
Vollrath Hopp

Wasser und Energie

Ihre zukünftigen Krisen?

2., Auflage



Springer Spektrum

Inhaltsverzeichnis

1 Vorkommen [E. occurrence]	1
Sahara [E. Sahara]	3
Algerien [E. Algeria]	3
Libyen [E. Libya]	6
Das Anschlussprojekt Garabulli [E. the following project of Garabulli] ...	10
Vereinigte Arabische Emirate [E. United Arab Emirates]	11
Saudi-Arabien [E. Saudi Arabia]	13
Jordan [E. Jordan]	14
Wasserspeicher im Erdmantel [E. water storage in Earth's Crust]	14
2 Hydrosphäre [E. hydrosphere]	17
Wasserdampf und Wolken – Transportmittel von Wärmeenergie [E. water vapour and clouds – means of transportation of thermal energy]	21
Schelfwasser (küstennahe Gewässer) [E. off-shore water]	23
Natürliche Wasserarten und ihre Inhaltsstoffe [E. natural types of water and their ingredients]	23
Regenwasser [E. rainwater]	23
Quell- und Flusswasser [E. spring and river water]	23
Süßwasser [E. fresh water]	24
Mineralwasser [E. mineral water]	24
Trinkwasser [E. drinking water]	24
Meerwasser [E. sea water]	25
Salzseen [E. Salt Lakes]	26
Versalzung von Binnengewässern [E. salination of inland water]	27
Solwasser [E. brine]	28
Brackwasser [E. brackish water]	28
Besonderheiten des Toten Meeres [E. specialities of the Dead Sea]	28
Grundwasser [E. ground water]	29

Wasserdruck in Gesteinsporen [E. water pressure in the pores of rocks] . . .	30
Grundwasserquellen – Aquifere [E. sources of ground water – aquifers]	31
Wasser in der Asthenosphäre [E. water in the asthenosphere]	35
Bodenfeuchte [E. ground dampness]	35
Die Fruchtbarkeit des Lößbodens – die Magdeburger Börde [E. fruitfulness of löß-soil – the Magdeburger Börde]	38
Die Rolle des Wassers in den Pflanzen [E. the role of water in plants] . . .	39
Wasserkreislauf im menschlichen Körper [E. water circulation in the human body]	41
Wasserbilanz im menschlichen Körper [E. water balance in the human body]	43
Der Kreislauf von Mineralsalzen [E. cycle of minerals]	46
Wasser als Kohlenstoffdioxidspeicher [E. water as storage for carbon dioxide]	47
Calciumcarbonate [E. calcium carbonates]	47
Andere Mineralien: Silikate, Phosphate, Eisenoxide [E. other minerals: silicates, phosphates, ferric oxides]	48
Bildung von Wasser auf der Erdoberfläche [E. Formation of water on the Earth's surface]	49
Die Wechselbeziehungen Wasser und Kohlenstoffdioxid im Rhythmus der Stoffkreisläufe in der Natur [E. reciprocal action between water and carbon dioxide in rhythm of the material circulation in nature]	50
Die Fotozonen in Ozeanen und Seen [E. photic zone in oceans and lakes]	52
Trockenes Wasser [E. dried water]	55
3 Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers [E. physical and chemical properties of water]	57
Hydrolyse und Elektrolyse [E. hydrolysis and electrolysis]	62
Wasser im kritischen Zustand [E. super critical water, SCW]	63
Eine analytische Methode zur Wasserbestimmung in Stoffen – Karl-Fischer-Reagenz [E. an analytical method for water determination in substances – Karl Fischer reagent]	65
Dichteunterschiede von Gewässern [E. density differences in water]	65
Schweres Wasser – Deuteriumoxid [E. heavy water – deuterium oxide] . . .	66
Eis [E. ice]	67
Frostspaltung [E. Segregation through freezing]	69
Schneekristalle [E. snow crystals]	70
Wasser als Quelle des atmosphärischen Sauerstoff [E. water as primary product for atmospheric oxygen]	72

