

Besseres Verständnis über unseren Heimatplaneten



Quelle: www.wasistwas.de

Mein Name ist Guido Hilden, ich wurde 1970 geboren, habe 1990 beim Abitur die Leistungskurse Mathe, Physik und Erdkunde gewählt und anschließend Verfahrenstechnik mit dem Schwerpunkt Umwelttechnik studiert. Ich beschäftige mich seit über 25 Jahren mit Wasser, Luft und Hygiene, vor allem in den verschiedenen Gewerken der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA).

Durch meine langjährige Schulungstätigkeit im Bereich Wasser und Hygiene habe ich festgestellt, dass das Wissen über Wasser und die grundlegenden physikalischen und chemischen Zusammenhänge auf unserer Erde nicht durchgängig vorhanden sind. - Ich bin davon überzeugt, dass dieses Wissen wichtig ist, um sich unserem großen Glück bewusst zu werden, auf diesem unserem Planeten leben zu können.

Ein besseres Verständnis sollte gesellschaftspolitisch dazu führen, dass unsere Umwelt- und Klimaziele vor allem aus Eigeninteresse schneller und effektiver umgesetzt werden. Das ist unsere einzige Chance! Wir haben nur diesen einen Planeten und wenn es so weiter geht, wird die Menschheit nicht mehr sehr lange auf dem Planeten in der uns bekannten Weise überleben können.

Die Datei darf und soll nur im vollen Gesamttext weitergegeben werden. Die Datei steht frei auf meiner Homepage zur Verfügung. Mein Ziel ist es, zu einem besseren Verständnis und dadurch zu einer Minimierung der Auswirkungen des Klimawandels beizutragen; stoppen können wir ihn nicht mehr!

Zu Beginn ist der Text einfach und allgemein, ich gehe jedoch auch auf grundlegende physikalische und chemische Zusammenhänge konkreter ein, um das Verständnis für den Klimawandel zu verbessern.

Ich freue mich über Feedback und gerne auch weitere Anregungen oder auch andere Perspektiven unter info@ghwh.de

Unsere Erde – Grundlagen unserer einzigartigen Wasserwelt

1 – Unsere Erde - Perfekte Rahmenbedingungen

Unsere Erde bietet uns ein wahrscheinlich einmaliges Zuhause, weil hier ideale Voraussetzungen für Leben herrschen. In unserem über 14 Milliarden Jahre alten Universum existiert unsere Erde seit über 4,5 Milliarden Jahren und hat Leben in vielfältigster Art und Weise hervorgebracht.

Die einzelnen Ursachen und Zusammenhänge für dieses Leben sind uns meist nicht bewusst, jedoch stellen diese im Zusammenspiel einen wirklich sehr, sehr glücklichen ‚Zufall‘ dar.



Quelle: www.wasistwas.de

Die Erde hat einen günstigen Abstand zur energispendenden Sonne (Habitable Zone). Die permanente Bahnbewegung der Erde um die Sonne herum und vor allem Ihre tägliche Eigenrotation schaffen trotz Dauereinstrahlung der Sonne einen lebensfreundlichen Raum auf der Erde.

Durch Metalle im Erdinneren und durch die Rotation der Erde bildet sich das Magnetfeld der Erde stabil aus, welches die Erde effektiv vor unterschiedlichen Strahlungen aus dem Weltall schützt.

Die große Masse der Erde verursacht eine ausreichend große Schwerkraft, die nicht nur unseren Mond in seiner Bahn hält, sondern vor allem die lebensnotwendige Atmosphäre an unseren Planeten bindet. Diese Atmosphäre schafft unter dem Schutz des Magnetfeldes den Raum für das Leben. In der Atmosphäre ist die Biosphäre speziell mit ihrem Wasservorkommen entscheidend für das Leben auf unserem Planeten.



Quelle: NASA/Reuters

Fehlen auch nur Teile dieser Voraussetzungen, hätte sich das Leben auf unserem Planeten nicht in der uns bekannten Art entwickeln können. Wäre beispielsweise die Rotation der Erde um sich selbst nicht vorhanden, so gäbe es kein schützendes Magnetfeld. Die sonnenabgewandte Seite des Planeten wäre extrem kalt und die sonnenzugewandte Seite extrem heiß.

2 – Atmosphäre – Stickstoff, Sauerstoff, Argon, CO₂ und Wasser

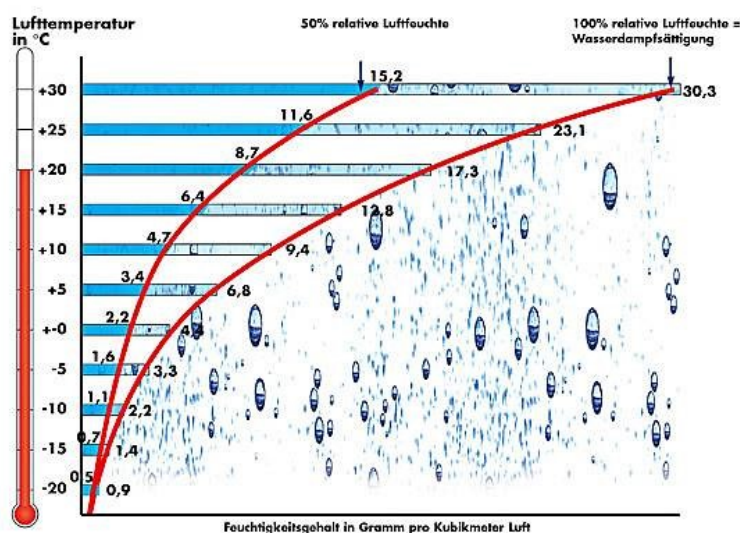
Die Luft der Atmosphäre besteht vor allem aus Stickstoff (N₂ mit 78%) und Sauerstoff (O₂ mit 21%). Sauerstoff ist ein aktives Gas und sich an vielen Reaktionen beteiligt. Weitere Bestandteile der Luft sind vor allem Edelgase (Argon mit 0,9 %), die nicht an Reaktionen beteiligt sind.

Kohlenstoffdioxid (CO₂), ein weiterer Bestandteil der Luft, ist trotz seines geringen Anteils in der Atmosphäre (derzeit etwas über 0,04 % - 400 ppm) von erheblicher Bedeutung für unser Klima. Das in der Atmosphäre enthaltene CO₂ besitzt die besondere Eigenschaft, infrarote Strahlung (Wärmestrahlung) zu reflektieren. Mit steigendem CO₂ Gehalt wird mehr Wärme zur Erdoberfläche zurückgeworfen. Dadurch liegt die durchschnittliche Temperatur der Atmosphäre mit steigendem CO₂ Gehalt höher. Neben CO₂ tragen auch Methan und Lachgas (CH₄ und N₂O) zum Treibhauseffekt bei.

Eine wichtige Fähigkeit der Luft ist die temperaturabhängige Fähigkeit, Wasserdampf aufzunehmen. Dies wird mit den Zustandsgrößen der absoluten und relativen Feuchtigkeit beschrieben.

Die absolute Feuchtigkeit ist die Menge Wasser pro Menge Luft, die tatsächlich in der Luft enthalten ist, die Einheit ist g Wasser pro kg trockene Luft.

Die relative Feuchte in % (Wert liegt zwischen 0 und 100 %) ist der Anteil des aktuellen Wassergehaltes in Relation zum maximal möglichen Wassergehalt bei einer bestimmten Temperatur. Je höher die Temperatur der Luft, umso mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen. Wenn die maximal mögliche Wasseraufnahmemenge in der Luft noch nicht überschritten wird, kann die Luft weiter Wasser aufnehmen. Kühlt mit Wasser gesättigte Luft ab, wird die 100 % relative Feuchtigkeit überschritten und die Luft muss das aufgenommene Wasser wieder abgeben, es kommt zur Kondensation und das Wasser wird in der Luft als Tropfen oder Nebel sichtbar.

