

Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040)

Herausgegeben:

Klaus Möller & Jens Burgschweiger

Berlin, April 2008

Auftraggeber: Berliner Wasserbetriebe

Klaus Möller & Jens Burgschweiger

Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland
(Entwicklung bis 2040).

Satz und Layout: Sabine Melzer
Graphik: BWB und Lutz Vogel

Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040)

Herausgegeben:

Klaus Möller & Jens Burgschweiger

Bearbeitung:

Klaus Möller, Nils Kade,
Lena Havermeier, Frank Paproth (UBB);
Jens Burgschweiger, Elke Wittstock, Matthias Günther,
Karl Naumann, Johannes Broll (BWB)

in Zusammenarbeit mit:

Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und
Verbraucherschutz, Referate II E, II D und III C

Berlin, April 2008

Auftraggeber: Berliner Wasserbetriebe

Vorwort

Das vorgelegte Wasserversorgungskonzept für Berlin und das von den BWB versorgte Umland ist ein Gemeinschaftswerk der Berliner Wasserbetriebe und den wasserwirtschaftlich ausgerichteten Abteilungen der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz. Es beruht auf den Kenntnisstand 2006/2007 und dient sowohl unternehmerischen Entscheidungen der BWB zum Ausbau und Weiterbetrieb einzelner Wasserwerke als auch der Begleitung der einzelnen Bewilligungsverfahren der BWB-Wasserwerke, für die es den Bedarfsrahmen der Stadt absteckt.

Neben der Darstellung der Wasserverteilung in Berlin wird der Istzustand der Wasserversorgung umrissen. Zur Entwicklung einer Perspektive sind die Abwasserentsorgung, alle übrigen Einleitungen und Entnahmen und die klimatisch erwarteten Folgen zusammengestellt und bewertet. Sie zeigen, dass die Wasserversorgung der Stadt von der Menge her als gesichert angesehen werden darf.

Darüber hinaus wird in Grundzügen eine Prognose der Entwicklung des Wasserbedarfs bis 2040 abgegeben. Drei Varianten werden hergeleitet. Aus der heutigen Kenntnis des Wasserverbrauchs ist in der Wasserversorgung die Variante Steigerung abzusichern. Das heißt, die Wasserversorgung muss allen bekannten Szenarien einschließlich der SO_4 -Belastung der Spree als auch dem Klimawandel Rechnung tragen.

Aus den aufgearbeiteten Daten wurde einvernehmlich eine angestrebte Bewilligungsmenge (Bedarf zuzüglich eines Sicherheitszuschlages) abgeleitet. Sie steckt auf der Grundlage der heutigen Erkenntnisse den Rahmen für die Wasserversorgung bis 2040 ab.

Die letzten 18 Monate waren arbeits- und ergebnisreich.

Dr. Klaus Möller
UBB

Dr. Jens Burgschweiger
BWB

Inhaltsverzeichnis

0.	Einführung	1
I	Istzustand	4
1.	Trinkwasserverteilung in Berlin	4
1.1	Versorgungsgebiet und Druckzonen	4
1.2	Trinkwasserabgabe	4
1.3	Räumliche Verteilung der Trinkwasserabgabe	6
1.3.1	Umlandversorgung	6
1.4	Zeitlicher Verlauf der Wasserabgabe	7
1.5	Rohrnetz und Wasserverteilung	9
1.6	Räumliche Aufteilung des Versorgungsgebiets unter den Wasserwerken	12
1.7	Grundwasserförderung	13
1.8	Abdeckung des jährlichen Trinkwasserbedarfs	16
1.9	Wasserwerkskapazitäten zur Abdeckung der Spitzenförderung	16
1.9.1	Begrenzende Faktoren bei Maximalförderung	18
2.	Wasserwerke und ihr Betrieb	21
3.	Abwasserentsorgung	26
3.1	Ableitungen durch die Klärwerke	26
3.2	Mischwasser- und Regenwasserableitung	28
3.3	Einfluss auf die Gewässergüte	30
4.	Wasserbilanz der Fließgewässer	31
4.1	Einleitungen	31
4.2	Entnahmen	32
4.3	Wasserbilanz im Sommerhalbjahr 2003	34
5.	Altlasten und geogene Belastungen	37
6.	Naturschutz	40
7.	Grundwassersteuerungsverordnung	43
II	Prognose des Wasserbedarfs und zukünftige Förderung	45
8.	Prognose des Wasserbedarfs	45
8.1	Trinkwasserabgabe bis zur Gegenwart	46
8.2	Rahmenbedingungen der Trinkwasserbedarfsprognose	46
8.3	Prognoseergebnis für 2010, 2020 und 2040	49
9.	Sicherung der Trinkwasser-Versorgung	51
9.1	Nachhaltigkeitsüberlegungen	51
9.2	Deckung des prognostizierten Trinkwasserbedarfs	53
9.2.1	Variante Basis	54
9.2.2	Variante Steigerung	56
9.2.3	Variante Schrumpfung	56
9.3	Szenario Klimawandel	57
9.3.1	Folgen des Klimawandels für das städtische Gewässersystem	57
9.3.2	Wasserversorgung 2040	60

9.4	Szenarien SO ₄ -Belastung Spree - Variante Steigerung	61
9.4.1	Sicherung der Wasserversorgung im Falle des Teilausfalls der Urstromtalwasserwerke	65
9.5	Szenario anthropogene Belastungen - Variante Steigerung.....	66
9.6	Antragsmengen, Bedarfsmengen, angestrebte Bewilligungsmenge	69
10.	Literatur und Quellen	72

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage der Wasserwerke und der Klärwerke der Berliner Wasserbetriebe	2
Abb. 2:	Entwicklung der Trinkwasserabgabe und der Rohwasserförderung.....	2
Abb. 3:	Druckzonen der Trinkwasserverteilung in Berlin.....	5
Abb. 4:	Entwicklung der jährlichen Maximalförderung der Wasserwerke (Tagesspitzenwerte Q ₁).	5
Abb. 5:	Trinkwasserabgabe in den Ortsteilen Berlins im Jahr 2006.....	6
Abb. 6:	Jahresgang der Netzabgabe in Berlin für die Jahre 2000 (warmer, trockener Frühsommer), 2003 (durchgängig warmer, trockener Sommer) und 2005 (kühler, regenreicher Sommer).....	7
Abb. 7:	Tagesgang der Netzabgabe in Berlin für Tage mit mittlerem Verbrauch (Kurven grün, gelb, schwarz, September 2002), Spitzenverbrauch (rot, 20.06.2000) und Minimalverbrauch (blau, 1.1.2003)	8
Abb. 8	Darstellung des Hauptrohrnetzes (DN > 400).....	10
Abb. 9:	Wasserverteilungsmöglichkeiten	11
Abb. 10:	Wasserwerke, ihre Einzugsgebiete und Klärwerke der Berliner Wasserbetriebe.	23
Abb. 11:	Einzugsgebiet der Mischkanalisation, ausgenommen Spandau, mit Einleitungen in die Gewässer.....	29
Abb. 12:	Fließdiagramm zum mittleren Sommerabfluss 2003.....	35
Abb. 13:	Vergleich der Bevölkerungsprognosen für Berlin von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2004b = durchgezogene Linie) und vom Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung	47
Abb. 14:	Historische Entwicklung und Prognose des spezifischen Wasserbedarfs der Haushalte.	49
Abb. 15:	Jährliche Rohwasserfördermengen von 1991 bis 2005 und deren Prognose für die Varianten Basis, Steigerung und Schrumpfung.	49
Abb. 16:	Tagesspitzennetzabgaben von 1991 bis 2005 und deren Prognose für die Varianten Basis, Steigerung und Schrumpfung.	50
Abb. 17:	Wasserwerksstandorte.	51
Abb. 18:	Sommerabfluss 2046-2055 (MQ Sommer, Trockenjahr).	59

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Reinwasserbehälter der Wasserwerke und Zwischenpumpwerke (ZWP)	9
Tab. 2:	Versorgungsgebiete der Wasserwerke im Überblick	12
Tab. 3:	Förderbare Grundwassermengen der Berliner Wasserwerke	15
Tab. 4:	Jahresmengen [Mio. m ³ /a] der Reinwasserförderung in das Rohrnetz für die Jahre 2002 bis 2006	16
Tab. 5:	Spitzenfaktoren der Wasserwerke der BWB für 2006	17
Tab. 6:	Technische Kapazitäten der Berliner Wasserbetriebe - Stand: 2006	19
Tab. 7:	Maximale Werksausgangsvolumenströme und -drücke	20
Tab. 8:	Antragsmengen der BWB, Jahreshöchstförderung seit 1988 und Rohwasserförderung 2000 bis 2006	22
Tab. 9:	Brunnenanzahl und Jahresförderung 2006	24
Tab. 10:	Klärwerke und Jahresabwassermengen, Beispielsjahr 2006	26
Tab. 11:	Kapazitäten und genehmigte Einleitmengen der Berliner Klärwerke	27
Tab. 12:	Ablaufwerte (TW) des gereinigten Abwassers der Klärwerke der BWB, Beispielsjahr 2005.	28
Tab. 13:	Einleitmengen und Einleitgewässer der Klärwerke der BWB, Beispielsjahre 2003/5	32
Tab. 14:	Direkte Entnahmemengen aus Oberflächengewässern in Tm ³ /a und im Durchschnitt in m ³ /s ...	32
Tab. 15:	Geförderte Rohwassermenge in Tm ³ /a und Anteil des Uferfiltrats* in m ³ /s	33
Tab. 16:	Grundwasserförderung durch Eigenwasserversorgungsanlagen 1999-2006 in Tausend m ³ /a ..	34
Tab. 17:	MQ Sommer des Trockenjahres 2003.....	36
Tab. 18:	Einhaltung der Vorgaben der Grundwassersteuerungsverordnung, exemplarisch für den Monat Mai 2005.....	43
Tab. 19:	Prognoseergebnisse der jährlichen Wasserbedarfsmengen in Mio. m ³ /a.....	50
Tab. 20:	Nachhaltigkeitsüberlegungen der Sicherung von Wasserwerksstandorten.....	52
Tab. 21:	Wasserversorgung Berlin - GW-Dargebot, Antragsmengen und prognostizierter Bedarf.....	55
Tab. 22:	Trinkwasserabgabe Q1 der einzelnen WW bei Eintritt der Wasserbedarfsprognose (Kap. 8.3) - Steigerungsvariante.....	57
Tab. 23:	Wasserförderung (Q _a) Szenario Klimawandel - Variante Steigerung 2040.	61
Tab. 24:	SO ₄ -Szenarien.	62
Tab. 25:	Randbedingungen für Szenario A.	62
Tab. 26:	Wertungskriterien für die SO ₄ -Belastung.....	63
Tab. 27:	Ergebnisse Szenario A und Vergleich mit Laborwerten.....	63
Tab. 28:	Szenario B.....	64
Tab. 29:	Szenario C.....	64
Tab. 30:	Szenario D.....	64
Tab. 31:	Szenario E.....	64
Tab. 32:	Wasserförderung (Q _a) Szenario SO ₄ -Belastung Spree - Variante Steigerung.	65
Tab. 33:	Randbedingungen zum Einsatz des BWB Modells.	66
Tab. 34:	Szenarien zur Betrachtung der Stoffspur Carbamazepin.	67

Tab. 35: Klassifikation.....	67
Tab. 36: Ergebnisse Szenario A und Vergleich mit Laborwerten (Angaben in ng/l). (BG = Bestimmungsgrenze).....	67
Tab. 37: Szenario B – Carbamazepin-Konzentrationen im Rohwasser.....	68
Tab. 38: Szenario C – Carbamazepingehalte im Rohwasser.....	68
Tab. 39: BWB-Wasserwerke, Antragsmengen, prognostizierter Bedarf und angestrebte Bewilligungsmenge.....	70

Abkürzungs- und Definitionsverzeichnis

AFS	abfilterbare Stoffe
BEE	Beelitzhof
BÜL	Bewässerungsüberleiter
BSB	biologischer / biochemischer Sauerstoffbedarf
BTEX	aromatische Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole
BWB	Berliner Wasserbetriebe
BWG	Berliner Wassergesetz
COL	Columbiadamm
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
DDA	Dichlordiphenyllessigsäure
DN	innerer Nenndurchmesser
DOC	dissolved organic carbon / gelöster organisch gebundener Kohlenstoff
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FFH-Gebiet	Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung, nach der FFH-Richtlinie geschützt
FFH-Richtlinie	Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen
FRI	Friedrichshagen
GruWaSteuV	Grundwassersteuerungsverordnung (Verordnung über die Steuerung der Grundwassergüte und des Grundwasserstandes (Grundwassersteuerungsverordnung - GruWaSteuV) vom 10. Oktober 2001)
GW	Grundwasser
GWA	Grundwasseranreicherung
HS	Hochstadt
HSM	Hydrogeologisches Strukturmodell
JOH	Johannisthal
KLA	Kladow
KLE	Kleistpark
KW	Klärwerk
LCKW	leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
LIC	Lichtenberg
LIN	Lindenberg
LSG	Landschaftsschutzgebiet
LUA	Landesumweltamt
MAR	Marienfelde
MKW	Mineralölkohlenwasserstoff
MQ	mittlere Abflussmenge innerhalb eines festgelegten Zeitraums
MTBE	Methyltertbutylether
N _{anorg.}	anorganischer Stickstoff

NH ₄ -N	Ammoniumstickstoff
nHS	nördliche Hochstadt
NN	Normalnull
NSG	Naturschutzgebiet
OP	Oberpegel
OWA	Oberflächenwasseraufbereitungsanlage
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
P _{ges.}	Phosphor gesamt
Q ₁ [m ³ /d]	höchste Wassermenge eines Tages innerhalb eines Jahres
Q ₇ [m ³ /d]	höchste Wassermenge an sieben bzw. 30 aufeinanderfolgenden Tagen innerhalb eines Jahres
Q ₃₆₅ [m ³ /d]	durchschnittliche Wassermenge innerhalb eines Jahres
Q _a [Mio. m ³]	Summe der täglichen Wassermenge [m ³ /d] innerhalb eines Jahres
RW	Regenwetter
SenStadt	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
SenGesUmV	Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz
SO ₄	Sulfat
SPA	Spandau
SPA-Gebiet	Special Protection Area/ Europäisches Vogelschutzgebiet nach der Richtlinie 79/409/EWG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutzrichtlinie)
STO	Stolpe
TEG	Tegel
TIE	Tiefwerder
TOC	total organic carbon / gesamter organischer Kohlenstoff
TS	Tiefstadt
Tsd.	Tausend
TW	Trockenwetter
UP	Unterpegel
ÜPW	Überpumpwerk
UWM	Unterwassermotorpumpen
VBS	Verbindungsschieber
WES	Westend
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie der EU (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik)
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt
WUH	Wuhlheide
WVK	Wasserversorgungskonzept
WW	Wasserwerk(e)
ZWP	Zwischenpumpwerk

0. Einführung

Veranlassung

Im Jahre 1996 stellten die BWB Anträge auf Bewilligung von Grundwasserfördermengen für die Trinkwasserversorgung Berlins durch die Wasserwerke

- Spandau,
- Tegel,
- Tiefwerder,
- Beelitzhof, einschließlich Riemeisterfenn
- Kladow,
- Friedrichshagen,
- Wuhlheide (inzwischen bewilligt),
- Kaulsdorf,
- Johannisthal,
- Altglienicke,
- Jungfernheide und
- Buch.

Das vorgelegte Wasserversorgungskonzept will ausgehend vom Bestand an Wasserwerken im Rahmen der heute verfügbaren Kenntnisse Prognosen zum zukünftigen Wasserverbrauch bis 2040 und Szenarien betreffend die Sicherstellung der Wasserversorgung herausarbeiten. Dies soll dazu beitragen, die Grundfrage für die Bewilligungen, nämlich wieviel Wasser zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung benötigt wird und wie dieser Bedarf von den einzelnen Wasserwerken gedeckt werden soll, auf eine begründete Basis zu stellen. Die endgültige Festlegung der Fördermengen für jedes WW bleibt jedoch den z. Zt. laufenden Bewilligungsverfahren vorbehalten.

Demgemäß erfolgt in Teil I eine Darstellung des aktuellen Bestandes mit Wissensstand Ende 2006 (Kap. 1 bis 7); die notwendigen Prognosen für Bevölkerungsentwicklung und Wassergebrauch sind in Teil II (Kap. 8) dargestellt. Dort erfolgt auch die Variantendarstellung zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung unter den verschiedenen Szenarien bis 2040 (Kap. 9).

Berlin wird derzeit von 9 Wasserwerken versorgt (Abb. 1), nur das WW Stolpe liegt außerhalb des Stadtgebietes. Damit bezieht die Stadt ihr Trinkwasser aus lokalen Ressourcen, was nur möglich ist, weil ein bedeutender Anteil des Trinkwassers aus Uferfiltrat gewonnen wird (von ca. 0 % im WW Kaulsdorf bis ca. 80 % im WW Tegel). Die Trinkwassergewinnung ist damit auch abhängig von der Wassermenge und -qualität der wichtigsten Zuflüsse zum Berliner Stadtgebiet, der Havel, der Spree und der Dahme. Spree und Havel nehmen zugleich wesentliche Anteile des gereinigten Abwassers der Berliner Klärwerke auf.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und sinkender Abflüsse der Spree bei gleichzeitig zu erwartender Veränderung ihrer chemischen Inhaltsstoffe (Sulfatanstieg) stellt sich daher die Frage, wie die Wasserversorgung in den nächsten Jahrzehnten gesichert werden kann.

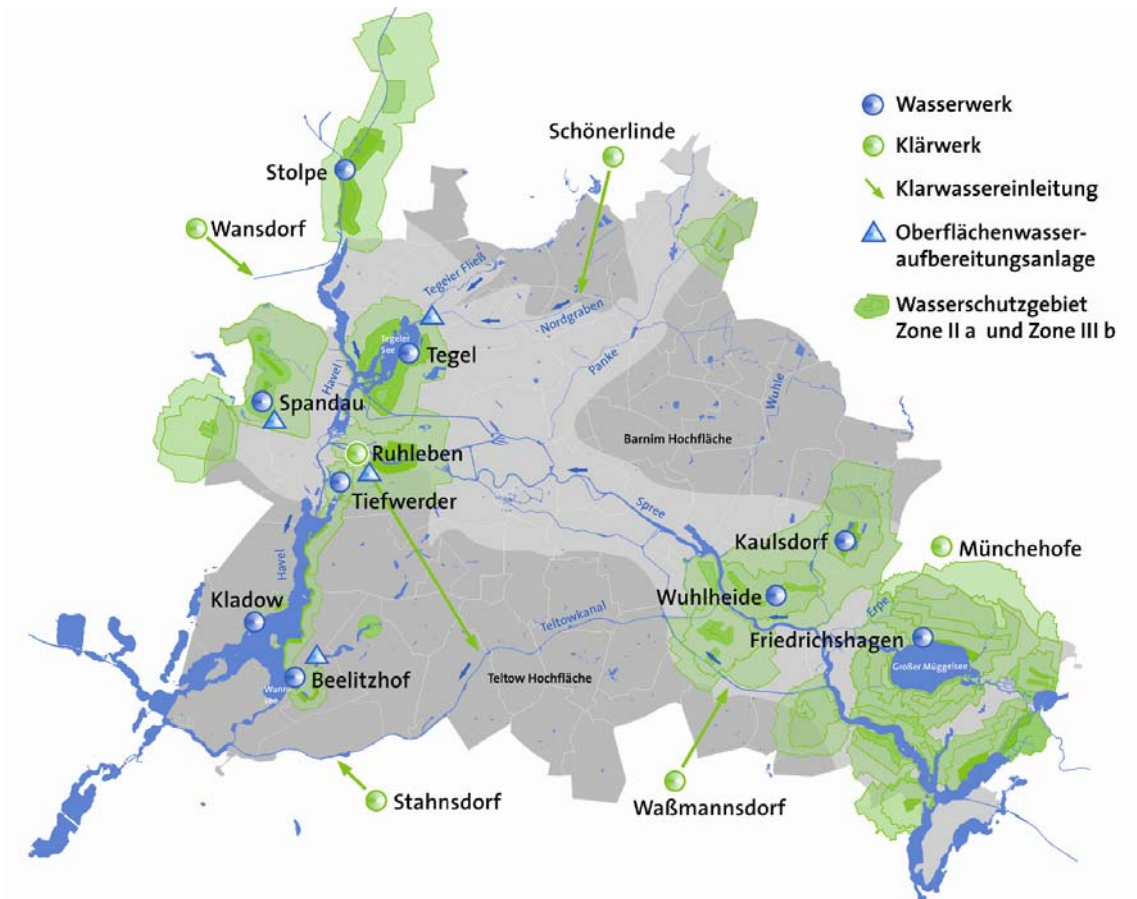


Abb. 1: Lage der Wasserwerke und der Klärwerke der Berliner Wasserbetriebe (Quelle: BWB).

