



borer

advanced cleaning solutions

Wasser – Segen und Fluch

Dr. Urs Rosenberg

Solothurn / 14.04.2016



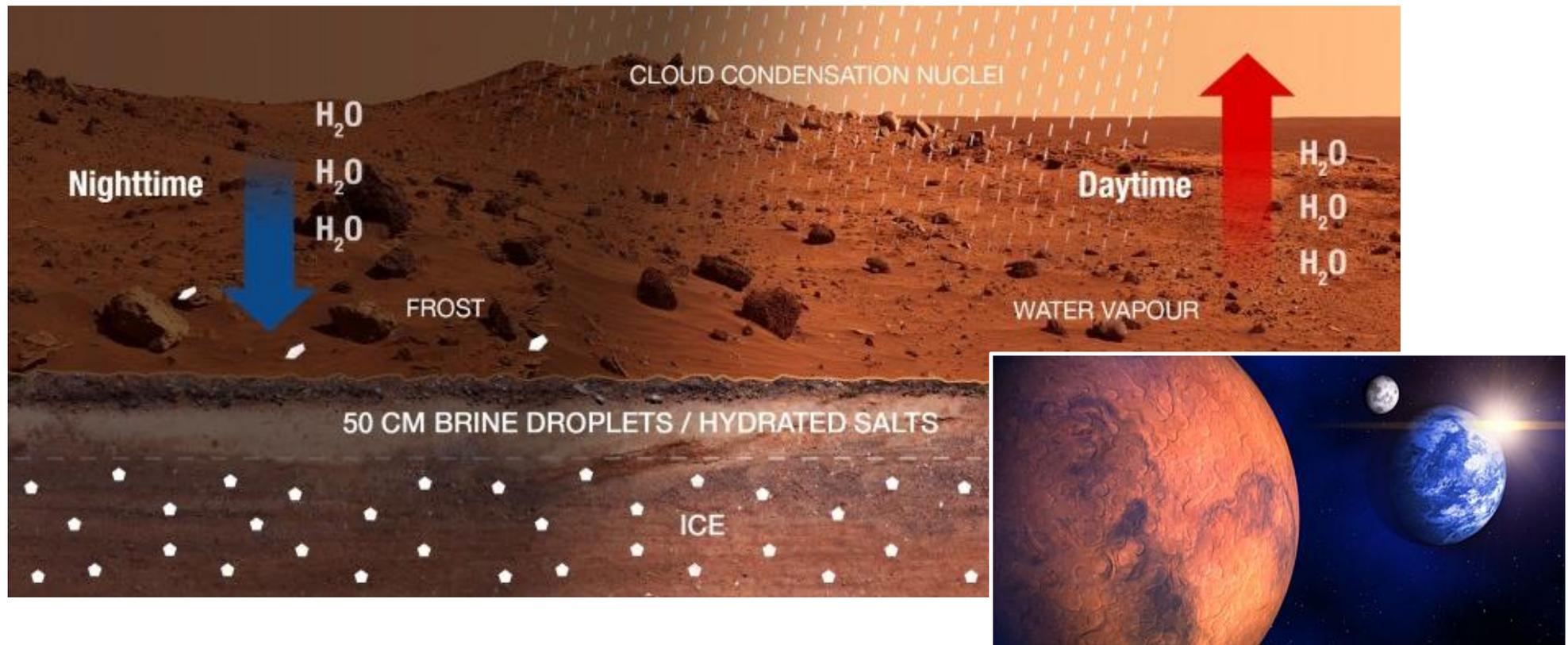
Der blaue Planet



70% der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt



Mars, der rote Planet

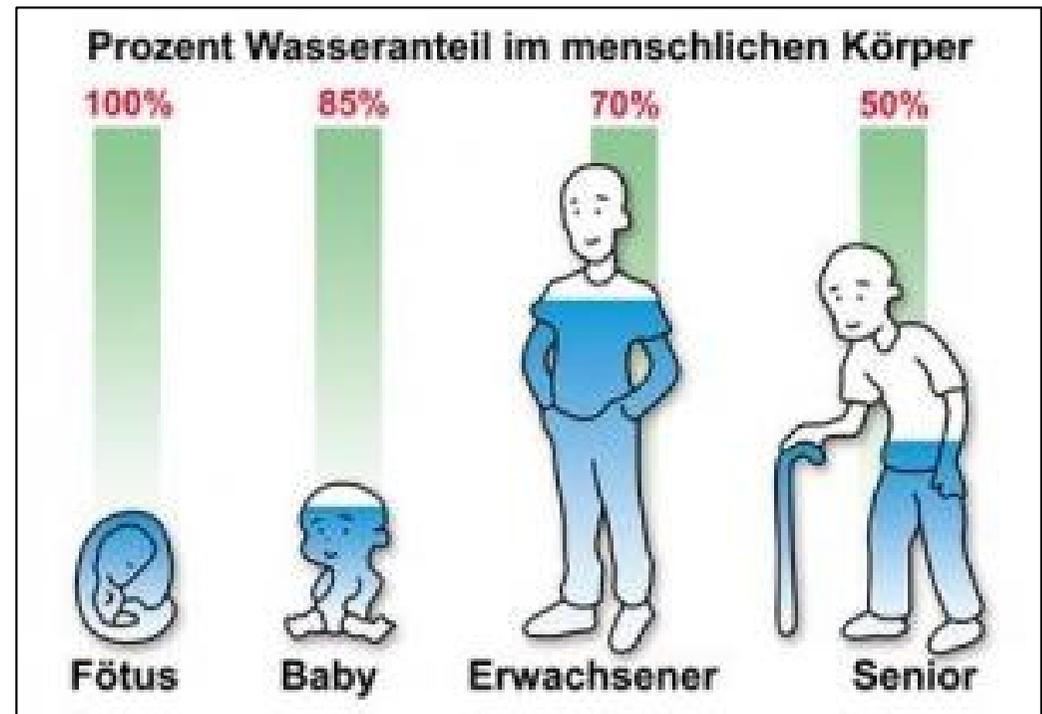


Auf dem Mars gibt es möglicherweise neben Eis auch flüssiges Wasser. Darauf deuten Messungen des Rovers "Curiosity" hin. Demnach könnte sich abends in den oberen fünf Zentimetern des Bodens aus der Luftfeuchtigkeit eine Art Salzlauge bilden, die morgens wieder verdunstet. Für Leben sei es aber vermutlich zu wenig Wasser.

Wasser ist Leben!



Der Mensch, das Wasserwesen



Funktionen des Wassers im Körper

- **Baustein** der Zellen. Als Quellungswasser für Eiweißkörper bildet es mit diesen die Grundsubstanz unserer Zellen.
- **Lösungsmittel.** Für den Organismus wichtige Substanzen liegen in den Körperflüssigkeiten gelöst vor.
- **Transportmittel.** Nährstoffe, körpereigene Substanzen, Stoffwechselprodukte werden im Blutplasma zu ihrem Bestimmungsort transportiert.
- **Regulation des Wärmehaushalts** vor allem durch die Schweißabgabe.



Flüssigkeitsaufnahme und -abgabe

Tägliche Aufnahme	Menge
Feste Nahrung (besteht aus 60-70% Wasser)	700 ml
Oxidationswasser (entsteht in den Zellen bei Verbrennungs-, genannt Oxidationsreaktionen)	300-500 ml (nach Körpergewicht)
Flüssige Nahrung und Getränke	2'000 ml

Tägliche Abgabe	Menge
Nieren → Urin	1'500 ml
Darm → Stuhlgang	100 ml
Haut-/Lungenatmung → Wasserdampf	900 ml
Haut → Schweiss	variiert

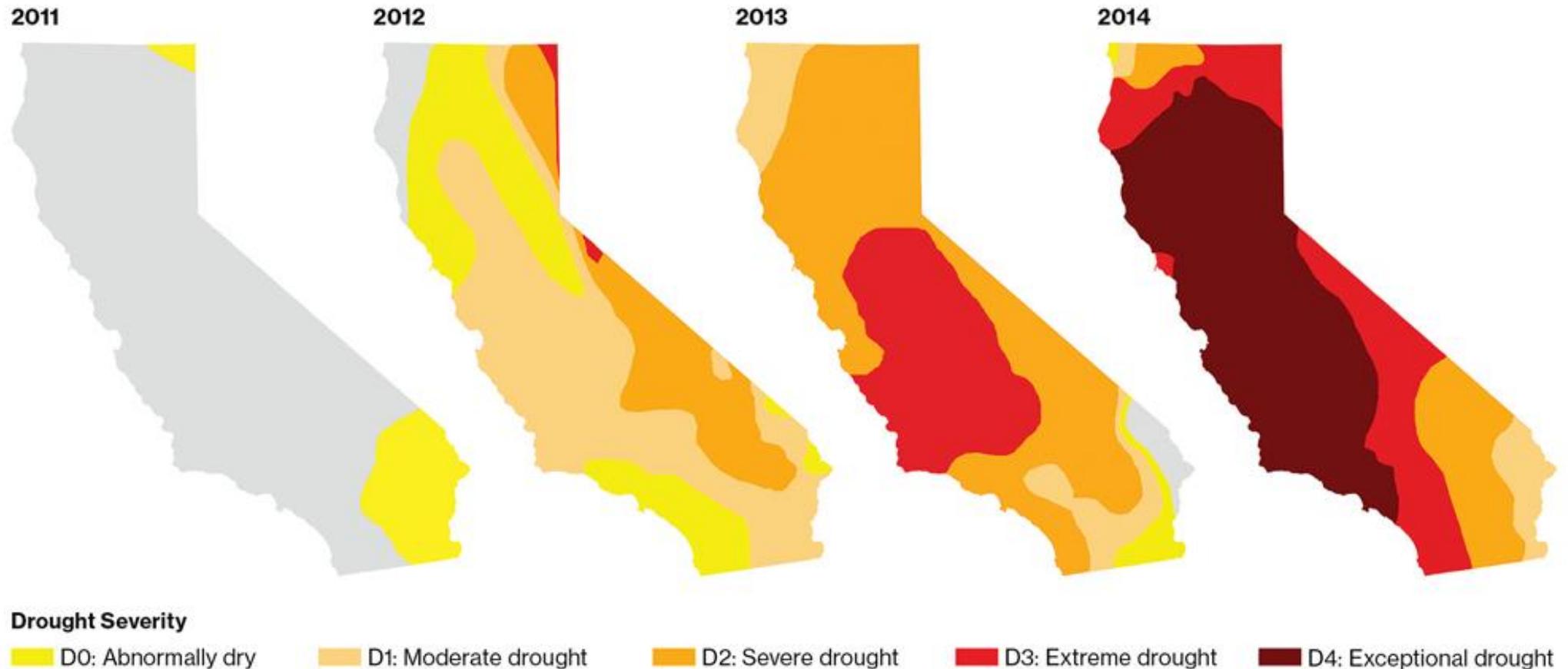


Wassermangel ist lebensbedrohend



Kalifornien trocknet aus

State of Drought



The drought in California has been an important factor prompting a reconsideration of the need for seawater desalination. Though the state frequently lacks precipitation, a recent estimate suggests that the 2012–2014 drought

is the worst in 1,200 years. Research by the University of Minnesota and the Woods Hole Oceanographic Institution examined the tree rings from ancient blue oaks to calculate the historical severity of today's drought.



California Drought Tests History of Endless Growth

A punishing drought is forcing a reconsideration of whether the aspiration of untrammelled growth that has for so long been the state's engine has run against the limits of nature.