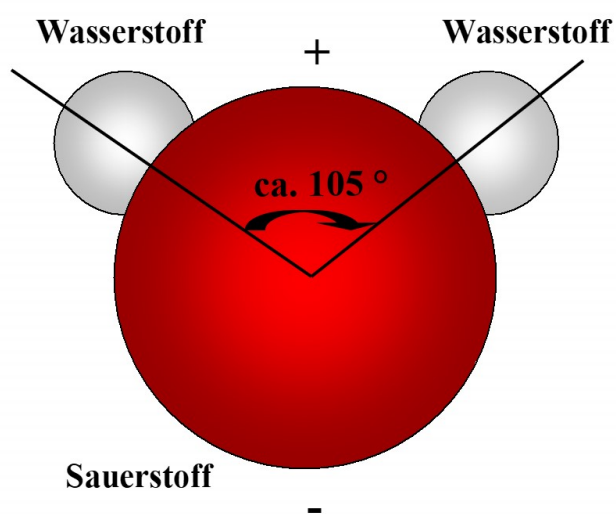


Quelle: EA NRW

Mit steigender Feuchtigkeit und mit steigender Temperatur steigt auch der Energiegehalt der Luft. Dies wird im sogenannten Mollier-h,x-Diagramm (früher i-x-Diagramm) dargestellt. Beim genaueren Betrachten des h,x-Diagramms fällt auf, dass die Dichte der Luft bei konstanter Temperatur mit steigendem Wasserdampfgehalt etwas geringer wird. Dies führt dazu, dass bei gleicher Temperatur die feuchtere Luft leichter ist als die trockenere Luft und dadurch aufsteigt! Das ist der eigentliche Antriebsmotor im Wasserkreislauf, der durch die Energie der Sonne am Laufen gehalten wird.

3 - Wasser – Lösungsmittel, Energieträger und ständig in Bewegung

Der Aufbau des Wassermoleküls (H_2O) ist der Grund für besondere Fähigkeiten von Wasser:

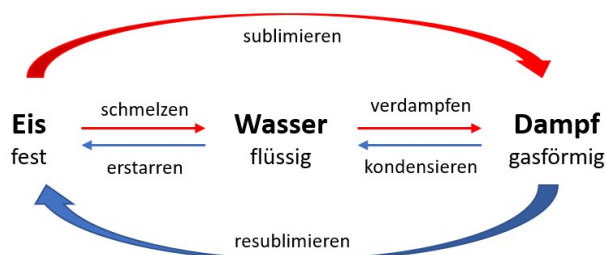


Aufgrund unterschiedlicher Elektronegativitäten bilden die beiden Wasserstoffatome vom Sauerstoffatom aus betrachtet beim Wasser-molekül stets einen Winkel von ca. 105° aus.

Diese Struktur ist die Ursache dafür, dass das Molekül ein Dipol, ein "Minimagnet" ausbildet. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Wassermoleküls sind auf Wechselwirkungen der Moleküle untereinander durch die Dipolbildung und Wasserstoffbrückenbindungen zurückzuführen. Hierzu gehören zum Beispiel die Wärmekapazität, die Aggregatzustände, die Oberflächenspannung, die Dichteanomalie und die Fähigkeit, Salze zu lösen.

In der flüssigen Phase bilden die Wassermoleküle über Wasserstoffbrückenbindungen einen engen und stabilen Verband. Dies ist der Grund, warum Wasser unter Normalbedingungen flüssig ist und nicht dampfförmig, wie ähnliche andere Verbindungen. Die Dichteanomalie von Wasser, dass bei 4°C die höchste Dichte vorliegt, führt dazu, dass Seen von oben nach unten frieren und so unter dem Eis noch ein gewisser frostfreier Lebensraum bleibt.

Wasser kommt unter den auf der Erde möglichen natürlichen Bedingungen je nach Temperatur und Druck in allen 3 Aggregatzuständen vor; es findet häufig ein Wechsel dieser Zustände statt:

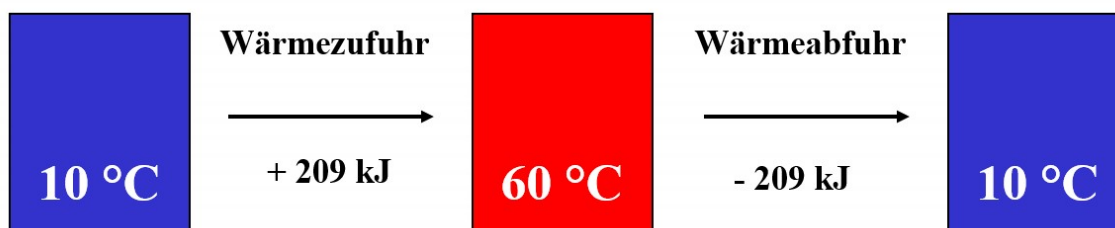


Die Bilder zeigen flüssiges Wasser im kleinen See und darauf und darum festes Wasser als Eis und Schnee, als auch dampfförmiges Wasser in der Luft (das dampfförmige Wasser in der Luft ist nicht sichtbar, die Wolken bestehen als Kondensat aus feinsten Wassertröpfchen) sowie die jeweiligen Übergänge (Aggregatzustandswechsel).

Die rot dargestellten Wechsel benötigen Energie und die blau dargestellten Wechsel geben Energie ab.

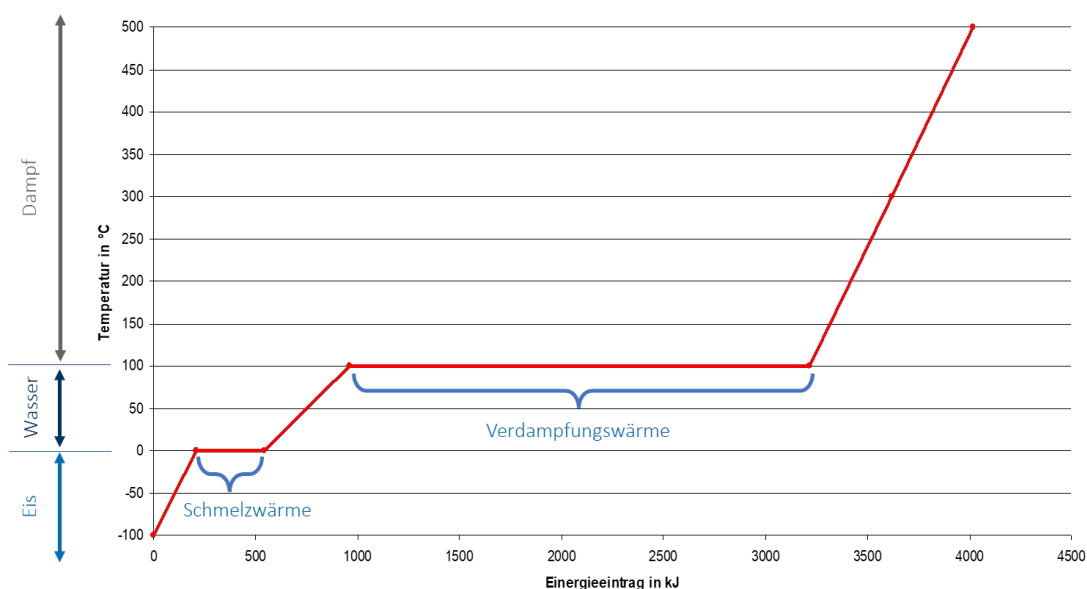
Das Verhältnis von zugeführter Wärme zu der dadurch verursachten Temperaturerhöhung wird als spezifische Wärmekapazität bezeichnet. Wasser weist hier einen sehr hohen Wert von $4,18 \text{ kJ} / (\text{kg K})$ (bei 20°C und Normaldruck) auf.

Beispiel der Wärmespeicherkapazität von 1 kg Wasser:



Kaum ein anderer Stoff ist in der Lage so viel Wärme aufzunehmen und zu speichern, nur Ammoniak liegt etwas höher bei ca. 4,7 kJ/(kg K). Wird Wasser zwischen der Wärmeaufnahme und der Wärmeabfuhr transportiert, ist es in der Lage Wärme von einem Ort an einen anderen Ort zu tragen. In sehr vielen Anwendungen wird Wasser als Wärmeträger oder Energieträger genutzt. Wasser transportiert Energie in Heizungssystemen vom Kessel zu den Verbrauchern und in Kühlanlagen von den Verbrauchern zum Kühler.