Zu berücksichtigen ist dabei, dass der Trinkwasserbedarf im Versorgungsgebiet der BWB seit 1991 um ca. 30 % zurückgegangen ist (Abb. 2). Vor allem bedingt durch den Rückgang der industriellen Produktion und durch wassersparendes Verhalten der Bevölkerung wurden mehrere Wasserwerke stillgelegt oder reduzierten ihre Förderung.

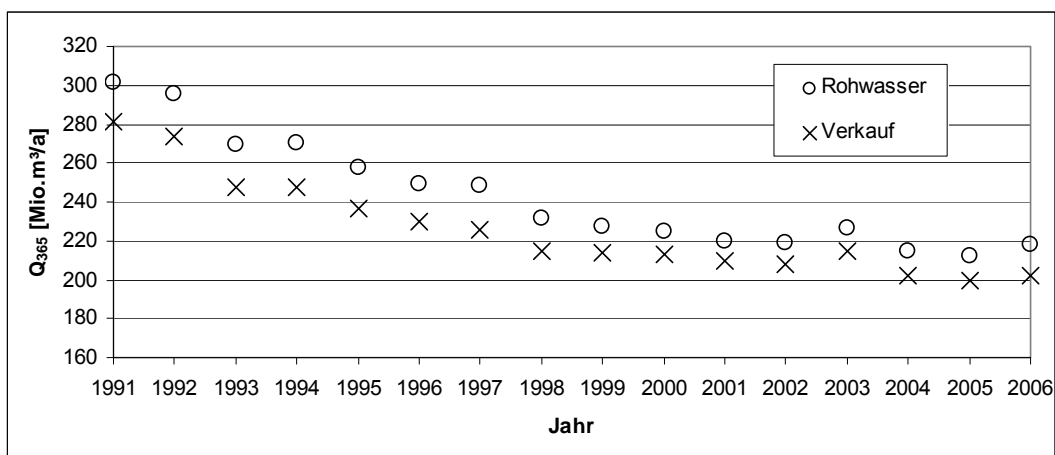


Abb. 2: Entwicklung der Trinkwasserabgabe und der Rohwasserförderung (Quelle: BWB).

Alle vorgenannten Aspekte berücksichtigend stellt sich die Frage nach einer angemessenen Anpassung der vorhandenen Strukturen an die erfolgte und an die noch zu erwartende Entwicklung.

Berücksichtigung dabei müssen auch die Berliner Klärwerke finden, die als wichtiger Wasserlieferant in abflussarmen Sommern für Spree und Havel dienen. Ihr Istzustand ist übernommen (Kap. 3). Die Diskussion der mittel- bis langfristigen Perspektive der Abwasserreinigung wird derzeit geführt. Die erarbeiteten Ergebnisse fließen in die Fortschreibung des WVK ein. Mit dem sich verstärkenden Klimawandel und der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird gereinigtes Abwasser als Ressource an Bedeutung gewinnen.

Als Istzustand wird im Einvernehmen mit der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (SenGesUmV) das Jahr 2006 herangezogen.

Die Philosophie des WVK wird bestimmt von den bisher gültigen und auch in Zukunft anzustrebenden *Grundsätzen der Wasserversorgung*:

- Gewährleistung einer hohen Versorgungssicherheit und hohen Wasserqualität durch die Nutzung regionaler Ressourcen.
- Schonende Bewirtschaftung des Grundwassers und behutsamer Umgang mit der Natur.
- Naturnahe Aufbereitung mit einfachen technischen Mitteln.
- Wirtschaftlicher Betrieb der Wasserversorgungsanlagen unter anderem mit dem Ziel sozialverträglicher Wassertarife.
- Die Nutzung von Synergieeffekten zwischen Trinkwassergewinnung und Sicherung siedlungsverträglicher Grundwasserstände im Sinne einer nachhaltigen Wasserwirtschaft.

I Istzustand

1. Trinkwasserverteilung in Berlin

In Grundzügen werden die Versorgungsgebiete der Wasserwerke und die Trinkwasserverteilung in Berlin dargelegt. Dies dient einerseits dem Prozessverständnis zur Trinkwasserversorgung und andererseits der räumlichen Einordnung der in Kap. 2 zusammengestellten Daten zu den einzelnen Wasserwerken in den gesamtstädtischen Rahmen.

1.1 Versorgungsgebiet und Druckzonen

Das Versorgungsgebiet der BWB umfasst im Wesentlichen das Stadtgebiet von Berlin. Zusätzlich gibt es Lieferverträge mit Verbänden, Städten und Gemeinden vorrangig im Norden und Nord-Osten von Berlin, deren Anteil an der gesamten Trinkwasserabgabe mit ca. 1,5 % aber gering ist.

Die Wasserverteilung in Berlin erfolgt in Druckzonen (Abb. 3) um entsprechend der jeweiligen Geländehöhe den geforderten Versorgungsdruck zu gewährleisten. Es wird unterschieden in

- nördliche Hochstadt,
- östliche Hochstadt (mit Druckzone Buch),
- Tiefstadt und
- südliche Hochstadt.

1.2 Trinkwasserabgabe

Die Entwicklung der Trinkwasserabgabe an die Verbraucher und die Rohwasserförderung ($Q_{365} = Q_a = \text{Jahreswasserfördermenge}$) aller Wasserwerke von 1991 bis 2006 ist durch einen deutlichen Rückgang geprägt. Die verkaufte Trinkwassermenge ging von 281 Mio. m³/a im Jahr 1991 auf 202 Mio. m³/a im Jahr 2006 zurück (vgl. Abb. 2). Deutlich zu erkennen ist ein Anstieg der jährlichen Trinkwasserabgabe im Jahr 2003, mit einem heißen, trockenen Sommer.

Auch die Entwicklung der Tagesspitzenwerte der Netzabgabe (Q_1) von 1991 bis 2006 (Abb. 4) zeigt einen fallenden Trend von über 1,35 Mio. m³/d im Jahr 1992 auf ca. 870.000 m³/d im Jahr 2006. Dieser enthält Schwankungen, die aus den jährlichen klimatisch bedingten Unterschieden im Sommerhalbjahr resultieren.

Aus den dargestellten Daten lässt sich ableiten, dass zur Sicherstellung der derzeitigen Wasserversorgung bis zu 220 Mio. m³/a Trinkwasser zu fördern sind. Der Spitzentag sollte mit 1 Mio. m³/d abgesichert sein.

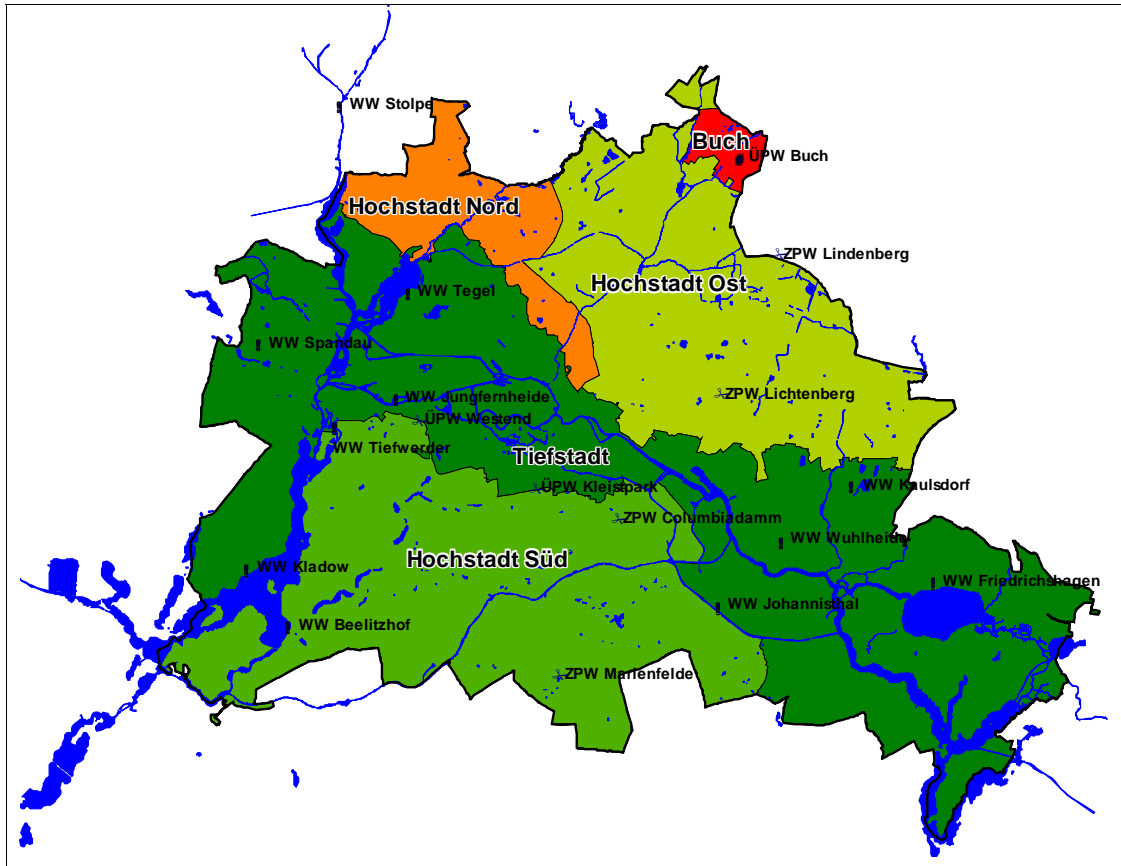


Abb. 3: Druckzonen der Trinkwasserverteilung in Berlin (Quelle: BWB).

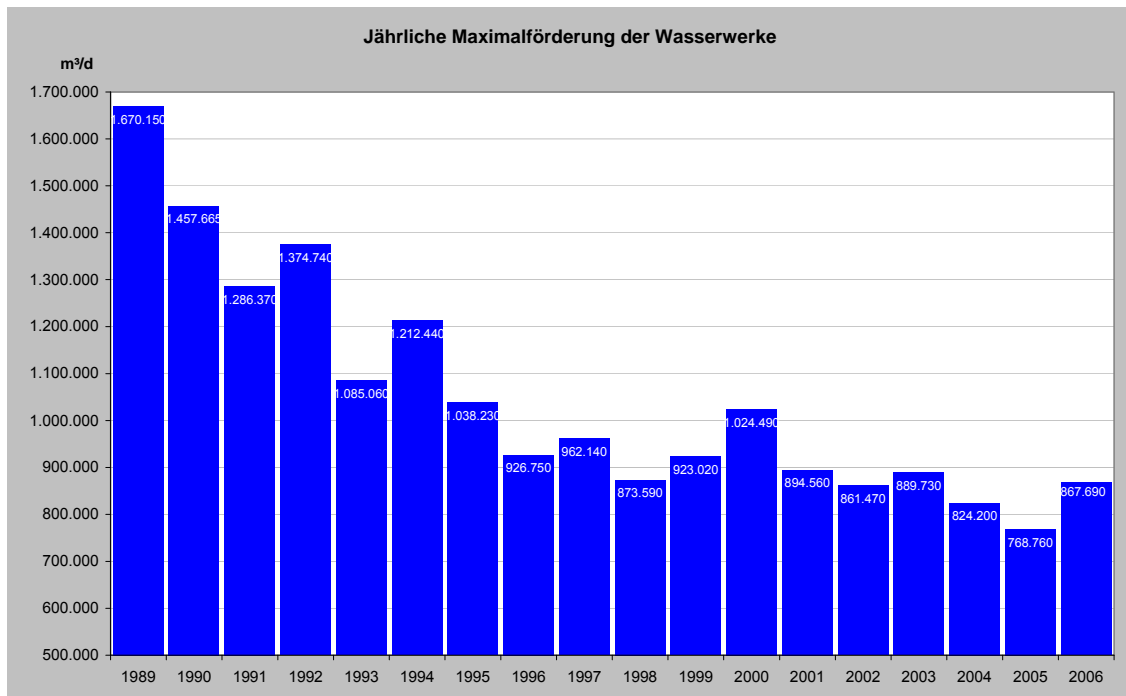


Abb. 4: Entwicklung der jährlichen Maximalförderung der Wasserwerke (Tagesspitzenwerte Q_1). (Quelle: BWB)

1.3 Räumliche Verteilung der Trinkwasserabgabe

Abb. 5 gibt die räumliche Verteilung der jährlichen Trinkwasserabgabe für das Jahr 2006 innerhalb der Ortsteilgrenzen wieder. Schwerpunkte für den Trinkwasserabsatz sind Wilmersdorf, Charlottenburg, Kreuzberg, Märkisches Viertel, Gesundbrunnen, Neukölln, Gropiusstadt und Schöneberg, mithin die Ortsteile mit den höchsten Bevölkerungsdichten. Der Gesamtgebrauch verteilte sich 2006 auf die Druckzonen

- nördliche Hochstadt 6,5 %,
- östliche Hochstadt (mit Druckzone Buch) 21,4 %,
- Tiefstadt 39,6 % und
- südliche Hochstadt 32,5 %.

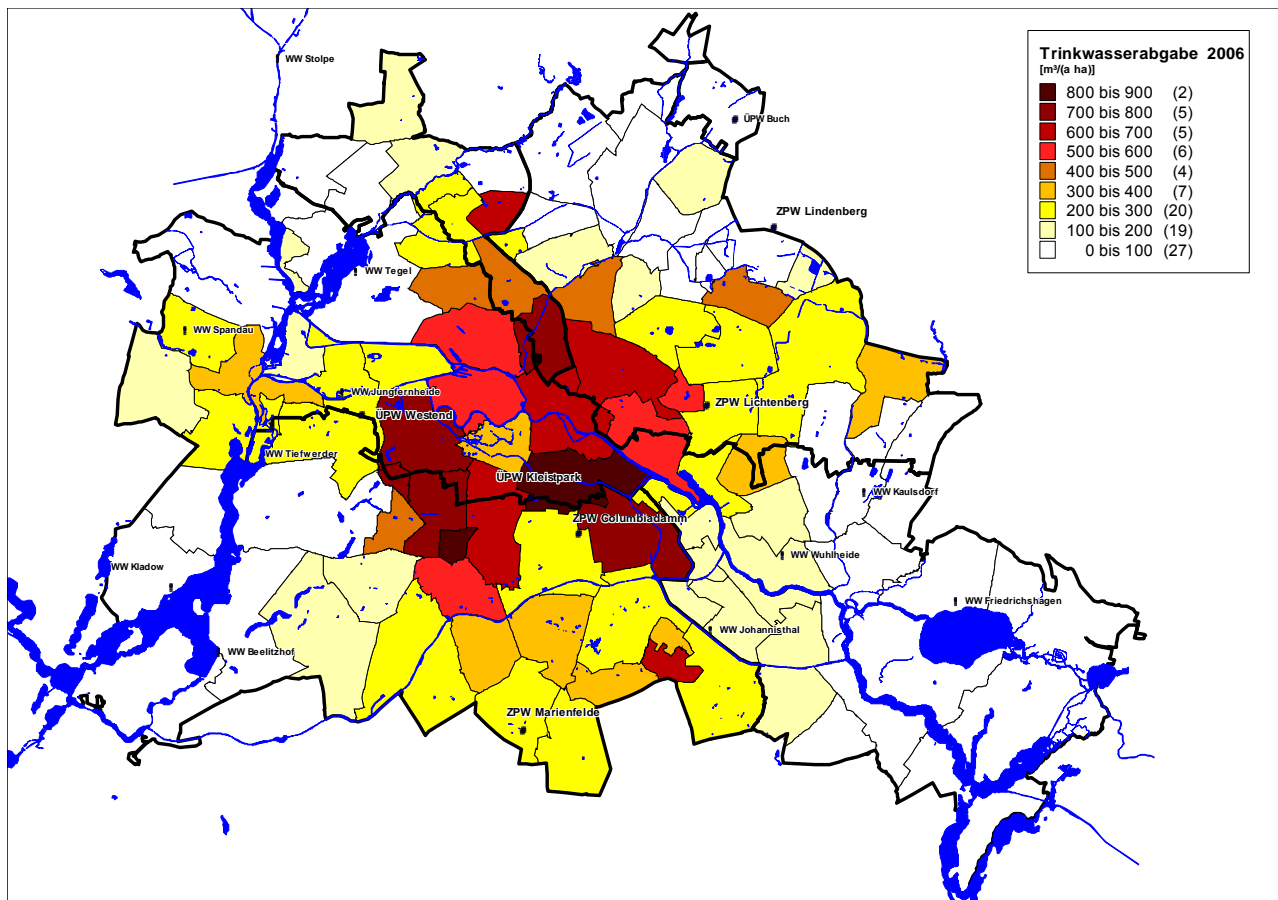


Abb. 5: Trinkwasserabgabe in den Ortsteilen Berlins im Jahr 2006 (Quelle: BWB).

1.3.1 Umlandversorgung

Von der von den BWB geförderten Wassermenge werden ca. 3 Mio. m³/a an das Umland - vorrangig über das WW Stolpe - abgegeben.

1.4 Zeitlicher Verlauf der Wasserabgabe

Die Trinkwasserabgabe variiert erheblich im zeitlichen Verlauf des Tages, der Woche und des Jahres. Die Unterschiede resultieren aus den Anforderungen der gewerblichen und gesellschaftlichen Struktur innerhalb Berlins.

Abb. 6 gibt beispielhaft den jahreszeitlichen Verlauf der Netzabgabe für die Jahre 2000, 2003 und 2005 wieder. Deutlich zu erkennen ist der wesentlich höhere Trinkwasserverbrauch im Sommerhalbjahr (Tage 120-250). Je nach Verlauf des Sommerhalbjahrs ist mit Spitzenfaktoren (Verhältnis zwischen maximaler und mittlerer Netzabgabe des Jahres) zwischen 1,35 (Regenjahr) und 1,7 (heißer, trockener Frühsommer) zu rechnen.

Hervorzuheben aus der Darstellung sind die trockenen Sommer 2000 (Spitzenförderungen von 0,9 und 1 Mio. m³/d) und 2003 (langanhaltende Spitzenförderungen zwischen 0,8 und 0,9 Mio. m³/d), die sich erheblich vom kühlen, regnerischen Juli 2005 (unter 0,6 Mio. m³/d) unterscheiden. Die Spreizung der Wasserabgabe macht deutlich, auf welche Bedingungen sich die BWB als Wasserversorger der Stadt einzustellen haben.

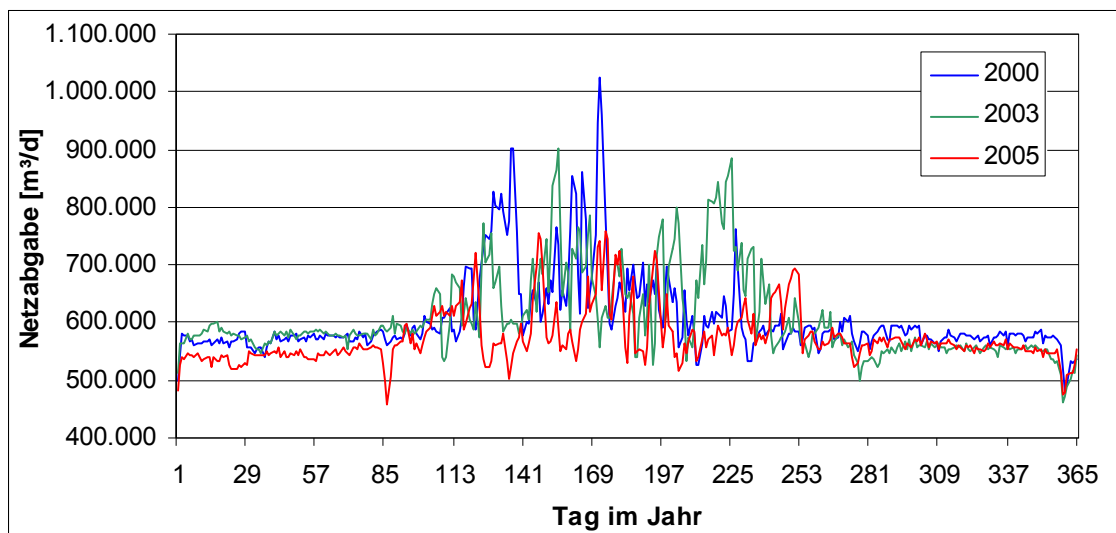


Abb. 6: Jahresgang der Netzabgabe in Berlin für die Jahre 2000 (warmer, trockener Frühsommer), 2003 (durchgängig warmer, trockener Sommer) und 2005 (kühler, regenreicher Sommer). (Quelle: BWB)

Betrachtet man in Ergänzung zu den dargestellten Jahresgängen einige ausgewählte Tagesgänge (Abb. 7), so zeigen sich ähnliche Unterschiede.

