

1. Unsere Wasserressourcen

Die **Wasservorkommen** der Erde belaufen sich auf ca. 1,4 Milliarden km³. Das entspricht dem Volumen eines Würfels mit 1.120 km Kantenlänge. 97 % davon ist Salzwasser, 3 % Süßwasser. Jedoch ist nur etwa 1 % des Süßwassers auf der Erde direkt nutzbar. Der Rest ist in großen Eismassen gebunden. Nur etwa 0,3 % der weltweiten Süßwasservorräte sind als Trinkwasser verfügbar. Das sind rund 126.000 km³.¹

Insgesamt liegen 98,233 % des Wassers in flüssiger, 1,766 % in fester und 0,001 % in gasförmiger Form vor.²

Auf Antrag Boliviens erklärte die UN-Vollversammlung am 28. Juli 2010 den Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu sanitärer Grundversorgung zum Menschenrecht. Es stimmten 122

Länder dafür und 41 enthielten sich der Stimme, darunter die USA, Kanada und 18 EU-Staaten. Es gab keine Gegenstimmen.³

Übrigens:

Außerhalb der Erde kommt ebenfalls Wasser vor, entweder als Eis auf anderen Himmelskörpern oder als Wasserdampf. Als Eis wurde Wasser in Kometen, auf dem Mars und auf einigen Monden der äußeren Planeten nachgewiesen. Allein die Saturnringe enthalten etwa 20 bis 30 Mal so viel Wasser wie auf der Erde vorkommt.⁴

Wasserverteilung und -volumen im menschlichen Körper:

Der menschliche Körper besteht zu 70 % aus Wasser, das Gehirn sogar zu 95 %. Das Zell-

plasma hat einen Wasseranteil von 55-70 %, Blut besteht zu 92 % aus Wasser. Der harte Augapfel ist durch Makromoleküle strukturiertes 99-prozentiges Wasser.

Alter	Zeitraum	Wassergehalt (%)
Säugling	1. Tag	ca. 70 %
Säugling	3 Monate	78 %
Erwachsener	25 Jahre	68 %
Senior	85 Jahre	53 %

Etwa 60.000 Liter Wasser nehmen wir zu Lebzeiten durch Essen und Trinken auf.⁵

- Quellen:** 1. Pidwirny, M. (2006): The Hydrologic Cycle. In: Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition. 2. M. Hendl und H. Liedtke (1997): Lehrbuch der Allgemeinen Physischen Geographie, 3. überarbeitete Neuauflage, Gotha. 3. W. Gerber (2011): Mensch und Wasser. In: Geographie heute, Heft 293, Hannover. 4. R. Blume (1991): Wasser - nicht nur H₂O. In: P. Finke (Hrsg.): Natur verstehen - Natur erhalten; Westfalen-Verlag, Bielefeld. 5. Masaru Emoto (2008): Die Botschaft des Wassers, Burgrain.

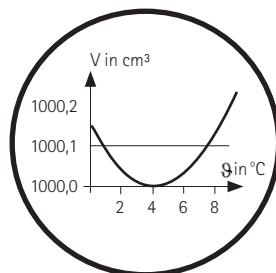
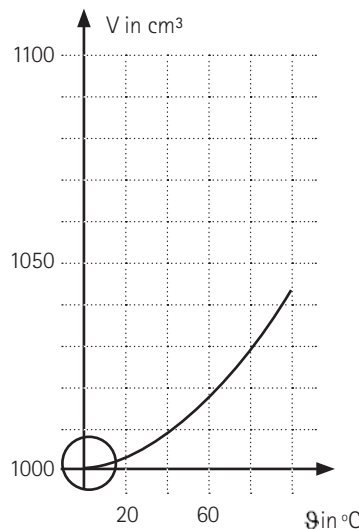
2. Eigenschaften des Wassers

Hätte das Wasser die gleichen physikalischen Eigenschaften, wie fast alle anderen Flüssigkeiten - also würde es sich „normal“ verhalten - dann gäbe es keine Pflanzen und Tiere. Und uns Menschen selbstverständlich auch nicht.