By ADAM NAGOURNEY, JACK HEALY and NELSON D. SCHWARTZ APRIL 4, 2015



Schlagzeilen 2015

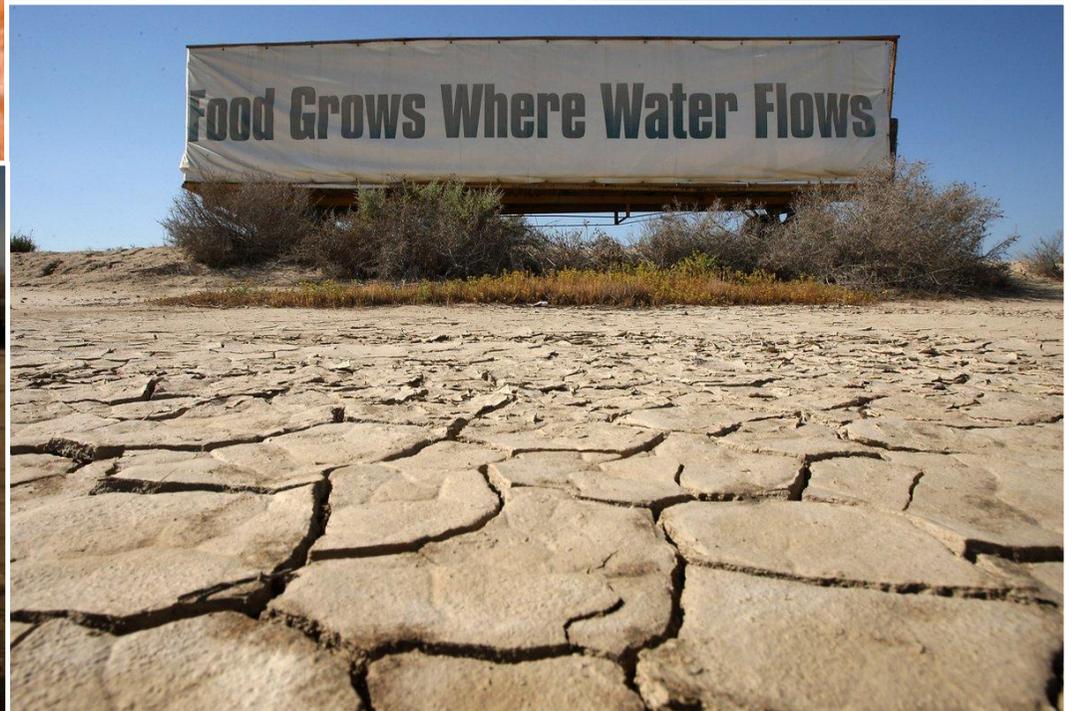
- Kalifornien schlafwandelt in die Krise.
- Kalifornien führt erstmalig zwingende Wassersparmassnahmen ein, um der Trockenheit zu begegnen.
- Kaliforniens Wasserkrise ist eine Katastrophe des Kapitalismus.
- Die Trockenheit in Kalifornien ist sehr wahrscheinlich auf den Klimawandel zurückzuführen; 14 Städte bald ohne Wasser.
- Um die kalifornische Wasserkrise zu lösen, müssen wir das nationale Lebensmittelsystem ändern.
- Die Dürre in Kalifornien ist Zeuge von endlosem Wachstum.
- Beinahe 2/3 des Wassers wird für die Landwirtschaft verwendet – die Massnahmen von Gouverneur Jerry Brown jedoch, betreffen hauptsächlich urbane Gebiete.
- In Kalifornien wurden im Jahr 2014 265 Mio Liter Wasser für die Schiefergasgewinnung, das sog. Fracking eingesetzt.



Massnahmen

- Reduktion des Wasserverbrauchs um 25%.
- Bepflanzte Mittelstreifen zwischen Fahrbahnen dürfen nicht mehr bewässert werden.
- Millionen m² städtischer Grünflächen müssen entfernt u. mit «trockenheitsunempfindlichen» Landschaftselementen ersetzt werden.
- Die Bewässerung von Golfplätzen, Friedhöfen und den grossen Grünflächen aller Universitäts-Campus' muss «signifikant» eingeschränkt werden.
- Neue Ansiedlungsprojekte müssen sich strengsten Wasserrichtlinien unterwerfen und modernste Technologien vorweisen.

Aktivität	Effizienzverbesserung	Wasser gespart
Toiletten-spülung	Standard-Toiletten durch „WaterSense“ Toiletten ersetzen	18.6%
Wäsche waschen	Waschmaschinen durch „ENERGY STAR“ Maschinen ersetzen	16.7%
Duschen	Standard-Duschköpfe durch „WaterSense“ Duschköpfe ersetzen	1.9%
Wasserhähne	„WaterSense“ Wasserhähne oder flussreduzierende Perlatoren installieren	5.4%
Geschirr-spülen	Geschirr in „ENERGY STAR“ Geschirrspülmaschinen anstatt von Hand waschen	2.1%
Total	Effizienzverbesserung	45.1%



Dürre in Indien

Eine Zweitfrau zum Wasserholen

Im indischen Bundesstaat Maharashtra herrscht Dürre, der Brunnen des Dorfes Danganmal ist Kilometer entfernt. Männer heiraten dort mehrere Frauen – als Wasserträgerinnen.

11. Juni 2015, 7:26 Uhr / [36 Kommentare](#)



Und in der Schweiz ?

Wasser Die Schweiz droht auszutrocknen



Beobachter 2010

Wo das Wasser langsam knapp wird

Die Landwirtschaftsbetriebe im Oberaargauer Jura haben mit der Wasserknappheit zu kämpfen. Regnet es nicht bald in grossen Mengen, wird die Lage auch auf der Vorderen Schmiedenmatt prekär.



Berner
Zeitung
2015

Die Zukunft wird trocken: Die Gletscher werden wegen der Klimaerwärmung verschwinden, und es wird weniger regnen. Forscher ergründen die Wasserreserven der Schweiz, um Konflikten um deren Nutzung vorzubeugen.

4 | 4 Braun statt grün: Die Alpwiesen rund um die Vorderen und die Hintere Schmiedenmatt trocknen aus. Bild: Olaf Nörrenberg



Mangel an sauberem Trinkwasser

- Jeder 5. Mensch (1.2 - 1.5 Mrd.) hat keinen direkten Zugang zu sauberem Trinkwasser.
- Jeder 3. Mensch (2 Mrd.) kennt keine sanitären Einrichtungen und Abwasser-Reinigungssysteme.
- 80% der Krankheiten in der 3. Welt sind auf verschmutztes Wasser und mangelhafte Abwasser-Entsorgung zurückzuführen.
- Durch unsauberes und verseuchtes Wasser sterben jedes Jahr mehr als 5 Mio. Menschen, davon 2 Mio. Kinder → 6'000 Kinder pro Tag.



Wasser und der Syrische Bürgerkrieg



Wasserknappheit und Konflikte

Streit um das Nil-Wasser

Ein Fluss, zehn Länder, viele Probleme

Türkei dreht Irak und Syrien das Wasser ab

Der Wasserstreit zwischen Israel und Palästina

Wasser als Druckmittel

China – Indien: Ärger um Wasser und um Land

by TB222 • 26. OKTOBER 2009 • PRINT-FRIENDLY

30. September 2015 Umwelt

Himalaya: Das Wasser wird knapp

Weiter
Kampf um Wasser >

China und Indien kämpfen im Himalaya um Wasser. Die lebensnotwendige Ressource wird aufgrund des Klimawandels unberechenbar. Das wirkt sich schon jetzt auf das Leben vieler Menschen in den Bergen aus. Der renommierte Fernsehjournalist Claus Kleber erklärt, wie der Konflikt gelöst werden kann.

Forscher ergründen die Wasserreserven der Schweiz, um Konflikten um deren Nutzung vorzubeugen.

Südafrika - Wem gehört das Wasser

05.05.2013 | 08:35 Min. | Verfügbar bis 04.05.2033 | Quelle: Das Erste

Viele Menschen in Afrika haben noch immer keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Doch ausgerechnet auf dem ärmsten Kontinent der Welt füllen private Konzerne Plastikflaschen mit Mineralwasser ab, die wir in den Supermärkten kaufen können.

Naturkatastrophe Wasser



Und in der Schweiz...