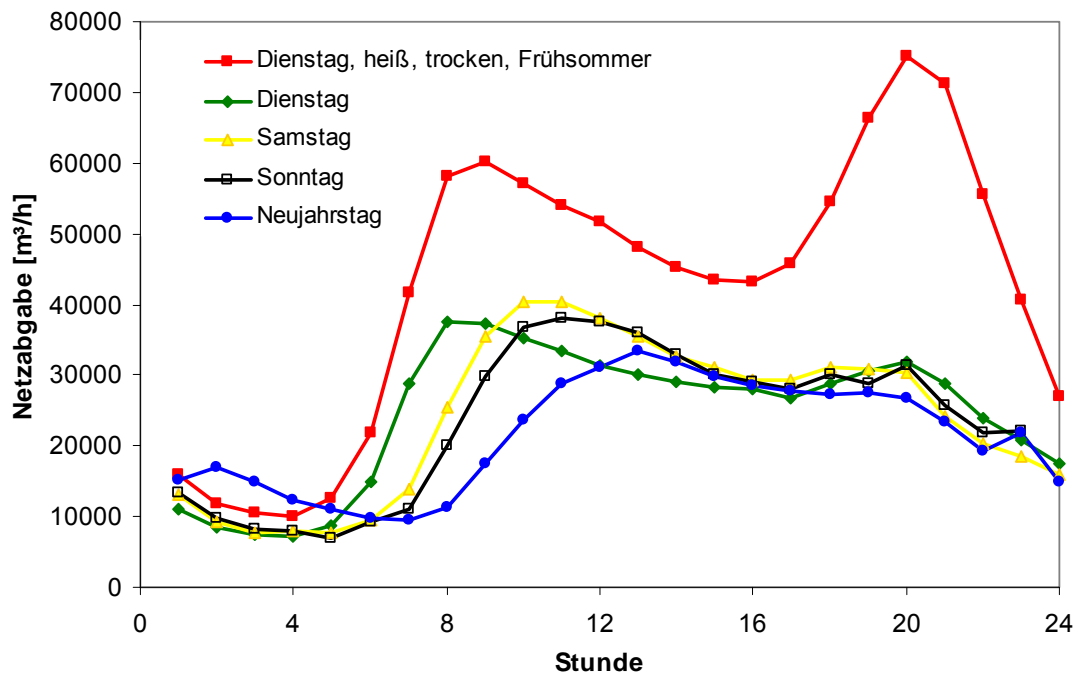


Abb. 7: Tagesgang der Netzabgabe in Berlin für Tage mit mittlerem Verbrauch (Kurven grün, gelb, schwarz, September 2002), Spitzenverbrauch (rot, 20.06.2000) und Minimalverbrauch (blau, 1.1.2003) (Quelle: BWB).

Bei mittlerem Wasserverbrauch werden die Spitzenabgaben in den Vormittagsstunden erreicht. Die Morgenspitze verlagert sich vom zeitigen Morgen am Wochentag auf die Vormittagszeit am Wochenende und an den Feiertagen. An Tagen mit hohem Verbrauch werden die Spitzennetzabgaben in den Abendstunden erzielt. Wesentlicher Grund dafür ist die Gartenbewässerung. Der Anteil der Spitzenstunde (20 Uhr) an der Förderung des gesamten Tages beträgt an Spitzentagen ca. 7 %.

Grundlast- und Spitzenförderung

Wie gezeigt, ist die Trinkwasserabgabe ins Netz täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Einen einheitlichen Wert für die Grundlast der Wasserwerke gibt es daher nicht. Auf der Basis der Tagessummen (vgl. Abb. 6) lässt sich ein Schwankungsbereich von ca. 550.000 - 600.000 m³/d Rohwasser ausmachen, der einer Grundlast bezogen auf das Jahr nahe kommt. Diese Menge wird in Abhängigkeit vom Tagesgang der Trinkwasserabgabe im Zusammenspiel der Berliner Wasserwerke gefördert.

Die Spitzenförderung ist ebenfalls jahreszeit-, tageszeit- und witterungsabhängig, ihr lässt sich jeweils ein konkreter Wert pro Jahr zuordnen (vgl. Abb. 4). Wie die Gesamtförderung (vgl. Abb. 2) hat sich in den letzten Jahren auch der Wert der Spitzenförderung verringert. Die Verteilung der Spitzenförderung für den Spitzentag im Jahr 2006 wird beispielhaft in Kap. 1.9 behandelt.

1.5 Rohrnetz und Wasserverteilung

Das gesamte Rohrnetz - bestehend aus Hauptrohrleitungen und Versorgungsleitungen, jedoch ohne Hausanschlussleitungen - hat eine Länge von ca. 7.800 km. Es versorgt ca. 256.000 Hausanschlüsse, Kunden der Berliner Wasserbetriebe.

Das Hauptrohrnetz (ab DN 400) der Berliner Wasserbetriebe ist zusammen mit den Zwischen (ZWP)- und Überpumpwerken (ÜPW) in Abb. 8 dargestellt. In der Überlagerung der Darstellung der Abgabeverteilung aus Abb. 5 ist zu erkennen, wie die abnahmeintensiven Gebiete mit dem Hauptrohrnetz versorgt werden. An das Hauptrohrnetz angeschlossen sind die hier nicht dargestellten Versorgungsleitungen (DN < 400), welche die Versorgung bis zu den Hausanschlüssen der Abnehmer gewährleisten.

Neben den Wasserwerken, die Rohwasser fördern, aufbereiten und aus ihren Reinwasserbehältern (Tab. 1) mittels Pumpstationen ins Berliner Trinkwassernetz einspeisen, werden weitere Pumpwerke innerhalb des Berliner Trinkwassernetzes betrieben. Sie gewährleisten in allen Druckzonen (vgl. Abb. 3) eine sichere Trinkwasserversorgung.

Um an allen Punkten im Netz die erforderlichen Drücke sicher zu halten und den Spitzenverbrauch in den Morgenstunden bzw. am Abend zu decken, wird aus den Reinwasserbehältern der Zwischenpumpwerke Marienfelde (MAR), Columbiadamm (COL) und Johannisthal (JOH) in die wasserwerksfernen Gebiete der Hochstadt Süd und der östlichen Tiefstadt eingespeist. In den Nachtstunden (23 - 5 Uhr) bei niedrigem Verbrauch werden die Reinwasserbehälter über vorhandene Netzanschlüsse wieder befüllt.

Tab. 1: Reinwasserbehälter der Wasserwerke und Zwischenpumpwerke (ZWP) (Quelle: BWB).

Werk	Anzahl Behälter	Inhalt m ³
WW Stolpe (STO)	5	31.200
WW Spandau (SPA)	4	46.700
WW Tegel (TEG)	8	87.200
WW Tiefwerder (TIE)	4	34.000
WW Beelitzhof (BEE)	8	60.000
WW Kladow (KLA)	2	15.000
WW Friedrichshagen (FRI)	5	54.400
WW Wuhlheide (WUH)	6	23.800
ZWP Lichtenberg (LIC)	12	105.200
ZWP Lindenberg (LIN)	6	120.000
ZWP Marienfelde (MAR)	1	24.200
ZWP Columbiadamm (COL)	1	11.300
ZWP Johannisthal (JOH)	2	23.600
Gesamt	64	636.600

WW Kaulsdorf verfügt über keinen eigenen Reinwasserbehälter.

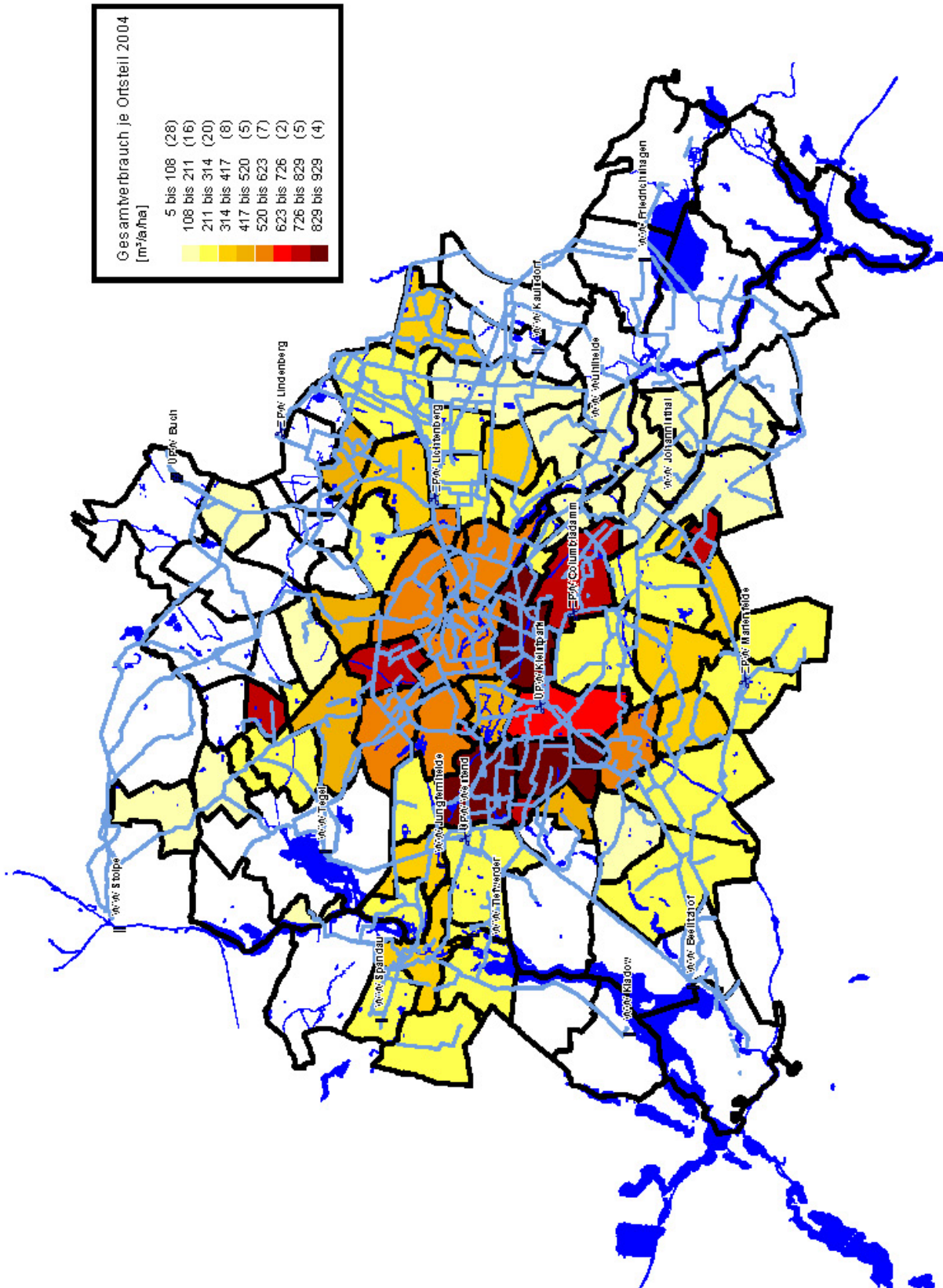


Abb. 8 Darstellung des Hauptrohrnetzes (DN > 400) (Quelle: BWB)

Die großen Zwischenpumpwerke Lichtenberg (LICH) und Lindenberg (LIN) in der Hochstadt Ost werden ganztägig vom WW Friedrichshagen über mehrere gesonderte Zuführungsleitungen befüllt (Abb. 9). Sie versorgen zusammen mit dem WW Stolpe das Trinkwassernetz der östlichen Hochstadt. Das Zwischenpumpwerk Lichtenberg, welches auch der Versorgung der Tiefstadt dient, wird zudem mit Reinwasser der Wasserwerke Kaulsdorf und Wuhlheide über Zuführungsleitungen befüllt. Die Überpumpwerke Westend (WES) und Kleistpark (KLE) liefern mittels Druckerhöhungspumpen, entgegen dem vorhandenen Druckgefälle, Trinkwasser aus dem Netz der westlichen Tiefstadt in die südliche Hochstadt. In den am höchsten gelegenen Gebieten im Norden von Berlin versorgt das Überpumpwerk Buch ein kleines Teilgebiet der östlichen Hochstadt mit Wasser aus dem Netz der östlichen Hochstadt.

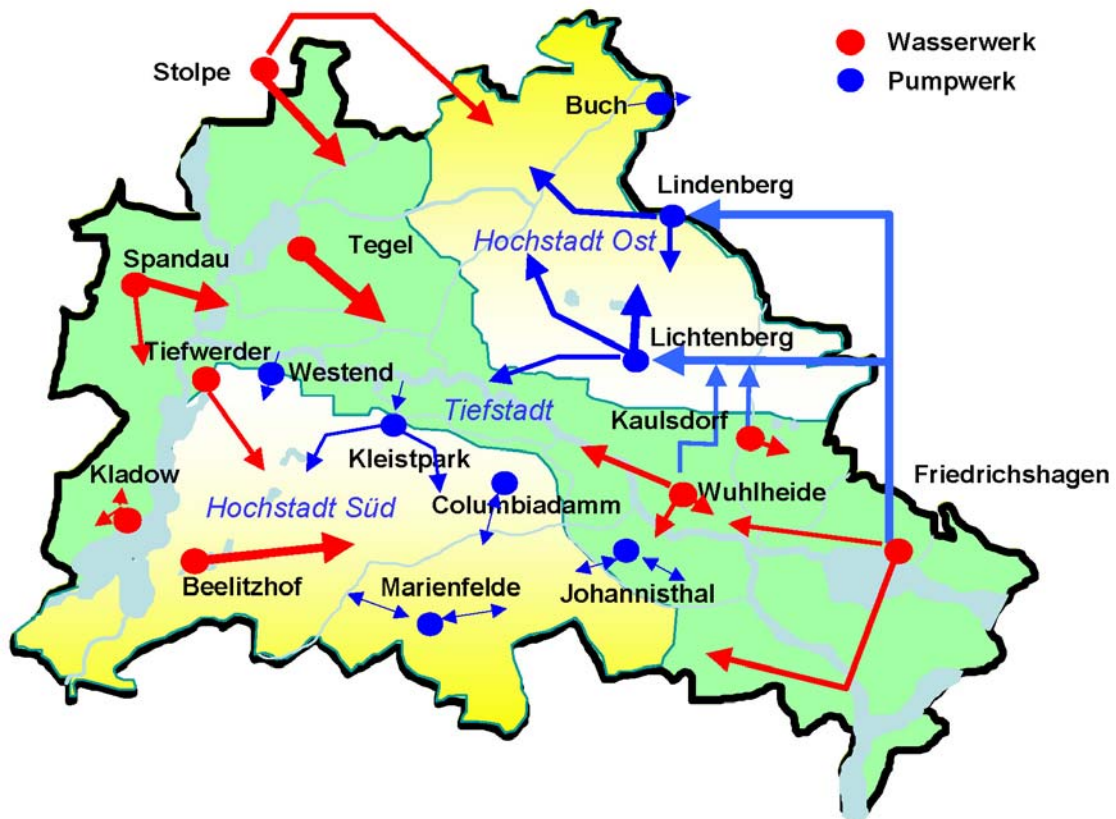


Abb. 9: Wasserverteilungsmöglichkeiten (Quelle: BWB).

Zusätzlich ermöglichen Verbindungsschieber (VBS) in Frohnau (Alemannenstrasse), Pankow (Bösebrücke), Tiefwerder (Glockenturmstraße) und drei weitere am Teltowkanal (in Abb. 9 nicht dargestellt) eine Vernetzung

- von den höheren Druckzonen der östlichen Hochstadt in die nördliche Hochstadt (vgl. Abb. 3), letztere ist auch an die Druckzone der westlichen Tiefstadt angeschlossen sowie
- von der südlichen Hochstadt in die Tiefstadt in Spandau und am Teltowkanal.

Über die Verbindungsschieber am Teltowkanal ist auch eine Belieferung der tiefliegenden Randbereiche der südlichen Hochstadt aus dem Netz der östlichen Tiefstadt möglich. Um bei erhöhtem Verbrauch in den Sommermonaten das geringfügig über der

westlichen Tiefstadt gelegene Gebiet der nördlichen Hochstadt zu versorgen, kann diese von der Tiefstadt mittels zweier Schieber getrennt und gesondert über das WW Tegel, das WW Stolpe (VBS Alemannenstrasse) und den Verbindungsschieber Bösebrücke versorgt werden.

1.6 Räumliche Aufteilung des Versorgungsgebiets unter den Wasserwerken

Tab. 2 zeigt, dass es bis auf wenige Ausnahmen (z.B. Trennung der südwestlichen Tiefstadt von der südlichen Hochstadt durch die Havel) fließende Übergänge zwischen den Versorgungsgebieten der einzelnen Wasserwerke gibt. Insbesondere in den bedarfsarmen Nachtstunden, wenn die Speicherbecken der Überpumpwerke und Zwischenpumpwerke wieder aufgefüllt und einzelne Wasserwerke zum Teil abgestellt werden, reichen die Versorgungsgebiete der zur Auffüllung eingesetzten WW weit über die eigenen Hauptversorgungsgebiete hinaus.

Tab. 2: Versorgungsgebiete der Wasserwerke im Überblick (Quelle: BWB).

Wasserwerk	Kerngebiet	Nebengebiete
Stolpe	nördliche Tiefstadt / Frohnau nördl. Hochstadt Ost / Buch, Karow	nördliche Hochstadt Ost / Pankow, nördliche Tiefstadt / Reinickendorf einige Brandenburger Gemeinden
Spandau	westliche Tiefstadt / Spandau	Tiefstadt / Charlottenburg, Schöneberg, Kreuzberg, Treptow nördliche Hochstadt Süd / Wilmersdorf, Schöneberg, Tempelhof, Kreuzberg, Neukölln
Tegel	westliche Tiefstadt / Reinickendorf, Mitte nördliche Hochstadt Süd / Charlottenburg-Wilmersdorf,	Tiefstadt / Schöneberg, Kreuzberg, Friedrichshain Treptow nördliche Hochstadt Süd / Schöneberg, Tempelhof, Kreuzberg, Neukölln
Tiefwerder	nordwestliche Hochstadt Süd/ Charlottenburg-Wilmersdorf, Schöneberg, Tempelhof	Tiefstadt / Schöneberg, Friedrichshain-Kreuzberg, Treptow Hochstadt Süd / Steglitz, Neukölln
Beelitzhof	südliche Hochstadt Süd / Steglitz-Zehlendorf, Marienfelde, Mariendorf, Lichtenrade, Neukölln	östliche Tiefstadt / Kreuzberg, Friedrichshain, Treptow nordöstliche Hochstadt Süd / Kreuzberg, Neukölln
Kladow	südwestliche Tiefstadt / Spandau	nordöstliche Hochstadt Süd / Tempelhof, Neukölln
Friedrichshagen	östliche Tiefstadt / Treptow-Köpenick	Hochstadt Ost / Lichtenberg, Marzahn-Hellersdorf, Pankow (einschl. Buch) östliche Tiefstadt / Friedrichshain
Wuhlheide	östliche Tiefstadt / Oberschönneweide, Köpenick, Karlshorst und Friedrichsfelde	Hochstadt Ost / Lichtenberg Tiefstadt / Friedrichshain-Kreuzberg, Treptow-Köpenick
Kaulsdorf	östliche Tiefstadt / Mahlsdorf-Süd, Kaulsdorf-Süd und Biesdorf-Süd	Hochstadt Ost / Lichtenberg, Marzahn-Hellersdorf, Prenzlauer Berg Tiefstadt / Friedrichshain-Kreuzberg, Treptow-Köpenick

1.7 Grundwasserförderung

Detaillierte Kenntnisse standortspezifischer hydrogeologischer, hydrodynamischer und hydrochemischer Verhältnisse bilden die Grundlagen zur Festlegung möglicher Grundwasserfördermengen. Hierbei ist zwischen einer mittleren jährlichen Fördermenge Q_{365} und innerjährlichen (Grundwasser-) Speicherbewirtschaftungsgrößen wie z. B. Q_{30} oder Q_7 innerhalb eines auf 30 bzw. sieben aufeinander folgenden Tage befristeten Zeitraumes zu differenzieren.

Um die Gesamtheit der hydrogeologischen, hydrodynamischen und hydrochemischen Rahmenbedingungen in ihren Wechselwirkungen zu erfassen, werden die überwiegend aus zahlreichen geologischen Aufschlüssen (Bohrungen) gewonnenen punktförmigen Informationen zu dreidimensionalen so genannten hydrogeologischen Strukturmodellen verarbeitet. Diese sind unabdingbare Voraussetzung zur Erstellung hydrodynamischer Strömungsmodelle, mit denen Simulationsrechnungen zu verschiedensten Szenarien der Grundwasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung quantitativer und qualitativer Kriterien durchgeführt werden. Die Ergebnisse stellen ein wichtiges Hilfsmittel zur Bewertung der Grundwasserförderung bezüglich seiner Auswirkungen auf die Schutzgüter - wie z. B. grundwasserabhängige Landökosysteme - sowie zur Dimensionierung und Positionierung der Wassergewinnungselemente (Brunnen / Brunnengalerien) dar.