Erwärmt man 1 kg Eis unter Normaldruck und konstanter Wärmezufuhr so stellt sich bei einem ideal vermischen System ein entsprechender Temperaturverlauf ein, der prinzipiell folgenden Verlauf nimmt:

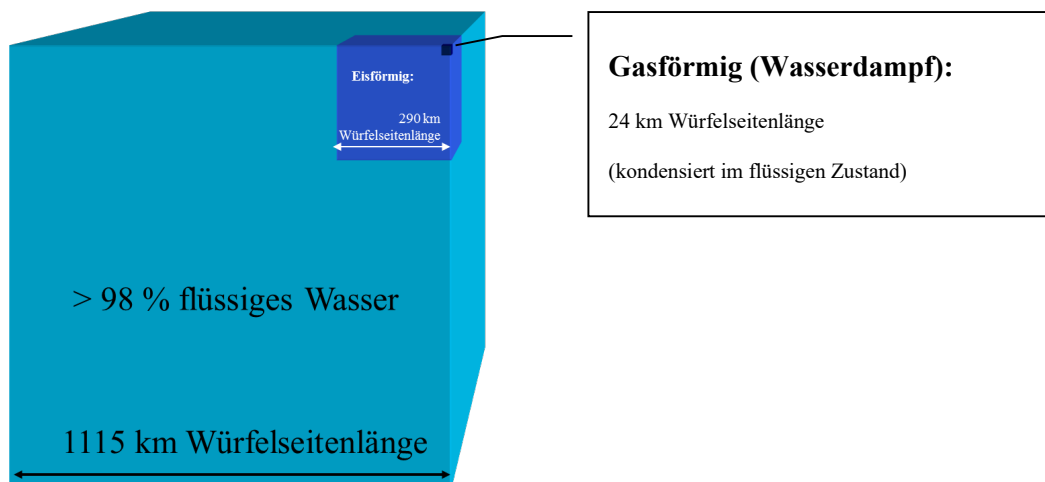


Schmelzwärme und Verdunstungswärme zeigen auf, wie groß der Energiebedarf bei Aggregatzustandswechseln ist. Hier ändert sich die Temperatur nicht, weil Energie zum Zustandswechsel benötigt wird. In Dampfkesselsystemen und auch in Verdunstungskühlanlagen wird die Verdampfungswärme technisch genutzt, um große Energiemengen zu bewegen. In Wärmepumpenprozessen wird Wasser auch als Kältemittel verwendet. In Eisspeichern wird die Schmelzwärme technisch genutzt und rundet den technischen Einsatz von Wasser über ein sehr breites Temperaturspektrum ab.

5 – Wasserkreislauf

Die gesamte Wassermasse der Erde wird auf ca. $1,4 \times 10^{18}$ kg geschätzt. Eine enorme Masse, aber gegenüber der gesamten Erdmasse ($5,97 \times 10^{24}$ kg) ist der Anteil kleiner als 1: 1.000.000. Da sich dieser Anteil aber hauptsächlich auf der Oberfläche und in der Atmosphäre unseres Planeten befindet, bedecken die Weltmeere über 70 % der Erdoberfläche und machen unsere Erde zum blauen Planeten.

Der größte Teil des Wassers befindet sich in flüssiger Form (> 98 %), nur ein kleiner Teil ist eisförmig und ein ganz kleiner Teil ist gasförmig. – Mengenverhältnisse:



Diese Wassermassen sind ständig in Bewegung. Der Antrieb für den Wasserkreislauf ist die Energie der Sonne; aber auch ohne Sonneneinstrahlung verdunstet Wasser bei Luftkontakt. Feuchte Luft steigt wegen der geringeren Dichte gegenüber trockener und gleichwarmer Luft in der Atmosphäre auf. Beim Aufstieg in höhere Luftschichten kühlt sich die Luft ab und kann dadurch weniger Wasser aufnehmen. Dadurch steigt die relative Feuchtigkeit immer weiter an. Bei Überschreitung von 100 % relativer Feuchtigkeit kommt es zur Kondensation des Wassers (Kondensat), so bilden sich Wolken oder Nebel aus. - Jeder kennt den Wasserkreislauf:

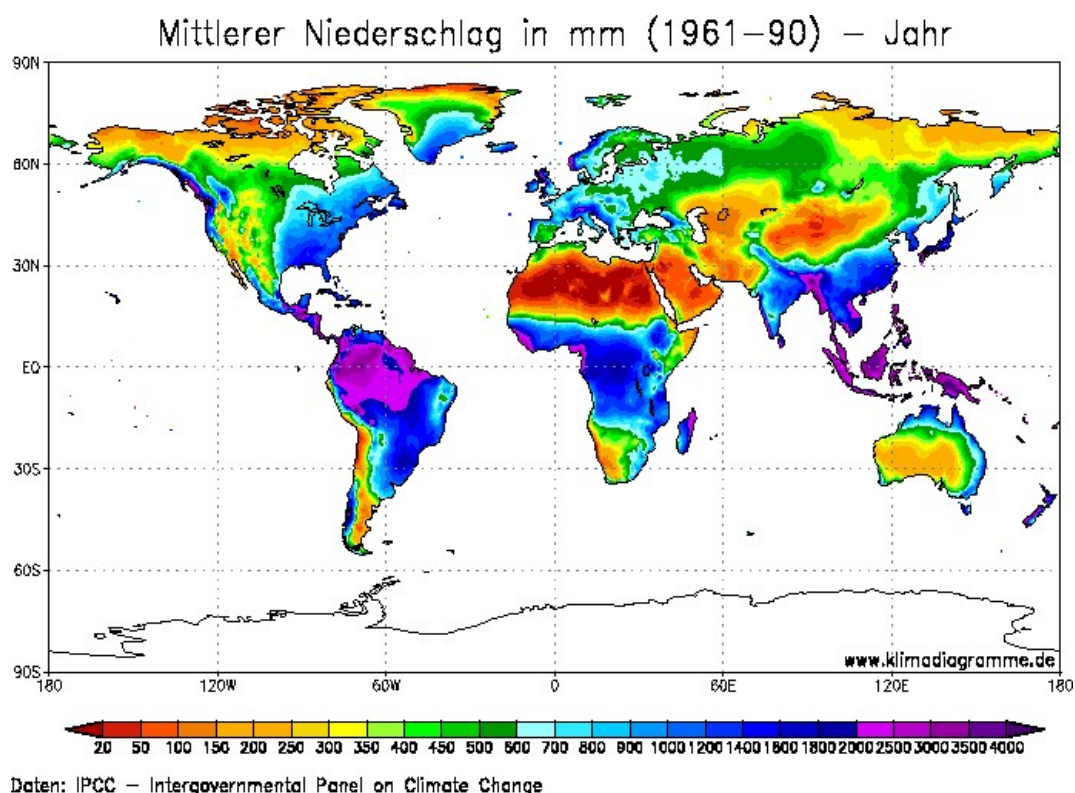


Quelle: Internet

Eine enorme Menge an Wasser nimmt an diesem Kreislauf teil, verdunstet und kondensiert weltweit fortlaufend.

Die durchschnittliche ‚Umwälzmenge‘ dieses weltweiten Wasserkreislaufes liegt berechnet mit ca. 15.000.000 m³/s unvorstellbar hoch. Die durchschnittliche Verweilzeit eines einzelnen Wassermoleküls in der Atmosphäre wird dabei auf ca. 10 Tage geschätzt, der Weg über Bäche und Flüsse zurück ins Meer dauert mehrere Wochen und im Meer verbleibt ein Wassermolekül rechnerisch über 2.000 Jahre. Einige wenige Wassermoleküle durchlaufen auch besondere Bereiche. Im ewigen Eis in den Polarregionen ist die Verweilzeit noch länger. Wasser, welches wir Menschen trinken, wird temporär Teil unseres Körpers. Wo die einzelnen Wassermoleküle in der langen Erdgeschichte schon überall gewesen sind, werden wir nie erfahren, denn Wassermoleküle bleiben letztendlich meist ausschließlich Wassermoleküle und werden auch aus unserem Körper irgendwann wieder ausgeschieden und setzen die Reise fort.