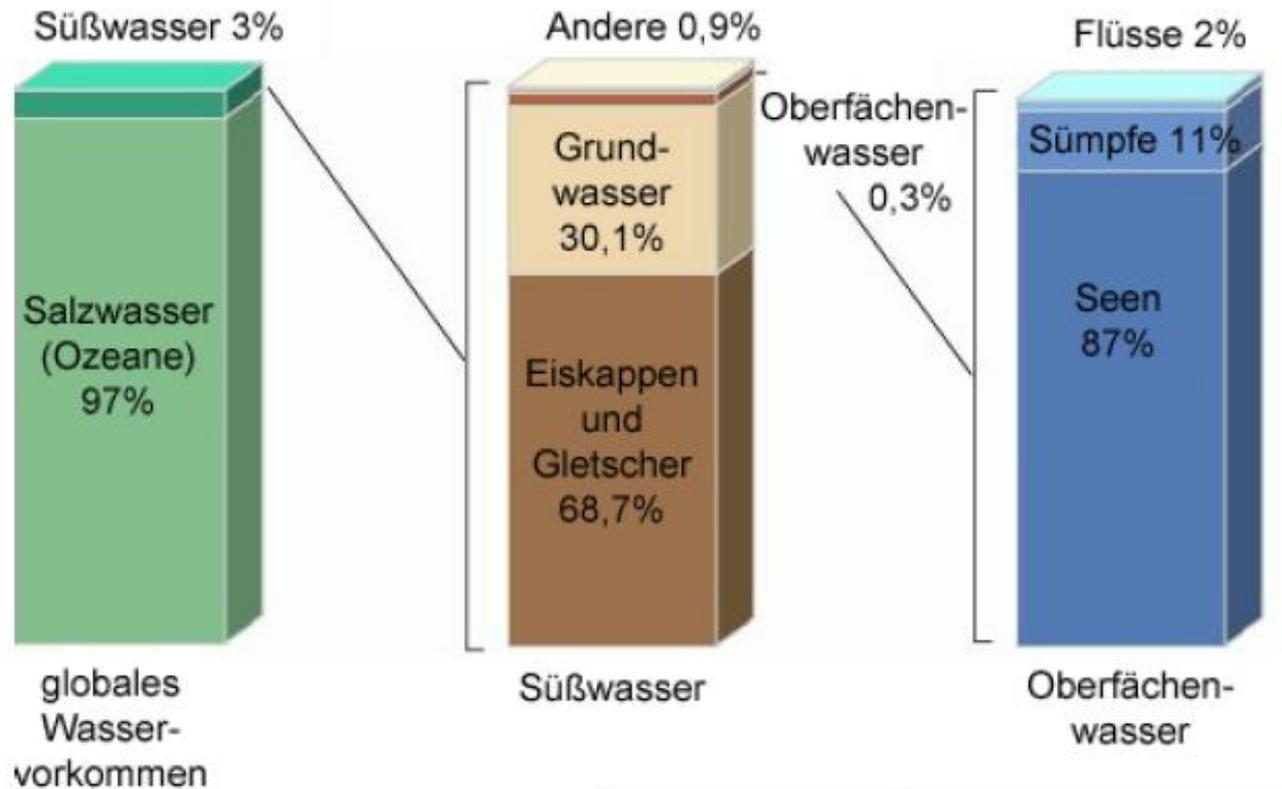
Bewohner an der Emme in Todesangst

Die 300-Jahre-Flut von Schangnau

Blick



Wasserverteilung auf der Erde



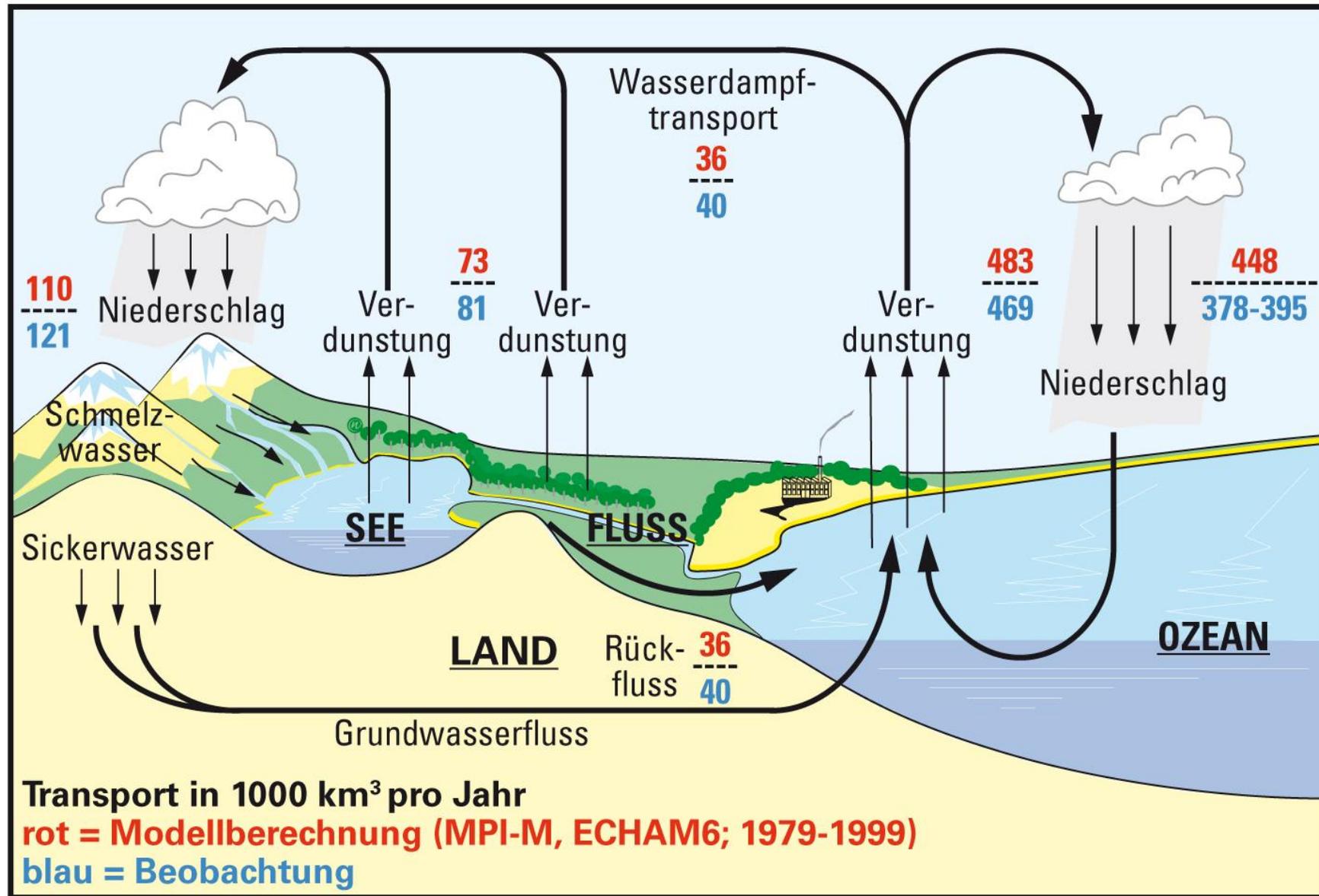
Vorräte	Wasserart	Menge [km ³]	Prozent [%]
Nicht nutzbar	Salzwasser	1.321 Mrd.	99.351
	Eiskappen + Pole	0.029 Mrd.	
	Atmosphäre	13'000	
Nutzbar	Oberflächenwasser	230'000	0.649
	Grundwasser	8'595'000	
Gesamt	Globaler Wasservorrat	1.359 Mrd.	100

Quelle: T. Dittmar

Globaler Wasserkreislauf

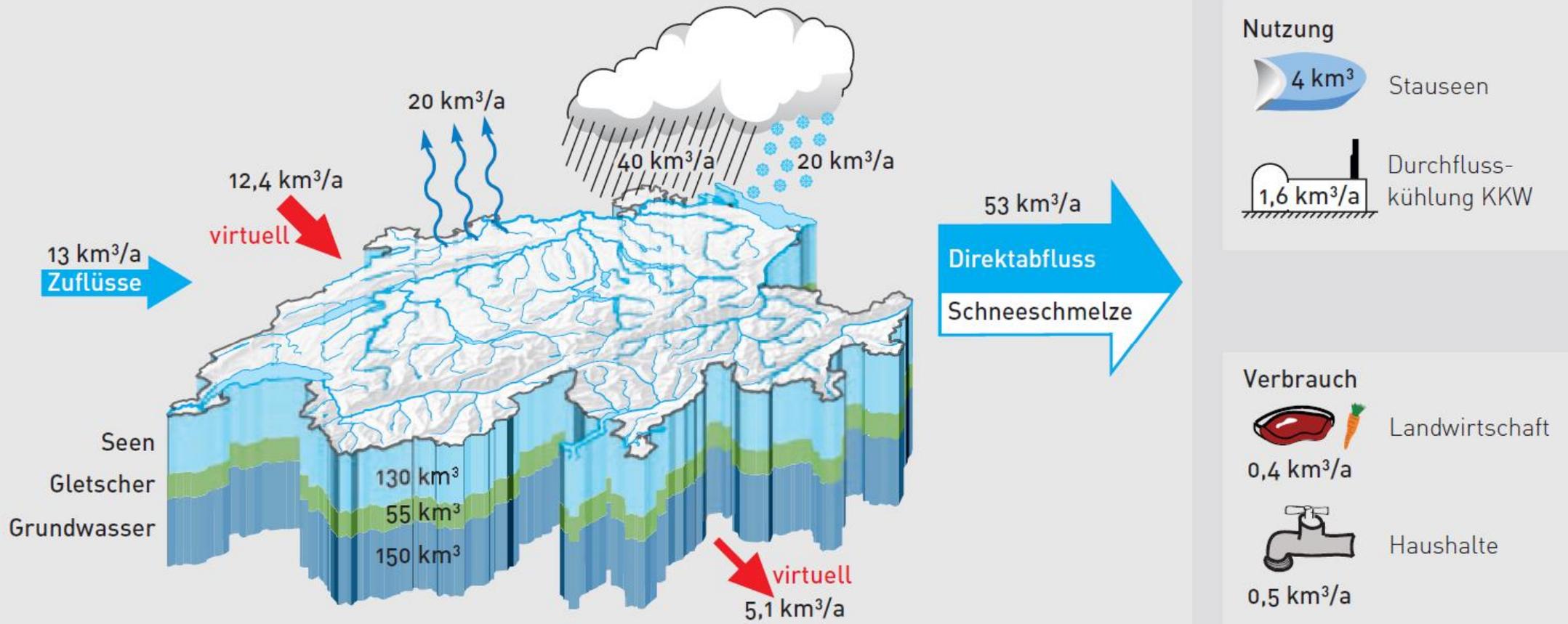


Max-Planck-Institut
für Meteorologie



Wasserbilanz der Schweiz

WASSERBILANZ DER SCHWEIZ



Wasserbilanz der Schweiz. Abgebildet sind die Volumina (in km³) von Speicher, Inputs (Niederschlag, Zuflüsse aus dem Ausland, virtuelles Wasser aus dem Import) und Outputs (Verdunstung, Abflüsse ins Ausland, virtuelles Wasser aus dem Export). Zudem sind wichtige Bereiche der Wassernutzung und des Wasserverbrauchs dargestellt. 10 km³ entsprechen einer Wasserschicht von ca. 25 cm verteilt über die ganze Schweiz.

Virtuelles Wasser - Beispiel



Glas Milch: 200 l

Kaffee in der Tasse: 140 l

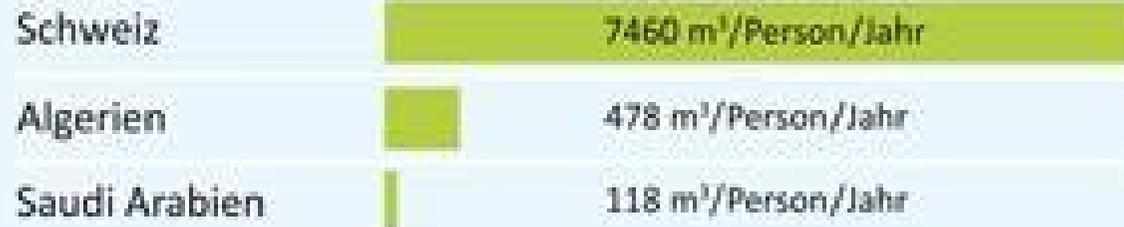
Tee in der Tasse: 35 l

Glas Wasser: 0.3 l

Bild: Strigl et al. 2010, Daten: Hoekstra und Chapagain 2006

Wasserverfügbarkeit - Vergleich

Wasserverfügbarkeit 2005



Geschätzte Wasserverfügbarkeit im Jahr 2025



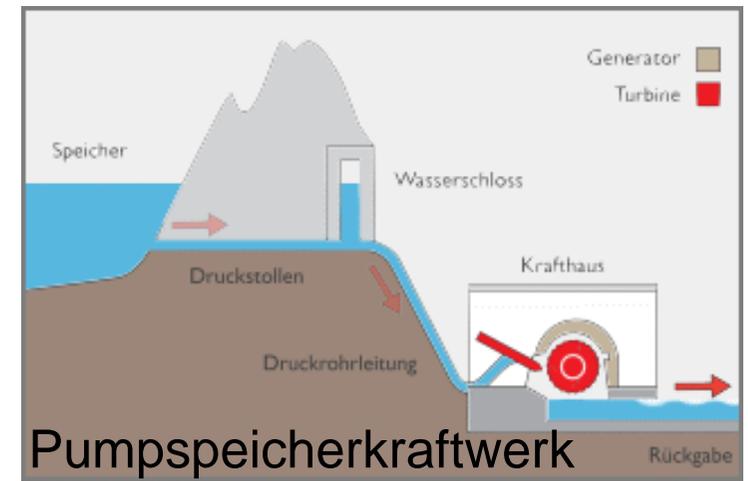
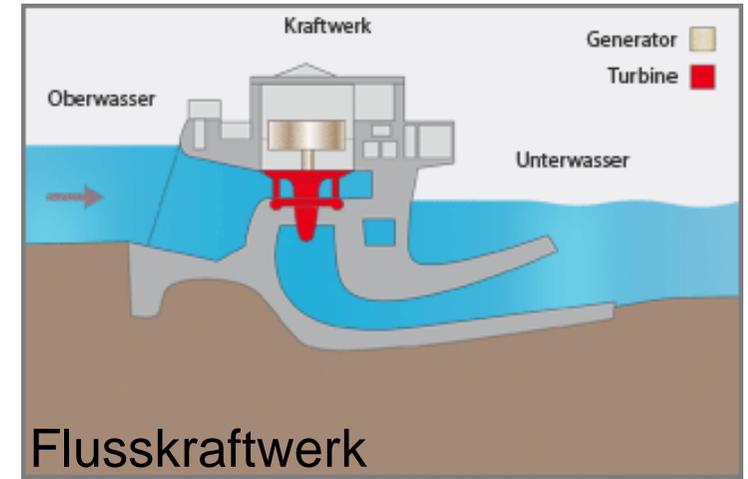
Gemäss
Wasserforschungsinstitut ETH:
< 1700 m³ → *Wasserknappheit*
< 1000 m³ → *Wassermangel*
< 500 m³ → *Wassernotstand*

Wassernutzung in der Schweiz

Abb. 12 [rechts]: Vergleich des Volumens des jährlichen Wasserverbrauchs (2152 Mio. m³) mit der Nutzung für Durchflusskühlung von KKWs (1643 Mio. m³) und für die Stromproduktion (550 000 Mio. m³) in der Schweiz. (A. Björnsen mit Zahlen aus [9], [65] und [73])