Die Auslegung der technischen Anlagenkapazitäten (Grundwassergewinnung, Trinkwasseraufbereitung und Reinwasserförderung) der Wasserwerke orientiert sich am nutzbaren Grundwasserdargebot, dem Teil des mit technischen Mitteln gewinnbaren Dargebotes, das für die Wasserversorgung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen genutzt werden kann (s. a. DIN 4049). Tab. 6 gibt Auskunft über die technischen Kapazitäten der Wasserwerke.

Die Grundwasserförderung durch die Brunnengalerien der Wasserwerke der Berliner Wasserbetriebe erfolgt daher unter Beachtung der hydrogeologischen Randbedingungen bei Einhaltung eines ausgeglichenen Wasserhaushaltes (Ausgewogenheit der Förderung bezüglich der natürlichen Grundwasserneubildung aus Niederschlägen und oberflächenwasserabhängiger Uferfiltration innerhalb eines hydraulisch beherrschbaren Grundwassereinzugsgebietes).

Hierbei wird den regional unterschiedlichen Gegebenheiten durch eine Steuerung der Entnahmemenge Rechnung getragen. An drei den Wasserwerksstandorten Spandau, Tegel und Beelitzhof (Stützung des Seenwasserspiegels in der Grunewaldseenkette) werden zusätzlich wasserhaushaltliche Stützungsmaßnahmen zur Sicherung der benötigten Grundwassermenge durchgeführt.

Beschränkungen der förderbaren Grundwassermengen ergeben sich durch temporäre oder dauerhafte geogene und anthropogene Belastungen von Teilbereichen des bewirtschafteten Grundwasserkörpers.

Geogene Salzwasseraufstiege und die Intrusion von huminstoffhaltigem Wasser (Braunfärbung) treten an den Standorten Beelitzhof, Kladow und Friedrichshagen auf.

Kontaminationen mit Schadstoffen beeinträchtigen in unterschiedlichem Maße die Grundwasserförderung an den Standorten Stolpe, Tegel, Tiefwerder, Wuhlheide, Johannisthal (zurzeit nicht als Wasserwerk betrieben) und Friedrichshagen.

An allen Standorten wird jedoch durch eine abgestimmte Fahrweise der Brunnengalerien und eine angepasste Gestaltung der Wasseraufbereitung die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben der Reinwasserqualität gewährleistet.

In Tab. 3 sind die den Kenntnisstand der Berliner Wasserbetriebe berücksichtigenden förderbaren Grundwassermengen galeriebezogen zusammengestellt.

- Die in Spalte 4 (Tab. 3) dargestellte maximal förderbare Grundwassermenge an sieben aufeinanderfolgenden Tagen (Q7) schädigt nach den Erkenntnissen der Berliner Wasserbetriebe den Grundwasserkörper nicht, solange die jährliche Fördermenge (Spalte 3) nicht überschritten wird.
- In Spalte 5 und 6 (Tab. 3) sind die im Umfeld der Galerien der WW Spandau und Tegel erfolgten Grundwasseranreicherungen in Beckenanlagen bzw. dem naturnahen Grabensystem der Kuhlake angegeben. Sie führen zu einer entsprechenden Erhöhung der förderbaren Grundwassermenge (Spalte 7,8).
- Die in Spalte 7, 8 (Tab. 3) dargestellte maximal förderbare Grundwassermenge (Stand Nov. 2006) wird reduziert durch temporäre Schadstofffahnen, die den Galerien der Wasserwerke zuströmen, durch partielle geogene Belastungen und aufgrund behördlicher Auflagen (Begrenzung der GWA von Tegel und Spandau).

Tab. 3: Förderbare Grundwassermengen der Berliner Wasserwerke (Quelle BWB).

WW	Galerie	Förderbare Grundwassermengen					
		Ohne GWA		Zusätzl. GWA-Anteil		Summe	
		Q _a	Q ₇	Q _a	Q ₇	Q _a	Q ₇
		Mio. m ³	Tm ³ /d	Mio. m ³	Tm ³ /d	Mio. m ³	Tm ³ /d
1	2	3	4	5	6	7	8
						Sp. 3 + 5	Sp. 4 + 6
STO	Borgsdorf	5,80	25,00			5,80	25,00
	Birkenwerder	3,50	15,00			3,50	15,00
	Nord	6,70	30,00			6,70	30,00
	Süd	11,00	50,00			11,00	50,00
	Summe STO	27,00	120,00			27,00	120,00
SPA	HoriBru	1,00	3,50	2,20	15,70	3,20	19,20
	Kuhlake	5,02	25,00	4,46	22,00	9,48	47,00
	Nord	1,46	8,00	5,34	21,00	6,80	29,00
	Süd	4,52	23,50	6,00	36,50	10,52	60,00
	Summe SPA	12,00	60,00	18,00	95,20	30,00	155,20
TEG	HoriBru	3,65	18,00			3,65	18,00
	Baumwerder	2,00	9,86	2,00	11,00	4,00	20,86
	T-Ort Nord	5,80	28,60			5,80	28,60
	T-Ort Süd	4,11	20,27			4,11	20,27
	Ost	5,00	24,66			5,00	24,66
	West	6,30	31,07			6,30	31,07
	Saatwinkel	4,14	20,42	4,00	22,00	8,14	42,42
	Hz-Kanal	4,00	19,73	4,00	22,00	8,00	41,73
Summe TEG	35,00	172,60	10,00	55,00	45,00	227,60	
TIE	Nord	5,84	24,00			5,84	24,00
	Süd	3,65	15,00			3,65	15,00
	Rupenhorn	2,19	9,00			2,19	9,00
	Schildhorn	7,30	32,00			7,30	32,00
	Summe TIE	18,98	80,00			18,98	80,00
BEE	Lieper Bucht	6,57	34,00			6,57	34,00
	Lindwerder	5,11	30,00			5,11	30,00
	Gr. Fenster	6,57	35,00			6,57	35,00
	Wannsee	4,02	25,00			4,02	25,00
	Wiesenleitung	4,02	15,00			4,02	15,00
	Rehwiese	7,67	21,00			7,67	21,00
	Summe BEE	33,95	160,00			33,95	160,00
KLA	Summe KLA	5,00	33,00			5,00	33,00
FRI	A	5,66	31,00			5,66	31,00
	B	15,22	133,00			15,22	133,00
	C	21,43	87,00			21,43	87,00
	D	3,83	13,40			3,83	13,40
	E	11,68	38,40			11,68	38,40
	F	18,25	72,00			18,25	72,00
	G	2,56	7,70			2,56	7,70
	H	2,74	7,50			2,74	7,50
	I	6,94	26,20			6,94	26,20
	K	6,20	18,70			6,20	18,70
	L	4,02	15,00			4,02	15,00
M	5,11	16,80			5,11	16,80	
Summe FRI	103,64	466,70			103,64	466,70	
WUH	Heber West	13,51	50,00			13,51	50,00
	Heber Ost	8,40	50,00			8,40	50,00
	UWM Ost	3,65	20,00			3,65	20,00
	Summe WUH	25,55	120,00			25,55	120,00
KAU	Nord	5,48	27,00			5,48	27,00
	Süd	3,65	18,00			3,65	18,00
	Summe KAU	9,13	45,00			9,13	45,00
SUMME BWB 1	270,24	1.257,30	28,00	150,20	298,24	1.407,50	
RIE*	Summe RIE	3,40	20,00				
JOH*	Summe	23,70	110,00				
ALT*	Summe	4,40	20,00				
JUN*	Summe	15,20					
BUC*	Summe	4,81	20,00				
SUMME BWB 2	321,75	1.427,30					

* aus alten Unterlagen zusammengestellt
Summe 1 = ohne die derzeit nicht betriebenen WW
Summe 2 = auch mit den derzeit nicht betriebenen WW

1.8 Abdeckung des jährlichen Trinkwasserbedarfs

Die zur Abdeckung des jährlichen Trinkwasserbedarfs von den Wasserwerken zu fördernden Jahresmengen werden mittels Förderplanungen am Anfang jedes Jahres bestimmt. Auf Veränderungen muss jederzeit reagiert werden können. Aus den Förderergebnissen der Jahre 2002 bis 2006 (Tab. 4) ergibt sich:

- in 2006 ist die Wasserförderung der Wasserwerke Tiefwerder und Wuhlheide reduziert worden,
- den Ausgleich haben im wesentlichen die Wasserwerke Friedrichshagen und Tegel, untergeordnet das WW Kladow, übernommen.

Die Verschiebungen in der Wasserförderung sind möglich durch die nicht ausgeschöpften Fördermengenkapazitäten der Wasserwerke (vgl. Tab. 3, Spalten 7, 8).

Tab. 4: Jahresmengen [Mio. m³/a] der Reinwasserförderung in das Rohrnetz für die Jahre 2002 bis 2006 (Quelle: BWB).

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006
Stolpe*	20,7	21,6	19,3	23,0	21,5
Spandau	32,1	30,9	25,2	25,0	25,8
Tegel	47,3	51,7	43,0	42,2	47,4
Tiefwerder	19,0	16,9	16,9	17,6	14,6
Beelitzhof	33,0	36,9	32,8	32,0	31,1
Kladow	4,8	5,0	4,8	4,6	5,3
Friedrichshagen	42,4	43,3	52,2	46,7	51,7
Wuhlheide	9,6	9,1	9,1	8,5	5,3
Kaulsdorf	6,0	6,3	6,1	6,5	6,6
Summe	214,9	221,7	209,4	206,1	209,3

* aus den Fördermengen des WW Stolpe werden jährlich ca. 3 Mio. m³ an das Umland abgegeben.

1.9 Wasserwerkskapazitäten zur Abdeckung der Spitzenförderung

Der Wasserbedarf an Spitzentagen - vorwiegend im Frühsommer vor Ferienbeginn (vgl. Kap. 1.4, Abb. 6) - erfordert Netzabgaben vom 1,35fachen bis zum 1,7fachen (Spitzenfaktor) des jährlichen Mittelwertes (Q_{365} , vgl. Tab. 5).

Der Spitzenfaktor ergibt sich als Quotient aus maximaler Tagesförderung ($Q_{1 \text{ Ist}}$) geteilt durch mittlere Tagesförderung des Bezugsjahres (Q_{365}) und hat in Abhängigkeit von der Jahresförderung und der jeweiligen Spitzenförderung unterschiedliche Werte pro Jahr für die einzelnen Wasserwerke. Beispielhaft sind in Tab. 5 die Spitzenfaktoren der Reinwasserförderung der Wasserwerke für 2006 angegeben.

In der Druckzone *südliche Hochstadt* (vgl. Abb. 3) wird die Spitzenförderung heute zum großen Teil vom WW Beelitzhof geleistet. Das WW Tiefwerder kann aufgrund von temporären Betriebseinschränkungen in den nördlichen Galerien (anströmende Schadstofffahnen) und der Auslastung der südlichen Galerien Schildhorn und Rupenhorn

durch die Grundlast zur Zeit nur noch begrenzt zur Spitzenförderung in diese Druckzone beitragen. Daher wird sowohl an den nördlichen Rändern als auch am südöstlichen Rand der südlichen Hochstadt die Spitzenförderung über die Pumpwerke Westend, Kleistpark und Johannisthal (vgl. Abb. 9), die ihr Wasser von den großen WWen Tegel, Spandau und Friedrichshagen erhalten, abgedeckt.

Tab. 5: Spitzenfaktoren der Wasserwerke der BWB für 2006 (Quelle: BWB).

Werk	Q _{1st} [m³/d]	Reinwasserförderung Q _a [m³/a]	Reinwasserförderung Q ₃₆₅ [m³/d]	Spitzenfaktor Q _{1st} /Q ₃₆₅
Tegel	225.200	47.366.700	129.772	1,7
Friedrichshagen	227.260	51.711.120	141.674	1,6
Beelitzhof	145.800	31.147.900	85.337	1,7
Spandau	100.900	25.791.700	70.662	1,4
Stolpe	78.600	21.457.300	58.787	1,3
Tiefwerder	64.600	14.605.000	40.014	1,6
Wuhlheide	40.000	5.315.200	26.576	1,5
Kladow	27.300	5.294.600	14.506	1,9
Kaulsdorf	30.900	6.566.540	17.991	1,7

Die Spitzenförderung für die Druckzone *Hochstadt Nord* (vgl. Abb. 3) kann nur begrenzt vom WW Stolpe abgedeckt werden. Erhöhter Trinkwasserbedarf wird dort vom WW Tegel bereitgestellt.

In der Druckzone *westliche Tiefstadt* deckt das WW Kladow in seinem Versorgungsgebiet durch eine mögliche Verdoppelung der Grundlast die Spitzenförderung ausreichend ab, was aufgrund der vorhandenen geogenen Belastung jedoch nur kurzfristig möglich ist. Die WWen Tegel und Spandau decken mit ihren Spitzenfaktoren neben der Spitzenförderung im eigenen, primären Versorgungsgebiet mögliche Defizite in der südlichen und nördlichen Hochstadt ab.

In der Druckzone *östliche Tiefstadt und östliche Hochstadt* (vgl. Abb. 3) wird die Spitzenförderung beinahe ausschließlich vom WW Friedrichshagen abgedeckt. Das WW Wuhlheide muss aufgrund derzeitiger anthropogener Beeinträchtigungen noch relativ konstant fördern. Das WW Kaulsdorf dient vorwiegend zur Abdeckung der Spitzenförderung im direkten Versorgungsgebiet in der östlichen Tiefstadt. Da dieses Wasserwerk keinen eigenen Reinwasserbehälter besitzt, werden die Schwankungen im Tagesgang durch die Abführung der überschüssigen Mengen zum Zwischenpumpwerk Lichtenberg ausgeglichen (vgl. Abb. 9).

1.9.1 Begrenzende Faktoren bei Maximalförderung

Technische Kapazitäten

Jeder Wasserwerksstandort hat eine bestimmte förderbare Grundwassermenge. Sie determiniert die Leistungsfähigkeit der einzelnen Brunnengalerien, ihre Rohwasserförderleistung und letztendlich auch die Aufbereitungskapazität des Rohwassers zu Reinwasser sowie dessen hydraulische Verfügbarkeit für das Trinkwassernetz. Die neun derzeit in Betrieb befindlichen Berliner Wasserwerke (vgl. Abb. 1, 9) haben je nach Standort, wie in Tab. 6 dargestellt, deutlich voneinander differierende Voraussetzungen, die sich in der Kapazität der technischen Einrichtungen niederschlagen.

Werksausgangsdrücke

Die Einspeisung in das Trinkwassernetz wird insbesondere in der Spitzenstunde durch die Kapazität und die Belastungsfähigkeit des Rohrnetzes begrenzt. Würde abweichend von der Standardverteilung der Wasser- und Pumpwerke die Einspeisemenge an einer Stelle unverhältnismäßig stark erhöht, würde dort der Druck über das zulässige Maß ansteigen, während an anderer Stelle der Mindestdruck nicht erreicht wird. Insbesondere bei Ausfällen von Werken oder wichtigen Rohrleitungsabschnitten kann somit das Rohrnetz den limitierenden Faktor darstellen. Als Orientierungswerte zur sicheren Einhaltung der maximal zulässigen Drücke im Rohrnetz, bei denen noch eine genügend große Reserve zur Aufnahme von Druckstößen (insbesondere in den tief gelegenen Gebieten) zu Verfügung steht, dienen die in Tab. 7 aufgeführten maximal zulässigen Werksausgangsdrücke.

Betriebs- und netzbedingte Faktoren

Über die in Kap. 1.7 beschriebenen Faktoren hinaus können sich der Zustand der Brunnen (Auswahl der Brunnenpumpen, Rückgang der Förderleistung) und Baumaßnahmen an Brunnengalerien auf die Förderleistung der Wasserwerke auswirken.

So stellt z. B. im WW Beelitzhof die Aufbereitungskapazität mit 180.000 m³/d den Engpass dar, während im WW Friedrichshagen die Rohwassergewinnung (Brunnen, Pumpen, geogene Belastungen) die Förderung limitiert. Die Engpässe aller Wasserwerke der BWB zusammengenommen ergeben eine Fördermenge von 1,083 Mio. m³/d (vgl. Tab. 6). Sie ist aufgrund der Ansprüche an die Wasserversorgung an Spitzentagen (vgl. Tab. 4) fördertechnisch vorzuhalten.

Die Hauptabsicherung der Wasserförderung wird von den sogenannten Schwerpunktwaterwerken Friedrichshagen, Beelitzhof und Tegel (vgl. Abb. 9) getragen.

Tab. 6: Technische Kapazitäten der Berliner Wasserbetriebe - Stand: 2006 (Quelle: BWB)

1	2	Kapazitäten						
		Rohwasser		Aufbereitung		Reinwasser		Minimum Spalten 4, 6, 8
		Q ₁		Q ₁		Q ₁		Q ₁
		Tm ³ /d		Tm ³ /d		Tm ³ /d		Tm ³ /d
		3	4	5	6	7	8	9
		Instal.	Nutzbar	Instal.	Nutzbar	Instal.	Nutzbar	
STO	Borgsdorf	24,7	24,7					
	Birkenwerder	13,2	13,0					
	Nord	32,3	14,0					
	Süd	50,0	34,0					
	Summe STO	120,2	85,7	170,0	86,0	283,0	283,0	85,7
SPA	Horizontalbr.	26,4	24,0					
	Kuhlake	55,1	55,0					
	Nord	27,4	25,0					
	Süd	62,4	54,0					
	Summe SPA	171,3	158,0	160,0	160,0	288,0	200,0	158,0
TEG	Horizontalbr.	12,0	12,0					
	Baumwerder	12,0	12,0					
	Tegelort Nord	25,7	25,7					
	Tegelort Süd	36,7	36,7					
	Ost	36,7	36,7					
	West	61,7	61,7					
	Saatwinkel	46,8	46,8					
	HZ-Kanal	49,8	49,8					
Summe TEG	281,4	281,4	250,0	250,0	750,0	300,0	250,0	
TIE	Nord	30,0	8,5					
	Süd	33,6	16,6					
	Rupenhorn	10,8	10,8					
	Schildhorn	64,8	49,4					
	Summe TIE	139,2	85,3	100,0	90,0	288,0	130,0	85,3
BEE	Lieper Bucht	52,8	46,0					
	Lindwerder	53,4	47,0					
	Gr. Fenster	36,8	30,0					
	Wannsee	32,9	33,0					
	Wiesenleitung	8,4	8,0					
	Rehwiese	21,4	15,0					
Summe BEE	205,7	179,0	180,0	180,0	300,0	230,0	179,0	
KLA	Summe KLA	32,8	28,0	50,0	27,0	84,0	50,0	27,0
FRI	A	0,0	0,0					
	B	101,8	66,0					
	C	67,9	68,0					
	D	11,6	6,0					
	E	31,9	32,0					
	F	47,6	48,0					
	G	0,0	0,0					
	H	0,0	0,0					
	I	0,0	0,0					
	K	0,0	0,0					
	L	0,0	0,0					
	M	0,0	0,0					
	Summe FRI	260,8	220,0	264,0	264,0	>400	>400	220,0
WUH	Heber West	16,6	16,6					
	Heber Ost	10,1	10,1					
	UWM Ost	9,5	9,5					
	Summe WUH	36,2	36,2	48,0	24,0	>100	>100	24,0
KAU	Nord	20,2	20,2					
	Süd	20,2	20,2					
	Summe KAU	40,4	40,4	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
SUMME BWB	1.288,0	1.114,0	1.252,0	1.111,0	2.523,0	1.723,0	1.059,0	

Spalten 3, 5, 7: installierte Leistungen, z. B. Pumpen;

Spalten 4, 6, 8: nutzbare Leistungen berücksichtigen verschiedene Einschränkungen;

Angaben zur Kapazität der derzeit nicht betriebenen Werke sind nicht möglich.

Tab. 7: Maximale Werksausgangsvolumenströme und -drücke (Quelle: BWB).
(Zur Lage der Werkseinrichtungen vgl. Abb. 9)

Werk	Höhe m ü NN	Volumenstrom m³/h	Druck bar	Druckhöhe m über NN
WW Spandau	32	11.000	6,5	98,3
WW Tegel TS	32	16.000	6,5	98,3
WW Kladow	35	4.000	6,5	101,3
WW Friedrichshagen	36	5.000	5,7	94,1
WW Wuhlheide	33	6.000	6,0	94,2
WW Kaulsdorf	37	1.200	5,6	94,1
ZPW Johannisthal	34	3.000	5,8	93,1
ZPW Lichtenberg TS	51	4.500	3,9	90,8
ÜPW Kleistpark	33	5.000	6,5	99,3
ÜPW Westend	55	1.200	4,5	100,9
WW Tiefwerder	31	12.000	7,7	109,5
WW Beelitzhof	30	14.000	7,3	104,4
ZPW Marienfelde	43	3.600	5,5	99,1
ZPW Columbiadamm	46	1.500	5,3	100,0
WW Stolpe	32	8.000	7,8	111,5
ZPW Lindenberg	61	5.600	4,5	106,9
ZPW Lichtenberg HS	51	10.000	5,7	109,1
WW Tegel nHS	32	9.000	7,0	103,4
ÜPW Buch	63	800	5,0	114,0

TS = Tiefstadt HS = Hochstadt nHS = nördliche Hochstadt
(Mit den Kürzeln sind die notwendigen unterschiedlichen Förderrichtungen des jeweiligen Betriebsteiles (vgl. Abb. 9) angegeben.)