Anomalie des Wassers: Die unregelmäßige Wärmeausdehnung von Wasser mit dem Dichtemaximum bei 4°C wird als Anomalie bezeichnet. Alle Stoffe ziehen sich bei Kälte zusammen und gewinnen an Dichte, wobei in einer Flüssigkeit kalte Schichten nach unten und warme Schichten nach oben wandern. Wäre das Wasser normal, würde es sich im Winter durch die Zirkulation so lange abkühlen, bis es bei extrem kühler Witterung vom Grunde her gefriert. Das wäre der Tod für Wassertiere und -pflanzen. Bei 4°C hat Wasser jedoch bereits seine größte Dichte und Schwere. Wird es unter 4°C abgekühlt, beginnt es sich wieder auszudehnen. Das Wasser verliert beim Übergang vom flüssigen in den festen Aggregatzustand sprunghaft an Dichte. Sein Volumen dehnt sich um 10 % aus, d.h. seine Dichte verringert sich. Deshalb geht Eis auch nicht unter sondern schwimmt auf dem Wasser. Dort bildet es eine wärmende, schützende Schicht auf der Oberfläche.

Im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten erwärmt sich Wasser äußerst schlecht. Ein Glück, sonst würden im Sommer sämtliche Gewässer auf dem Lande austrocknen und der Regen an

Wärmeausdehnung von Wasser



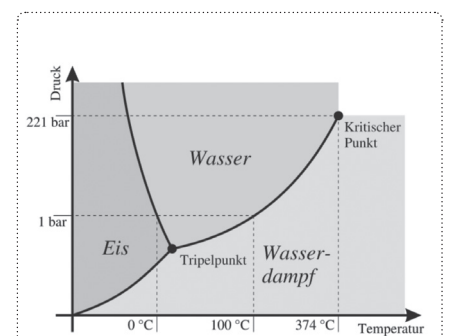
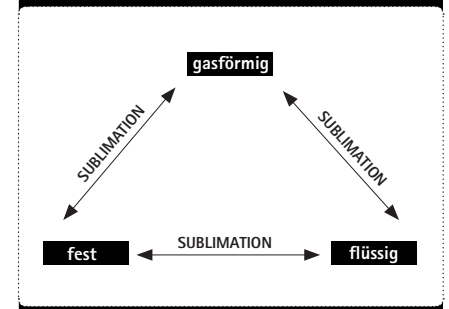
Quelle: LEIFI, Ernst Leitner, Uli Finckh, Frank Fritzsche, Rupprecht-Gymnasium München.

heißen Tagen schon in der Luft verdunsten und nicht bis zur Erde gelangen.

Quelle: Leopold Lukschanderl (1991): Wasser: der Stoff, der zwar gewöhnlich aussieht, aber ganz außergewöhnliche Eigenschaften besitzt. Wien.

➤ Es gibt drei verschiedene Aggregatzustände, die stetig ineinander übergehen: fest, flüssig und gasförmig.

Aggregatzustände des Wassers



Quelle: ©Johannes Widmer, www.jwidmer.de, TU Dresden, Institut für Angewandte Photophysik.

Oberflächenspannung von Wasser:

Wasser hat eine außerordentlich hohe Oberflächenspannung. Diese Eigenschaft ermöglicht dem Wasser unter anderem, sich in Kapillaren hochzuziehen, was einmalig ist. Jede Pflanze wird durch Kapillargefäße versorgt. Befindet sich Wasser in Kapillaren, scheint es sich von sämtlichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu lösen. Bei Versuchen stellte sich heraus, dass Wasser in Kapillaren bei -30°C noch nicht gefror, sondern in einen dickflüssigen Zustand übergang. Sogar bei -70°C bildete sich in der Kapillare kein Eis, sondern eine glasartige Masse. Ein fantastischer Überlebensaspekt für alle Frühblüher und überwinternden Pflanzen.

Quelle: Baumgartner, A. & Liebscher, H.-J. (Hrsg.) (1996): Allgemeine Hydrologie - Quantitative Hydrologie. In: Lehrbuch der Hydrologie, Berlin, Stuttgart.



