz auf 1000 Tankstellen ausgebaut werden. Gasmotoren emittieren weniger Ausgangsstoffe der Reaktionen zu Ozon. Im Vergleich zu Diesel werden 50 % weniger Kohlenmonoxid und sogar je 80 % weniger Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide freigesetzt! Es gibt praktisch keinen Schwefeldioxid-, Benzol-, Ruß- und Partikelaustritt!

Werden aus **Biogas** die rund 33 % Kohlendioxid und sonstige Reststoffe entfernt, hat es Erdgasqualität und kann getankt werden. In der Schweiz wird dies seit Jahren praktiziert. Viele tausend Tonnen Biomüll werden dort jährlich durch Erzeugung von Strom, Dünger und Biogas äußerst intelligent verwertet und so 100000 Liter Benzin eingespart. In anderen Ländern, wie in Deutschland, kann man das aufbereitete Biogas mittlerweile auch tanken.

Aufgrund der positiven Aspekte, zu denen auch die erheblichen Steuersenkungen seit 1.1.1996 zählen, wird der Gasantrieb zukünftig weiterhin bedeutsamer werden. In Italien fahren bereits über 360000

Autos mit Erdgas, in Deutschland gerade mal über 10000. Allerdings entsteht bei der Verbrennung von aus Methan bestehendem Erdgas oder einem Gemisch aus Propan und Butan ebenso Kohlendioxid wie bei der von Methanol oder des anderen, in Brasilien verwendeten, aus Zuckerrohr hergestellten Alkohols **Ethanol**.

Aus dem Öl von Rapspflanzen hergestellter **Bio-Diesel** (Rapsmethylester) ist zwar wasserfreundlich, da er leicht abbaubar ist. Es werden etwa 60 % weniger Kohlendioxid ausgestoßen als bei gewöhnlichem Diesel, den man mit Bio-Diesel mischen kann. Allerdings Bakterien und Pilze zerlegen Bio-Diesel rasch und machen ihn damit unbrauchbar. Beim Rapsanbau entweichen große Mengen Lachgas, das 310-mal treibhauswirksamer ist als Kohlendioxid. Für den Anbau werden enorme Landschaftsflächen beansprucht. Für fast 1600 L Rapsöl (das auch direkt als Treibstoff eingesetzt werden kann, allerdings erst nach einer Umrüstung der Diesel-Motoren) braucht man 1 Hektar Fläche mit Raps.

Durch Vergasung kann aus dem Holz schnell wachsender Pflanzen und aus Holz- und Strohabfällen Synthesegas und daraus Methanol oder Diesel gewonnen werden. Die Umwandlungsverluste sind hierbei jedoch sehr hoch.

Elektroautos haben die großen Vorteile, dass sie leise sind und während der Fahrt keinerlei Stoffe emittieren. Mit Strom aus Akkumulatoren wird der Elektromotor angetrieben. Wichtig ist, dass sie mit aus erneuerbaren Energien hergestelltem Strom (wie Solarstrom) betrieben werden. Wird der benötigte Strom aus Kohle gewonnen, sind die Kohlendioxid-Emissionen doppelt so hoch wie jene beim Benzinverbrauch entstehenden. Als Batterien sind z. B. Lithium-, Natrium-Schwefel-, Natrium-Nickelchlorid-, Nickel-Eisen-, Nickel-Metallhydrid- oder Zink-Luft-Batterien verwendbar. Kleine, leichte, dreirädrige **Elektromobile** sind insbesondere für kürzere Strecken und den Stadtverkehr bestens geeignet. Es gibt Modelle, die zusätzlich einen Pedalantrieb wie bei Fahrrädern haben. Sie verbrauchen etwa zehnmal weniger Energie als Kleinwagen und fahren bis zu ca. 85 km/h schnell. Einige Modelle können unter Anleitung des Herstellers selber zusammengebaut werden. Herkömmliche Kfz gibt es mit **Hybridsystem**, d. h. sie können mit Strom und mit Treibstoff gefahren werden. Sie sind geräusch- und schadstoffarm und erfüllen mühelos die strengen Anforderungen der

Euro-Norm IV. Ein Generator lädt während der Fahrt die Antriebsbatterie wieder auf, sodass man keine Steckdose braucht. Vor allem für Kurzstreckenfahrten sind sie sinnvoll.