Wasser und Wasserstoffbrückenbindungen – ein Beispiel für Wechselwirkungen zwischen Stoffen und Energien [E. water and hydrogen bonds – an example for interactions between matters and energies]	73
Wasserstoffbrückenbindungen in Biomolekülen [E. hydrogen bonds in biomolecules]	77
Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Wasser und Harnstoff – ein Beispiel [E. hydrogen bonds between water and urea – an example]	78
Wasserstoffbrückenbindungen in Proteinen [E. hydrogen bondings in proteins]	79
Wasserstoffbrückenbindungen in Nukleinsäuren [E. hydrogen bonds in nucleic acids]	81
Wasserstoffbrückenbindungen in Zellulose [E. hydrogen bonds in cellulose] ...	82
Einschlussverbindungen von Wasser – Clathrate [E. inclusion compounds of water – clathrates]	83
Biochemische Reaktionen [E. biochemical reactions]	86
Wasser und Sonnenenergie, Fotosynthese [E. water and solar energy, photosynthesis]	87
Wasserdampf – seine natürliche Absorption und Emission von Sonnenenergie [E. water vapour – its absorption and emission of solar energy]	92
Der Vandasee [E. the Vanda-lake, the reversat of its temperature in the depth]	93
Vom Fließen des Wassers – die Verteilung des Wassers in der Natur [E. the flow of water – its distribution in nature]	93
4 Die Ozeane, ihre Verknüpfungen und Unterschiede [E. the oceans, their connections and differences]	97
Die Ozeane als Bewegungsenergie, Energiequellen für Erdgas und Erdöl und Reserven für Rohstoffe [E. the oceans as a source of movement, energy resources of crude oil, natural gas and of raw materials]	99
Klimawandel am Ende der letzten Eiszeitperiode vor 12.000 Jahren in Europa (s. Foto I u. II, S. 103 und S. 104) [E. change in climate at the end of the last Ice Age 12.000 years ago in Europe (see photography I a. II, page 103 and page 104)]	101
Erze und Manganknollen [E. ores and manganese nodules]	105
Gelöste Salze im Meerwasser [E. dissolved salts in sea water]	105
Fotosynthese im Ozean [E. photosynthesis in the ocean]	106
Infrarotspektrum von Wasserdampf, H–OH, und Kohlenstoffdioxid, CO ₂ , in der Atmosphäre [E. infrared spectra of water (H–OH) and carbon dioxide (CO ₂) in the atmosphere]	109
Lebende Systeme in der Tiefsee [E. living systems in Deep-Sea]	112
Die Ozeane als Nahrungsmittelquelle [E. the Oceans as resources for food]	114

Meeresströmungen [E. Ocean currents]	115
Antarktis [E. Antarctic]	119
Golfstrom und Nordatlantikstrom [E. Gulf Stream and North Atlantic Current]	120

5 Wasserkrise, eine Folge von Bevölkerungsverdichtung, landwirtschaftlicher Bewässerung und Industrialisierung [E. Water crisis, a consequence of population density, agricultural watering and industrialization]	123
Wasserknappheit [E. scarcity of water]	123
Der Wassermangelindex [E. the index of water shortage]	123
Politische Konflikte als Folge von Wassermangel bzw. Wasserknappheit [E. political conflicts as consequences of shortage and scarcity of water respectively]	124
Kanada als möglicher Süßwasserexporteur [E. Canada as a potential exporter of fresh water]	128
Kalifornien [E. California]	129
Mexiko [E. Mexico]	129
Portugal [E. Portugal]	131
Krisen an Flüssen [E. crises at rivers]	131
Donau [E. Danube]	131
Naher Osten [E. Middle East]	131
Nilbecken [E. Nile Basin]	133
Der Assuan-Damm [E. the Aswan Dam]	133
Der Süden Afrikas; Namibia [E. the southern part of Africa; Namibia]	135
Der Kivu-See und seine Methanvorkommen [E. the Kivu-Lake and its methane-resources]	138
Südafrika [E. South Africa]	139
Zusammenhang zwischen Bevölkerungswachstum – Urbanisierung – hygienisch einwandfreie Süßwasserversorgung und Nahrungsmittelver- sorgung [E. connection between population growth – urbanization – supply of clean fresh water and supply of food]	142
Das Lire-Projekt in Paris [E. the Lire-Project in Paris]	148
Hessenwasser GmbH & Co. KG in Deutschland [E. Hessenwasser Company in Germany]	148
Bevölkerungsverdichtung – Nahrungs- und Futtermittelbedarf – Wassernutzung [E. population density – food and fodder provision – use of water]	149
Indien, ein Beispiel [E. India, an example]	152
Wasser und Ernährung [E. water and nourishment]	153
Essentielle Aminosäuren und ihre Verwertung in Nahrungs- und Futtermitteln [E. essential amino acids and their use for food and fodder]	159