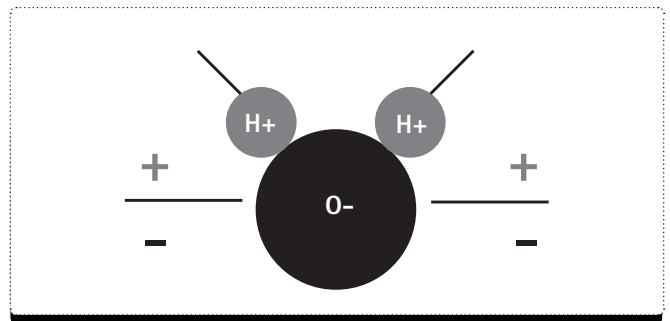
Quelle: ©LTV, Foto: Kati Ehler

Dipolcharakter des Wassers

Wassermoleküle sind aufgrund der Ladungsverteilung (O-Atom ist negativer Pol, H-Atome sind positiver Pol) Dipole, die auch elektrische Eigenschaften besitzen. Durch Elektrostatik und Ladungstrennung kann Wasser daher verbogen werden.

➤ **Versuchsanleitung:** Ein Hartgummistab, Luftballon oder Plastiklineal wird mit Hilfe eines Wollschals elektronisch aufgeladen und in die Nähe eines Wasserstrahls gebracht.

➤ **Ergebnis:** Der Wasserstrahl wird durch den aufgeladenen Hartgummistab, Luftballon bzw. das Lineal abgelenkt und verbiegt sich. Auch die Entstehung von Blitzen beruht auf der elektrischen Eigenschaft von Wasser.



Durch seinen Dipolcharakter ist Wasser in der Lage, fast alle Stoffe in sich zu lösen und ist Reaktionspartner bei chemischen Prozessen.

Das funktioniert so: Ein Atom mit einer positiven Ladung hat einen Mangel an Elektronen. Ein Atom mit einer negativen Ladung hat einen Überschuss. Das Ziel aller Atome ist eine ausgeglichene Anzahl von Elektronen. Deshalb gehen sie Bindungen ein.

Wasser besteht aus zwei positiv geladenen Wasserstoffatomen und einem negativ geladenen Sauerstoffatom. Wird ein Stoff ins Wasser gegeben, der ebenfalls ein Dipol ist, verbinden sich die negativ geladenen Atome mit dem Wasserstoff. Die positiv geladenen Atome verbinden sich mit dem Sauerstoff. Die ursprüngliche Bindung wird aufgelöst.

Übrigens: Stoffe, die keine Dipole sind, sind nicht oder nur schwer in Wasser löslich (z.B. Öl).

Quelle: R. Blume (1991): Wasser – nicht nur H_2O . In: P. Finke (Hrsg.): Natur verstehen – Natur erhalten, Westfalen-Verlag, Bielefeld.
Experiment: Rüdiger Blume: Blumes Bildungsserver für Chemie, www.chemieunterricht.de

Wasser auf einen Blick:

Eigenschaften	Einheit	Effekt
größte Dichte bei:	$3,98^{\circ}\text{C}$ (bei normalen Druckverhältnissen)	Bei kühleren Temperaturen wird Wasser wieder leichter – deshalb schwimmt Eis.
höchste Wärmekapazität aller Flüssigkeiten:	$75,366 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ $= 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{K}^{-1})$	Dadurch sind große Wasserkörper – wie Ozeane – gute Wärmespeicher.
größte Oberflächenspannung aller Flüssigkeiten (außer Quecksilber):	$72 \text{ mN}/\text{n}$ (bei $+20^{\circ}\text{C}$ und feuchter Luft)	Durch die große Oberflächenspannung können manche Insekten auf der Wasseroberfläche laufen. Durchstößt es jedoch die Oberfläche, gibt die Spannung an dieser Stelle nach und das Insekt kann untergehen.
größte Verdampfungswärme aller Flüssigkeiten:	$40,7 \text{ kJ}/\text{mol}$ $= 2256 \text{ kJ}/\text{kg}$	Wasser verdampft nur langsam. Um Wasser in Dampf zu verwandeln, muss sehr viel Energie zugegeben werden, die beim Kondensieren wieder frei wird. Auf dieser Verdunstungskälte basiert der kühlende Effekt der Transpiration.
hohe Schmelzwärme:	$6,01 \text{ kJ}/\text{mol}$ $= 333 \text{ kJ}/\text{kg}$	Wasser schmilzt nur langsam. Um Eis in Wasser zu verwandeln, muss sehr viel Energie zugegeben werden. Ohne diesen Effekt würden Eis und Schnee so schnell schmelzen, dass enorme Hochwasserkatastrophen entstehen.
sehr geringe Wärmeleitfähigkeit:	$0,6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	Daher ist Wasser ein gutes Isolier- und Kühlmittel.