Wasser zur Energieerzeugung



Wasserverbrauch in der Schweiz

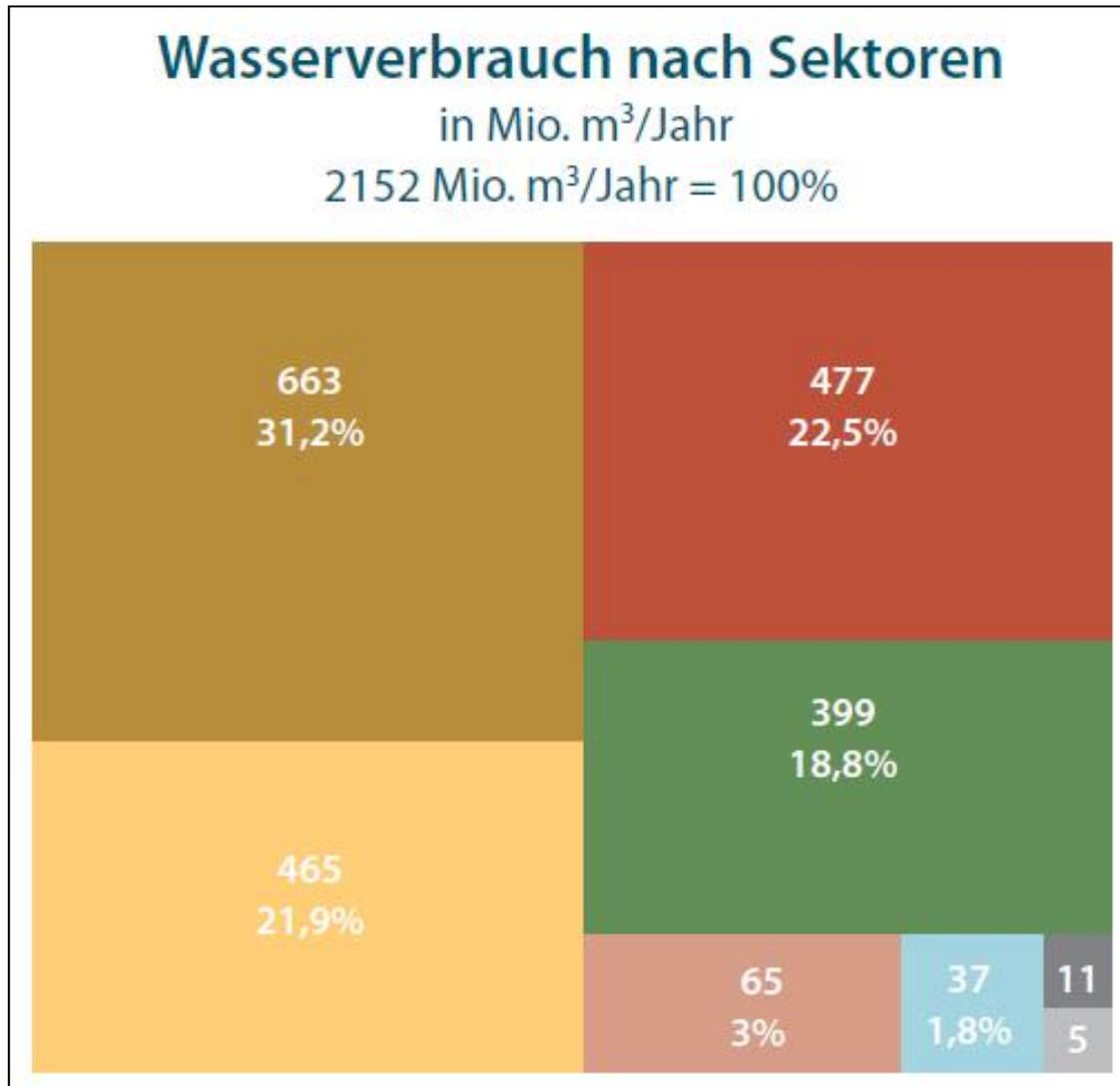
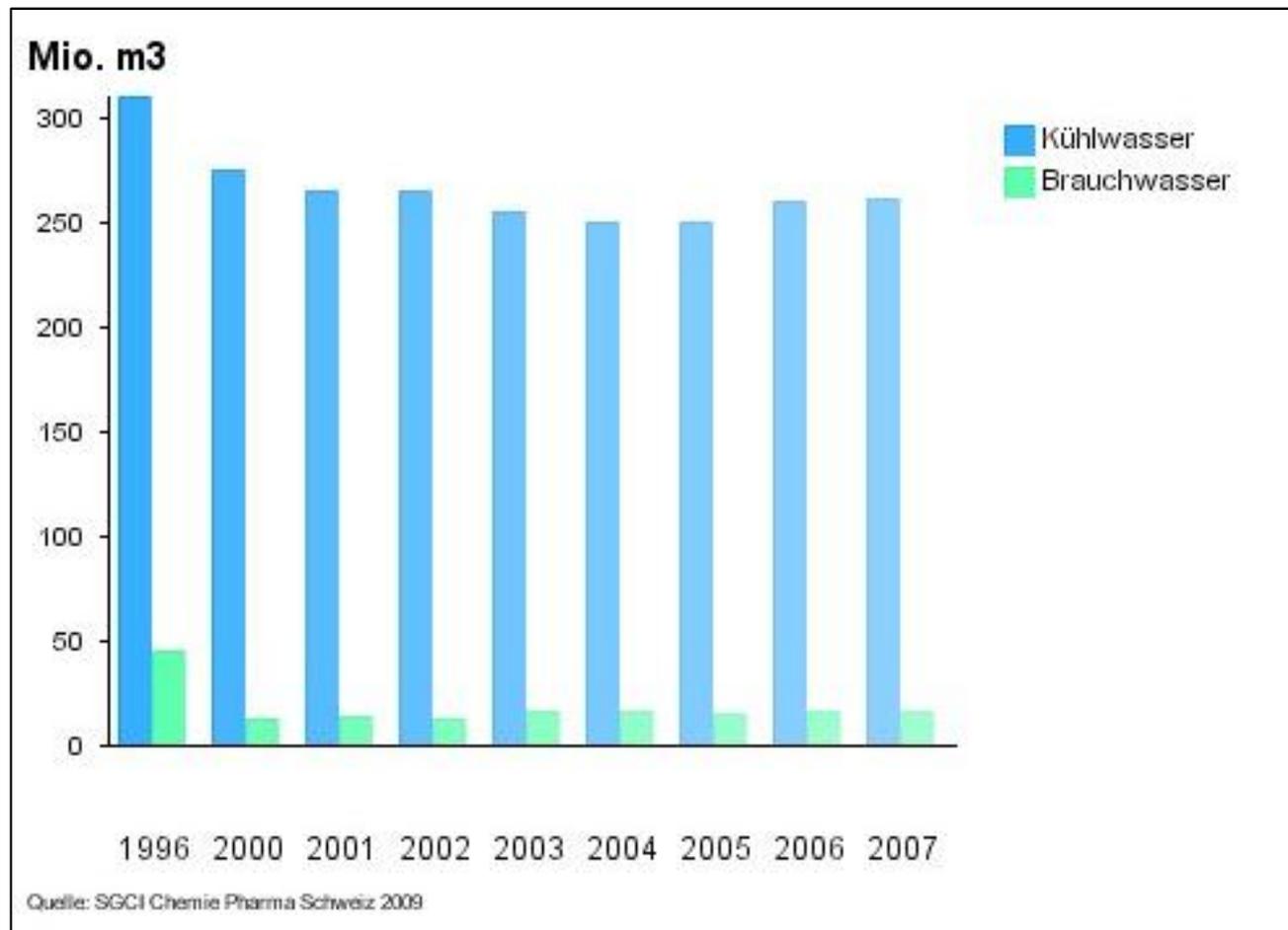


Abb. 11 [links]: Der jährliche Wasserverbrauch verschiedener Sektoren in der Schweiz summiert sich auf 2152 Mio. m³ (inkl. Trink-, Quell-, Grund- und Oberflächenwasser). (A. Björnsen mit Zahlen aus [73])



Chemisch-pharmazeutische Industrie Schweiz



Trinkwasserverbrauch Schweiz

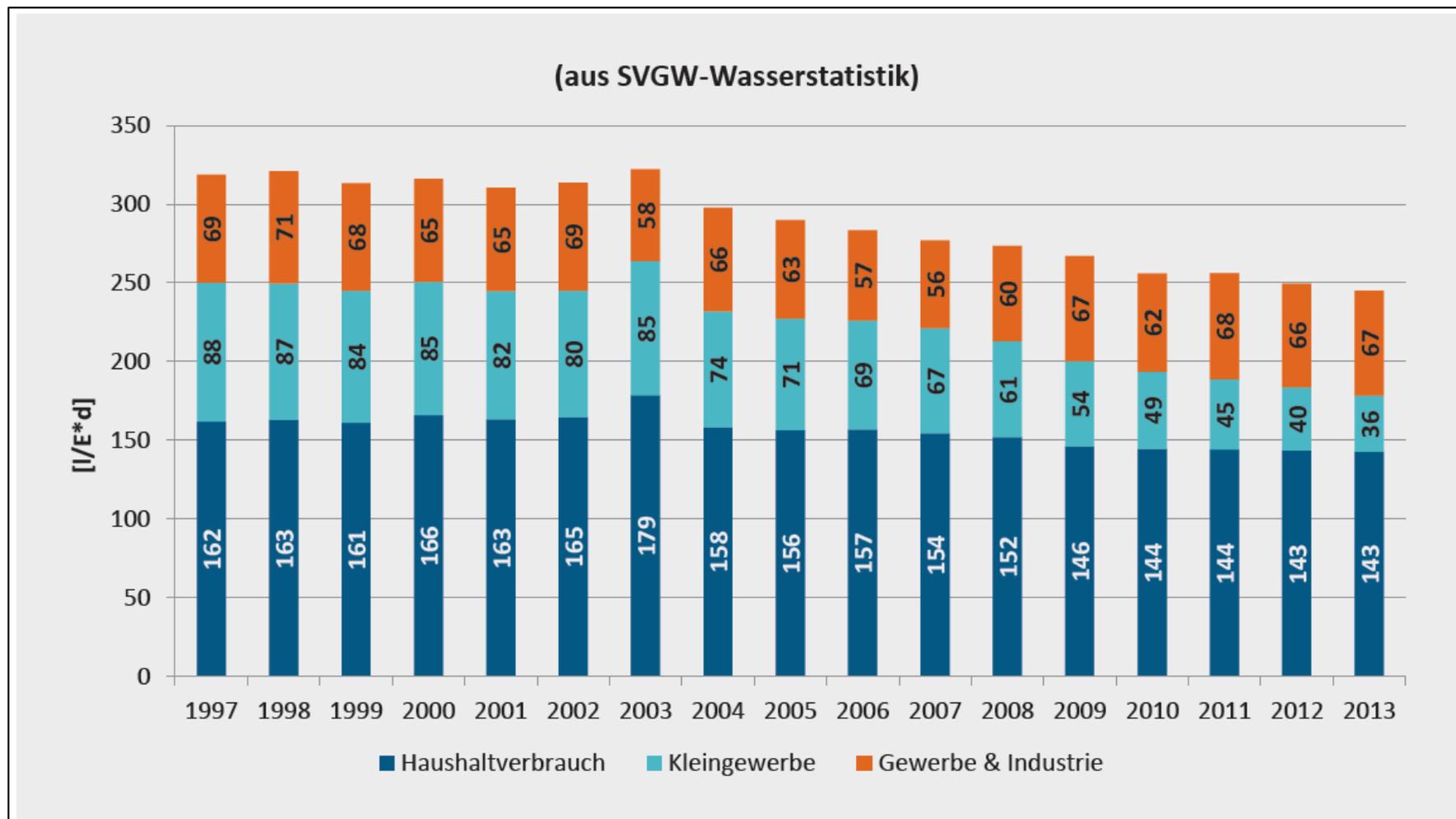


Fig. 10 Spezifischer Wasserverbrauch der Haushalte, des Gewerbes und der Industrie seit 1997 (Verbrauchsanteile der Haushalte und des Kleingewerbes zwischen 1997 und 2013 berechnet durch Interpolation des Verhältnisses HH/KG)

Trinkwasserverbrauch im Haushalt



Wasserverbrauch in der Landwirtschaft



Die Landwirtschaft hat einen Wasserverbrauch von etwa 400 Millionen Kubikmetern. Sie ist jedoch gleichzeitig auch die Branche mit der höchsten Eigenversorgung: Rund die Hälfte dieser Wassermenge ist Quellwasser, das mehrheitlich ungenutzt durch Weide- und Laufbrunnen fließt.