Im Zusammenhang mit der Spitzenförderung und der damit verbundenen Absicherung der Wasserversorgung in jedem Förderfall sind die technologisch möglichen Beziehungen zwischen den Wasserwerken und den Pumpwerken in Abb. 9 (Kap. 1.5) graphisch dargestellt. Sie machen deutlich, dass unter den bestehenden Bedingungen nicht von jedem WW in „jede beliebige Ecke“ der Stadt Wasser gefördert werden kann. Die aufgeführte Graphik in Verbindung mit der Rohrnetzdarstellung (vgl. Abb. 8) macht deutlich, dass die Verteilungsstruktur in ihren räumlichen Möglichkeiten trotz ihrer hohen Kapazität, was die Anfang der 90er Jahre geförderten Wassermengen (vgl. Abb. 2) zeigen, begrenzt ist.

2. Wasserwerke und ihr Betrieb

Zentrale Aspekte des Wasserversorgungskonzeptes sind:

- die Ermittlung der Entwicklung der Rohwasserförderung (Kap. 8) und
- die Verteilung dieser Förderung auf die einzelnen Wasserwerke und Brunnengalerien (Kap. 9).

Dabei stehen einige Wasserwerke in enger Beziehung zueinander, was sich auch in gemeinsamen Grenzen ihrer jeweiligen Einzugsgebiete (Abb. 10) niederschlägt. Um die Zukunftsaufgabe zu lösen, wird im Folgenden der Istzustand der einzelnen Wasserwerke dargestellt. Aus ihm heraus wird die zukünftige Wasserversorgung entwickelt.

Die BWB unterhalten mit Stand vom Dezember 2006 13 Standorte, von denen 9 aktuell in die Trinkwasserversorgung (vgl. Abb. 1) einbezogen sind. Für alle Standorte im Land Berlin sind 1996 GW-Fördermengen (Tab. 8) beantragt worden, die in den jetzt folgenden Bewilligungsverfahren beschieden werden sollen. Zum Vergleich ist die Spitzenförderung der beiden Teile Berlins für das Jahr 1988/89 angegeben. In Tab. 8 ist zudem der Trend seit 2000 aufgezeigt, wobei 2003 als Trockenjahr mit heißem Sommer einen deutlichen Anstieg der Wasserförderung verzeichnete.

Die Wasserförderung in der Stadt erfolgt an den einzelnen Wasserwerks-Standorten über eine Vielzahl von Einzelbrunnen (Tab. 9), zusammengeschlossen zu Brunnengalerien.

Tab. 8: Antragsmengen der BWB, Jahreshöchstförderung seit 1988 und Rohwasserförderung 2000 bis 2006 (Quelle: BWB).

Wasserwerk	Antrags- menge BWB (1996) Mio. m³/a	Jahreshöchst- förderung seit 1988/89 Mio. m³/a	geförderte Jahresmenge Rohwasser						
			Mio. m³/a						
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Stolpe	27,0 ³	23,79 (2005)	20,85	20,83	21,28	22,30	20,05	23,79	22,32
Spandau* davon GWA	35,1 24,6	35,50 (1992) 20,10	30,20 18,09	29,42 17,80	32,76 16,51	31,87 18,63	25,89 13,00	25,56 13,05	26,27 12,49
Tegel* davon GWA	60,4 20,0	70,32 (1989) 16,47	44,89 12,73	42,30 10,70	48,01 11,16	52,38 13,30	43,37 6,99	42,55 7,13	47,81 7,24
Tiefwerder	18,8	19,14 (2002)	14,71	18,47	19,14	16,95	16,93	17,50	14,60
Beelitzhof (incl. Riemeister- fenn ¹)	46,8	42,06 (1989) 1,96 (1988)	30,86 -	31,59 -	33,88 -	37,78 -	34,98 -	33,39 -	32,28 -
Kladow	5,0	6,92 (1988)	4,79	4,64	4,72	5,04	4,83	4,66	5,35
Friedrichshagen	106,3	100,67 (1989)	37,81	38,32	43,09	44,03	53,00	49,20	53,71
Wuhlheide	17,7 ³	24,11 (1989)	9,23	9,80	9,99	9,62	9,35	8,68	8,94
Kaulsdorf	9,1	10,60 (1988)	6,01	5,59	6,06	6,35	6,17	6,59	6,61
Johannisthal ²	17,2	21,31 (1989)	7,57	7,23	(8,22)	(10,00)	(8,94)	(8,64)	(8,49)
Altglienicke ¹	4,4	2,30 (1988)	-	-	-	-	-	-	-
Jungfernheide ² davon GWA	12,0	26,87 (1989) 10,16	19,66 12,70	16,23 8,70	(7,47) -	(6,98) -	(4,42) -	(5,41) -	(5,47) -
Buch ¹	4,9	2,43 (1989)	-	-	-	-	-	-	-
Summe	364,7		226,58	224,42	218,93	226,32	214,57	211,92	217,89

¹ 2000 - 2006 nicht in Betrieb

² seit 2002 nur Grundwasserhaltung

³ Mengen bewilligt

* GWA nach Kenntnis der BWB erforderlich zur Förderung der Antragsmenge

Tab. 9: Brunnenanzahl und Jahresförderung 2006 (Quelle: BWB).

Wasserwerk Galerie	Brunnenanzahl		Jahresförderung 2006	
	gesamt	davon Betriebsbrunnen	Q _a Mio. m ³ /a	Q ₃₆₅ m ³ /d
WW Stolpe				
Borgsdorf	20	20	4,71	12.904
Birkenwerder	6	6	5,04	13.808
Nord	27	26	5,06	13.863
Süd	38	37	7,50	20.548
Gesamt	91	89	22,31	61.123
WW Spandau				
Kuhlake	15	15	8,72	23.890
Nord	8	8	6,64	18.192
Süd	21	21	8,59	23.534
Horizontalbrunnen	1	1	2,31	6.329
Gesamt	45	45	26,26	71.945
WW Tegel				
Tegelort Nord	24	12	4,01	10.986
Tegelort Süd	15	15	4,95	13.562
Horizontalbrunnen Scharfenberg	1 mit 2 Pumpen		2,48	6.794
Baumwerder	10	10	1,67	4.575
Saatwinkel	20	20	8,98	24.603
Hohenzollern- kanal	24	24	11,65	31.918
West	26	26	8,40	23.014
Ost	13	13	5,67	15.534
Gesamt	133	121	47,81	130.986
WW Tiefwerder				
Nord	16	14	1,93	5.288
Süd	18	18	2,25	6.164
Rupenhorn	7	6	1,52	4.164
Schildhorn	20	19	8,89	24.356
Gesamt	61	57	14,59	39.972
WW Beelitzhof				
Großes Fenster	22	20	6,67	18.274
Lieper Bucht	15	15	8,34	22.849
Lindwerder	25	25	8,14	22.301
Rehwiese	12	9	2,87	7.863
Wannsee	16	15	5,66	15.507
Wiesenleitung	6	3	0,60	1.644
Horizontalbrunnen Riemeisterfenn	1	1	-	-
Gesamt	97	88	32,28	88.438
WW Kladow				
Breithorn	10	8	3,73	10.226
Kladow	6	6	1,62	4.436
Gesamt	16	14	5,35	14.662

Tab. 9: Fortsetzung.

Wasserwerk Galerie	Brunnenanzahl		Jahresförderung 2006	
	gesamt	davon Betriebs- brunnen	absolut Mio. m³/a	im Mittel m³/d
WW Friedrichshagen				
A	8			
B	59	59	17,76	48.658
C	56	56	12,11	33.178
D	8	8	2,14	5.863
E	22	21	8,83	24.192
F	30	29	12,87	35.260
G	7		0	0
H	3		0	0
I	15		0	0
K	18		0	0
L	10		0	0
M	18		0	0
R	7			
Gesamt	261	(173)	53,71	147.151
WW Wuhlheide				
UWM Ost	23	8	0,45	1.228
Heber Ost/ Heber West	40	28	2,45	6.710
	55	48	5,94	16.284
Gesamt	118	84	8,84	24.222
WW Kaulsdorf				
Nord	8	8	3,55	9.726
Süd	8	8	3,06	8.384
Gesamt	16	16	6,61	18.110
WW Johannisthal / Altglienicke				
Teltowkanal	36		1,44	3.945
Neue Königsheide	33		7,05	19.315
Alte Königsheide	11			
Altglienicke	0	0	0	0
Gesamt	80		8,49	23.260
WW Jungfernheide				
E1/ Süd	15		0	0
E2/ West	21		2,88	7.890
E3/ Ost	15		2,59	7.096
Gesamt	51		5,47	14.986
WW Buch				
Nord	5		0	0
Süd	3		0	0
Gesamt	8		0	0

Angaben zur Kapazität der derzeit nicht betriebenen Werke sind nicht möglich.

3. Abwasserentsorgung

Die in Kap. 1 benannte Besonderheit Berlins, die Trinkwasserversorgung aus den Wasservorräten des eigenen Stadtgebietes zu decken, erfordert in einigen Wasserwerken einen hohen Anteil an Uferfiltrat. Dies macht deutlich, dass zu einem Wasserversorgungskonzept in dieser Situation auch die Betrachtung der Klärwerke (vgl. Abb. 1) und ihrer Ableitungen in das städtische Gewässersystem gehören. Hinzu kommen die zu berücksichtigenden Regenwettereinleitungen aus der Stadt. Im Folgenden wird daher, soweit für das WVK erforderlich, der heutige Stand der Abwasserentsorgung dargestellt, er geht in die Gütebetrachtungen (Kap. 3.3) ein. Die derzeit aufgrund der Anforderungen der WRRL in Entwicklung befindliche weitere Verbesserung der Abwasserreinigung ist den Ergebnissen nach in eine Fortschreibung des WVK einzuarbeiten.

3.1 Ableitungen durch die Klärwerke

Einen Überblick über die KW-Standorte (zur Lage vgl. Abb. 1, 10) und die gereinigten Abwassermengen im Trocken- respektive im Regenwetterfall gibt Tab. 10. Sie zeigt die im Jahr 2006 gereinigte Abwassermenge, macht den Umlandanteil von mehr als 10 % deutlich und beschreibt sowohl den Trockenwetteranteil als beständige Einleitung in das Berliner Gewässersystem als auch die stoßweise stattfindenden Regenwetterereignisse. Ihr Anteil an der gereinigten Abwassermenge liegt im Jahresmittel immer unter 10 %. Die Zahlen geben ein Bild von der Einleitmenge gereinigten Abwassers (ausgenommen Klärwerke Wansdorf, Stahnsdorf und Waßmannsdorf) in unsere städtischen, im Sommer abflussarmen Gewässer.

Tab. 10: Klärwerke und Jahresabwassermengen, Beispielsjahr 2006 (Quelle: BWB).

Klärwerk	gereingte Abwassermenge		davon Umland			Trockenwetteranteil		Regenwetteranteil	
	m3/a	m3/d	m3/a	m3/d	%	m3/a	m3/d	m3/a	%
KW Ruh	74.739.191	204.765				67.568.304	185.119	7.170.887	9,6
KW Schl	39.411.860	107.978	3.707.492	10.158	9,4	35.932.649	98.446	3.479.211	8,8
KW Mhf	14.375.205	39.384	6.186.466	16.949	43,0	14.025.846	38.427	349.359	2,4
KW Was	69.581.672	190.635	4.681.206	12.825	6,7	65.639.378	179.834	3.942.294	5,7
KW Stdf	19.195.302	52.590	7.073.123	19.378	36,8	18.738.829	51.339	456.473	2,4
KW Wdf	13.396.092	36.702	6.963.024	19.077	52,0	13.106.094	35.907	289.998	2,2
Summe gesamt:	230.699.322	632.053	28.611.311	78.387		215.011.099	589.072	15.688.223	

Ruh - Ruhleben, Schl - Schönerlinde, Mhf - Münchehofe, Was - Waßmannsdorf, Stdf - Stahnsdorf, Wdf - Wansdorf

Tab. 11 nennt ergänzend die Kapazitäten der Klärwerke für Trockenwetter (TW) und Regenwetter (RW) sowie die genehmigten maximalen Einleitmengen in die Vorflutgewässer.

Tab. 11: Kapazitäten und genehmigte Einleitmengen der Berliner Klärwerke (Quelle: BWB).

Klärwerk	Einheit	Kapazität		genehmigte maximale Einleitmenge	
		TW	RW	TW	RW
Schönerlinde	m ³ /d m ³ /s	105.000 1,7	3,25	150.000 2,6	5,2
Münchehofe	m ³ /d m ³ /s	42.500 0,7	1,3	55.000 1,2	84.000 1,7
Ruhleben (Sommer / Winter)* RF Karolinenhöhe	m ³ /d m ³ /s m ³ /s	247.500 4,0	6,7	265.000 3,5 / 4,5 1,2	4,5 / 8,0 1,2
Waßmannsdorf Ableiter Schönefeld Rudower Graben BÜL	m ³ /d m ³ /s m ³ /d m ³ /s m ³ /d m ³ /s m ³ /d m ³ /s	230.000 3,47	5,83	184.000 3,5 40.600 0,45 (im Mittel) 30.240 0,35 (im Mittel)	3,6 112.000 1,3 78.000 1,3
Stahnsdorf	m ³ /d m ³ /s	50.000 1,1	1,56	90.000 2,0	120.000 2,1
Wansdorf	m ³ /d m ³ /s	40.000 0,85	0,85	40.000 0,741	0,949

* Die Einleitungsgenehmigung für das KW Ruhleben unterscheidet zwischen den Zeiträumen 1. April - 30. Sept. und 1. Okt. - 31. März: im ersten Zeitraum wird das gereinigte Abwasser bei Trockenwetter über den Teltowkanal abgeführt, im zweiten Zeitraum fließt es in den Ruhlebener Altarm der Havel.

Die Berliner Klärwerke leisten mit ihren Ableitungen in die Gewässer insbesondere im abflussarmen Sommer einen bedeutenden Beitrag zum Gesamtabfluss der Berliner Gewässer. Daher ist eine gute Reinigungsleistung von hoher Bedeutung für den ökologischen Zustand der Einleitgewässer. Tab. 12 gibt einen Überblick über die Anforderungen der Genehmigungsbehörde an die Qualität des eingeleiteten weitgehend gereinigten Abwassers (Überwachungswerte) und die Ablaufwerte der Klärwerke der BWB im feuchten Jahr 2005.

Tab. 12: Ablaufwerte (TW) des gereinigten Abwassers der Klärwerke der BWB, Beispielsjahr 2005.

Klärwerk		CSB (mg/l)	BSB ₅ (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	N _{anorg.} (mg/l)	P _{ges.} (mg/l)
Schöner- linde	Überwachungswert (Stand 11/2006)	65	15	5 (Sommer)	14	1,0
	Jahresmittel 2005	40	3	0,65	10,02	0,41
	OWA-Ablauf (MW 2005)	22	-	0,2	5,05	0,02
Münchehofe	Überwachungswert (Stand 11/2006)	68	15	10	13	1
	Jahresmittel 2005	42	3,8	1,98	12,29	0,76
Ruhleben	Überwachungswert (Stand 11/2006)	60	10	5 (Sommer)	13	0,5
	Jahresmittel 2005	43	3,1	0,43	9,14	0,33
Waßmanns- dorf	Überwachungswert (Stand 11/2006)	65	10	5	13	0,5
	Jahresmittel 2005	55	4,3	0,22	9,74	0,45
Stahnsdorf	Überwachungswert (Stand 11/2006)	68	15	10	13	1
	Jahresmittel 2005	41,91	3,62	0,18	11,08	0,43
Wansdorf	Überwachungswert (Stand 11/2006)	75	15	10	13	1
	Jahresmittel 2005	48,6	3,01	0,62	7,49	0,45

3.2 Mischwasser- und Regenwasserableitung

Die folgenden Ausführungen sind im wesentlichen dem Abwasserbeseitigungsplan des Landes Berlin (SenStadt 2001) entnommen.

Mischwasserableitung

Im Innenstadtbereich Berlins sowie in Teilen von Spandau wird das Niederschlagswasser gemeinsam mit dem Schmutzwasser in der Mischkanalisation gesammelt und auf die Klärwerke gefördert. Das angeschlossene und versiegelte Einzugsgebiet besitzt eine Fläche von ca. 64 km². Da die Förderleistung der Pumpwerke auf die etwa zwei- bis dreifache Trockenwetter-Tagesspitze beschränkt ist, wird bei Starkregenereignissen die Förderleistung der Pumpwerke und die das Retentionsvermögen des Kanalsystems übersteigende Menge an Mischwasser über Regenüberläufe im Stadtgebiet (Abb. 11) unbehandelt in die Oberflächengewässer abgeleitet. Die Überlaufhäufigkeiten der einzelnen Pumpwerke sind sehr unterschiedlich und liegen zwischen 1 und < 30 mal im Jahr.

Der Hauptanteil der Mischwassereinleitungen liegt im Betriebsbereich West. Entsprechend der Niederschlagsverteilung über die Zeit schwanken die jährlichen Überlaufmengen. Zwischen 1989 und 2005 wurden Mengen von 1,4 Mio. m³/a bis 6,2 Mio. m³/a (2002, Jahr des Elbe-Hochwassers), im Mittel von rund 3,3 Mio. m³ aufgezeichnet. Die

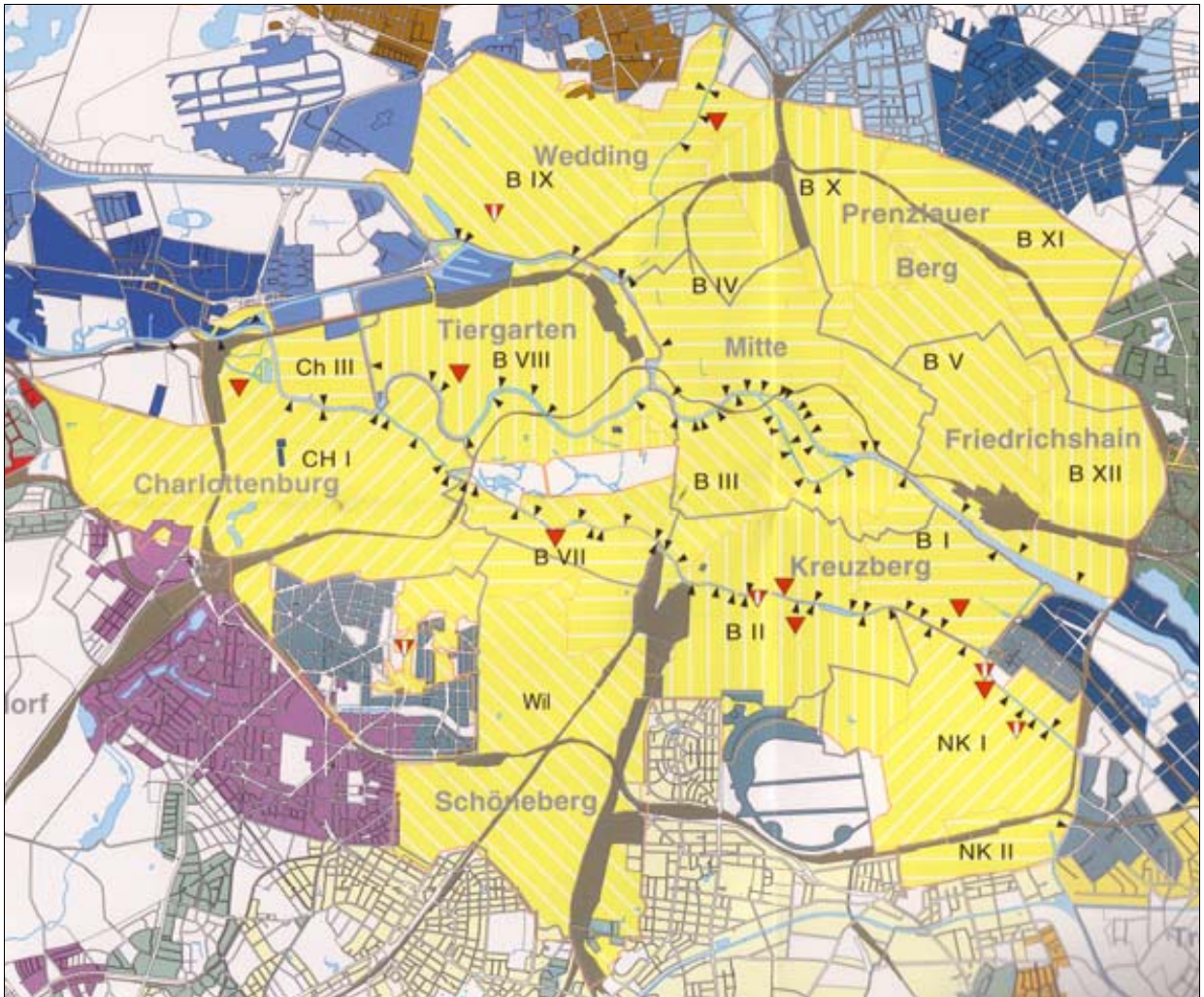


Abb. 11: Einzugsgebiet der Mischkanalisation (gelb), ausgenommen Spandau, mit Einleitungen (schwarze Pfeile) in die Gewässer (rote Pfeile = Regenüberlaufbecken, rot geteilte Pfeile = geplante Maßnahmen) (Quelle: SenStadt, 2001: Anl. 3).

wichtigsten Gewässer für den Mischwasserüberlauf sind die Stadtspreewasser, der Landwehrkanal, der Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal, die Panke, der Neuköllner Schifffahrtskanal und der Charlottenburger Schifffahrtskanal (Abb. 11).