Die räumliche und zeitliche Verteilung der Verdunstung und der des Niederschlages ist stark schwankend. Ein Großteil des Niederschlagswassers regnet über den Weltmeeren wieder ab. Die verbliebene Menge regnet auf dem Festland ab, dort können die Niederschlagsmengen erfasst werden. Eine folgende Karte zeigt die weltweite Niederschlagsmenge in mm/Jahr:

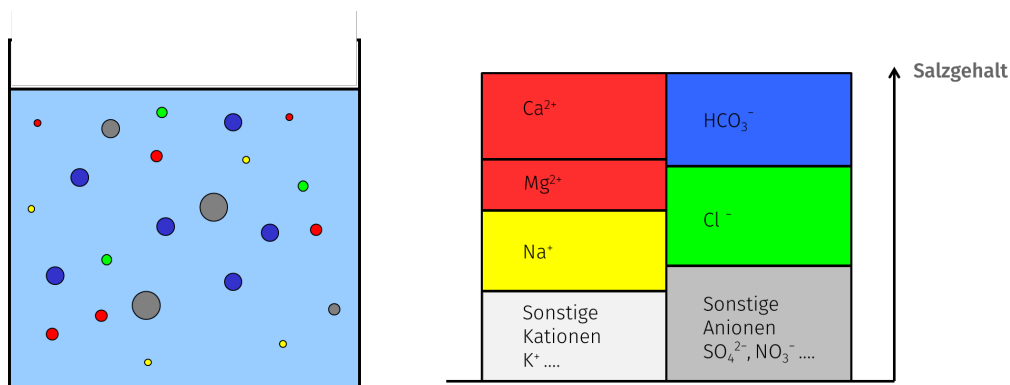


Es gibt Regionen, in denen es fast nie regnet (Wüsten) und andere Regionen, in denen es nahezu unaufhörlich regnet (Regenwald). Durch die globale Erwärmung der Atmosphäre kann immer mehr Wasser aufgenommen werden und dadurch steigt die Umwälzrate des Wassers immer weiter. Wenn mehr Wasser verdunstet, kommt es folglich auch zu mehr Niederschlägen.

Diese Entwicklung hat der Mensch durch die Klimaerwärmung mit verursacht und die Menge wird bei weiterem Temperaturanstieg noch weiter steigen. Kommt es zu stationären und langanhaltenden Wetterverhältnissen mit Niederschlag sind erhebliche Starkregenereignisse mit ihrer zerstörenden Kraft zukünftig noch intensiver und häufiger.

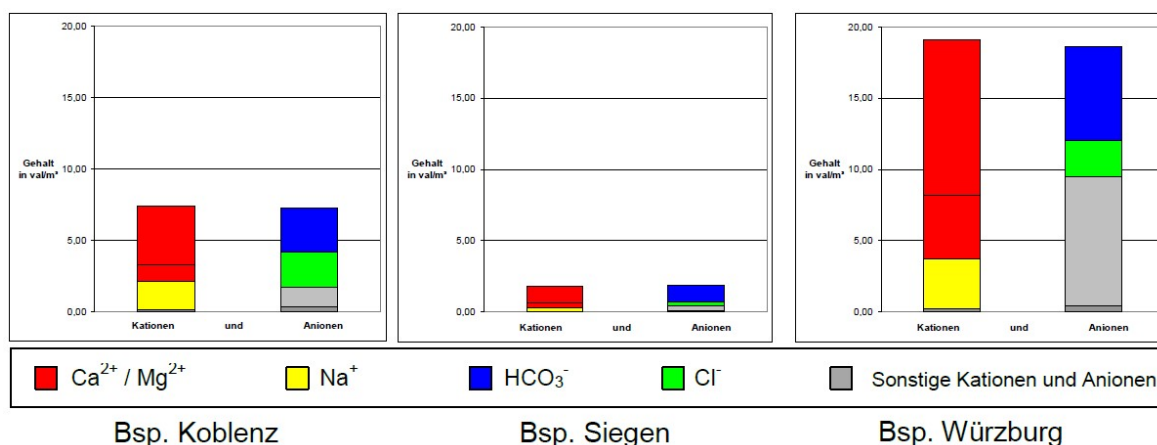
6 – Löslichkeit von Salzen

Die Dipolstruktur von Wasser verursacht nicht nur die energetisch guten Eigenschaften von Wasser. Die Dipolstruktur ist die Voraussetzung dafür, dass Wasser ein sehr gutes Lösungsmittel ist; vor allem für Salze. Regenwasser löst nach dem Niederschlag über den Kontakt mit dem Untergrund auf seinen Weg über Bäche und Flüsse permanent Salze aus dem Erdreich auf und reichert sich so mit Salzen an. Die Art und Menge der aufgenommenen Salze hängen vom Weg des Wassers und der Art des Bodens ab. Im Wasser lösen sich die Salze (z.B. NaCl) in die jeweiligen Ionen auf (positiv und negativ geladene Ionen).



Die im Wasser gelösten Ionen werden links im Becherglas einzeln dargestellt und als Säulendarstellung visualisiert. Je höher die Säule, umso mehr Salze (Ladungsträger) sind im Wasser gelöst. Die farblich dargestellten Flächen entsprechen dem Gehalte der jeweiligen Ionen. Die unterschiedlichen Ionenwertigkeiten wurden dabei berücksichtigt. Anhand der im Wasser gelösten Ionen können Vermutungen auf die in Lösung gegangenen Salze getroffen werden, ein Rückschluss auf die genaue Zusammensetzung der Ursprungssalze ist meist nicht mehr möglich.

Hier sind beispielhaft drei unterschiedliche Wasserqualitäten optisch aufgezeigt:



In Koblenz wird beispielsweise ein Rheinuferfiltrat zur Trinkwasserversorgung gewonnen, mit einem mittleren Salzgehalt. In Siegen wird das Trinkwasser aus Talsperren gewonnen, welches sehr salzarm ist. In Würzburg wird überwiegend Quell- und Grundwasser verwendet, welches sehr mineralreich ist.

Die vorhandener Bodenstruktur und Zusammensetzung der Mineralien spiegeln sich dann in der Wasserqualität wider, so bilden sich unterschiedliche Salzzusammensetzungen und Salzniveaus aus. Ein über Talsperren gesammeltes Wasser hat meist wenig Salze aufnehmen können, ein Brunnenwasser aus einem tiefen Brunnen kann durch die längere Kontaktzeit meist viel mehr Salze aufnehmen und ist

somit oft salzreicher und damit mineralhaltiger. Die Art und Menge der aufgenommenen Salze verändern die Eigenschaften des Wassers. So neigt ein Wasser mit hohen Gehalten an Kalzium und Magnesium und von Hydrogenkarbonat dazu, dass beim Erwärmen des Wassers schnell Kalk ausfällt. - Hohe Gehalte an Chlorid oder Sulfat können die Korrosionsgeschwindigkeit in metallischen Rohrleitungen anheben.

7 – Rheinwasser von der Quelle bis zur Mündung

Der Rhein ist nicht nur Europas wichtigste Wasserstraße, er ist ein wichtiger Lieferant für viele Wasserversorger. Nicht nur die Bodenseewasserversorgung bedient sich beim Rhein, es werden auch viele weitere Anlagen zur Trinkwassergewinnung über Rheinuferfiltrate betrieben. Auf seinem Weg von der Rheinquelle am Tomasee in der Schweiz bis zu seiner Mündung in die Nordsee nimmt der Rhein fortlaufend Salze auf und erhält auch weitere Salzfrachten über die Nebenflüsse oder andere Einleitungen. Der Rhein nimmt auf dem Weg von der Quelle bis zur Mündung durchschnittlich mehr als 500 g Salze pro m³ Wasser auf!

Datenauszug gemessener Wasserwerte vom Rhein aus dem Jahr 2014:

Entnahmestelle			Wasserwerte					
Ort - Bereich	Höhe über NN	Fluss-Km	Temperatur in °C	pH-Wert	elektr. Leitfähigkeit (25°) in mS/m	Gesamthärte in °d	Karbonathärte in °d	Chloridgehalt in g/m ³
Quelle – Tomasee (CH)	2345	-221	4,0	6,9	4,9	1,0	1,0	1,5
Vorderrhein in Sedrun	1364	-210	8,0	8,2	8,9	2,3	2,3	2,0
Vorderrhein in Ilanz	696	-160	9,0	8,2	12,4	3,5	2,3	2,5
Vorderrhein in Reichenau	594	-140	11,0	8,1	16,3	4,5	3,5	2,5
Bodenseezulauf in Fußach	400	-50	14,0	8,2	23,4	5,5	4,5	2,5
Bodensee in Konstanz	399	0	22,0	8,6	32,2	8,0	6,0	7,5
Rheinfall – Schaffhausen	364	55	21,8	8,5	32,6	8,5	6,3	7,5
Rhein in Kilsett – (F)	127	313	22,0	8,6	35,5	8,0	6,5	10,0
Rhein in Mannheim	90	430	21,5	8,0	37,3	8,5	7,5	15,0
Rhein in Mainz	82	510	21,7	8,2	44,8	8,0	7,5	22,5
Rhein bei Niederwerth	64	594	21,3	8,2	47,4	10,0	7,0	35,0
Rhein in Duisburg	21	750	20,7	8,1	55,3	10,0	7,0	52,5
Rheindelta in Nijmegen	11	939	20,4	8,2	68,9	11,0	7,0	90,0

Diese Werte wurden in einer praktischen Schülerarbeit im Bereich ‚Schüler experimentieren‘ (Vorstufe von ‚Jugend forscht‘) im Juni 2014 durch Nico Hilden analytisch ermittelt.