In **Brennstoffzellen** werden durch elektrochemische Reaktionen Wasserstoff und Sauerstoff an den Elektroden in Wasser umgewandelt. Der dabei erzeugte Strom lässt sich für Elektromotoren und die gewonnene Wärme z. B. für Heizzwecke nutzen. Brennstoffzellen sind wegen der "kalten Verbrennung" und des hohen Wirkungsgrades selbst als Ergänzung, vielleicht sogar als Ersatz, für Kraftwerke und Fahrzeuge ökologisch sehr gut geeignet, selbst bei tiefen Temperaturen. Mit Brennstoffzellen betriebene dreirädrige Leichtmobile gibt es seit 2002. Busse mit Brennstoffzellenantrieb gibt es ebenso bereits wie solche mit Wasserstoffantrieb. Seit 2004 gibt es die ersten mit Brennstoffzellen angetriebenen Autos.

Wasserstoff kann beispielsweise in meeresnahen heißen Regionen mit Hilfe von durch Sonnenenergie erzeugtem Strom in großen Mengen aus Wasser durch Elektrolyse hergestellt werden. Des Weiteren kann Wasserstoff aus dem Methan des Erdgases, dem Alkohol Methanol oder durch Vergasung von Biomasse mit Wasserdampf erzeugt werden. Die biologische Erzeugung durch Bakterien wird erforscht. Das Gas ist gut transportierbar und auf verschiedene Weise speicherbar, z. B. flüssig in gekühlten Spezialtanks. Bei katalytischer Verbrennung ist durch Vermeidung hoher Brenntemperaturen die Brand- und Explosionsgefahr geringer und Stickstoffoxide werden dadurch nur in geringem Umfang gebildet. Die Motoren sind umschaltbar auf Benzin. Die Energie der Verbrennung zu Wasser kann gleichfalls zum Heizen verwendet werden. Wasserstoff stellt somit einen umweltfreundlichen Energieträger der Zukunft dar. Bei der Verbrennung entsteht kein Kohlendioxid und der Rohstoff Wasser ist unbegrenzt vorhanden genauso wie die Solarenergie. Führende Experten schätzen, dass 2015 bereits etwa 8 % der Neufahrzeuge mit Wasserstoff angetrieben werden. Vielleicht werden zukünftig sogar Flugzeuge mit Wasserstoff betrieben? Dann wären die immer mehr zunehmende Billig- und Transportfliegerei und das oftmals vor Landungen praktizierte Warteschleifenfliegen wenigstens weniger klimaschädigend.

Was ist eigentlich «Lärm»?

Schall entsteht durch Schwingungsvorgänge in bestimmten Stoffen, den Schallquellen. Beispiele sind die Stimmbänder oder Lautsprechermembranen. Frequenzen (Schwingungszahlen) zwischen etwa 16 und ca. 20000 Hertz (Schwingungen pro Sekunde) sind für uns hörbar. Unerwünschte einzelne Schallwellen oder Geräusche bezeichnen wir als Lärm. Lärm ist ein weiteres immenses Umweltproblem. Für die Bürger Europas ist Lärm seit vielen Jahren eines der drängendsten Umweltprobleme!

“Die moderne Menschheit macht soviel Lärm, weil sie die Stimme ihres Gewissens übertünchen möchte“, meint *Fullon Sheen* zurecht. Spitzenreiter unter den Lärmquellen ist seit Jahren nicht nur bundesweit, sondern in vielen Regionen der Welt, der steigende Verkehrslärm. Vor allem diese Lärmquelle hat zu einer erheblichen Zunahme der Störung, Belästigung, Gesundheitsgefährdung und -schädigung von immer mehr Menschen geführt.