Um die Belastung der Aufnahmegewässer zu reduzieren, wurde von der Wasserbehörde ein Sanierungsbescheid für das gesamte Berliner Mischsystem erlassen. Die Berliner Wasserbetriebe als Adressat des Bescheides sind in der Nachweispflicht, die volumenmäßigen Entlastungsraten auf max. 25 % und die stofflichen Entlastungsraten (als Fracht für AFS, BSB₅ und CSB) auf max. 20 % des Jahresregenabflusses zu senken. Erreicht werden soll dies vor allem durch Aktivierung von Stauraum im Kanalnetz, da die Mischwasserkanäle oft übermannsgroß sind und somit ein entsprechendes Potenzial aufweisen. Darüber hinaus werden mehrere Stauraumkanäle und Fangbecken gebaut werden, so dass bis zum Abschluss der Umsetzung der Maßnahmen eine Verdoppelung des derzeitigen Speichervolumens erzielt wird.

Regenwasserableitung

Außerhalb des Innenstadtbereiches wird das Schmutzwasser getrennt vom Regenwasser in der Trennkanalisation abgeleitet. Mischwassereinleitungen in die Berliner Oberflächengewässer finden hier nicht statt. Im Prinzip führen starke Niederschläge aus diesen Gebieten zu keiner größeren Abwasserfracht in den Klärwerken. In der Realität erfolgen durch die nicht vorhandene Regenwasserkanalisation des Trennsystems oder durch Fehllanschlüsse vor allem auf der Barnim-Hochfläche merkliche Aufleitungen über die Schmutzwasserkanäle auf die Klärwerke.

Die Fläche, die an das Trennentwässerungssystem angeschlossen ist, beträgt ca. 92 km², bei einem mittleren Versiegelungsgrad von ca. 40%. Über diese Flächen werden im Mittel ca. 37 Millionen m³/a Regenwasser in das Hauptfließgewässersystem geleitet. 54 % der Regenwasserableitungen fließen der Stadtspreewasserleitung und ihren Zuflüssen zu. 32 % der jährlichen Regenabflussmenge gehen in den Teltowkanal und 14 % fließen der Havel zu.

3.3 Einfluss auf die Gewässergüte

Die Gewässergüte in Havel, Spree und Dahme erreicht beim Eintritt in das Berliner Stadtgebiet bei einer Reihe von Parametern die Güteklasse II. Bei den Parametern TOC, Gesamtphosphor und Trophie treten bereits oberhalb Berlins deutliche (II-III) bis hohe Belastungen (III-IV) auf, bei Sulfat teilweise deutliche Belastungen (SenStadt 2004a). Im Stadtgebiet steigen die Belastungen. Die Gewässergüte sinkt überwiegend um ein bis zwei Güteklassen, was hauptsächlich auf Regen- und Mischwasserabschläge bei Niederschlagsereignissen zurückzuführen ist.

Die Trinkwasserversorgung durch die Wasserwerke der BWB, die einen beachtlichen Anteil von Uferfiltrat fördern (Tab. 15), ist nicht beeinträchtigt. Dies ist, wie PEKDEGER et al. (2006) in NASRI zeigen, durch die effektive Reinigungsleistung der natürlichen Prozesse während der Untergrundpassage begründet.

4. Wasserbilanz der Fließgewässer

Die Trinkwassergewinnung in Berlin erfolgt aus dem Grundwasser, anteilig setzt sie sich zusammen aus:

- natürlicher Grundwasserbildung ca. 30%
- Uferfiltrat ca. 60 %
- Grundwasseranreicherung ca. 10 %

Zur Sicherung der Wasserversorgung sind daher auch die Zuflüsse von Spree, Dahme und Havel zu betrachten.

Berlin und sein Umland sind gewässerreich, aber wasserarm (Niederschläge: 645 mm, potenzielle Verdunstung: 610 - 630 mm (SenStadt 2001, SenStadt 1999)). Die beiden großen Zuflüsse nach Berlin, Havel und Spree, weisen besonders im Sommer geringe Abflüsse auf.

Auffällig ist, dass die wasserwirtschaftlich angestrebten Mindestabflüsse der Havel (Pegel Borgsdorf: 6 m³/s) und der Spree (Pegel Große Tränke: 8 m³/s) im Sommerhalbjahr deutlich unterschritten werden. Für die Spree, Pegel Große Tränke, liegt der mittlere Niedrigwasserabfluss bei 2,33 m³/s (1995 - 2004); Abflüsse von weniger als 1,5 m³/s werden gemessen. Ähnliche Minima treten auch in Dahme und Havel auf.

Die Grundwasserneubildungsrate aus Niederschlägen entspricht in Berlin im Mittel einem Jahresvolumen von rd. 126 Mio. m³/a (ohne Gewässer, Niederschlagsreihe 1961-90) (SenStadt 2007). Hinzu kommt die Grundwasserneubildung aus den Einzugsgebieten der BWB-Wasserwerke, die zum Teil in das Brandenburger Umland reichen.

4.1 Einleitungen

Einleitungen in das Berliner Gewässersystem erfolgen kontinuierlich durch die Klärwerke der BWB und durch die Grundwasserabsenkungen bei Baumaßnahmen sowie diskontinuierlich durch Regenwassereinleitungen. Größter Einleiter sind die Klärwerke. Ihre Einleitmengen (Trocken- und Regenwetter) und -gewässer sind in Tab. 13 exemplarisch dargestellt.

Weitere kontinuierliche, aber zeitlich beschränkte Einleitungen erfolgen z. B. durch die Grundwasserhaltungen auf dem Gelände des z. Zt. nicht betriebenen Wasserwerkes Johannisthal. Hinzu kommen Einleitungen aus sonstiger Grundwasserförderung (z. B. Sanierungsmaßnahmen).

Tab. 13: Einleitmengen und Einleitgewässer der Klärwerke der BWB, Beispielsjahre 2003/5.
(Quelle: BWB)

Klärwerk	Einleitgewässer	Einheit	Trockenjahr 2003	Feuchter Sommer 2005
Ruhleben	Apr.-Sep. Teltowkanal Okt.-Mrz. Spree	m³/a m³/s	77.588.967 2,460	81.548.456 2,586
Waßmannsdorf	Teltowkanal, BÜL (Nuthe)	m³/a m³/s	73.144.405 2,319	70.729.947 2,243
Schönerlinde	Nordgraben (Tegeler See) Panke (Spree)	m³/a m³/s	32.209.632 1,021	35.631.867 1,130
Stahnsdorf	Teltowkanal	m³/a m³/s	22.425.867 0,711	18.785.860 0,596
Münchehofe	Neuenhagener Mühlenfließ / Erpe (Spree)	m³/a m³/s	14.787.359 0,469	13.325.926 0,423
Wansdorf	Havelkanal	m³/a m³/s	13.681.209 0,434	13.491.453 0,428
Falkenberg*	Wuhle (Spree)	m³/a m³/s	2.656.450 0,235*	-
Gesamt	(Havel)	m³/a m³/s	236.493.889 7,414**	233.513.509 7,406

* KW Falkenberg 2003 nach 131 Tagen stillgelegt.

** Gesamtjahr ohne KW Falkenberg

4.2 Entnahmen

Direkte, für die Bilanz zu berücksichtigende Entnahmen (Tab. 14) aus den Oberflächengewässern sind die zur

- Grundwasseranreicherung (GWA) durch die Wasserwerke Tegel und Spandau sowie durch die

Tab. 14: Direkte Entnahmemengen aus Oberflächengewässern in Tm³/a und im Durchschnitt in m³/s
(Quelle: BWB).

	Einheit \Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
WW Spandau*	Tm³/a	18.087	17.797	16.513	18.632	13.001	13.055	12.490
GWA aus Oberhavel	m³/s	0,573	0,564	0,523	0,590	0,412	0,414	0,396
WW Tegel*	Tm³/a	12.729	10.703	11.158	13.305	7.000	7.131	7.240
GWA aus Tegeler See	m³/s	0,403	0,339	0,354	0,422	0,222	0,226	0,230
OWA Beelitzhof*	Tm³/a	2.559	2.581	2.156	3.389	2.784	2.947	3.809
aus Unterhavel	m³/s	0,081	0,082	0,068	0,107	0,088	0,093	0,121
WW Jungfernheide*	Tm³/a	12.699	8.697	0	0	0	0	0
GWA aus Spree	m³/s	0,402	0,276	0	0	0	0	0
Falkenhagener See **	Tm³/a	1.060	870	160	1.090	390	748	1.281
Wasserspiegelhaltung aus Havelkanal	m³/s	0,067	0,055	0,010	0,069	0,025	0,048	0,081

* Die Werte geben die mittlere Jahresentnahme für die GWA bzw. die OWA wieder.

** ca.-Werte, Entnahme nur im Sommerhalbjahr, jährliche Zeiträume ungleich (auf 182 Tage gemittelt), keine direkte Durchflussmessung.

- Oberflächenwasser-Aufbereitungsanlage (OWA) Beelitzhof, die den Wasserhaushalt der Grunewaldseenkette stützt.

Untergeordnet wird der Falkenhagener See im Einzugsgebiet des WW Spandau im Sommerhalbjahr mit Wasser gestützt, das überwiegend aus dem Havelkanal oberhalb der Schleuse Schönwalde entnommen wird.

Für die Uferfiltratmenge der einzelnen Wasserwerke wird ein mittlerer Entnahmewert angegeben (Tab. 15). Bei den Wasserwerken mit GWA wird die Anreicherungsmenge vorher zum Abzug gebracht, so dass die Fördermengen netto angegeben sind. Das WW Kaulsdorf ist nicht aufgeführt, dort wird kein Uferfiltrat aus Fließgewässern gefördert.

Tab. 15: Geförderte Rohwassermenge in Tm³/a und Anteil des Uferfiltrats* in m³/s (Quelle: BWB).

WW		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Havelrinne								
Stolpe (Havel)	Fördermenge	20.853	20.828	21.279	22.298	20.051	23.785	22.320
	Uferfiltrat - 50 %	0,331	0,330	0,337	0,353	0,318	0,377	0,354
Spandau (Havel)	Fördermenge minus GWA	12.116	11.627	16.247	13.238	12.885	12.502	13.780
	Uferfiltrat - 21 %	0,081	0,077	0,108	0,088	0,086	0,083	0,092
Tegel (überwiegend Tegeler See)	Fördermenge minus GWA	32.159	31.595	36.853	39.078	36.367	35.420	40.570
	Uferfiltrat - 80 %	0,816	0,801	0,935	0,991	0,923	0,898	1,029
Tiefwerder (Havel)	Fördermenge	14.713	18.472	19.136	16.950	16.928	17.500	14.600
	Uferfiltrat - 61 %	0,285	0,357	0,370	0,327	0,327	0,338	0,282
Beelitzhof (Havel)	Fördermenge	30.861	31.585	33.876	37.776	34.984	33.386	32.280
	Uferfiltrat - 60 %	0,587	0,600	0,644	0,718	0,665	0,635	0,614
Kladow (Havel)	Fördermenge	4.789	4.642	4.716	5.040	4.826	4.659	5.350
	Uferfiltrat - 56 %	0,085	0,082	0,084	0,089	0,086	0,083	0,095
Urstromtal								
Friedrichshagen	Fördermenge	37.806	38.320	43.088	44.029	52.996	49.203	53.710
	Uferfiltrat - 66 %	0,791	0,802	0,902	0,921	1,109	1,030	1,124
Johannisthal*	Fördermenge	7.565	7.230					
	Uferfiltrat - 55 %	0,132	0,126					
Wuhlheide	Fördermenge	9.233	9.804	9.993	9.622	9.350	8.675	8.940
	Uferfiltrat - 20 %	0,059	0,062	0,063	0,061	0,059	0,055	0,057
Jungfernheide*	Fördermenge minus GWA	6.960	7.528					
	Uferfiltrat - 36 %	0,079	0,086					
Gesamt	Uferfiltrat	3,155	3,235	3,336	3,435	3,466	3,399	3,529

* Die abweichende Dimension der Uferfiltratmenge m³/s statt Tm³/a ergibt sich rechnerisch. Sie findet Eingang in die Wasserbilanz (Abb. 12).

** An den Wasserwerksstandorten Jungfernheide u. Johannisthal wird seit 2002 Grundwasserhaltung betrieben. Sie leiten in Spree bzw. Teltowkanal ein.

Grundwasser mit einer Fördermenge von jeweils mindestens 100 m³/d wird von insgesamt 47 Eigenanlagen der Industrie entnommen. Die Eigenwasserversorgungsanlagen sind über das Stadtgebiet verteilt mit einer Häufung im Einzugsgebiet der Spree (SenStadt 2005). Die Förderung entwickelte sich im Verlauf der letzten Jahre bis 2005 leicht rückläufig und stieg 2006 deutlich an (Tab. 16).

Tab. 16: Grundwasserförderung durch Eigenwasserversorgungsanlagen 1999-2006 in Tausend m³/a (nachrichtlich SenGesUmV)

Jahresförderung in Tsd. m ³ /a	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
>6 bis 50	1.258	1.105	1.098	924	941	761	596	1.472
50 bis 100	947	915	673	627	568	387	351	971
> 100	6.743	6.192	5.561	5.242	5.952	6.172	5.312	8.295
Summe	8.948	8.212	7.332	6.793	7.461	7.320	6.259	10.738

Daneben erfolgen diskontinuierliche Grundwasserentnahmen bei Wasserhaltungen für Baumaßnahmen. Sie bewegen sich zwischen 5 - 10 Mio. m³/a.

4.3 Wasserbilanz im Sommerhalbjahr 2003

Die Aufstellung einer Mengenbilanz für die Berliner Fließgewässer im Sommerhalbjahr des Trockenjahres 2003 soll zeigen, unter welchen Bedingungen die Wasserversorgung bei abnehmenden Niederschlägen (ca. 72 % des langjährigen Mittels) und entsprechend geringen Abflüssen (Tab. 17) erfolgt.

Neben den Abflusswerten der Fließgewässer (Tab. 17) als wichtigste Eingangsgrößen wurden berücksichtigt:

- die Einleitungen der Klärwerke (vgl. Tab. 13),
- Grundwasseranreicherung und Uferfiltrat der BWB-Wasserwerke (vgl. Tab. 14, 15) sowie
- die Verdunstung der Flusseen ≥ 1 km² Fläche.

Die Verdunstungsraten basieren auf berechneten Grundwerten des langjährigen Mittels (1951 - 2004) und Werten für das Jahr 2003 (BfG & DWD 2006).

Im Ergebnis der Wasserbilanz (Abb. 12) zeigt sich, dass die Sommerabflüsse des Trockenjahres 2003 im Mittel ausreichen, um die direkten und indirekten Wasserentnahmen zur Wasserversorgung Berlins sicher zu stellen und gleichzeitig Mindestabflüsse in dem Gewässersystem (Mündungspegel Spree > 9 m³/s, Oberhavel > 2 m³/s, Unterhavel/Ketzin > 15 m³/s) zu gewährleisten.

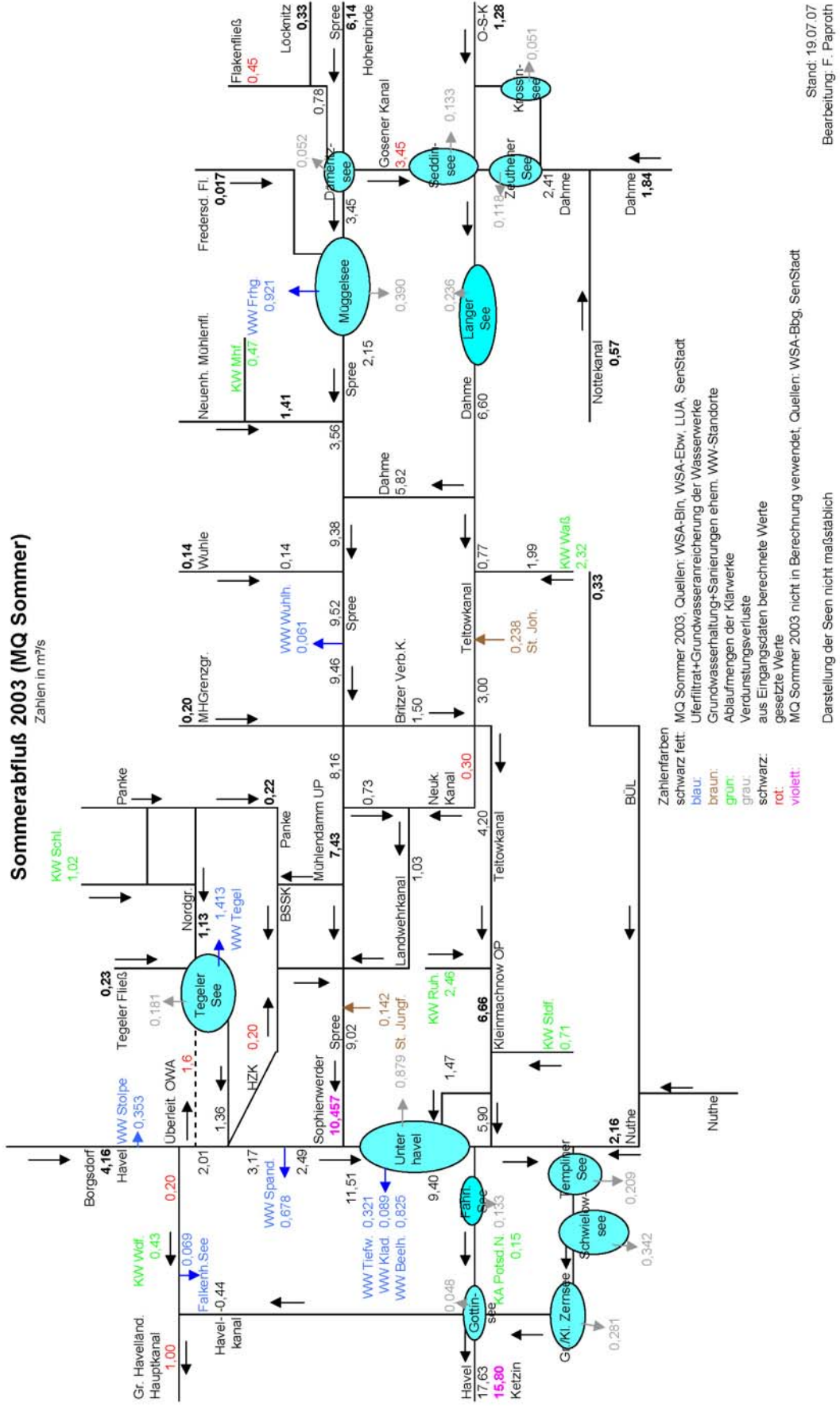


Abb. 12: Fließdiagramm zum mittleren Sommerabfluss 2003.