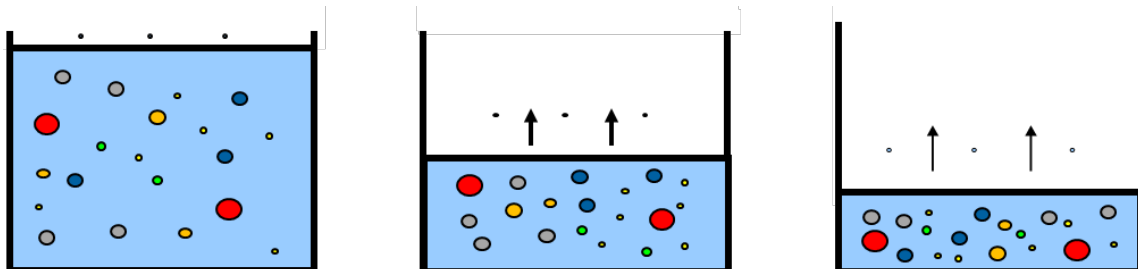
Eine wirklich großartige Schülerarbeit und ein großartiges Erlebnis!



Bei einem durchschnittlichen Volumenstrom vom Rhein von ca. 2.000 m³/s ergibt sich mit dem Salzgehalt von 0,5 kg/m³ eine durchschnittliche Salzfracht von ca. 1.000 kg/s, die der Rhein in die Nordsee transportiert. - Das entspricht einer Tonne Salz pro Sekunde (1 t/s)!

8 – Eindickung durch Verdunstung

Da beim Verdampfen nur reines Wasser den Aggregatzustand wechseln kann, bleiben die im Wasser gelösten Salze bei der Verdunstung zurück. Ein mit leicht salzhaltigem Wasser gefüllter Kochtopf dickt bei zunehmender Verdunstung des Wassers ein, die Salzkonzentration steigt dadurch an.

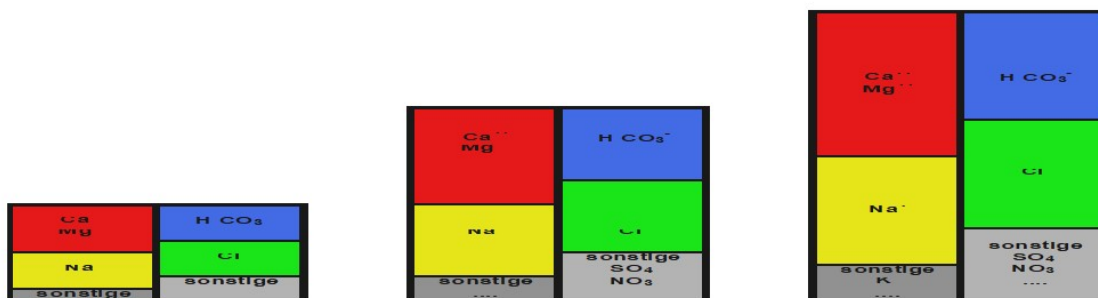


Das Bild zeigt die im Wasser gelösten Ionen, die durch Verdunstung in immer weniger Wasser gelöst eindicken. Das Verhältnis der Salzkonzentration zum Ausgangswasser wird mit der Eindickungszahl EZ beschrieben. $EZ = 2$ bedeutet eine doppelt so hohe Salzkonzentration wie im Ausgangswasser.

Ausgangswasser →

$EZ = 2$

$EZ = 3$



9 – Salzwasser und Süßwasser

Die Verdunstung von Wasser in der Atmosphäre und der darauffolgende Niederschlag entsprechen dem physikalischen Vorgang der Destillation. Der in der Atmosphäre permanent arbeitende Wasserkreislauf schafft daher verschiedene Wasserqualitäten und damit auch Lebensräume und neben großen Bereichen an Salzwasser (Meere) auch einige wenige Bereiche mit Süßwasser, welche durch Niederschläge wieder aufgefüllt werden oder neu entstehen. Wasser mit einem Salzgehalt von mehr als 1 % wird als Salzwasser bezeichnet. Wasser mit einem Salzgehalt von weniger als 0,1 % wird als Süßwasser bezeichnet. Wasser mit einem Salzgehalt dazwischen wird als Brackwasser bezeichnet.

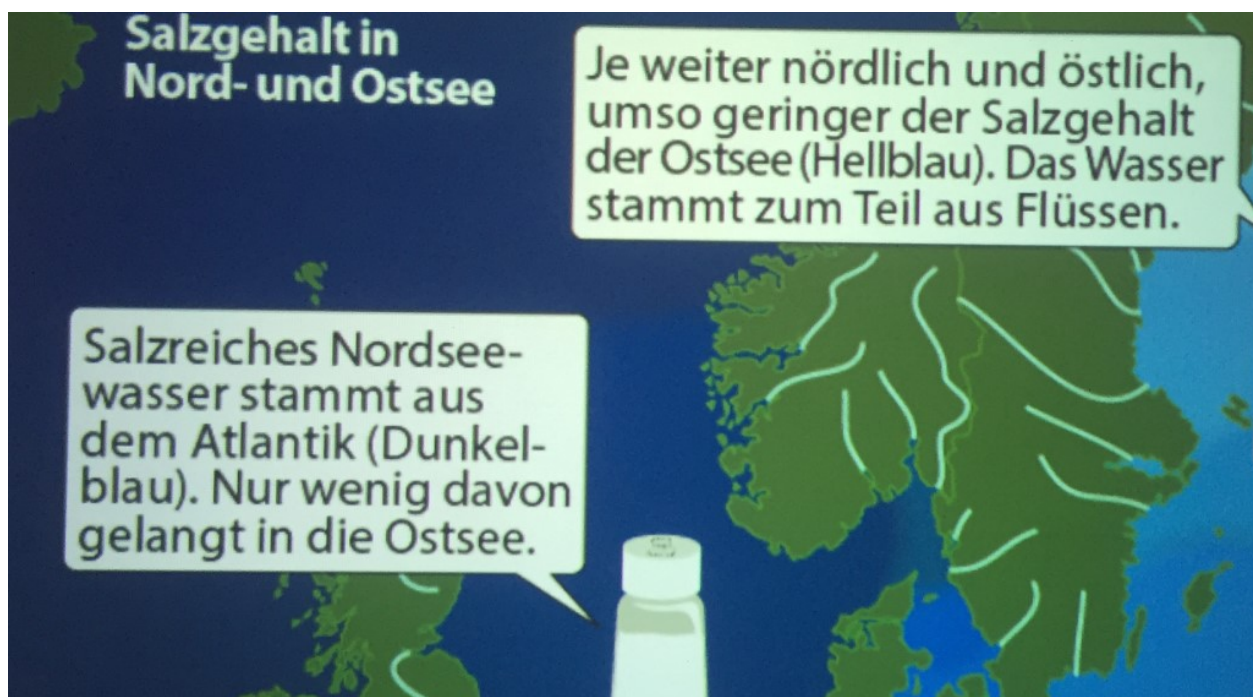
Über alle Flüsse werden fortlaufend Salze ins Meer eingetragen und bleiben letztendlich dort zurück, wenn Wasser beim nächsten Verdunsten wieder auf seine Reise geht. Dadurch entsteht der Unterschied zwischen Süßwasser und Salzwasser. Süßwasser befindet sich immer im Fluss oder einem durchströmten See und endet letztendlich immer im Meer. Die Vermischung der Weltmeere ist über die Meeresströmungen recht gut und daher ist der Salzgehalt der Meere weltweit relativ gleich verteilt. Über Jahrmillionen hinweg hat sich der Salzgehalt (ca. 3,5 %) in den Weltmeeren entwickelt. Lokale Meere können durch hohe Verdunstungsraten durchaus sehr hohe Salzgehalte (z.B. Totes Meer mit über 20 %) erreichen.

Diese Zusammenhänge sind zwar bekannt, aber nicht ganz verstanden, weil der Wasserkreislauf oft isoliert ohne den stattfindenden Salztransport betrachtet wird.