Gülleentsorgung [E. disposal of liquid manure]	210
Bedarf an Prozesswasser in der Industrie – Beispiele [E. demand of process water in the industry – examples]	211
Wasser in einem Chemiewerk [E. water in a chemical plant]	211
Synthesegas und Wasserbedarf [E. synthesis gas and its demand for water]	211
Ähnlichkeiten zwischen der photosynthesis und den Synthesegasreaktionen [E. similarities between the photosynthesis and the reactions of synthesis gas]	215
Alkalichloridelektrolyse [E. chloralkali electrolysis]	215
Zuckergewinnung aus Zuckerrüben [E. sugar production from sugar beets] ...	216
Produktion von Bio-Ethanol auf der Grundlage von Getreide oder Zucker [E. Production of bio-ethanol on the basis of cereal or sugar]	217
Die Papierherstellung [E. the production of paper]	217
Herstellung von Gelatine [E. production of gelatin]	218
Chipindustrie [E. industry for chip production]	218
Wasser als Rohstoff [E. water as raw material]	218
Wasserstoff als Reaktionspartner [E. hydrogen as reactant]	219
Wasser als Prozesswasser [E. water as process-water]	220
7 Wasser als Wärmespeicher und Energieumwandler [E. water as heat-storage and energy converter]	223
Konzept eines Kohlekraftwerkes [E. construction of a coal power station]	225
Energieumwandlungsstufen eines Kraftwerks zur Erzeugung von elektrischem Strom [E. steps of energy conversions of a power station for production of electrical energy]	225
Beispiel eines Steinkohlenkraftwerkes: Kraftwerks- und Netzgesellschaft mbH, 18147 Rostock. [E. example of a hard-coal power station: Power Station Rostock/Germany]	226
Braunkohlenkraftwerk der RWE Power AG [E. brown coal power station of RWE Power AG]	229
Konzept einer Fernwärme-Auskopplung aus einem Kondensationskraftwerk mit z. B. 400 bis 700 MW (Megawatt) [E. construction of an uncoupled remote heating plant from a condensation power station e.g. 400 MW–700 MW (Megawatt)]	231
Der Energiebedarf in der Welt [E. energy requirement in the world]	233
8 Staudämme und Kraftwerke [E. dams and power plants]	239
Anzahl der Staudämme in der Welt [E. number of dams in the world]	239
Historisches aus dem Staudammbau [E. a short history of dams]	241
Die Europäische Wasserscheide [E. the European watershed]	247