Tab. 17: MQ Sommer des Trockenjahres 2003 (nachrichtlich WSA Berlin, WSA Brandenburg, WSA Eberswalde, SenStadt Berlin, LUA Brandenburg)

Station	MQ Sommer 2003 m ³ /s	Station	MQ Sommer 2003 m ³ /s
Havel		Löcknitz	
Borgsdorf	4,16	Grünheide 2	0,329
Tiefwerder	12,12	Fredersdorfer Mühlenfließ	
Ketzin	15,80	Hegemeisterweg	0,017
Spree		Neuenhagener Mühlenfließ	
Hohenbinde	6,14	Wiesengrund	1,405
Mühlendamm UP	7,43	Wuhle	
Sophienwerder	10,457	Honsfelder Brücke	0,139
Dahme		Marzahn-Hohenschönhsn. Grenzgraben	
Neue Mühle UP	1,84	Allee der Kosmonauten	0,204
Oder-Spree-Kanal		Panke	
Wernsdorf OP	1,28	Kühnemannstraße	0,221
Teltowkanal		Nordgraben	
Kleinmachnow OP	6,66	Eisenbahnbrücke	1,131
Nuthe		Tegeler Fließ	
Babelsberg	2,16	St.-Joseph-Steg	0,225
Nottekanal			
Königswusterhausen OP	0,566		

5. Altlasten und geogene Belastungen

In den urban geprägten Gebieten haben sich während der Industrialisierung von Berlin entlang der Schifffahrtsstraßen Spree und Havel große Industriegebiete mit Häfen und Gleisanschlüssen niedergelassen, womit sich potentielle Schadstoffemittenten (chemische Industrie, Maschinenbau bzw. Lagerplätze) in unmittelbarer Nähe von Trinkwassergewinnungsanlagen (WW Wuhlheide, WW Jungfernheide, WW Johannisthal, WW Tegel und WW Tiefwerder) ansiedelten. Die durch 150 Jahre Industrieentwicklung erzeugten Rückstände finden sich heute als Belastungen im Boden und im Grundwasser wieder. Sie werden zur Zeit durch den Senat mit erheblichem Mitteleinsatz saniert. Des weiteren gibt es geogene Belastungen des Grundwasserkörpers (Salz, Huminstoffe), die örtlich die Grundwasserförderung beschränken.

Auf Grund der faktischen Halbierung des Trinkwasserbedarfs in den vergangenen 20 Jahren liegt das Grundwasserdargebot heute weit über der heute erforderlichen Grundwasserförderung sowie weit über den in den folgenden Kapiteln beschriebenen Prognosen. Der dadurch entstandene zusätzliche Spielraum versetzt die Berliner Wasserbetriebe in die Lage, Grundwasser für die Trinkwasserversorgung weiterhin nur naturnah durch Belüftung und Sandfiltration aufbereiten zu können. Gleichzeitig werden bekannte Verunreinigungen einzelner Grundwasserleiter aus Gründen der Vorsorge für kommende Generationen beobachtet und saniert.

Um diese Belastungen in einzelnen oder mehreren Brunnen der Wasserwerke ohne Einschränkungen für die Trinkwasserqualität zu beherrschen, wird die Fördermenge der Brunnen und Brunnengalerien entsprechend gesteuert, so dass die Belastungen vom WW ferngehalten werden, oder bei der Aufbereitung von Rohwasser zu Reinwasser im Wasserwerk gezielt eliminiert werden. Als bedeutendste Schadstoffgruppe sind die leicht flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW) zu nennen, die bundesweit als häufigste Schadstoffe im Grundwasser gefunden werden und zudem gute Migrationseigenschaften für den Grundwasserpfad aufweisen. In Berlin werden mehrfach schmale LCKW-Schadstofffahnen mit relativ geringen Konzentrationen im Anstrom auf einzelne Förderbrunnen festgestellt, so dass die Belastung im Wasserwerk über die Aufbereitung des Rohwassers zu Reinwasser ohne Einschränkungen für den Wasserwerksbetrieb eliminiert wird. Höhere Schadstoffgehalte im Anstrom auf die Förderbrunnen werden in ausreichendem Abstand vor der Fassung saniert, um einen Schadstoffeintrag in die Rohwasserfassung zu unterbinden.

Das Rohwasser des **WW Stolpe** ist aufgrund früherer Phenazonproduktion in Oranienburg durch Phenazone und deren Metabolite belastet. Durch eine erweiterte Aufbereitung werden diese Stoffe eliminiert. Der Galerie Süd fließt eine Schadstofffahne aus Berlin-Heiligensee (EDTA, LCKW) und aus Hennigsdorf Süd eine Vinylchlorid-Fahne (LCKW) zu. Die Belastungen in beiden Fahnen sind so gering, dass sie gut mit der Aufbereitung im WW eliminiert werden.

Der Galerie Süd des **WW Spandau** fließt aus sanierten Quellen im Gewerbegebiet Hakenfelde eine LCKW-Fahne zu, welche durch eine ausgewogene Steuerung der Rohwasserförderung im Vorland der Wasserfassung verbleibt.

Dem **WW Tegel** fließen auf mehreren Galerien Schadstoffe in meist geringen Konzentrationen zu. Eine Arsen-Fahne (Quelle gekapselt) auf mehreren Brunnen der Galerie Hohenzollernkanal wird in den Reststoffen aus dem Aufbereitungsprozess im Wasserwerk gebunden und aus dem Stoffkreislauf über den vorhandenen Entsorgungsweg entfernt. Geringe LCKW-Belastungen in Brunnen der Galerien Hohenzollernkanal, Saatwinkel und Ost (vormals Borsig) werden bei der Aufbereitung eliminiert. Die Schadstoffquellen sind bekannt und überwiegend saniert. Nährstoffeinträge aus dem Flughafenensee können bei der Aufbereitung im Wasserwerk deutlich unter die vorgegeben Grenzwerte der Trinkwasserverordnung reduziert werden. Spurenstoffe in allen Galerien aus dem Abwasseranteil im Havelwasser und Tegeler See (Klärwerksableitung Schönerlinde/Nordgraben) werden nach Aufbereitung im WW Tegel teilweise reduziert, und liegen im Reinwasser deutlich unter den Richtwerten des Gesundheitsamtes.

Dem **WW Tiefwerder** fließt eine MTBE-Schadstofffahne zu, deren Quellen noch nicht eindeutig identifiziert wurden. Die Belastung wird auf Einzelbrunnen der Galerie Nord mit deutlichen Fördereinschränkungen für Galerie Süd und Nord fokussiert. Mehrere kleine LCKW-Fahnen erreichen die Gal. Nord und Süd. Die LCKW werden in der Aufbereitung eliminiert. Ermittelte Stoffspuren aus dem ehemaligen Rieselfeldbetrieb Karolinenhöhe verbleiben unter den vorgegebenen Richtwerten des Gesundheitsamtes. Geogene Belastungen (Braunfärbung) auf Einzelbrunnen von 2 Galerien haben keine Auswirkungen auf die Aufbereitung des WW und die Trinkwasserqualität.

Dem **WW Beelitzhof** fließen keine Schadstofffahnen zu. Auf allen Galerien werden (geringe) Stoffspuren von Arzneimittelrückständen (Quelle Havelwasser) analysiert. Aufgrund geogener Belastungen (Färbung, Chlorid) wurde die Leistung mehrerer Galerien reduziert.

Dem **WW Kladow** fließt eine kleine, eng begrenzte LCKW-Fahne aus einer Bauschuttdeponie zu. Schadstoffe im Reinwasser sind nicht zu erwarten. Aufgrund geogener Belastungen (Färbung) wurde die Leistung der südlichen Galerie reduziert.

Die Galerie A und teilweise die Galerie B des **WW Friedrichshagen** erreichen Abwasserbelastungen mit hohen Ammoniumgehalten und Stoffspuren aus dem ehemaligen Rieselfeld und Schlamm lager am KW Münchehofe. Die Trinkwasserförderung der Galerie A wird erst nach erfolgreicher Aufbereitung des belasteten Wassers wieder in die Trinkwasserversorgung eingebunden. Die Galerie B wird reduziert gefahren. Die Belastungen einer schmalen LCKW-Fahne auf Einzelbrunnen der Galerie C und D sind nach Aufbereitung im Wasserwerk nicht mehr nachweisbar. Geogene Belastungen auf Einzelbrunnen der Galerien B, E und G (Chlorid, Färbung) sind nach Durchmischung und Aufbereitung im Wasser auf die Normalwerte des Trinkwassers reduziert.

Die Galerie Heber West des **WW Wuhlheide** wird mit Abwehrbrunnen gegen zufließende Schadstofffahnen mit Anilinen, Chloranilinen, Chlorbenzen, Phenolen, PAK, BTEX, Cyanid und LCKW gesichert. Die Schadstoffquellen werden saniert, LCKW-Restbelastungen im Rohwasser werden im Wasserwerk eliminiert. Dem östlichen Abschnitt der Galerie Heber West fließt eine LCKW/FCKW-Fahne zu, die über Abwehrbrunnen gesichert wird. Ammonium-Belastungen auf der Galerie UWM Ost aus dem

Uferfiltrat der ehemals abwasserbelasteten Wuhle zeigen abnehmende Gehalte. Entsprechendes gilt für die mit dem Abwasser eingebrachten Spurenstoffe (Arzneimittelrückstände). Ein lokaler Schaden mit Pflanzenschutzmittel an Einzelbrunnen der Galerie Heber Ost wird durch eine Grundwasserreinigungsanlage gesichert. Geogene Belastungen (hohe Eisen- und Mangangehalte) werden in mehreren Brunnen der Galerie Heber Ost und Heber West analysiert. Mit der mehrstufigen Aufbereitung im WW Wuhlheide wegen hoher Eisengehalte im Rohwasser stellen sie keinen Problemstoff für die Trinkwassergewinnung an diesem Standort dar.

Nahe den Fördergalerien des **WW Kaulsdorf** wurde ein MKW- und PAK-Schaden festgestellt, der durch modifizierte Förderung am Schadenszentrum gehalten wird.

In Richtung Galerie Neue Königsheide des **WW Johannisthal** fließen mehrere LCKW-Schadstofffahnen (Quellen in Sanierung), die mit mehreren Brunnen gegen ein Eindringen in den Fassungsbereich gesichert werden. Arsen- und Cyanidbelastungen werden mit denselben Abwehrbrunnen an einem Eindringen in den Fassungsbereich der Brunnengalerie gehindert. Aufgrund der hohen Abwasserbelastung im Teltowkanal (KA Waßmannsdorf) werden Spurenstoffe (Arzneimittelrückstände) in der Gal. Teltowkanal analysiert. Durch ehemalige Industrieleitungen in den Teltowkanal ergeben sich heute erhöhte Gehalte an Pflanzenschutzmitteln (DDA) und Stoffspuren auf der Galerie Teltowkanal. Geogene Belastungen (Färbung) schränken die Nutzung der südlichsten Brunnen der Galerie Neue Königsheide ein. Der Teltowkanal wurde in den relevanten Abschnitten saniert, die Hauptfracht an Pflanzenschutzmitteln wurde beseitigt.

Den Galerien Süd und West am Standort **Jungfernheide** fließen Restbelastungen von LCKW-Fahnen zu. Ohne aktuelle Nutzung zur Trinkwasserversorgung wird durch die Sanierung der Schadensquellen eine deutliche Verbesserung für den Standort erreicht.

Zum **WW Buch** sind keine Schadstoffbelastungen bekannt.

Bei allen bekannten Gefährdungen werden in Berlin die Werte der Trinkwasserverordnung flächendeckend eingehalten und zum großen Teil weit unterboten.

6. Naturschutz

Die Einzugsgebiete der Wasserwerke (vgl. Abb. 10), die im folgenden kurz charakterisiert werden, umfassen z.T. große unbebaute Flächen. Sie stellen in einem Ballungsraum wie Berlin mehr oder weniger naturnahe und damit wertvolle Gebiete dar, die oftmals als Schutzgebiete für Natur und Landschaft ausgewiesen sind. Große zusammenhängende Gebiete, z.T. mit Feuchtlebensräumen oder deren Degradationsstadien, existieren heute noch im Spandauer Forst, im Grunewald, im Düppeler Forst sowie um den Müggelsee (Neuenhagener Mühlenfließ, Fredersdorfer Mühlenfließ, Neue Wiesen, Teufelssee, Krumme Laake, Gosener Wiesen, Krumme Laake Grünau und Teile des Stadtforstes). Kleinere bedeutende Feuchtgebiete sind das Tegeler Fließ, Seeburger Fenn/Sümpflichten, Giebelfenn, Teile der Parforceheide und weitere kleine Gebiete. Diese Gebiete beherbergen Biotop, deren Existenz vom oberflächennahen Stand des Grundwassers abhängig ist.

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Stolpe** ist überwiegend als Landschaftsschutzgebiet (LSG Westbarnim und LSG Stolpe) ausgewiesen und zu einem Großteil bewaldet. Die Wasserfassungen liegen meist in der strukturreichen Havelniederung, in der auch Biotop der Moore und Sümpfe sowie Kleingewässer vorhanden sind. Östlich Hennigsdorfs werden die Havelwiesen zur Grundwasseranreicherung genutzt. Auch wenn nicht benannt werden kann, an welchem Ort welche Biotoptypen grundwasserabhängig sind, so werden im Einzugsgebiet grundwasserabhängige Biotoptypen erwartet.

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Spandau** umfasst in der Mitte besiedelte, im Norden und im Süden unbesiedelte Gebiete mit einer vielfältigen, z.T. naturnahen Landschaftsausstattung. Aufgrund ihrer Besonderheiten sind viele Teilgebiete in verschiedenen Schutzkategorien gesichert, z.B. der Spandauer Forst mit seinen Mooren, die Falkenseer Kuhlake und das Muhrgrabengebiet. In diesen Schutzgebieten existieren zahlreiche grundwasserabhängige Landökosysteme, wie die Wälder und Forsten im Spandauer Forst, Falkenseer Kuhlake, Bauernheide, Forst Nieder-Neuendorf und Neuendorfer Heide. Auch Grünländer entlang des Nieder-Neuendorfer-Kanals und im Muhrgrabengebiet sowie zwischen Havelkanal und Nieder-Neuendorfer-Kanal zählen dazu.

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Tegel** liegt im Berliner Stadtgebiet, Freiflächen sind durch den Tegeler Forst und Forst Jungfernheide sowie den Flughafen Tegel und den Tegeler See gegeben. Die genannten Forste sind - neben einigen weiteren Gebieten - als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen. Der Berliner Umweltatlas (SenStadt 2004c) zeigt einige Forstflächen im Tegeler Forst und auf den Inseln, den Heiligensee und den Flughafensee sowie Röhrichte als grundwasserabhängige Landökosysteme.

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Tiefwerder** erstreckt sich in seinem westlichen Teil über unbebaute Bereiche zu beiden Seiten der Havel. Südöstlich des Grunewalds liegt es auf besiedeltem Gebiet. Die unbebauten Gebiete werden mittels einer großen Anzahl verschiedener Schutzgebiete, insbesondere vieler Natur- und Landschaftsschutzgebiete, gesichert. Als größtes ist das FFH/SPA-Gebiet Grunewald zu nennen, das einige Naturschutzgebiete aufnimmt. Größere grundwasserabhängige Landöko-

systeme sind in den Wiesen von Tiefwerder, in den Mooren des Grunewalds und den Auenwäldern entlang der Havel zu sehen.

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Beelitzhof** umfasst im Norden, westlich der Havel, das Einzugsgebiet des Wasserwerks Kladow. Es erstreckt sich in der Mitte über die Havel und die beiden großen Forstflächen Düppeler Forst und Grunewald. Daran anschließend zieht es sich über bebauten Gebiet bis in die Agrarlandschaft Brandenburgs auf dem Teltow. Auf beiden Seiten der Havel liegen zahlreiche Schutzgebiete für Natur und Landschaft wie die Natura-2000-Gebiete Grunewald, Düppeler Forst, Sacrower See und Königswald, so dass beinahe das gesamte Einzugsgebiet außerhalb der bebauten Bereiche geschützt ist. Empfindlich auf Grundwasserstandsänderungen reagieren die Moore in Grunewald und Düppeler Forst, die Auenwälder entlang der Havel und weitere kleinere Flächen.

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Kladow** umfasst im Nordwesten eine land- und forstwirtschaftlich genutzte Landschaft, die großflächig durch Schutzgebiete (FFH/SPA/NSG Döberitzer Heide, LSG Königswald mit Havelseen und Seeburger Agrarlandschaft, NSG Seeburger Fenn / Sümpelfichten) geschützt wird. Der Südosten ist durch den Siedlungsbereich von Kladow und den ehemaligen Flughafen Gatow geprägt; auch dort sind die Freiflächen als Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen. Grundwasserabhängig sind die Wälder am Havelufer und auf der Insel Imchen sowie die Röhrichte am Havelufer. Auch wenn für den Brandenburger Teil keine Daten zur Grundwasserabhängigkeit bekannt sind ist davon auszugehen, dass sich sowohl im FFH-Gebiet "Giebelfenn" als auch im NSG "Seeburger Fenn/ Sümpelfichten" grundwasserabhängige Biotope befinden.

Vom sehr großen Einzugsgebiet des **Wasserwerks Friedrichshagen** wurde nur der Teil, der im Naturraum der Berlin-Fürstenwalder Spreetalniederung liegt, betrachtet, da dort Auswirkungen auf Natur und Landschaft durch die GW-Förderung zu erwarten sind. Dieses Gebiet ist vorwiegend durch Wälder und Gewässer (Spree und Dahme, Müggelsee) geprägt und enthält zahlreiche Schutzgebiete. Als Natura-2000-Gebiete sind zu nennen: Wasserwerk Friedrichshagen, Müggelspreet - Müggelsee, Teufelseemoor Köpenick, Wilhelmshagen - Woltersdorfer Dünenzug. Die vielen Schutzgebiete schützen sowohl trockene Standorte wie den Wilhelmshagen - Woltersdorfer Dünenzug als auch Gebiete mit grundwasserabhängigen Lebensräumen wie im NSG Krumme Laake/ Pelzlaake. Vom Stand des Grundwassers hängen somit u.a. weite Teile der Forste, die Gosener Wiesen und Moorbiotope in Krumme Laake/ Pelzlaake ab.

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Wuhlheide** liegt zu einem Großteil im Stadtgebiet von Berlin, nördlich schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Es umfasst ein schutzgebietsarmes Areal. Das Stadtgebiet erhält durch das Wuhletal und die Wuhlheide zahlreiche Grün- und Freiflächen. Der Umweltatlas (SenStadt 2004c) kennt dort grundwasserabhängige Landökosysteme (Wuhl-, Damm- und Mittelheide, Wiesen und Wälder im Wuhletal).

Das Einzugsgebiet des **Wasserwerks Kaulsdorf** umfasst im Norden größtenteils ackerbaulich genutzte Feldflur und im Süden zusammenhängend bebaute Flächen. Die vorkommenden Weiherketten und verbliebenen Feuchtgebiete sind zumeist als Land-

schaftsschutzgebiete (z.B. LSG Hönower Weiherkette) und Geschützte Landschaftsbestandteile (z.B. Feuchtwiese am Bachrain) ausgewiesen. Grundwasserabhängig sind die Kaulsdorfer Seen, die Berliner Hönower Weiherkette sowie wahrscheinlich auch die Brandenburger Weiherkette bei Hönow und die Kleingewässer im Stadtgebiet.

Das Einzugsgebiet der **Standorte Johannisthal und Altglienicke** liegt im Norden im bebauten Stadtgebiet, in dem größere Forst- und Parkflächen vorhanden sind. Im Süden reicht es bis in die Agrarlandschaft Brandenburgs hinein. Die Freiflächen sind zu meist als Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen oder vorgesehen. Zahlreiche Kleingewässer in Rudow haben den Status eines Naturdenkmals (Beispiele Kattenpfuhl, Lolopfuhl, Klarpfuhl). Im Berliner Einzugsgebiet liegen Plänterwald, Königsheide und Köllnische Heide sowie die Kleingewässer im Urstromtal, die Baumbestände können somit vom Wasserwerksbetrieb beeinflusst werden. Für den Brandenburger Teil ist aufgrund der Lage auf der Teltowplatte nicht davon auszugehen, dass dort wertvolle Biotope von der Grundwasserförderung durch den Wasserwerksbetrieb beeinflusst werden.

Das Einzugsgebiet des **Standortes Jungfernheide** erstreckt sich hauptsächlich auf bebauten Teilen des Berliner Stadtgebiets. Größere unbebaute Flächen sind die Volkspark Jungfernheide (Teile) und Rehberge, der Schlossgarten Charlottenburg sowie Teile des Tiergartens. Die Volkspark sind als Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen. In eben diesen Parks und Freiflächen finden sich grundwasserabhängige Wald- bzw. Forstbiotope.

Das Einzugsgebiet des **Standortes Buch** umfasst ein größtenteils landwirtschaftlich genutztes Gebiet mit einigen Ortschaften. Insbesondere nördlich und westlich sind viele Teile der Landschaft als Schutzgebiete ausgewiesen. Diese erhalten sowohl trockene Bereiche (FFH/NSG Schönower Heide) als auch Feuchtgebiete (NSG Bogenseekette und Lietzengrabenniederung). Auf dem Gebiet der ehemaligen Rieselfelder Hobrechtsfelde zeigen rund die Hälfte der Flächen eine Abhängigkeit vom Grundwasser. Weitere grundwasserabhängige Landökosysteme gibt es in Bogenseekette und Lietzengrabenniederung, in der Bucher Moorlinse, im Schlosspark Buch, im Mittelbruch, im Ausstichgelände Röntgental, in den Faulen Wiesen und in Teilen der Schönower Heide.