10 – Nordsee und Ostsee - Salzwasser und Brackwasser

Im Mündungsgebiet der Flüsse kommt es durch Ebbe und Flut zu einer Vermischung von Süßwasser und Salzwasser, die einer Art Tauziehen entspricht. Bei Ebbe strömt das Süßwasser weit über die Mündung hinaus ins offene Meer und verdünnt das Meer im Mündungsbereich. Bei Flut drückt Meerwasser in die Mündung des Flusses und sorgt für deutlich höhere Salzgehalte im Mündungsbereich bis mehrere km landeinwärts. Beim Rhein ist bei Flut noch in Emmerich ein höherer Salzgehalt festzustellen.

Die Nordsee steht in direktem Austausch zum Atlantik und hat dadurch auch den Salzgehalt des Atlantiks angenommen. Die Ostsee ist nur über eine Meerenge bei Dänemark in Kontakt mit der Nordsee verbunden und ist letztendlich ein riesiges Mündungsgebiet aller in die Ostsee mündenden Flüsse. Die Ostsee selbst weist wegen der kleinen Fläche kaum eine Ebbe und Flut auf. Durch die ausgeprägte Ebbe und Flut in der Nordsee wird über die Verbindung immer wieder Salz in die Ostsee gedrückt (meist im Bodenbereich wegen der höheren Dichte), so dass der Salzgehalt nach Osten hin immer weiter sinkt.



Quelle: MS Wissenschaft – Darstellung aus 2016

Diese unterschiedliche Salzkonzentration führt zu unterschiedlichen Dichten, die wiederum einen unterschiedlichen Auftrieb für Schiffe verursachen. Wenn ein Schiff in Kiel maximal beladen wird und das Schiff nach St. Petersburg fährt, kann es sein, dass es durch den geringeren Auftrieb zu sinken droht.

Dies wird über die Plimsoll Linie an Schiffen genau betrachtet, um Unfälle zu verhindern.

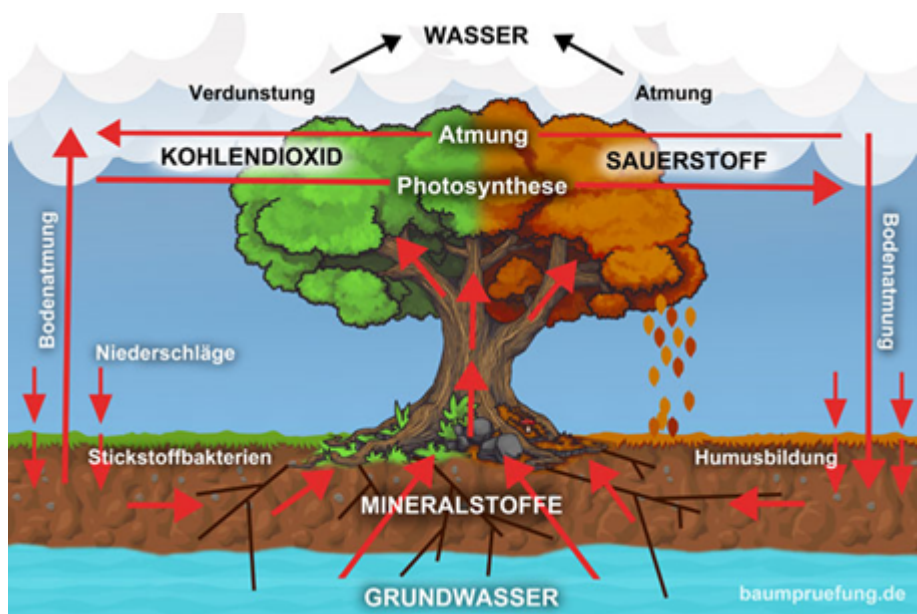
11 – Klimazonen – Temperaturschwankungen - Vegetation

Durch die schräggestellte Erdachse entstehen beim Umlauf der Erde um die Sonne unterschiedliche Winkel der Sonneneinstrahlung. Daraus resultieren verschiedene Klimazonen, die im Jahresverlauf Schwankungen unterliegen. Die unterschiedlichen Zonen bieten unterschiedliche Lebensräume und die Vegetation ist eine entscheidende Größe im sich einstellenden Klima. Gerade Wälder stellen einen enormen Wasserspeicher dar, die den Wasserkreislauf sozusagen puffern und unterstützen. Ausreichende Waldflächen sichern eine ausreichende Menge an Wasser im Boden und sorgen für ein kühleres Klima als in waldarmen Gebieten.

Neben den regionalen Schwankungen der unterschiedlichen Klimazonen gibt es auch tages- und jahreszeitliche Schwankungen. Bei der Verdunstung und dem Niederschlag von Wasser werden hohe Energiemengen benötigt, so dass Wasserdampf in der Atmosphäre das Temperaturniveau letztendlich puffert. Die tägliche Temperaturspanne der Atmosphäre ist in feuchten Räumen daher deutlich geringer als in trockenen Räumen. In sehr trockenen Wüsten liegt die Temperaturspanne zwischen Tag und Nacht enorm hoch, weil der Energieeintrag im Tagesverlauf zu entsprechend hohen Temperaturen führt und Energie nicht durch Verdunstungsprozesse gebunden wird.

Die Weltmeere stellen einen riesigen Wärmespeicher dar und spielen eine enorm puffernde Rolle im globalen Klima unseres Planeten. Die globalen Meeresströmungen wirken wie eine weltweit arbeitende Heizungsanlage. Der Golfstrom (50.000.000 m³/s!) verursacht als Wärmeträger in Europa ein milderes und wärmeres Klima. Die Strömungsdynamik der Meeresströmungen ist jedoch labil und hängt unter anderem vom Salzgehalt und Einfluss durch Schmelzwasser ab. Veränderungen der Schmelzwassermengen führen zu Änderungen der Meeresströmungen. Diese Veränderungen wirken sich wiederum auf das Temperaturniveau, auf die Niederschlagsverhältnisse und somit auf das Klima und die Vegetation aus.

Die Klimazonen verändern sich und in vielen Regionen findet eine Ausbreitung von Wüsten statt. Die Desertifikation ist der schleichende Prozess der Zerstörung der Regenerationsfähigkeit arider und semiarider Gebiete. Das großflächige Roden von Waldgebieten verschlechtert die Fähigkeit der Wasseraufnahme und Grundwasserausbildung in diesen Gebieten.



12 – Lebensgrundlage Wasser

Die wichtigste Grundlage des Lebens ist das Element Wasser. Nicht nur unser Planet selbst ist mit über 70 % von Wasser bedeckt, auch wir selbst bestehen zum größten Teil aus diesem Molekül, alle Lebewesen tragen es in sich und es ist durch sehr viele Kreisläufe eng mit dem Leben verbunden.

Ohne Wasser können wir Menschen nur wenige Tage überleben.

Wasser ist die Grundlage des pflanzlichen Lebens und eine grundsätzliche Voraussetzung für die Photosynthese, die aus CO₂ mit Hilfe von Sonnenlicht und Wasser pflanzliche Energie und Sauerstoff bildet. Im Meer wächst dadurch Plankton als Grundlage für die Nahrungskette der Meeresbewohner. Im Bodenbereich ist gerade in Wäldern eine enorme Menge an Wasser gebunden und die Wälder stellen eine riesige Luftbefeuchtungsanlage dar.

In den letzten Millionen Jahren hat sich die Vielfalt auf unserem Planeten enorm entwickelt. Die unterschiedlichen Lebensformen haben sich an die jeweiligen Bedingungen angepasst und so stellt die Erde heute eine Heimat für unzählige Lebensformen dar.

Unsere Erde steht dabei in einem labilen Gleichgewicht und die anpassungsfähigeren Spezies überleben. Der Mensch hat sich in den letzten tausenden Jahren an die Spitze der Nahrungskette gearbeitet. Keine andere Art hat sich derart dominant entwickelt. Er betrachtet sich als die Krone der Schöpfung und nutzt die Erde auf eine bisher unbekannte Art und Weise unter extremer Nutzung der vorhandenen Rohstoffe.

Dabei verändert er die Erde und greift in das labile Gleichgewicht der Natur ein. Besonders das Verbrennen fossiler Stoffe führt zu extremen Veränderungen mit schwerwiegenden Folgen.

Der Eintrag an Plastik in unsere Umwelt zeigt bereits enorme Auswirkungen, denn diese Plastikteile werden zeitweise Begleiter des Wasserkreislaufes und landen so letztendlich im Meer. Hier sind bereits riesige Müll-Flächen entstanden und die Plastikkomponenten werden dabei immer kleiner und somit auch Teil im Nahrungskreislauf der Meeresbewohner.