Wie schädigt Lärm denn unsere Gesundheit?

Lärm beeinträchtigt in starkem Maße das körperliche, seelische und soziale Wohlbefinden. Taubheit, Schwerhörigkeit, Bluthochdruck mit Herzbeschwerden oder Nervosität sind einige der gravierendsten Folgen von Lärm. Verkehrslärm, wie der von Flugzeugen und schnellfahrenden Autos, schädigt vor allem nachts. Nachts reagiert das Nervensystem besonders intensiv auf Ruhestörungen. Eine Gewöhnung an Lärm gibt es nicht. Schlafstörungen bewirken lang anhaltende Gesundheitsschäden. Die Lern- und Konzentrationsfähigkeit wird durch Lärm vermindert, vor allem bei Kindern.

Menschen, die an Straßen mit einem Lärmpegel von über 65 dB (A). (**Dezibel**. Maß der relativen Lautstärke, des **Schalldruckpegels**: dB (A) = der dem menschlichen Hörvermögen entsprechende, korrigierte Schalldruck- oder Lautstärkepegel; erhöht man diesen um 10 dB, entspricht das einer Verzehnfachung (bei 20 dB einer Verhundertfachung) der Schallintensität!) wohnen, haben ein um 20 % erhöhtes Herzinfarkttrisiko. Zum Wohlfühlen dürfen tagsüber höchstens 45 dB (A), nachts maximal 25 bis 30 dB (A) auf Menschen einwirken. Spitzenwerte dürfen nachts nicht höher als 45 dB (A) sein. Wale können durch die Schallwellen des auch im Meer immer weiter

zunehmenden Lärms geschädigt und getötet werden. Wie sich Lärm auf unsere Gesundheit auswirkt, können wir der Tab. 2 entnehmen.

Was wird gegen Lärm unternommen?

Die **EU-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm** gilt nicht für Wohnungs- oder Nachbarschaftslärm, wohl aber für Verkehrs- und Industrielärm. Im Anhang sind Lärmindices, d. h. Pegel für Tag, Abend und Nacht aufgeführt, bei deren Überschreitung wirksame Gegenmaßnahmen zu treffen sind.

Die **EU-Richtlinie zur Einschränkung des Betriebs von Flugzeugen** gibt die nationalen Bestimmungen vor. Die **Landplatz-Lärmschutz-Verordnung** enthält Lärmgrenzwerte sowie Anforderungen an den Schallschutz. Überlandflüge sind nur zulässig, wenn für das Flugzeug ein staatliches Zertifikat (Zeugnis oder Urkunde) erteilt wurde. Gemäß dem **Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm** gehören zur Zone 1 des Schutzbereichs Gebiete mit einem Dauerschallpegel von über 75 dB (A), zur Zone 2 solche mit über 67 dB (A) Dauerbelastung. Kosten für Schutzmaßnahmen in der Zone 1 wie für den Einbau von Schallschutzfenstern sind den Eigentümern zu erstatten.

In Wohngebieten dürfen nach der **Verkehrslärmschutzverordnung** durch den Bau oder die Änderung von Straßen und Verkehrswegen tagsüber 59 dB (A) und nachts 49 dB (A) nicht überschritten werden. Falls diese oder die anderen dort aufgeführten Immissionsgrenzwerte überschritten werden, sind bedürftige Räume, wie Schlafzimmer, aufgrund der **Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung** zu schützen.

In Österreich sind Lärmgrenzwerte für Straßen- und Eisenbahnverkehr von 65 dB (A) am Tag und 55 dB (A) nachts vorgegeben. In der Schweiz hat mit Recht die **Lärmbekämpfung an der Quelle** Priorität, z. B. durch Einbau von lärmabsorbierenden Straßenbelägen.