Spezielle Anwendungen von Wasser



Hydrotherapie

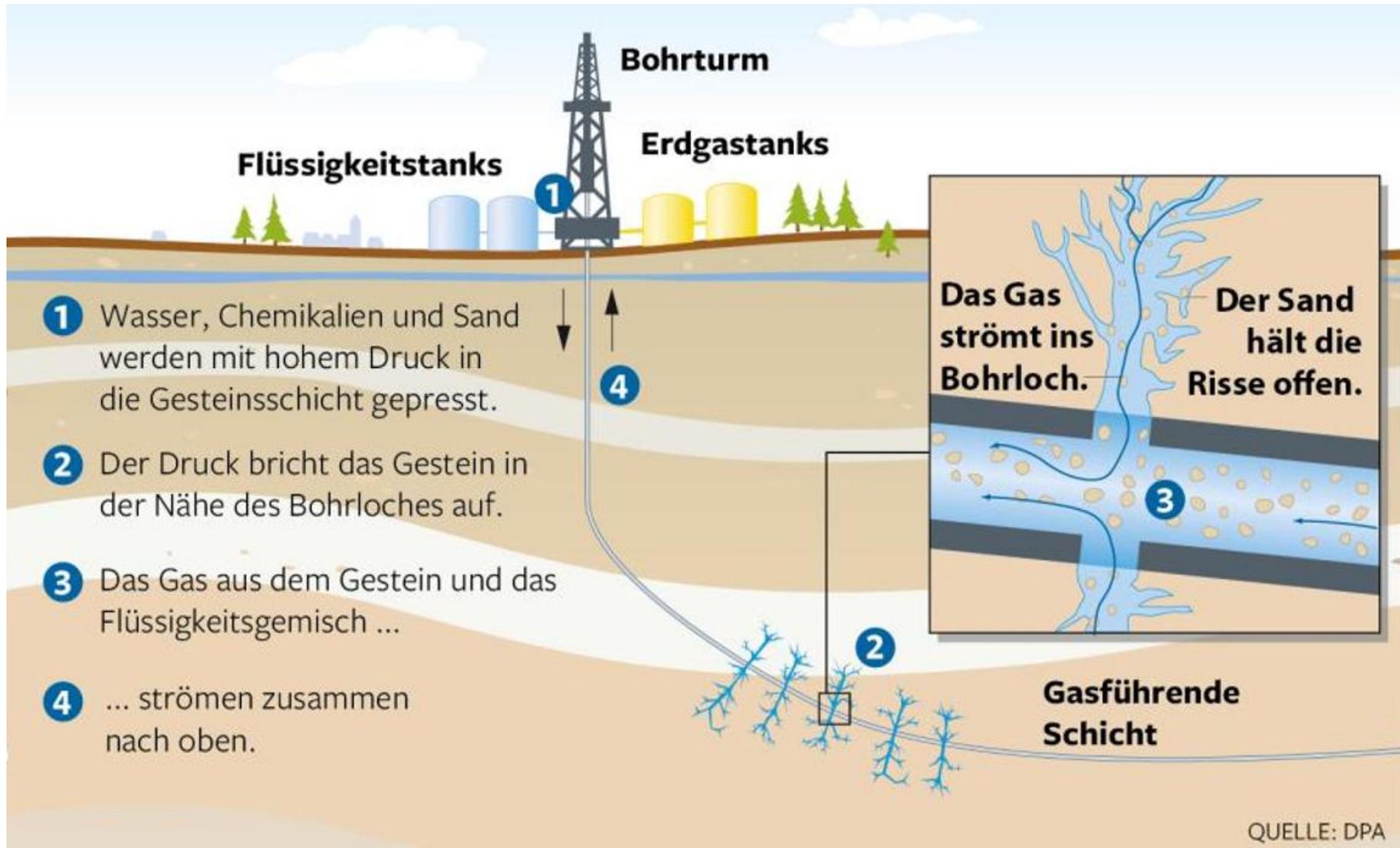


Wasserstrahl-
schneiden mit
bis zu 6000 bar



Löschen von Koks

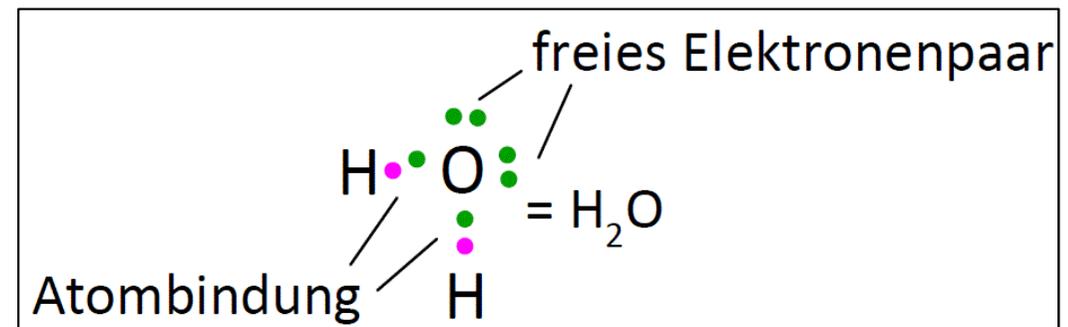
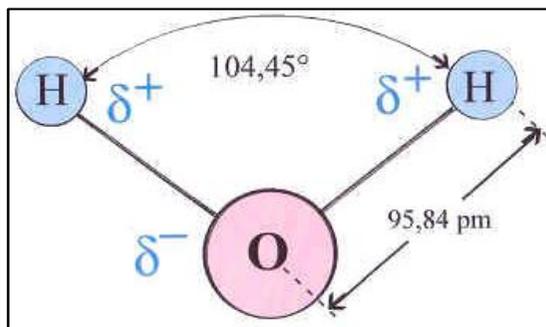
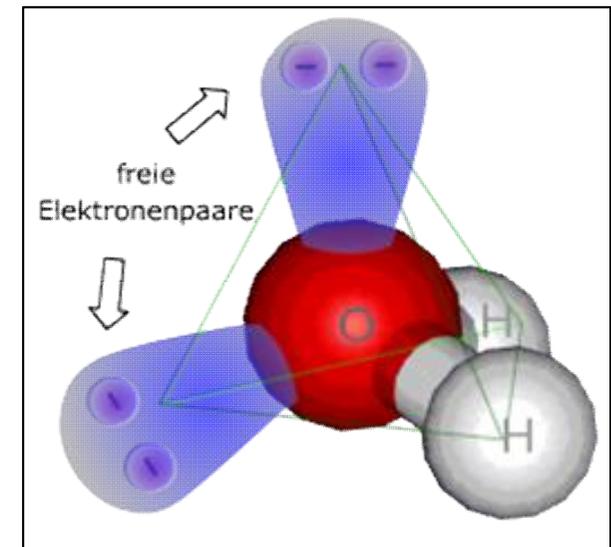
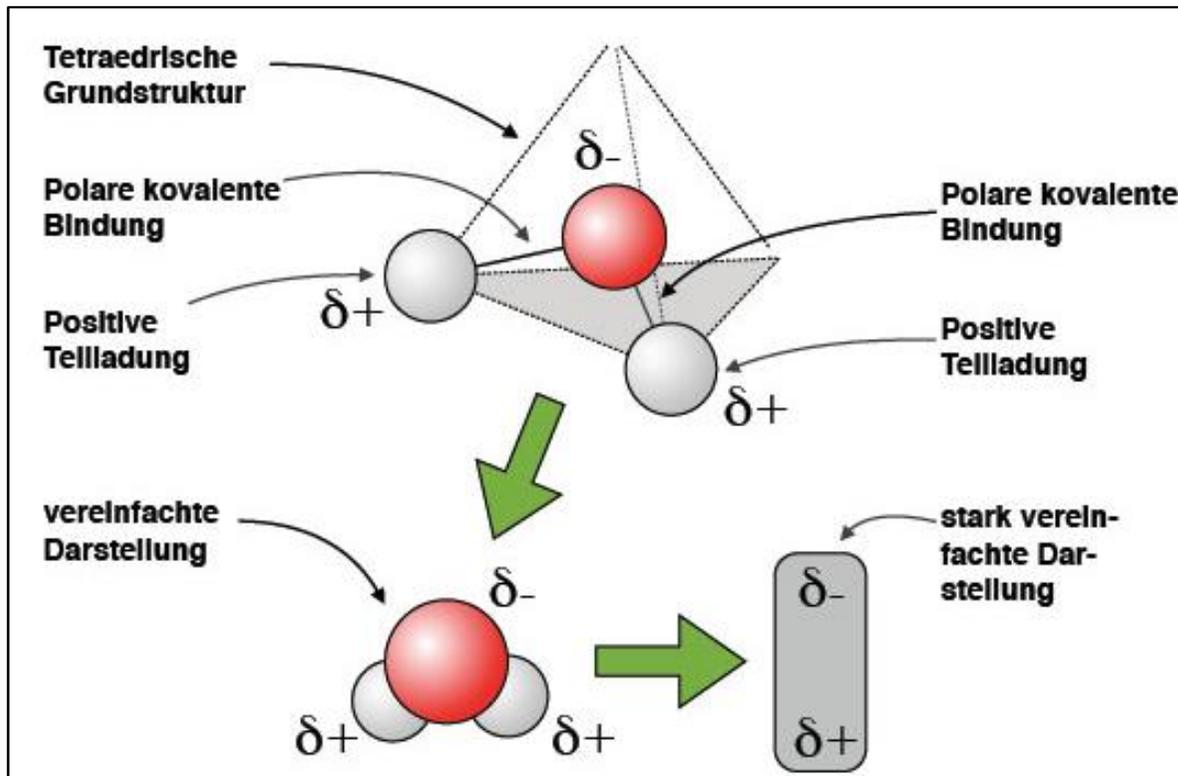
Wasser zur Erdgasgewinnung durch Fracking