Liebe Lehrkräfte,

Sachsen ist ein wasserreiches Land. Der Freistaat hat mit 23 Trinkwasser-, 38 Brauchwassertalsperren und etwa 80 sonstigen Stauanlagen nach Nordrhein-Westfalen die meisten Talsperren in Deutschland. Die vorliegenden Schulmaterialien vermitteln, welche Aufgaben und Bedeutung die sächsischen Talsperren haben, wie sie funktionieren und welche Herausforderungen sie – auch im Hinblick auf den Klimawandel – künftig bewältigen müssen. Denn auch in Sachsen müssen wir bald mit längeren Dürreperioden und größeren Unwettern rechnen. Deshalb enthalten die Materialien eigene Kapitel zum Thema Hochwasser und Klimawandel.

Die Schulmaterialien wurden von der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen in Zusammenarbeit mit sächsischen Fachberatern der Geographie erarbeitet. Sie sind fächerübergreifend aufgebaut und auch im Chemie-, Biologie- und Physikunterricht einsetzbar.

Entwickelt wurden die Materialien für Projektarbeit und den naturwissenschaftlichen Fach- und Profilunterricht für die Klassenstufen 8 bis 11 an Mittelschulen, Gymnasien und freien Schulen in Anlehnung an den sächsischen Lehrplan.

Sie umfassen

- DVD mit Film „Talsperren im Klimawandel“ sowie Zusatzmaterialien wie weitere Filmsequenzen, Karten, Grafiken und Animationen,
- neun Arbeitsblätter (AB) mit Lösungsvorlagen,
- ein Schülerexperiment (SE) zur Durchführung physikalisch-chemischer Messungen in Gewässern,
- ein Infoblatt zu Wasserphänomenen,
- Berufsbilder rund ums Wasser,
- Hinweise auf weitere sachsenspezifische Lehrmaterialien.

Die Blätter befinden sich als PDF-Dateien auf der DVD und können im A4-Format selbst ausgedruckt werden. Zum besseren Kopieren sind sie Schwarz-Weiß gestaltet.

Alle Arbeitsblätter sind so konzipiert, dass sie parallel/analog zum Film „Sachsens Talsperren im Klimawandel“ der Landestalsperrenverwaltung einsetzbar sind bzw. darauf aufbauen. Die einzelnen Piktogramme auf den Arbeitsblättern erleichtern Ihnen ein schnelles und zielgerichtetes Zuordnen zu den jeweiligen Filmsequenzen und Themenbereichen (siehe auch Beilageheft).

Verschiedene Aufgaben sind eher für den Einsatz in Gymnasien geeignet. Diese sind mit **G** gekennzeichnet.

www.talsperren-sachsen.de

Auf der Internetseite www.talsperren-sachsen.de der Landestalsperrenverwaltung finden Sie weiterführende Informationen zum Thema.

Wenn Sie Fragen zu den Lehrmaterialien haben, wenden Sie sich bitte an:

Katrin Schöne

Pressesprecherin der Landestalsperrenverwaltung

Telefon: 03501- 796 378

E-Mail: presse@ltv.sachsen.de.

„Wir horchen staunend auf, wenn eine Nasa-Sonde Wasser auf dem Mars entdeckt haben soll – aber wir haben verlernt zu staunen über das Wasser, das bei uns so selbstverständlich aus dem Hahn fließt.“

(Horst Köhler, deutscher Bundespräsident 2004-2010)

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Freude bei der Arbeit mit den Lehrmaterialien.