Die Meere sind die hydraulische Endstufe von allem, was wir ins Wasser geben. So werden sich auch Arzneimittel, Hormone, Pestizide und andere vom Menschen eingetragene Stoffe (wie das Salz schon über Jahrtausende) im Meer anreichern, dabei aber zu immer mehr Auswirkungen auf die Meeresbewohner führen. Zumindest einen Teil davon bekommen wir über die Nahrungskette durch Fischfang wieder zurück auf unseren Tisch!

13- CO₂ – Kreislauf und Temperaturentwicklung

Viele Lebewesen und alle Säugetiere benötigen Sauerstoff zum Atmen, dabei wird Sauerstoff in CO₂ umgewandelt. Bei Pflanzen läuft der Prozess andersherum ab, hier wird durch die Photosynthese CO₂ in Biomasse und Sauerstoff umgesetzt. Deswegen verläuft der Anstieg der aus CO₂ Konzentration durch den anthropogenen Eintrag nicht linear. Die Pflanzen nehmen beim Wachstum CO₂ auf und so wird während der Wachstumsphase auf der Nordhalbkugel der Erde die Konzentration an CO₂ sogar kurzzeitig reduziert. Die Abbildung aus dem Internet zeigt die Entwicklung an unterschiedlichen Orten gut auf. Am Südpol, wo nahezu kein Einfluss durch Vegetation vorhanden ist, verläuft der Anstieg fast linear.

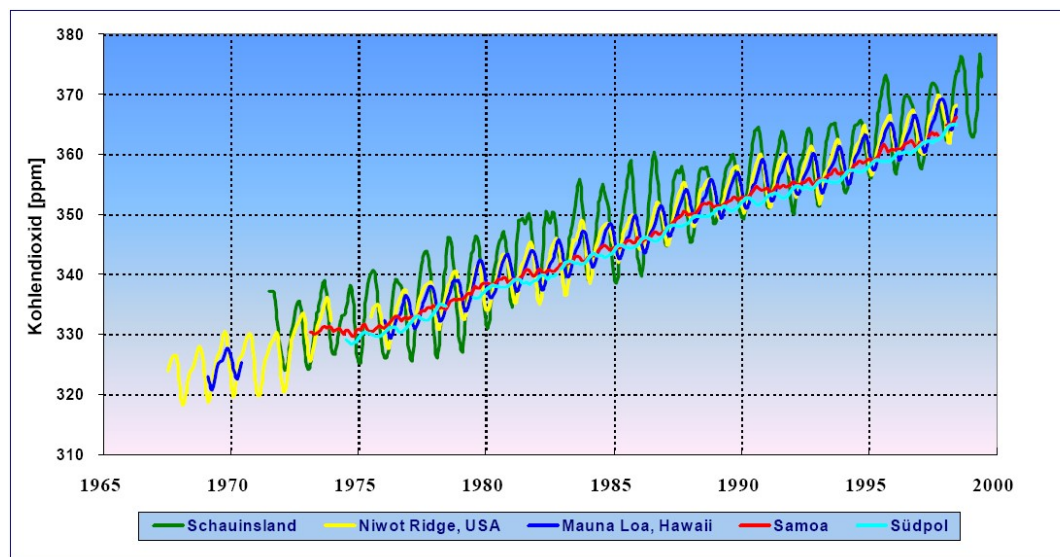


Abbildung 17: Weltweiter Trend der Monatsmittel der Kohlendioxid-Konzentrationen

Der steigende Gehalt an CO₂ führt zu einem weiteren Anstieg der Temperatur und dies verschärft die Situation weiter. Je höher der Eintrag an CO₂ in die Atmosphäre, umso stärker der Anstieg der Temperatur. Es kommt demnach auf die Mengen an CO₂ an die in die Atmosphäre eingebracht wird.

Höhere Temperaturen führen zum Abschmelzen von Gletschern und vom Polaren Eis. Das Abtauen der Eisflächen verändert die Strahlungsbilanz erheblich, weil weiße Flächen das Sonnenlicht mehr reflektieren. Dadurch verschärft sich die Erwärmung noch weiter, je mehr weiße Flächen sich in grau oder schwarz verwandeln. Im Klimawandel spricht man von Kipppunkten, deren Überschreitung weitere Folgen mit sich bringen, die die Situation verschärfen.

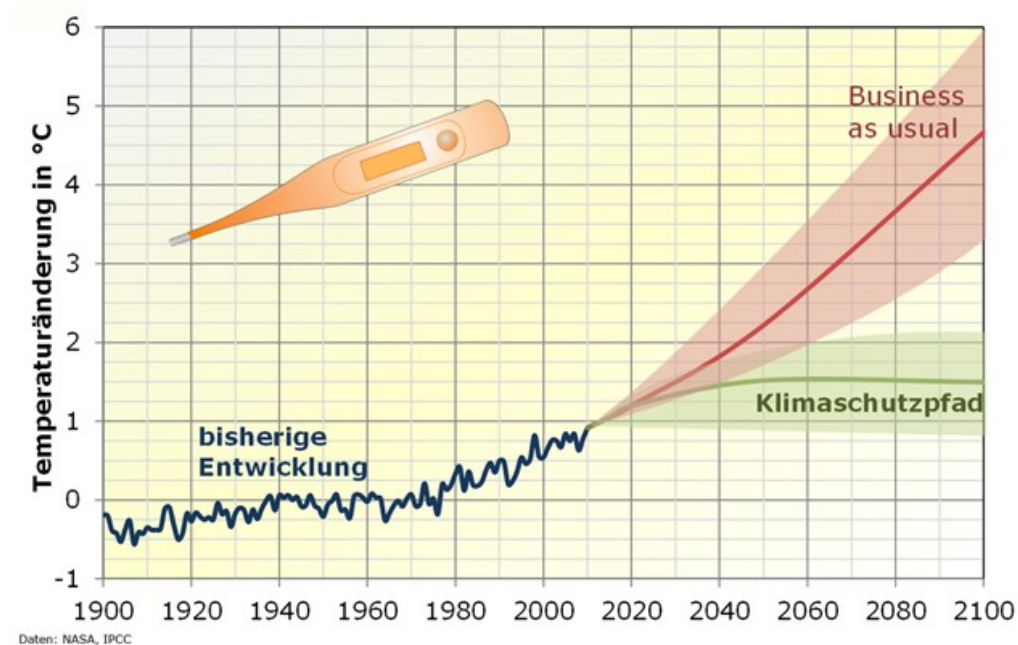
Die Gletscher der Alpen sorgen dafür, dass auch bei Trockenheit im Sommer stets noch Wasser aus den Alpen fließt und so die Flüsse weiter Wasser führen. Weniger Gletscher führen dazu, dass diese Funktion deutlich geringer wird oder in Zukunft nicht mehr vorhanden sein wird.

Durch den Schmelzwassereintrag (vom Festland) findet ein Massenzuwachs der Weltmeere statt. Der Meeresspiegel steigt nicht nur durch die zusätzlich eingetragene Masse an Schmelzwasser, sondern auch durch die Erwärmung des Wassers. Die Dichte vom Meerwasser wird oberhalb von 4 °C mit steigender Temperatur kleiner, so steigt das Volumen bei gleicher Masse an, wenn es durchschnittlich erwärmt wird.

Wie Luft in der Lage ist, Wasser aufzunehmen, ist auch Wasser in der Lage, Gase aufzunehmen. Hier ist das Löslichkeitsverhalten in Abhängigkeit der Temperatur jedoch anders. Die Fähigkeit, Gase im Wasser

aufzunehmen, nimmt mit steigender Temperatur ab. Meerwasser nimmt große Mengen an CO₂ auf. Durch die Erwärmung des Meerwassers wird diese Aufnahmefähigkeit geringer werden, was die Situation bei steigenden Temperaturen verschärfen wird.

Steigende Temperaturen in der Atmosphäre ermöglichen höhere Wassergehalte und damit auch größeren Wassermengen, die umgewälzt werden. Dies führt zu stärkeren Niederschlägen, Starkregenereignissen und Stürmen.



Diese Grafik von der ICCP aus dem Jahr 2010 zeigt die Optionen auf, die die Menschheit hat, je nachdem, wie wir unser Verhalten im Hinblick auf den CO₂ Eintrag in die Atmosphäre verändern.