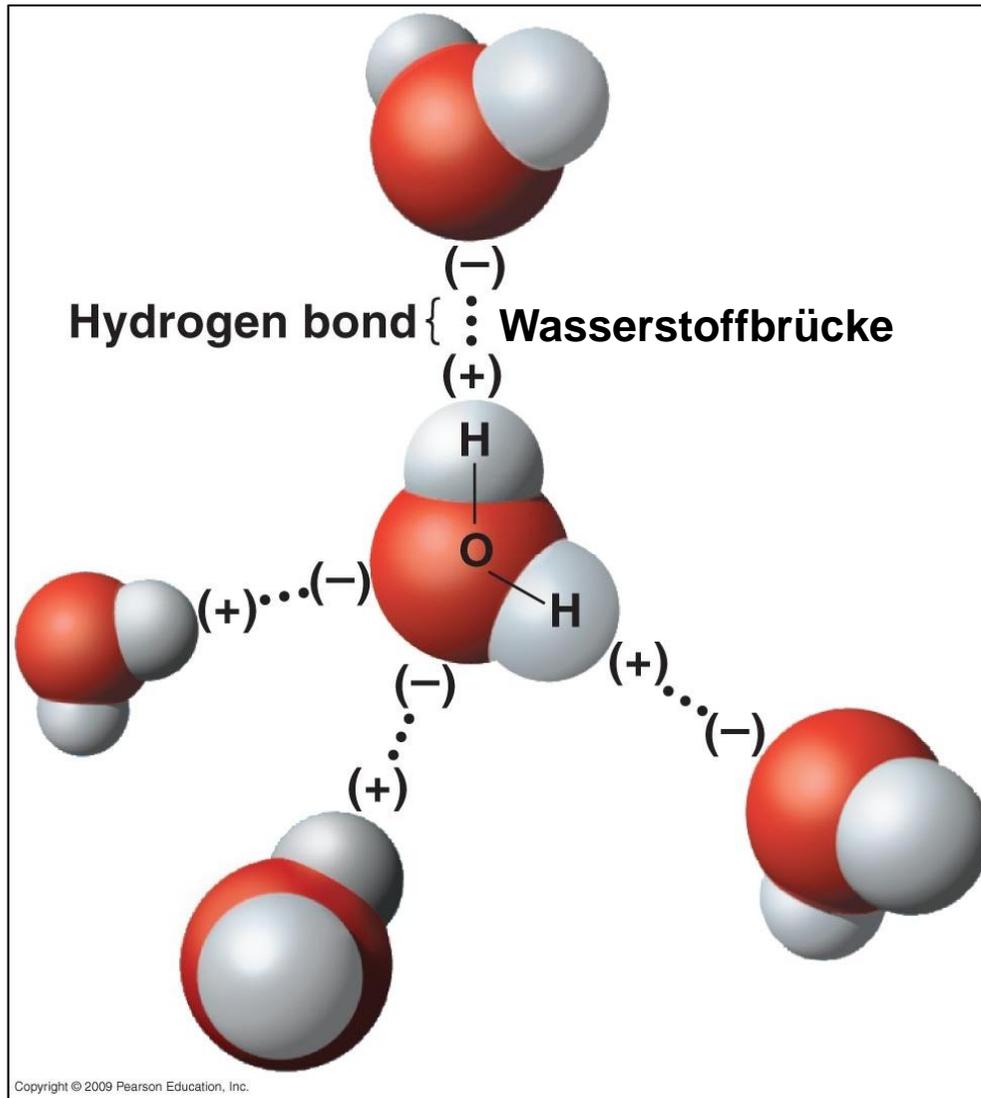
Bewässerung



Das Dipolmolekül H₂O



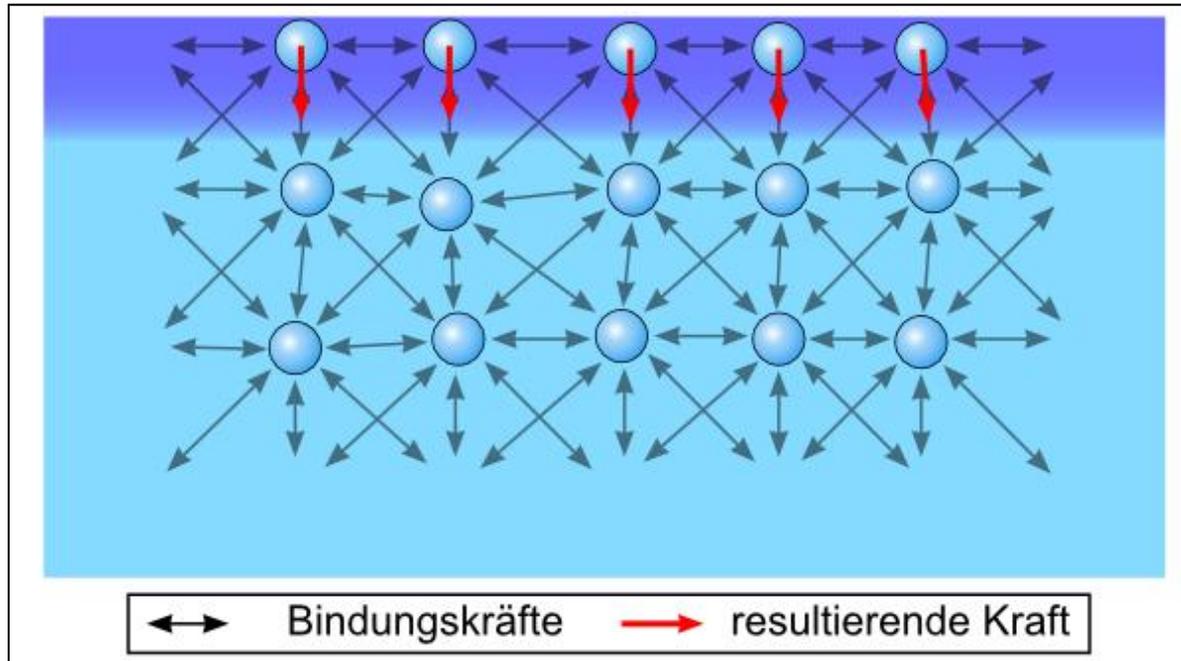
Die Wasserstoffbrückenbindung (H-Brücke)



Die H-Brücke bildet sich zwischen dem Sauerstoffatom eines Wassermoleküls und zwei Wasserstoffatomen zweier fremder Wassermoleküle. → Jedes Wassermolekül kann vier H-Brückenbindungen eingehen: mit seinen H-Atomen bindet es an zwei andere O-Atome, mit seinem eigenen O-Atom bindet es an zwei fremde H-Atome.

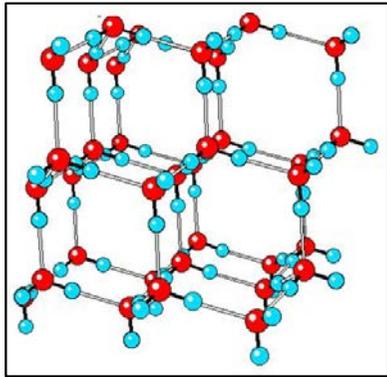
Um die H-Brückenbindungen – also den Verbund der einzelnen Wassermoleküle untereinander – zu lösen ist Energie nötig. Daher liegt der Siedepunkt des Wassers bei 100°C und nicht weitaus tiefer.

Oberflächenspannung des Wassers

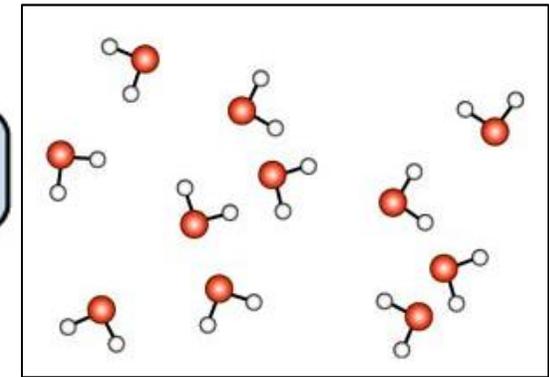
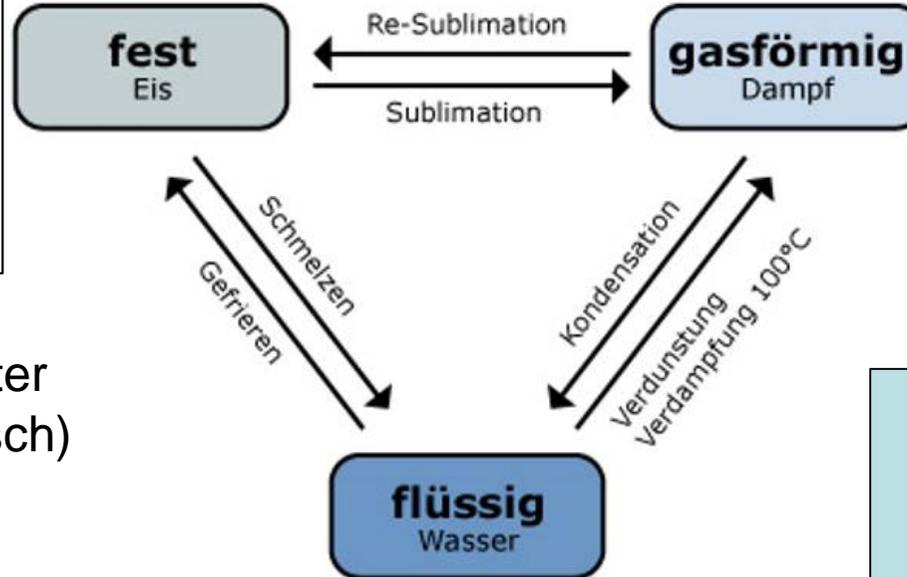


Ein Resultat der Wasserstoffbrückenbindungen und resultierender, nach innen gerichteten Kraft

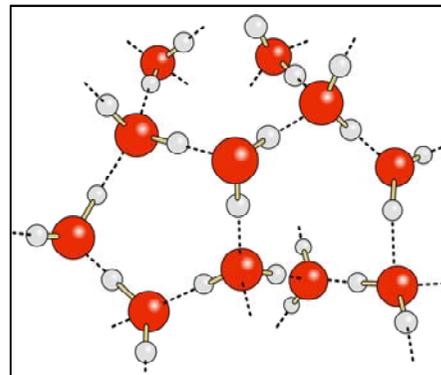
Aggregatzustände und Dichteanomalie



Sechswinkliges
starres Kristallgitter
(H-Brücken statisch)

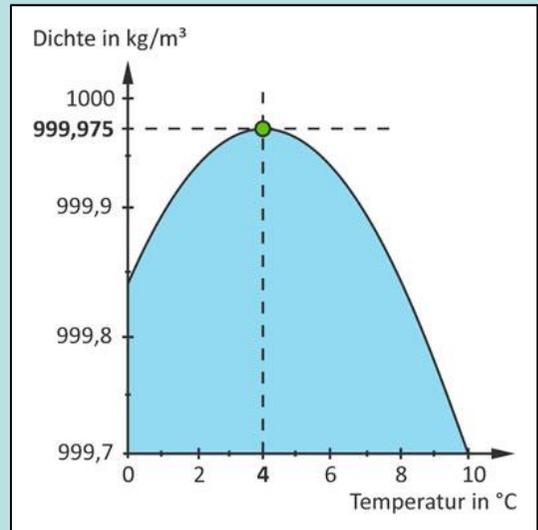


H-Brücken gelöst



Dynamische H-
Brückenbindungen.
Die geringsten
Abstände bei 4°C

Dichteanomalie



Wasserinhaltsstoffe

- Sammelbezeichnung für alle im Wasser enthaltenen gasförmigen, gelösten, kolloidalen oder festen Stoffe
- Wasser in reiner Form kommt praktisch nicht vor
- Immer anorganische und organische Stoffe darin enthalten
- Diese können diverse Eigenschaften des Wassers (Siede- u. Gefrierpunkt, Dichte, pH-Wert, Oberflächenspannung usw. erheblich verändern
- ❖ Ionen (Anionen, Kationen = gelöste Salze)
- ❖ Organische Stoffe (Huminstoffe = hochmolekulare, amorphe Aufbauprodukte aus Materie toter Lebewesen, Kohlenhydrate, Aminosäuren und Carbonsäuren)
- ❖ Gase (Sauerstoff, Kohlendioxid usw.)
- ❖ Feststoffe (Kolloide/Partikel wie Tonteilchen, abgestorbene Pflanzenteile, Mikroorganismen usw.)