Nach der **EU-Richtlinie über Reifen von Kraftfahrzeugen** sollen auch **lärmarme Reifen** aktiv schützen. Werden sie überwiegend eingeführt und verwendet, kann der Straßenverkehrslärm um die Hälfte (an Landstraßen und Autobahnen noch stärker) reduziert werden. Denn die Rollgeräusche sind vielfach bereits höher als die Motorgeräusche. Die Deutsche Bahn AG verwendet mit leisen Komposit-Bremssohlen aus Kunststoff ausgerüstete Güterwaggons

Tab. 2: Lärmstufen und Lärmwirkungen

Lärmstufe in dB (A)	Beispiel	Lärmwirkungen
0	abgelegene Natur	absolute Stille
10	normales Atmen	still, ruhig
20	Blätterrauschen	leise
30	Ticken eines Weckers	Schlafstörungen durch verkehrsbedingte Mittelungspegel im Raum
40	Ruhige Wohnstraße, nachts	Lern- und Konzentrationsstörungen durch Mittelungspegel im Raum
50	Ruhige Wohnstraße, tagsüber	Kommunikationsstörungen
60	Hauptverkehrsstraße, nachts	laut
70	Hauptverkehrsstraße, tagsüber	Risikoerhöhung für Herz-/Kreislaufkrankungen ab 65 dB (A)
80	hochbelastete Autobahn, tagsüber	
90	Kreissäge, Moped	Gehörschädigung ab 85 dB (A) am Ohr des Betroffenen
100	manipuliertes Fahrzeug	unerträglich
110	Rockband, Diskothek	
120	Probelauf von Flugzeugen	schmerzhaft. Gehörschädigung auch nach kurzer Einwirkung möglich

und leise, erdgasbetriebene Rangierloks. In der Schweiz wird der Lärm von Eisenbahnen aufgrund des Bundesgesetzes zur Lärmsanierung der Eisenbahnen gemindert. Das Rollmaterial wird erneuert. Wird der Lärmalarmwert in Häusern übertroffen, finanziert der Bund den Einbau von Schallschutzfenstern. Für Lärmschutzwände wird in der Schweiz bereits gut dämmendes Chinaschiff eingesetzt.

Zulässige Geräuschemissionen von Haushaltsgeräten sowie von im Freien verwendeten Maschinen und Geräten hat die EU in zwei **Richtlinien** formuliert. So dürfen z. B **Rasenmäher** mit zunehmender Schnittbreite ab 3.1.2002 Schalleistungspegel von 96 bis 105 dB (A) (ab 3.12006 solche von 94 bis 103 dB (A)) nicht überschreiten. Geräte und Maschinen müssen das CE-Kennzeichen (s. Anhang 1, Abb. A-8) tragen. Ferner muss der Schalleistungspegel angegeben sein. Freischneider, Grastrimmer, Laubbläser und Laubsammler dürfen nach der **Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung** nur werktags zwischen 9 und 13 Uhr sowie von 15 bis 17 Uhr benutzt werden. Bei technischen Anlagen sind die Anforderungen der **Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)** zu beachten.

Was kann jeder von uns gegen Lärm tun?

Eine ganze Menge: Die unerlässliche Vermeidung von Lärm hat überall oberste Priorität vor der Verminderung von oder dem Schutz vor Lärmemissionen!

Lärmarme Geräte, wie lärmarme Staubsauger oder Rasenmäher, sollten nur noch benutzt werden, ebenso wie lärmarme Verkehrsmittel. Extrem laute umweltschädliche Laubsaug- und -blasgeräte sollte keiner mehr verwenden. Jeder sollte lärmarme Reifen benutzen. Niedertouriges Fahren auch von Motorrädern vermeidet Lärm.

Je schneller und hoctouriger gefahren wird, um so lauter, durchdringender und unangenehmer sind die Reifen und Fahrgeräusche. Breitreifen verursachen mehr Lärm als schmale Reifen. 32 Autos, die mit nur 2000 Umdrehungen pro Minute fahren sind so laut wie 1 Auto, das mit 4000 Umdrehungen pro Minute betrieben wird!