Lehrplanbezüge:

- Wasserspeicher: GEO Kl. 5
- Mittelgebirge Deutschlands: GEO Kl. 5, GEO Kl. 10
- Großlandschaften, typische Reliefformen Deutschlands: GEO Kl. 5
- Veränderung von Temperatur, Niederschlag von West nach Ost: GEO Kl. 6
- naturräumliche Gliederung Sachsens: GEO Kl. 10
- Naturraum Sachsen: GEO Kl. 10
- Wirtschaftsraum Sachsen: GEO Kl. 10
- Wasserkreislauf, Meeresströmungen: GEO Kl. 10
- Atmosphärische Prozesse und Klimawandel: GEO Kl. 11
- Ressourcen und ihre Nutzung: GEO Kl. 11
- Die Landschaft als System: GEO Kl. 12
- Arbeitsmethode Mikroskopieren: BIO Kl. 6
- Grundlagen der Ökologie: BIO Kl. 7
- Ökosystem: BIO Kl. 9
- Ökologie und Nachhaltigkeit: BIO Kl. 11
- Fließgewässer: BIO Kl. 11
- Profil Naturwissenschaften Kl. 8
- Projektwochen zum Thema Wasser: Kl. 7/8
- Wasser – eine chem. Verbindung: CH Kl. 8
- Wasseruntersuchung: CH Kl. 10
- Lösungsmittel im Alltag: CH Kl. 10
- Stoffe – von der Vielfalt zur Ordnung – PSE: CH Kl. 11
- physikalische Größe Temperatur: PH Kl. 6
- Kräfte: PH Kl. 7



Das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft und das Sächsische Staatsministerium für Kultus haben gemeinsam Materialien zum **Klimaschutz in Sachsen** herausgegeben. Sie beinhalten:

- ▶ Klimabroschüre für Schüler und methodisch vielfältige Lehrerhandreichung zum Thema Klimawandel und Klimaschutz für SEK II;
- ▶ Klimapavillon: eine multimediale Präsentation zu den Themen Klimawandel, Klimaschutz und Energieeinsparung;
- ▶ Klimakoffer: ausgestattet mit Lehrerhandreichung, Energiemessgeräten, USB-Sticks zur Arbeit am PC und einem großformatigen Klima-Aktions-Brettspiel mit Spielkarten.

Das **Umweltmobil** der Akademie der Sächsischen Landesstiftung Natur und Umwelt (LaNU) bietet kostenfrei **Exkursionen zum Lebensraum Gewässer** in Ihrer Nähe an und führt **Lehrerfortbildungen** zum Thema

Gewässer durch. Unter www.lanu.de können außerdem unterrichtsgerechte Poster zur Gewässergütebestimmung, zum Grundwasser und zur Struktur der sächsischen Fließgewässer kostenfrei bestellt werden.

Die **Gemeinschaftsaktion** von Wasserunternehmen in Sachsen stellt Lehrmaterial vor allem für jüngere Schüler (ab 3./4. Klasse) bereit. Auf den Internetseiten www.wasser-aqualino.de können Arbeitsblätter mit Experimenten rund ums Thema Wasser heruntergeladen werden. Einige Wasserwerke oder Kläranlagen bieten auch Projekttag an.

Vorgefertigte Arbeitsblätter, Hintergrundinformationen und Anregungen zur Durchführung eigener Untersuchungen, Messungen, Analysen und Bewertungen von Gewässern für SEK I und SEK II hat das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen herausgegeben. Die **Lehrerhandreichung „Lernort Gewässer“** kann auf der Internetseite www.wasserforscher.de heruntergeladen werden.

Von Lehrern für Lehrer: Informationen rund um den Geographieunterricht in Sachsen bietet das **Internetportal** www.schulgeographen.de des sächsischen Schulgeographenverbandes.