Die häufigsten anorganischen Inhaltsstoffe

Kationen

- ❖ Natrium Na^+
 - ❖ Kalium K^+
 - ❖ Calcium Ca^{2+}
 - ❖ Magnesium Mg^{2+}
- Härtebildner



Anionen

- ❖ Carbonat $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
- ❖ Sulfat SO_4^{2-}
- ❖ Chlorid Cl^-
- ❖ Silikat / Kieselsäure $\text{SiO}_2/\text{SiO}_4^{4-}$



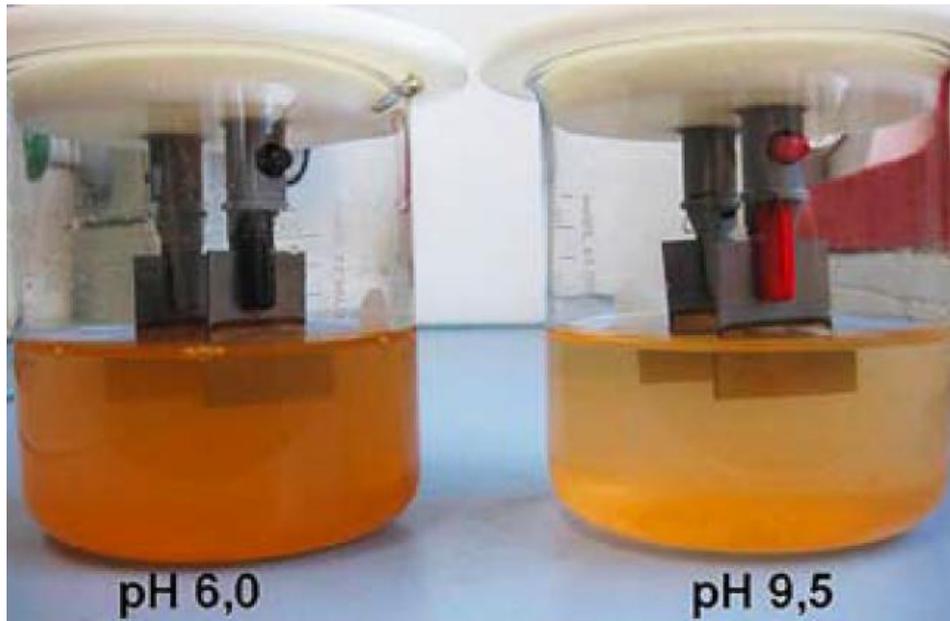
Einsatzzweck und Qualitätsanforderungen

Unterschiedlich für

- Trinkwasser
- Heizungsfüllwasser
- Speisewasser zur Dampferzeugung
- Wasser für Kühlkreisläufe in der Klimatechnik
- Schwimm- und Badebeckenwasser
- Pharmawasser: Gereinigtes Wasser, hochgereinigtes Wasser (HPW), Wasser für Injektionszwecke (WFI)
- Ultrareines Wasser (UPW) für die Halbleiterindustrie
- Wasser für Forschungs- und Analyseanwendungen (Typen I⁺, I, II⁺, II, III)
- Wasser für die Anwendung im RDG



Heizungswasser – welche Qualität einsetzen?

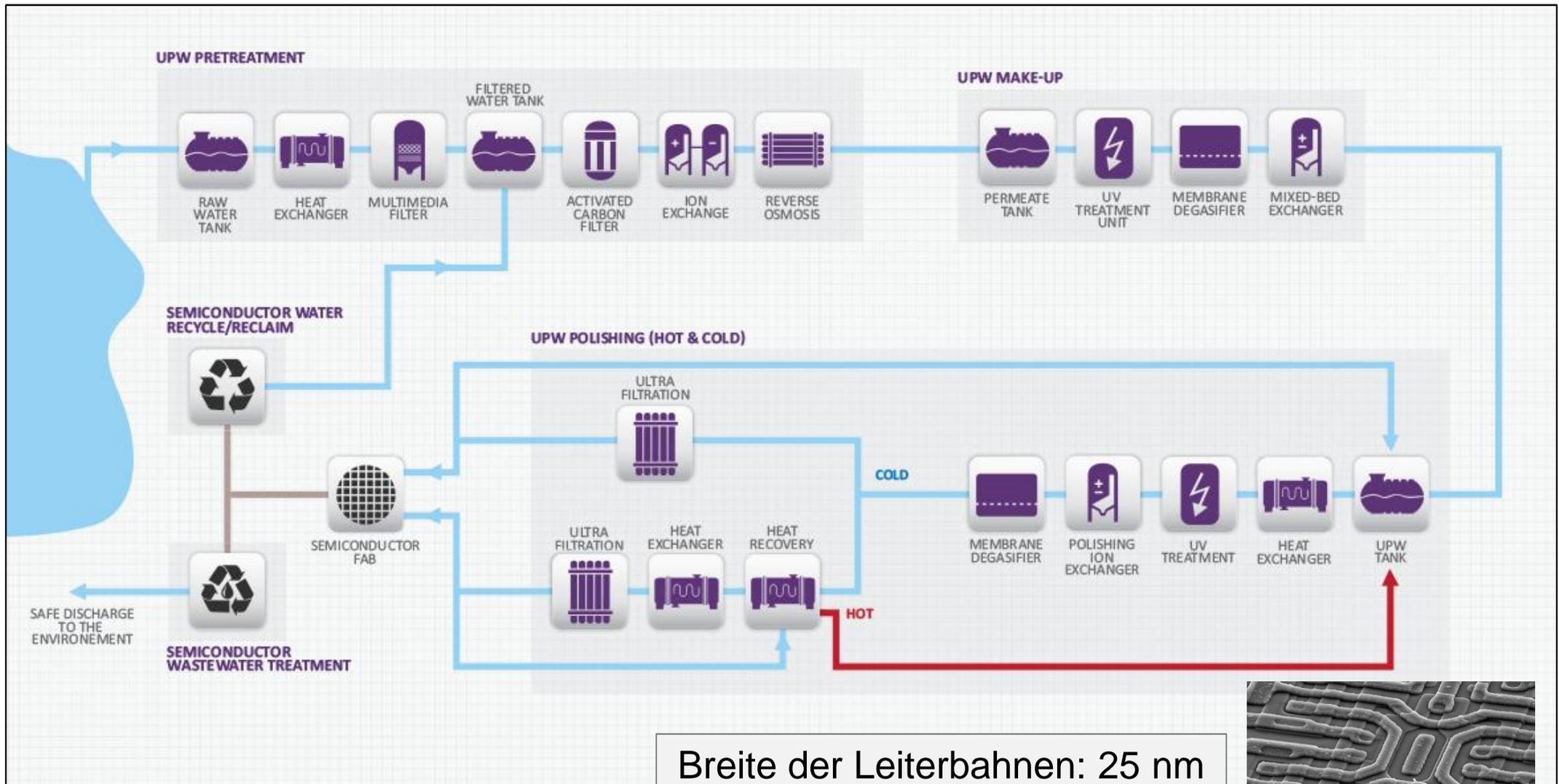


Schwarzstahl nach 18 h in chloridhaltigem Rohwasser (200 mg/L) bei leicht saurem (pH=6.0) und leicht alkalischem (pH=9.5) pH-Wert

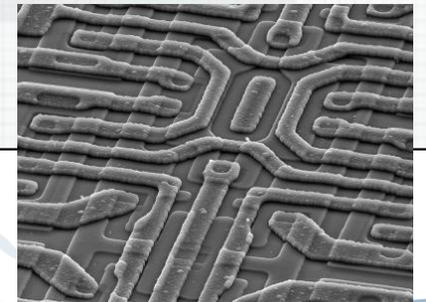
pH-Wert und Leitfähigkeit dreier Versuchswässer vor und nach dem Erhitzen im Mikrowellenherd (200s/800W)

	Vorher		Nachher	
	pH-Wert	Leitfähigkeit [μS/cm]	pH-Wert	Leitfähigkeit [μS/cm]
Rohwasser	7.2	783	8.0	685
Enthärtetes W.	7.2	820	9.1	1010
VE-Wasser	8.0	1	8.1	3

Ultrareines Wasser für die Halbleiterindustrie



Breite der Leiterbahnen: 25 nm
Dichte: 4 km Bahnen / cm² Chip



Wasser f. Forschungs- u. Analyseanwendungen

	Spez. Widerstand (MΩ-cm)	TOC (ppb)	Bakterien	Endotoxine (EU/ml)
Typ I ⁺	18,2	<5	<1	<0,03
Typ I	>18	<10	<1	<0,03
Typ II ⁺	>10	<50	<10	NZ
Typ II	>1	<50	<100	NZ
Typ III	>0,05	<200	<1000	NZ

Typ I⁺ – dieser Reinheitsgrad geht über die Anforderungen an Wasser des Typs 1 hinaus.

Typ I – Wasser dieses Typs, oftmals auch als ultrareines Wasser oder Reinstwasser bezeichnet, wird für einige der Anwendungen benötigt, in denen der Reinheitsgrad am kritischsten ist, z. B. Vorbereitung der mobilen Phase für HPLC (Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie) sowie Blindproben und Probenverdünnung für andere wichtige Analysetechniken wie GC (Gaschromatographie), AAS (Atomabsorptionsspektrometrie) und ICP-MS (Induktiv gekoppelte Plasmamassenspektrometrie). Typ I ist zudem für Anwendungen der Molekularbiologie wie Säugetier-Zellkulturen und IVF (*In-Vitro-Fertilisation*) erforderlich.

Typ II⁺ – Dieser Typ eignet sich für allgemeine Laboranwendungen, die einen höheren anorganischen Reinheitsgrad erfordern.

Typ II – der Reinheitsgrad für allgemeine Laboranwendungen. Zu den Anwendungsbereichen zählen die Medienvorbereitung, pH-Lösungen und Puffer sowie bestimmte klinische Analysegeräte. Systeme des Typs II werden gewöhnlich zur Speisung von Systemen des Typs I verwendet.*

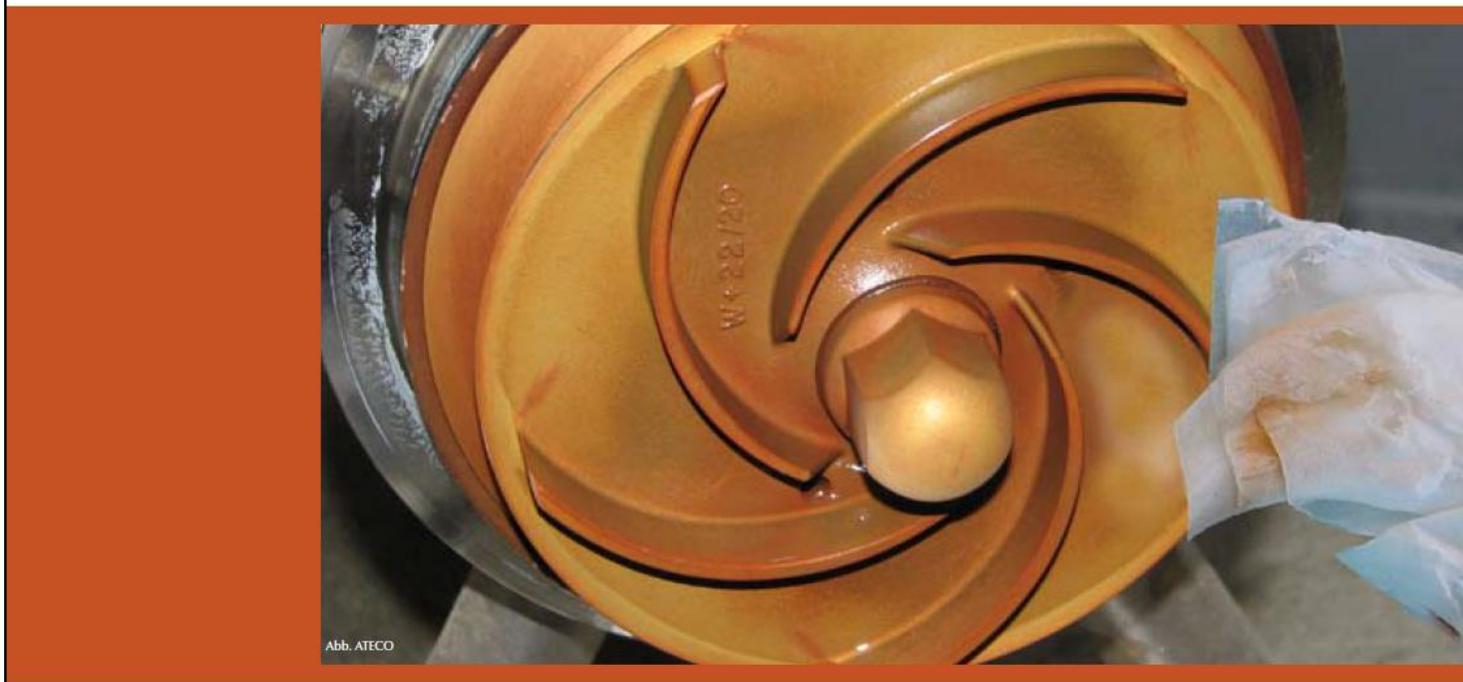
Typ III – Empfohlener Reinheitsgrad für nicht kritische Arbeiten, z. B. Waschen von Glasgefäßen, Wasserbäder, Autoklaven, die Versorgung von Desinfektionsgeräten sowie Klimakammern und Pflanzenzuchtträume. Diese Systeme können auch zur Speisung von Systemen des Typs I verwendet werden.*