Flüsse, Kanäle, Seen Europas und in der Welt [E. Rivers, canals, lakes in Europe and of the world]	248
Der Amazonas [E. the Amazon]	248
Australien [E. Australia]	252
Aufwindkraftwerk – Strom von der Sonne in Australien [E. the solar updraft power – electricity from the sun in Australia]	254
Europa [E. Europe]	256
Der Main-Donau-Kanal [E. the Main-Danube-Canal]	260
Süditalien [E. Southern Italy]	262
Die größten Seen in der Welt [E. the largest lakes of the world]	263
Das Kaspische Meer in Asien [E. the Caspian Sea]	264
Baikal See; tartare: Fischreicher See; mongolisch: Dalai Nor – Heiliges Meer [E. Lake Baikal; tartare: rich fishing lake; mongolian: Holy Lake]	264
Der Aralsee [E. the Aral Sea]	264
Titicacasee [E. Titicaca Lake]	265
Ostsee [E. Baltic Sea]	265
Ostseeflüsse [E. rivers of the Baltic Sea]	270
Nord-Ostsee-Kanal [E. Kiel-Canal]	271
Der Seeweg von der Nordsee in die Barentssee durch die Ostsee [E. the sea route from the North-Sea to the Barents-Sea through the Baltic Sea]	272
Weißmeer-Ostsee-Kanal, Bjelomorsko-Baltysky-Canal [E. White Sea – Baltic Sea Canal/ Belomorska-Baltiyskiy Canal]	272
Entstehung der Nordsee [E. formation of the North Sea]	272
Schwarzes Meer [E. Black Sea]	274
Victoriasee (Victoria Nyanza) [E. Lake Victoria]	278
Der Tschadsee [E. Lake Chad]	279
Suez-Kanal, Panama-Kanal, Nicaragua-Kanal [E. Suez-Canal, Panama-Canal, Nicaragua-Canal]	280
Suez-Kanal [E. Suez-Canal]	280
Panama-Kanal [E. Panama-Canal]	280
Nicaragua-Kanal [E. Nicaragua-Canal]	281
Die größten Staudämme in der Welt [E. the biggest dams in the world]	282
China, der Drei-Schluchten-Staudamm [E. China, the Three Gorges Dam]	284
9 Kraftwerke [E. power plants]	289
Wasserkraftwerke unterschiedlichen Typs [E. hydro-electric power stations of different functions]	289
Konzeption des Innkraftwerks Nußdorf [E. construction of the hydro-electric power plant Nußdorf at the river Inn]	291

Wasserkraft in Europa [E. hydro-electric power in Europe]	292
Wasserpumpspeicherwerk in Goldisthal [E. water pumped storage power plant in Goldisthal]	294
Talsperre Leibis-Lichte im Thüringer Wald [E. dam of Leibis-Lichte in Thuringian Forest]	296
Wasserkraftwerke in Deutschland und Österreich [E. water power plants in Germany and Austria]	297
Wellenkraftwerk [E. wave power plant]	298
Gezeitenkraftwerke [E. Tidal Hydro-Electric Power Station]	301
Gezeiten [E. tides]	301
Gezeitenkraftwerk in St. Malo [E. tidal power station St. Malo]	301
Gezeitenkraftwerk in Norwegen [E. tidal hydroelectric power station in Norway]	303
Wärme und elektrischer Strom aus der Erde – geothermische Erdwärme[5] [E. heat and electrical energy out of the Earth – geothermal energy]	304
Nutzung der geothermischen Energie in Europa und der Welt [E. use of the geothermal emnergy in Europe and the world]	305
Geysire [E. geysers]	305
Island, eine Insel der Erdwärme und Gletscherwasser [E. Iceland, an island of geothermal energy and glacial water]	306
Das Wasserkraftwerk Kárahnjúkar [E. hydroelectric power plant Kárahnjúkar]	309
Aluminiumgewinnung durch Schmelzflusselektrolyse in Island [E. aluminium production through smelting flux electrolysis in Iceland] . . .	310
Erdwärme Kraftwerk Neustadt-Glewe/Mecklenburg – das erste geothermische Kraftwerk in Deutschland [E. geothermal power station in Neustadt-Glewe/Mecklenburg – the first geothermal power station in Germany]	311
Elektrische Energie durch Osmose [E. electrical energy through osmosis]	315
Große Staudämme – kleine Staudämme, ihre Naturbelastung [E. big dams and small dams and their harm to the environment]	316
10 Entsalzung von Meer- und Brackwasser [E. desalting of sea-water and brackish water]	319
Bevölkerungswachstum und Wasserverschwendung [E. population growth and waste of water]	319
Beschreibung einiger Entsalzungsmethoden [E. description of some desalination processes]	320
Umkehrosmose [E. reverse osmosis] (s. Kap. 6, Abschn. „Aufbereitung des natürlichen Wassers je nach Verwendungszweck“) . . .	323
Ultrafiltration [E. ultrafiltration] (vgl. auch Kap. 6, Abschn.	