Impressum

Herausgeber:

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
Bahnhofstraße 14, 01796 Pirna
Telefon: + 49 3501 796-0
Telefax: + 49 3501 796-116
E-Mail: presse@ltv.sachsen.de
www.talsperren-sachsen.de

Redaktion:

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Dr. Wolfgang Gerber, Fachberater Geographie
Simone Reutemann, Fachberaterin Geographie

Autorin:

Kati Ehlert, Diplom-Geographin

Redaktionsschluss:

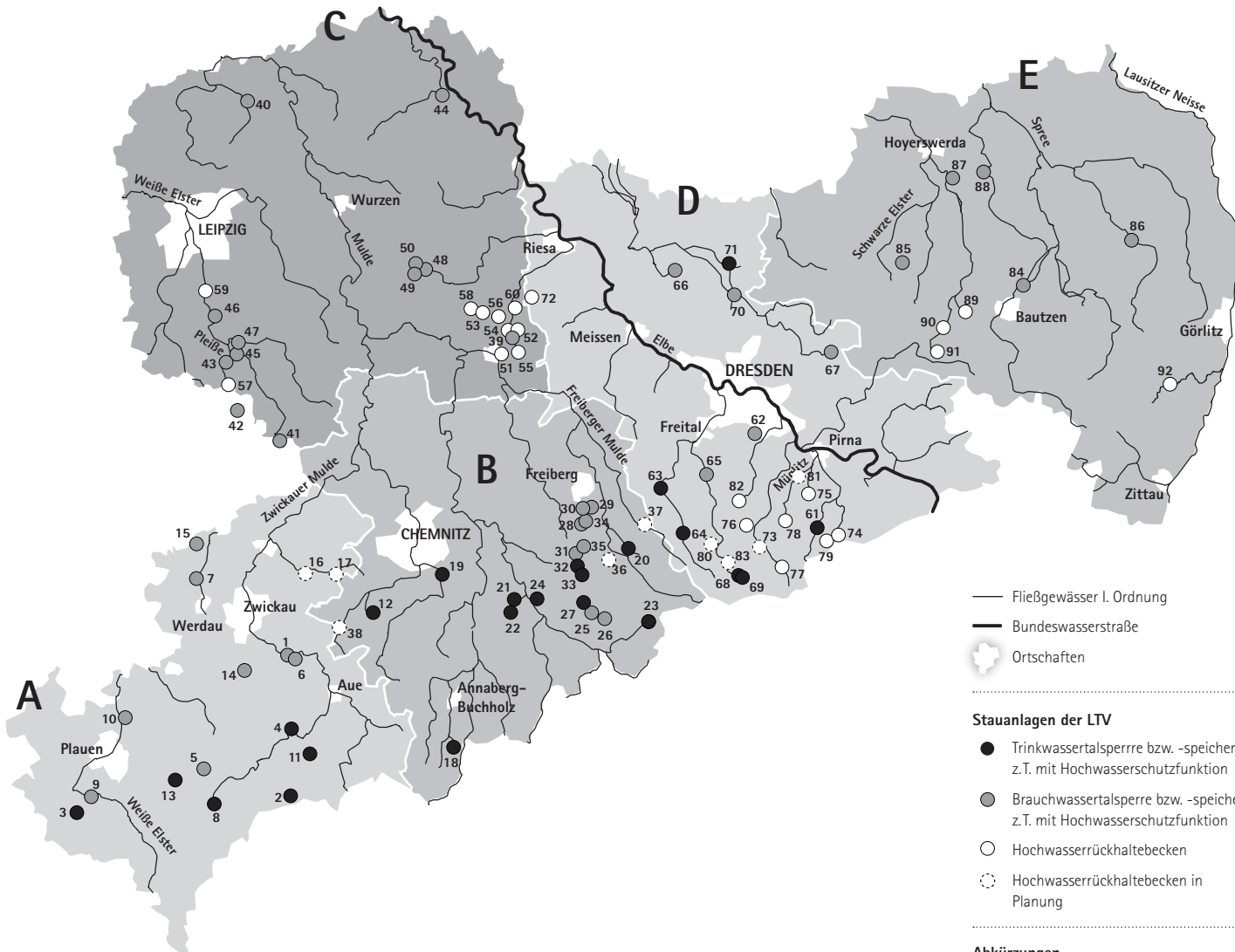
August 2011

Gestaltung:

Avanga Filmproduktion
Jens Moldenhauer, Diplom-Designer

Hinweis

Diese Informationsmaterialien werden von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.