Problem von Reinstwassersystemen

Rouging

Umgang mit Rouge in Pharmazeutischen Wasseranlagen

8. Dezember 2009, Heidelberg



Rouging, was ist das?

- Betroffen sind Rohrleitungssysteme und Behälter aus rostfreiem Stahl.
- Bei warmen Betriebstemperaturen können Reinstmedien (Reinstwasser, Reinstdampf) eine flächige Korrosion verursachen.
- Das typische Korrosionsprodukt (meist rötliche bis rötlich-braune, aber auch violette und seltener schwarze, eisenoxidreiche Partikel) wird nach dem Erscheinungsbild der Oberfläche als Rouging-Effekt bezeichnet.



Ursachen von Rouging

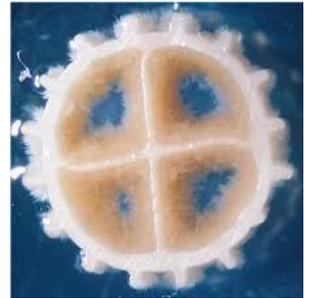
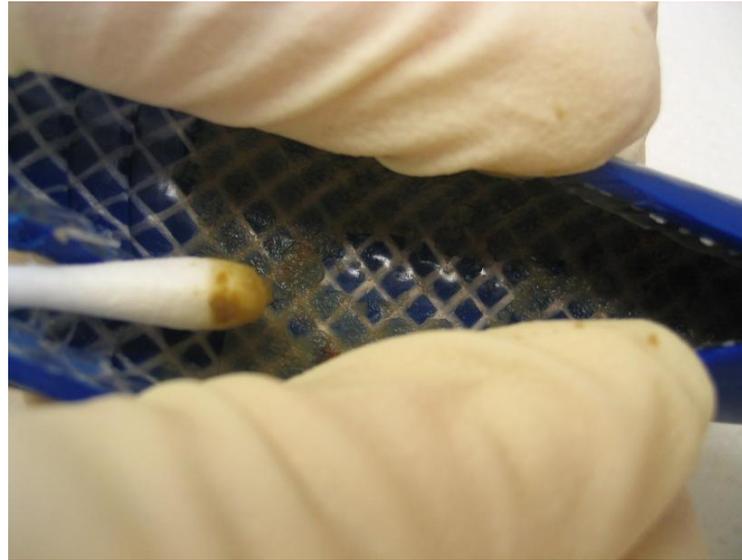
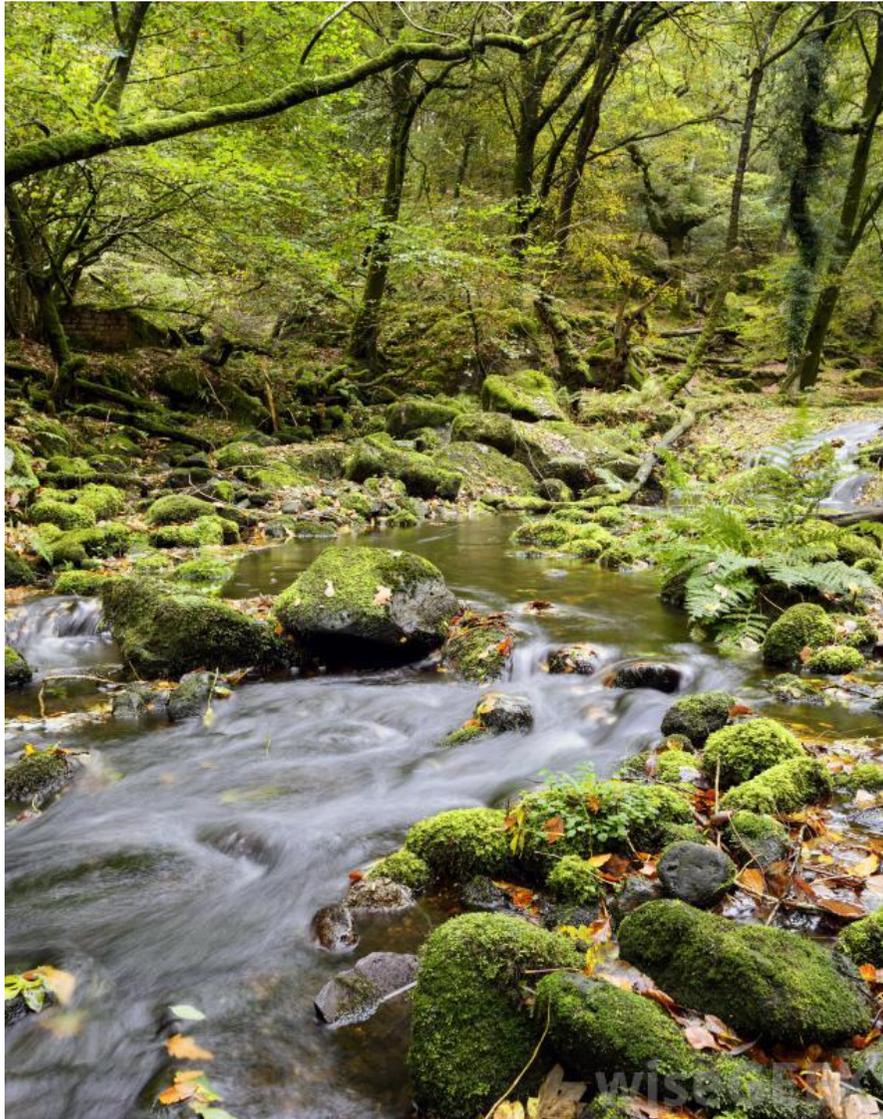
- Eisenoxide vermehren sich, je heisser die Temperaturen im System werden.
- Die schützende Passivschicht befindet sich in einem dynamischen, chemischen Gleichgewicht. Höhere Temperaturen führen auf Kosten des Chromoxidanteils zu einer verstärkten Bildung von Eisenoxid und stören dadurch dieses Gleichgewicht.
- Ungenügende Passivierung, unsachgemässe Schweissnähte und/oder minderwertiges Material bzw. Oberflächenausführung können darüber hinaus die Entstehung von Rouge begünstigen.



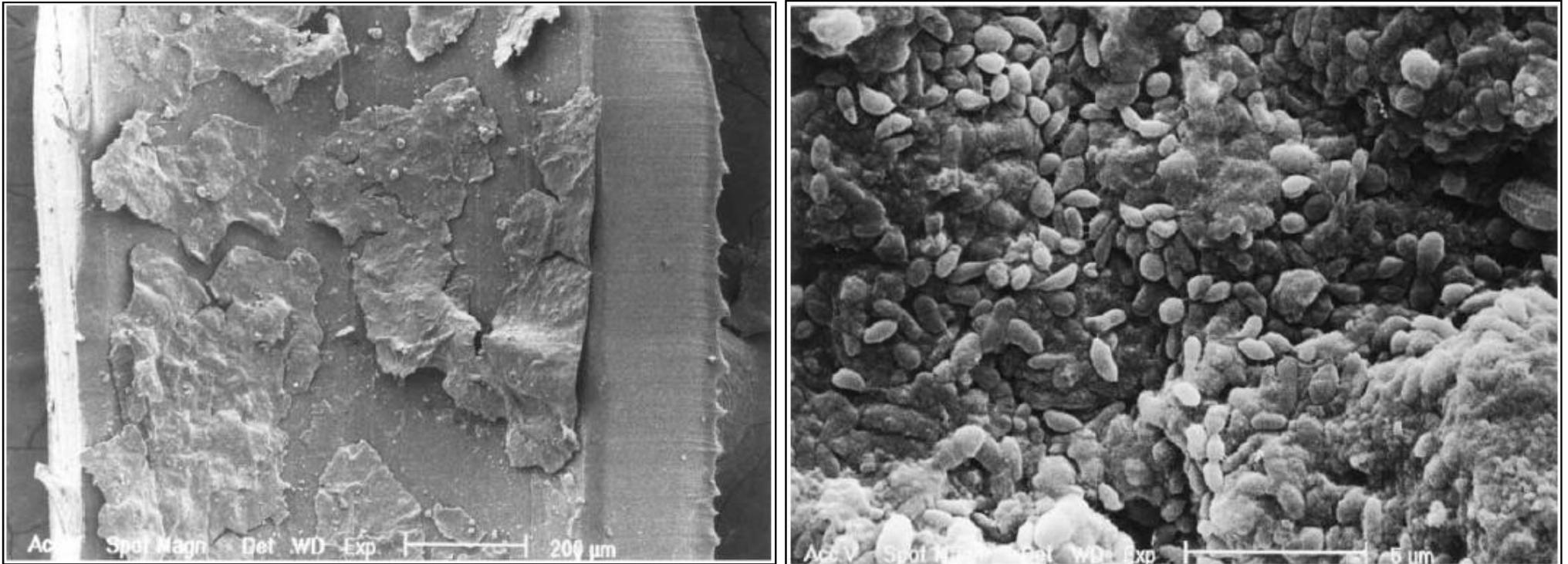
Rouge im Dampfsterilisator in der ZSVA



Wasser ist Leben – auch für Biofilme



Biofilm in Endoskopkanälen



REM-Aufnahmen zweier unterschiedlicher Luft-/Wasserkanäle mit Biofilm:

- (a) Konfluente Schmutz-Biofilm-Schicht (niedrige Auflösung).
- (b) Mehrlagiger Biofilm bestehend aus gesund erscheinenden Zellen umgeben und überlagert von amorph erscheinender EPS (hohe Auflösung)

Pajkos et al. 2004

Wasser als Inspiration



Georg Friedrich
Händel

Water Music HWV 348-350
Concerto grosso op.6, 11
HANNOVERSCHE HOFKAPELLE
Anne Röhrig, cond.

The cover features a detailed painting of a harbor scene with a large cathedral in the background and many boats in the water.

PIANO
BY THE SEA
Classical "Water"
MASTERPIECES
surrounded by
SURF AND STREAM

The cover shows a dramatic scene of waves crashing against dark rocks.

SMETANA the **MOLDAU**
The French National Radio Orchestra
CHARLES MÜNCH, conductor

RTF
CONCERT HALL
SMS-523
stereo
STEREO

The cover features a photograph of a wide river with rapids, surrounded by a dense forest under a blue sky.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