„Aufbereitung des natürlichen Wassers je nach Verwendungszweck“) ...	325
Nanofiltration [E. nanofiltration] (vgl. auch Kap. 6, Abschn.	
„Aufbereitung des natürlichen Wassers je nach Verwendungszweck“) ...	326
Entspannungsverdampfungsverfahren [E. multi-stage flash evaporation]	
(vgl. auch Kap. 6, Abschn. „Aufbereitung des natürlichen Wassers je	
nach Verwendungszweck“)	326
Elektrodialyse [E. electrodialysis process] (vgl. auch Kap. 6, Abschn.	
„Aufbereitung des natürlichen Wassers je nach Verwendungszweck“) ...	328
11 Wasser als mittelbare Energiequelle der Zukunft [E. water – a mediate	
energy source in future]	331
Fossile Brennstoffe, ihre Reserven und Energiedichten [E. fossil fuels,	
their resources and densities of energy]	331
Solartechnik und Sonnenenergie [E. solar power technology	
and solar energy]	334
Sonnenenergie – eine unerschöpfliche Energiereserve [E. solar energy –	
an inexhaustible resource of energy]	335
Berechnung der Energiestromdichte an der Sonnenoberfläche	
[E. calculation of the energy flow density on sun surface]	335
Die Solarkonstante [E. solar constant]	337
Berechnung des Energiestroms, der von der Erdoberfläche	
eingefangen wird [E. calculation of the energy flow, which	
will be captured by the Earth surface]	337
Energiestrom zur Erde [E. energy flow to the Earth]	337
Mittlere Energieströme auf der Erdoberfläche [E. average	
energy streams on Earth's surface]	337
Albedo-Wert [E. Albedo-value]	339
Energiebilanz der Erde [E. energy balance of the Earth]	340
Das Prinzip der Solarzelle [E. principle of a solar cell]	341
Wirtschaftliches [E. economic]	345
Solarthermische Kraftwerke [E. solar thermal power station]	347
Parabolrinnenkraftwerk in Andalusien [E. parabolic reflector power	
plant in Andalusia]	347
Nevada Solar One, USA	349
Historisches [E. history]	350
Anlagenbau [E. construction company]	350
Polysilizium-Weltproduktionskapazitäten [E. world wide	
production capacities of polysilicon]	354
Zukünftige Verfahren für die Wasserstoffgewinnung	
[E. processes of hydrogen production in future]	354
Technische Spaltung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff	
durch Sonnenlicht [E. technical decomposition of water	
in hydrogen and oxygen by sun radiation]	355

Wasserstoff als Energiespeicher, ein Hybridkraftwerk [E. hydrogen power as energy storage – a hybrid-power station]	358
12 Die Wassermärkte in Deutschland, Europa, USA und andere	
[E. markets for water in Germany, Europe, USA and others]	361
Deutschland [E. Germany]	361
England [E. UK]	363
Frankreich [E. France]	364
Italien [E. Italy]	365
Spanien [E. Spain]	365
USA-Markt [E. US-market]	366
Wasserdargebot und Wasserverteilung in Europa [E. water supply and distribution in Europe]	366
Wasserpreise [E. water-prices]	368
Adressen von einigen privaten Wasserunternehmen [E. addresses of some private water-companies]	369
Der Mineralwassermarkt [E. market of mineral water]	370
13 Zusammenfassung [E. summary]	373
Die Forderung nach einem sorgsamem Umgang mit Niederschlägen, Regen und Schnee [E. rainwater and snow-management]	374
Landflächen, Rohstoffe und Wasserdargebote als politische Machtfaktoren [E. areas, raw materials and water resources as political power]	377
Ökonomie des Wassers [E. water economics]	379
Verteilung der chemischen Elemente in der Erdkruste einschließlich Hydrosphäre und Atmosphäre [E. distribution of the elements in the lithosphere including hydrosphere and atmosphere]	387
Die geologische Zeitskala [E. the geological time scale]	388
14 Schlussbemerkung – Wasser und die Entwicklung von Hochkulturen	
[E. final remarks – water and the development of the earliest great civilizations]	391
15 Anhang [E. appendix]	399
Glossar	403
Literatur	431
Sachverzeichnis	441