- Fließgewässer I. Ordnung
- Bundeswasserstraße
- Ortschaften

Stauanlagen der LTV

- Trinkwassertalsperre bzw. -speicher, z.T. mit Hochwasserschutzfunktion
- Brauchwassertalsperre bzw. -speicher z.T. mit Hochwasserschutzfunktion
- Hochwasserrückhaltebecken
- Hochwasserrückhaltebecken in Planung

Abkürzungen

- TS = Talsperre
- SP = Speicherbecken
- HRB = Hochwasserrückhaltebecken
- RWA = Revierwasserlaufanstalt Freiberg
- WT = Wermsdorfer Teiche

0 25 50 km

Quelle: ©LTV, Fachdaten: 2009 LfULG, Geobasisdaten: 2010 GeoSN

A Betrieb Zwickauer Mulde/Obere W. Elster	
1	TS Amselbach
2	TS Carlsfeld
3	TS Dröda
4	TS Eibenstock
5	TS Falkenstein
6	TS Klingerbach
7	TS Koberbach
8	TS Muldenberg
9	TS Pirk
10	TS Pöhl
11	TS Sosa
12	TS Stollberg
13	TS Werda
14	TS Wolfersgrün
15	SP Crimmitschau
16	HRB Rödlitzbach
17	HRB Kirchberger Dorfbach
B Betrieb Freiburger Mulde/Zschopau	
18	TS Cranzahl
19	TS Einsiedel
20	TS Lichtenberg
21	TS Neunzehnhain I
22	TS Neunzehnhain II
23	TS Rauschenbach
24	TS Saidenbach
25	RWA Bierwiesenteich
26	RWA Dittmannsdorfer Teich
27	RWA Dörnthaler Teich
28	RWA Erzengler Teich
29	RWA Hüttenteich
30	RWA Konstantinteich
31	RWA Mittlerer Großhartmannsdorfer Teich
32	RWA Oberer Großhartmannsdorfer Teich
33	RWA Obersaidaer Teich
34	RWA Rothbacher Teich
35	RWA Unterer Großhartmannsdorfer Teich
36	HRB Mulda
37	HRB Oberbobritzsch
38	HRB Neuwürschnitz
C Betrieb Elbaue/Mulde/Untere W. Elster	
39	TS Baderitz/Zschäitz
40	TS Schadebach II
41	TS Schömbach
42	TS Windschleuba
43	SP Borna
44	SP Großer Teich Torgau
45	SP Lobstädt
46	SP Rötha

47	SP Witznitz
48	WT Döllnitzsee
49	WT Göttwitzsee
50	WT Horstsee
51	HRB Amselgrund
52	HRB Baderitz/Lüttewitz
53	HRB Kiebitz-Obersteina
54	HRB Möbertitz
55	HRB Mochau
56	HRB Noschkowitz
57	HRB Regis-Serbitz
58	HRB Schrebitz
59	HRB Stöhna
60	HRB Zschochau
D Betrieb Oberes Elbtal	
61	TS Gottleuba
62	TS Kauscha
63	TS Klingenberg
64	TS Lehmühle
65	TS Malter
66	TS Nauleis
67	TS Wallroda
68	SP Altenberg
69	SP Großer Galgenteich
70	SP Radeburg I
71	SP Radeburg II
72	SP Staucha
73	HRB Bärenstein
74	HRB Buschbach
75	HRB Friedrichswalde/Ottendorf
76	HRB Glashütte
77	HRB Lauenstein
78	HRB Liebstadt
79	HRB Mordgrundbach
80	HRB Niederpöbel
81	HRB Niederseidewitz
82	HRB Reinhardtsgrimma
83	HRB Waldbärenburg
E Betrieb Spree/Neiße	
84	TS Bautzen
85	TS Nebelschütz
86	TS Quitzdorf
87	SP Knappenrode
88	SP Lohsa I
89	HRB Göda
90	HRB Karlsdorf
91	HRB Schmölln
92	HRB Rennersdorf