Schalldämmungen, z. B. von Wänden und Fenstern, sind weiter zu

verbessern. In Räumen ist die Zimmerlautstärke einzuhalten. Dies gilt z. B. für die Halter von Papageien, die extrem laut und lange schreien. Diese Tiere sind auf keinen Fall einzeln und in Käfigen in Wohnungen zu halten, weil dies ein Verstoß gegen das Tierschutzgesetz ist. Sie sind einer artgerechten Haltung in großen Volieren oder Freiflughallen mit vielen Artgenossen zuzuführen, Generell ist statt Egozentrik mehr Rücksichtnahme auf die Mitmenschen und die Tiere erforderlich, denn:

Die **Stille** ist so ursprünglich wie die anderen Urphänomene Liebe, Treue, Tod und das Leben selbst. Sie existierte, bevor diese entstanden und ist in ihnen allen enthalten. Stille hat einen überaus hohen Wert für Lebewesen und gehört daher zu deren fundamentalen Rechten!

Jeder kann hier gleichermaßen seinen Teil dazu beitragen und dadurch die Lebensqualität von uns allen erhöhen. Dies ist ein weiterer Schritt hin zur notwendigen **Kultur der Verantwortung und Genügsamkeit** bedeutet.

„Die Tiere leiden und erfüllen mit ihrem Seufzen die Lüfte.

Die Wälder fallen der Vernichtung anheim

Die Berge werden geöffnet und ihrer Metalle beraubt,
die in ihren Adern ruhen.

Aber Menschen sind schnell bei der Hand, jene zu loben
Und zu ehren, welche der Natur wie der Menschheit den
Größten Schaden zufügen.“

(Leonardo da Vinci, 1452-1519)

Anhang 1: Zeichen



Abb. A-1: Umweltzeichen der Europäischen Union.



EMAS

Abb. A-2: EMAS-Logo.



Abb. A-3: Deutsches Umweltzeichen DER BLAUE ENGEL.



Abb. A-4 und A-5: RAL-Gütezeichen Kompost und Möbel.



Abb. A-6: Waschmittel-Signet, www.washright.com.



Abb. A-7: Gefahrensymbol N (umweltgefährlich).



Abb. A-8: Sicherheitskennzeichen.

Inhalt

Umweltthema: Boden	3
Was ist eigentlich «Boden»?.....	3
Was ist eigentlich «Düngung»?.....	5
Was ist eigentlich «Pflanzenschutz»?.....	8
Was sind eigentlich «Altlasten»?.....	12
Umweltthema: Luft	16
Was ist eigentlich «Luft»?.....	16
Was ist eigentlich «Ozon»?.....	23
Was ist eigentlich «Treibhauseffekt»?.....	27
Umweltthema: Energie	33
Was ist eigentlich «Energie»?.....	33
Was sind eigentlich «regenerative Energien»?.....	40
Was ist eigentlich «Elektrosmog»?.....	48
Was ist eigentlich «Verkehr»?.....	51
Was ist eigentlich «Lärm»?.....	58
Anhang 1: Zeichen	63

Учебное издание

Островская Светлана Павловна
Мартемьянова Зоя Ильинична
Резонтова Луиза Анатольевна
Соколова Маргарита Константиновна

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

UMWELT UND DER MENSCH

Часть II

Учебно-методическое пособие
для магистров и аспирантов
инженерно-экологического факультета

Корректор Т.А. Смирнова
Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2012 г., поз.63

Подп. к печати 01.10.12. Формат 60x84/16. Бумага тип. №1.
Печать офсетная. Объем 4,25 печ. л., 4,25 уч.-изд. л. Тираж 100 экз.
Изд. № 63. Цена «С». Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического
университета растительных полимеров, 198095, Санкт-Петербург,
ул. Ивана Черных, 4.