Der rote Bereich zeigt den Weg auf, der uns bevor steht, wenn alles so weiter läuft wie bisher (Business as usual) und der grüne Bereich einen Weg, wenn wir unser Handeln anpassen. Aus dem Blickwinkel des Jahres 2010 wurde eine maximale Erwärmung von 1,5 °C als noch realistisch angesehen.



Heute wissen wir, dass dieser Weg so nicht mehr möglich sein wird, weil wir schon zu viel CO₂ in die Atmosphäre eingetragen haben.

Jeder einzelne muss sich entscheiden, welchen Weg er geht, den bequemen Weg weiter oder den Weg des Klimaschutzpfades und seinen eigenen CO₂ - Fußabdruck deutlich einzuschränken.

www.co2-rechner.climatehero.me

14 – Unsere Erde – begrenzte Ressourcen

Über Sonne, Wasser, Nährstoffe und CO₂ entwickelten sich Fauna und Flora, die dann später als verdichtete Biomasse in der Erdkruste eingelagert wurde. Die über die Jahrmillionen entstandenen Vorkommen an Kohle, Gas und Öl sind somit letztendlich durch Sonnenenergie entstandene organische Energieträger. Der Mensch nutzt diese vorhandenen Ressourcen, aber es gibt inzwischen kaum noch unberührte Bereiche auf unserem Planeten.

In den letzten 200 Jahren haben wir die in Millionen Jahren entstandenen Ressourcen im hohen Maße verbraucht. Diese industrielle Entwicklung hat uns zwar ungeahnte Möglichkeiten eröffnet und einen entsprechenden Lebensstandard ermöglicht, aber dabei haben wir unseren Lebensraum auch stark verändert. Die Nutzung der Ressourcen ist ausgefertigt und die Anzahl der Menschen steigt stetig weiter, so dass wir Menschen weit mehr verbrauchen, als uns mittelfristig zur Verfügung steht. Dadurch kommt es zur Verknappung der Ressourcen und auch zu einer enormen Veränderung unserer Erde. Viele andere Arten sind daher bereits ausgestorben und die Erde reagiert immer stärker auf die Veränderung.

Die Klimaveränderung und der CO₂ Anstieg führen zu immer größeren Problemen und rechnerisch benötigen wir inzwischen 7 Erden, um uns auf diesem hohen Lebensstandard zu halten. Wenn wir unsere Nutzung und Verschwendung der Ressourcen nicht deutlich einschränken, wird nicht nur unser Lebensstandard nicht mehr zu halten sein, unseren Lebensraum werden wir damit letztendlich unwiederbringlich zerstören. So richtig bewusst scheint diese Entwicklung dem Menschen nicht zu sein, vielleicht weil die normale Lebensspanne eines Menschen mit inzwischen fast 100 Jahren zwar deutlich gestiegen, aber in Relation zum Alter der Erde nur sehr kurz ist.

Es gibt Aussagen, dass Friedrich Nietzsche der letzte Mensch war, der das gesamte Wissen seiner Zeit in sich vereinen konnte. Das gesamte Wissen der Menschheit hat sich seitdem erheblich entwickelt, die Zusammenhänge werden immer komplexer und der Mensch treibt seine Forschungen und Entwicklungen weiter voran. Heute ist es nur noch möglich, vereinzelt Detailwissen zu beherrschen. Über das Internet sind Informationen zwar jederzeit abrufbar und verfügbar, aber trotz der hohen Verfügbarkeit von Wissen haben wir den Bezug und das Wissen über unsere Natur leider verloren. Wir leben in den Industriestaaten nicht mehr im Gleichgewicht mit der Natur und der Mensch verfolgt seine eigenen Interessen und strebt nach Geld und Wohlstand. Heute kommt der nutzbare Strom scheinbar einfach aus der Steckdose und Trinkwasser kommt in ausreichender Menge und Qualität aus dem Wasserhahn. Der Aufwand dahinter ist unklar, weil alles nur mit Geld beglichen wird. Strom und Wasser sind zwar in den letzten Jahren deutlich teurer geworden, aber dennoch so günstig, dass wir beides verschwenden können.

In den letzten 200 Jahren hat sich die menschliche Gesellschaft stark verändert. Der technische und medizinische Fortschritt lässt die Lebenserwartung immer weiter steigen. Die Entwicklungsländer und Schwellenländer haben einen enormen Nachholbedarf auf ihrem Weg zur Konsumgesellschaft. Die Weltbevölkerung nimmt weiter zu, wir leben alle länger und der Bedarf steigt dadurch immer weiter an. Wir haben nur diese eine Erde, auf der wir leben.

Die wirtschaftlichen Ziele werden immer wieder in den Vordergrund gestellt, weil unsere Systeme so funktionieren. Aber wir sägen derzeit permanent weiter an dem Ast, auf dem wir sitzen und schauen dabei immer nur nach oben, weil es ja immer weiter gehen soll und jeder immer mehr will.

Unsere Atmosphäre wird grenz- und kontinentübergreifend von allen immer mehr belastet. Der steigende CO₂ Gehalt verursacht ein immer höheres Temperaturniveau und immer mehr Menschen

treiben den Gehalt immer höher. Als Resultat zur steigenden Temperatur schmelzen Gletscher und die Einstrahlung wird noch höher, keiner weiß, wie sich das kombiniert weiterentwickelt. Die Erde hat kein Fenster zur Lüftung, wir können das nicht einfach zurückdrehen.

Die tatsächlichen aktuellen Klimadaten überbieten die bisherigen Klimamodelle und es ist inzwischen sehr unwahrscheinlich, dass die Menschheit diese Entwicklung stoppen kann. Nur wenn jetzt sofort alle Anstrengungen zum Klimaschutz unternommen werden, besteht überhaupt noch eine sehr kleine Chance, dass wir unseren Planeten als lebenswerten Raum erhalten.

15 - Mein persönlicher Abschluss:

Ich habe mit meiner Frau zusammen 2006 ein sehr energiegelämmtes Haus mit Wärmepumpe und Lüftungstechnik bauen lassen und 2021 haben wir eine Photovoltaik Anlage mit Speicher nachgerüstet und erzeugen nun mehr Strom, als wir für unser Haus verbrauchen. Ein Nachrüsten von Windkraft scheidet bisher an baurechtlichen Auflagen.

Im Jahr 2022 habe ich Herrn Dr. Udo Engelhardt aus Soest kennen gelernt und mehrere Vorträge von ihm gehört. Er untersucht die Zusammenhänge schon sehr lange und versucht, seine Zuhörer wach zu rütteln. Was er beschreibt und schon für die nächsten zwei bis drei Jahre vorhersagt, beunruhigt mich sehr.

Über die Homepage von www.ansvar.com sind Möglichkeiten aufgezeigt, dem entgegenzuwirken und wenn alle mitmachen würden, besteht auch noch eine Chance. Die Vorträge können auf verschiedenen Plattformen auch angesehen werden.

Ich hatte schon länger geplant, meine Erkenntnisse zum Thema Wasser zusammen zu stellen und zu veröffentlichen. Ich habe die ungünstigen Vorhersagen von Herrn Engelhardt zum Thema Klima zum Anlass genommen, die Priorität neu zu setzen und dies zusammen gestellt und veröffentlicht, da das Thema Klimaerwärmung sehr eng mit dem Thema Wasser gekoppelt ist.

Wir stehen Alle in der Verantwortung jetzt zu reagieren und die Klimaveränderungen auf ein möglichst niedriges Ausmaß zu begrenzen. Ich begrüße und unterstütze die aktuellen Klimainitiativen, distanzieren mich aber ausdrücklich von den rechtsgefährdenden Aktionen der ‚letzten Generation‘. Es ist jedoch erschütternd, dass die Entscheider der Klimapolitik ein grob fahrlässiges Verzögern und Aufschieben notwendiger Veränderungen (aus wirtschaftlichen oder politischen Gründen) tolerieren, während die Verzweigung einzelner Menschen aufgrund der zu erwartenden weltweiten Veränderungen immer größer wird.

In Star Trek hat die Menschheit das Streben nach Gewinn und Reichtum aufgegeben und den wahren Wert der Erde und der Natur erkannt. Ob wir diesen Schritt tatsächlich schaffen? Dazu würde neben der radikalen Veränderung der Klimapolitik auch zählen, dass wir den Reichtum auf dem Planeten fair verteilen.

– Ich glaube, dass dies leider ‚science fiction‘ bleiben wird.