Zusammengefasst liegen in den Einzugsgebieten der Wasserwerke Spandau, Beelitzhof und Friedrichshagen viele Schutzgebiete für Natur und Landschaft, in den Einzugsgebieten der Wasserwerke Jungfernheide, Johannisthal und Kaulsdorf wenige. Ebenso sind große grundwasserabhängige Landökosysteme in den Einzugsgebieten der Wasserwerke Spandau und Friedrichshagen, kleinere in den Einzugsgebieten von Tegel, Stolpe und Wuhlheide vorhanden. Bei den meisten grundwasserabhängigen Landökosystemen handelt es sich um Wald- und Forstflächen (Spandauer Forst, z.T. Tegeler Forst, Teile des Stadtforstes südlich des Müggelsees im Einzugsgebiet des WW Friedrichshagen). In Spandauer Forst und Falkenseer Kuhlake, Grunewald und Krummer Laake/Pelzlaake kommen heute noch größere Moor- und Feuchtgebiete vor.

In den folgenden Bewilligungsverfahren ist zu klären, inwieweit die beantragte Grundwasserförderung mit dem Wasseransprüchen des Naturraumes in Übereinstimmung zu bringen ist.

7. Grundwassersteuerungsverordnung

Das Berliner Wassergesetz (BWG) legt fest, dass die öffentliche Trinkwasserversorgung für Berlin aus dem eigenen Gebiet erfolgen soll. Die Trinkwassergewinnung Berlins kann danach unter Auflagen zugelassen werden, um u. a. einen bestimmten Grundwasserstand im Einflussbereich der Wasserwerke sicherzustellen. Näheres dazu regelt die im Oktober 2001 erlassene Grundwassersteuerungsverordnung (GruWaSteuV).

Die GruWaSteuV gibt für das Land Berlin im Hinblick auf die Siedlungsverträglichkeit anzustrebende Grundwasserstände vor, die sich aus der dazugehörigen Grundwassergleichenkarte ergeben. Die Förderbrunnen der Wasserwerke und die künstlichen Grundwasseranreicherungsanlagen sind im Rahmen der Trinkwasserproduktion zur Steuerung demnach so einzusetzen, dass die festgelegten Grundwasserstände im Einflussbereich der Wasserwerke nicht mehr als um 0,5 Meter über- oder unterschritten werden.

Tab. 18 zeigt für das Jahr 2005, das durch einen nassen Sommer gekennzeichnet ist, wie die Vorgaben der GruWaSteuV in den einzelnen Wasserwerkseinzugsgebieten im Monat Mai 2005 eingehalten bzw. überschritten wurden. Dabei sind die Grundwasserstände der Wasserwerke Beelitzhof, Kladow und Buch auf Grund ihrer Lage auf den Hochflächen und den damit verbundenen überwiegend hohen Grundwasserflurabständen im Hinblick auf die Siedlungsverträglichkeit nicht von Relevanz. Zu beachten sind hingegen die meisten Wasserwerke im Urstromtal.

Tab. 18: Einhaltung der Vorgaben der Grundwassersteuerungsverordnung, exemplarisch für den Monat Mai 2005.

Wasserwerk	Vorgaben der Grundwassersteuerungsverordnung
Stolpe	nicht im Geltungsbereich
Spandau	eingehalten
Tegel	eingehalten
Tiefwerder	geringfügige temporäre Überschreitung der Vorgaben
Beelitzhof	auf Grund der Lage auf der Teltow-Hochfläche (hohe GW-Flurabstände) nicht relevant
Kladow	aufgrund der Lage auf der Hochfläche der Nauener Platte (hohe GW-Flurabstände) nicht relevant
Friedrichshagen	eingehalten
Wuhlheide	überschritten
Kaulsdorf	eingehalten
Johannisthal	überschritten
Jungfernheide	eingehalten
Buch	aufgrund der Lage auf der Barnim-Hochfläche (hohe GW-Flurabstände) nicht relevant

Zum Zeitpunkt der empirischen Berechnung der Grundwassergleichenkarte, die Grundlage für die Grundwassersteuerungsverordnung von 2001 war, ist von einer Trinkwasserförderung von etwa 230 Mio. m³/a ausgegangen worden. Da der Trinkwasserbedarf bis heute aber auf 202 Mio. m³/a zurückgegangen ist, können die vorgegebenen Grundwasserstände im Rahmen der Trinkwasserförderung nur noch zum Teil eingehalten werden. Daher wird die Grundwassersteuerungsverordnung zur Zeit überarbeitet, um sie den derzeitigen und künftig zu erwartenden Gegebenheiten im Hinblick auf eine mögliche Siedlungsverträglichkeit anzupassen.

II Prognose des Wasserbedarfs und zukünftige Förderung

8. Prognose des Wasserbedarfs

Der Wasserbedarf eines Versorgungsgebietes ist unmittelbar abhängig von dessen Einwohnerzahl, Wirtschaftskraft, -struktur und Gemeinbedarf. Größe, Umfang und Wichtung der „Wasserbedarfsträger“ Einwohner, Wirtschaft (Industrie und Gewerbe) und Gemeinbedarf sind ihrerseits abhängig von politischen Verhältnissen, wirtschaftlichen Entwicklungstendenzen und sozialen Veränderungen. Diese Rahmenbedingungen befinden sich untereinander ebenfalls in direkten oder indirekten Abhängigkeiten.

Die Prognose des Wassergebrauchs Berlins in den kommenden Jahren kann daher nur auf der Grundlage anderer Prognosen erfolgen. Dazu wurden zwei Studien betrachtet: die „Bevölkerungsprognose für Berlin 2002 - 2020“ von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (SenStadt 2004b) sowie das Dokument „Deutschlands Millionenstädte im demografischen Wandel - Fakten und Perspektiven bis 2040“ vom Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (BOMSDORF & BABEL 2005). Außerdem wurden mündliche Einschätzungen von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung zur Wirtschaftsansiedlung und Entwicklungspotentialen herangezogen.

Die Veränderungen im Wassergebrauch der Bevölkerung werden durch den anhaltenden Geburtenrückgang, durch Wanderungsbewegungen (Zuwanderung aus dem Ausland, Binnenwanderungen, Wegzug ins Umland) und auch durch das persönliche Wassersparverhalten eines jeden Verbrauchers unmittelbar beeinflusst. Dieses Wassersparverhalten ist wiederum abhängig von der weiteren Entwicklung des Wasserpreises und der Preisstruktur. Einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf den Wassergebrauch haben auch die klimatischen Verhältnisse.

Indirekte Auswirkungen haben auch die geringeren Belegungsdichten in den Wohngebieten (Wohnungsleerstand, Zunahme von 1- oder 2-Personenhaushalten) sowie tief greifende Veränderungen gegenüber den bisherigen Lebensgewohnheiten („24h-Gesellschaft“, zunehmende Flexibilisierung der Arbeit, aber auch der Anstieg des Anteils der nicht arbeitenden Bevölkerung an der Gesamteinwohnerzahl). Die Veränderungen in der täglichen Lebensweise führen bei den davon Betroffenen zu einer Vergleichmäßigung des Verbrauches (Beispiel: Wäsche waschen oder Garten sprengen müssen nicht mehr in den „klassischen Feierabendstunden“ eines Werktages erfolgen) und damit zu einer Reduzierung der Faktoren für die Spitzenstunde.

Die vorliegende Prognose geht von der voraussichtlichen Entwicklung einzelner Parameter aus und gibt in der Zusammenfassung der Einflüsse einen Ausblick auf den Wasserbedarf für drei Szenarien, die eine mittlere, eine maximale und einen minimale Entwicklung betrachten (Basis, Steigerung und Schrumpfung).

8.1 Trinkwasserabgabe bis zur Gegenwart

Betrachtet man die jährlichen Wasserverkaufsmengen eines Jahres (vgl. Abb. 2), so zeigt sich, dass die Menge seit 1991 von 280 Mio. m³/a auf 202 Mio. m³/a im Jahr 2006 gefallen ist. Das entspricht einem Rückgang von fast 30 %. Im Jahr 2003 gab es einen sprunghaften Anstieg abweichend vom Trend. Dies ist auf den sehr heißen Sommer („Jahrhundertsommer“) zurückzuführen. Damit hat auch das Wetter einen Einfluss auf die Wasserverkaufsmengen, der sich im Zuge des prognostizierten Klimawandels noch verstärken könnte.

8.2 Rahmenbedingungen der Trinkwasserbedarfsprognose

Folgende Rahmenbedingungen gehen in die zu erstellende Prognose ein.

Politische Rahmenbedingungen:

- Keine weitergehende Länderfusion Berlin-Brandenburg in den Varianten „Basis“ und „Schrumpfung“.
- Länderfusion Berlin-Brandenburg in der Variante „Steigerung“.
- Keine wesentliche Erweiterung des Versorgungsgebietes der BWB in das Umland.

Klimatische Rahmenbedingungen:

- Moderater globaler Temperaturanstieg um 1,4°C, damit ein mittlerer Temperaturanstieg in Berlin-Brandenburg um mehr als 2°C bis 2055,
- Rückgang des mittleren Jahresniederschlags in der Region auf unter 450 mm in den nächsten 50 Jahren (STOCK 2004),
- damit einhergehend erhöhter Bedarf an Wasser in den Haushalten (vgl. „Jahrhundertsommer“ 2003, Abb. 14, 15), der in der Variante „Steigerung“ den Trend zur Einsparung von Wasser kompensiert.

Rahmenbedingungen der Bevölkerungsentwicklung:

- Die Variante „Basis“ nimmt eine *geringe wirtschaftliche Entwicklungsdynamik* an mit verlangsamtem Abbau von Industriearbeitsplätzen, begrenzten Unternehmensneuan siedlungen in den Branchen Medien, Kultur und Dienstleistungen, geringen Impulsen durch einen verhaltenen Regierungsumzug, geringen Impulsen durch die EU-Osterweiterung und Wohnungsneubau in Stadt und Umland auf niedrigem Niveau.
- Die Variante „Steigerung“ geht von *erheblich und dauerhaft verbesserten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen* aus, die bei der Bevölkerungsentwicklung zu deutlichen Wanderungsgewinnen führen.
- Die Variante „Schrumpfung“ nimmt an, dass *stagnierende Wirtschaftsentwicklung und Arbeitsplatzabbau* zu deutlichen Wanderungsverlusten führen.

- Anfängliche Wanderungsgewinne aus dem Bundesgebiet („Hauptstadteffekt“) werden im Laufe der Zeit abgelöst von Bevölkerungsverlusten durch steigende Sterberaten einer alternden Bevölkerung.

Die von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2004b) durchgeführte Bevölkerungsprognose führt in ihrer Basisvariante zu einer Einwohnerzahl von 3,37 Mio. am Ende des Jahres 2020 (grüne fett durchgezogene Linie in Abb. 13) und liegt damit im Bereich der mittleren Variante der durchgeführten Modellrechnung des Bundesinstituts für Bevölkerungsforschung für das Jahr 2020 (BOMSDORF & BABEL 2005, grüne dünn durchgezogene Linie in Abb. 13). Die drei Varianten der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Basis, Boom, Schrumpfung) wurden für die weitere Verwendung im Rahmen der Wasserbedarfsprognose, wie in Abb. 13 dargestellt, extrapoliert (Basis, Steigerung, Schrumpfung).

Die Bevölkerung von 3,39 Mio. im Jahre 2003 hat bis 2040 nur in der Variante „Steigerung“ Bestand bzw. erfährt eine geringe Zunahme. In der Variante „Basis“ erfolgt bis 2040 ein Verlust von etwa 260.000 Personen, in der Variante „Schrumpfung“ unterschreitet die Einwohnerzahl mit 2,67 Mio. sogar deutlich die Grenze von 3 Mio.. Ohne Zuwanderung würde die Bevölkerung Berlins bis 2040 noch deutlicher als bisher dargestellt zurückgehen.

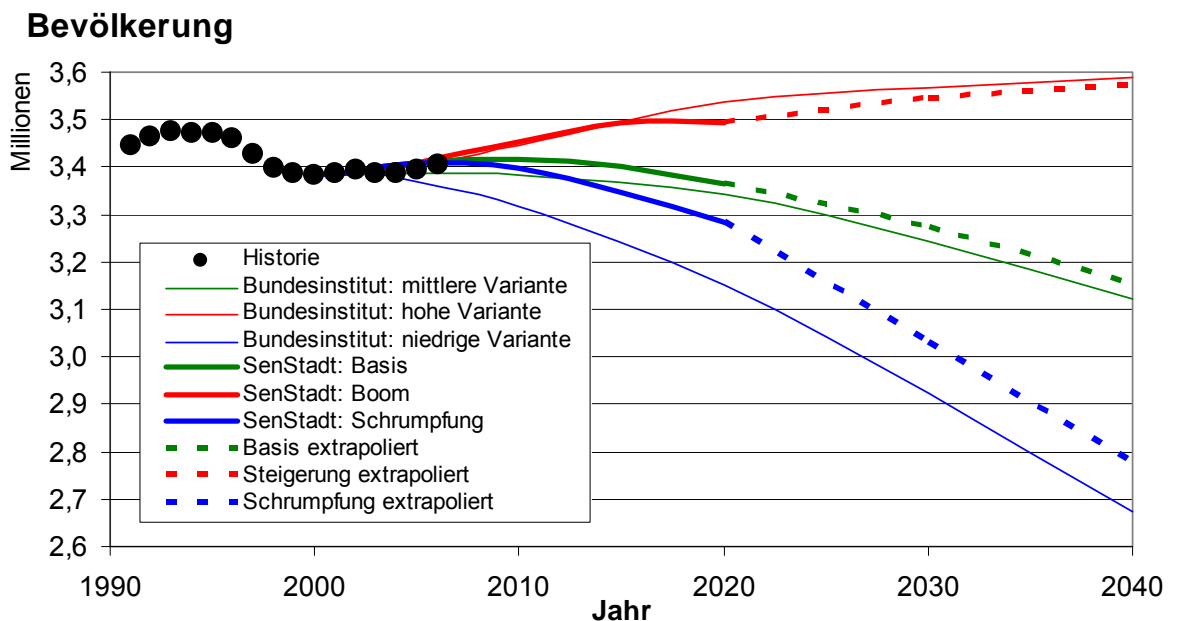


Abb. 13: Vergleich der Bevölkerungsprognosen für Berlin von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2004b) und vom Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (BOMSDORF & BABEL 2005).

Rahmenbedingungen wasserwirtschaftlicher Parameter

- Der *Rückgang des spezifischen Wasserbedarfs der Haushalte* in Berlin setzt sich in unterschiedlichem Maße für die Variante „Basis“ und „Schrumpfung“ fort. Seit 1991 ist der spezifische Wasserbedarf von 140 Litern je Einwohner und Tag auf 111 Liter je Einwohner und Tag im Jahr 2005 gefallen. Nur in der Variante „Steigerung“ kommt es durch die klimatischen Veränderungen später zu einem leichten Anstieg des spezifischen Wasserbedarfs (Abb. 14).
- *Großverbraucher in Industrie und Gewerbe* setzen auf Wasser sparende Technologien bzw. erhöhen den Anteil der Eigenwasserversorgung; neue Arbeitsplätze entstehen in Branchen mit geringem Wasserbedarf (Medien, Forschung, Dienstleistung). Daraus folgen für die Basisvariante leicht abnehmende gewerbliche Bedarfsraten, für die Variante „Steigerung“ eine leichte Zunahme des Wasserbedarfs und für die Variante „Schrumpfung“ bei verstärktem Einsatz Wasser sparender Technologien und einem Rückgang des produzierenden Gewerbes eine deutliche Abnahme des gewerblichen Wasserbedarfs.
- In der *Kundengruppe Sonstige* geht die Basisvariante von einem gleich bleibenden Wasserbedarf aus, in der Variante „Steigerung“ setzt der weitere Regierungsumzug Impulse zu einem leicht ansteigenden Wasserbedarf, während in der Variante „Schrumpfung“ die Schließung öffentlicher Einrichtungen (Geldmangel, demografischer Wandel) zu einem Rückgang des Wasserbedarfs führt.
- Der *abnehmende Trend des Tagesspitzenfaktors* setzt sich ausgehend von 1,67 in der Basisvariante leicht fort. In der Variante „Steigerung“ wird aufgrund des extremer werdenden Klimas (heiße und trockene Sommer) ein leicht steigender Trend angenommen. In der Variante „Schrumpfung“ geht der Tagesspitzenfaktor aufgrund von vermehrter Nutzung von Eigenwasserversorgungen weiter zurück.
- Die *Spitzenfaktoren des Verbrauchsverhaltens* werden sich aus geografischen Gründen (offene oder geschlossene Bebauung, viel oder wenig Grün) und aus sozialen Gründen (zunehmende Segregation der Bevölkerung) innerhalb der Gesamtstadt von Bezirk zu Bezirk, von Ortsteil zu Ortsteil weiter differenzieren.
- Die *Wasserverluste im Rohrnetz* bleiben in der Variante „Basis“ bei 5 % konstant, in der Variante „Steigerung“ steigen die Verluste bis 2040 allmählich auf 8 %, in der Variante „Schrumpfung“ sinken die Verluste auf 3 %.
- Die *Spülwasserverluste* bleiben in der Variante „Basis“ bei 1,6 % konstant, steigen in der Variante „Steigerung“ allmählich bis auf 2,3 % bzw. sinken in der Variante „Schrumpfung“ bis auf 1 % im Jahr 2040.
- Die *Trinkwasserabgabe an das Umland*, die im wesentlichen vom WW Stolpe bedient wird, bleibt bei 3,2 Mio. m³/a konstant. Der Anstieg des Wasserbedarfsträgers Einwohner wird - so die Annahme in dieser Prognose - durch dessen Einsparbemühungen kompensiert.

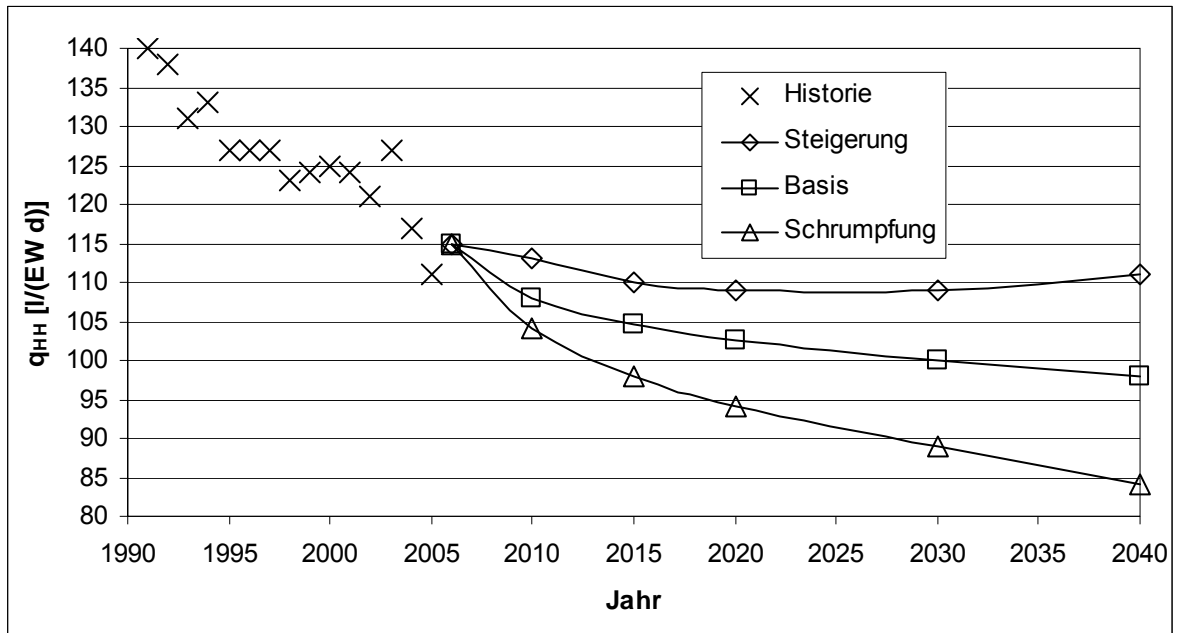


Abb. 14: Historische Entwicklung und Prognose des spezifischen Wasserbedarfs der Haushalte.

8.3 Prognoseergebnis für 2010, 2020 und 2040

Die Wasserrförderung bis 2006 und die aufgrund der prognostizierten städtischen Entwicklung aufgestellten Varianten der Rohwasserrförderrmengen eines Jahres sind in Abb. 15 dargestellt. In der Variante Steigerung werden im Jahr 2040 Jahresrohwasserrförderrmengen von 235 Mio. m³/a berechnet, bei der Variante Schrumpfung sind es 141 Mio. m³/a und bei der Basisvariante 184 Mio. m³/a. Die Prognosewerte für die einzelnen Wasserbedarfsträger sind in Tab. 19 zusammenfassend dargestellt.

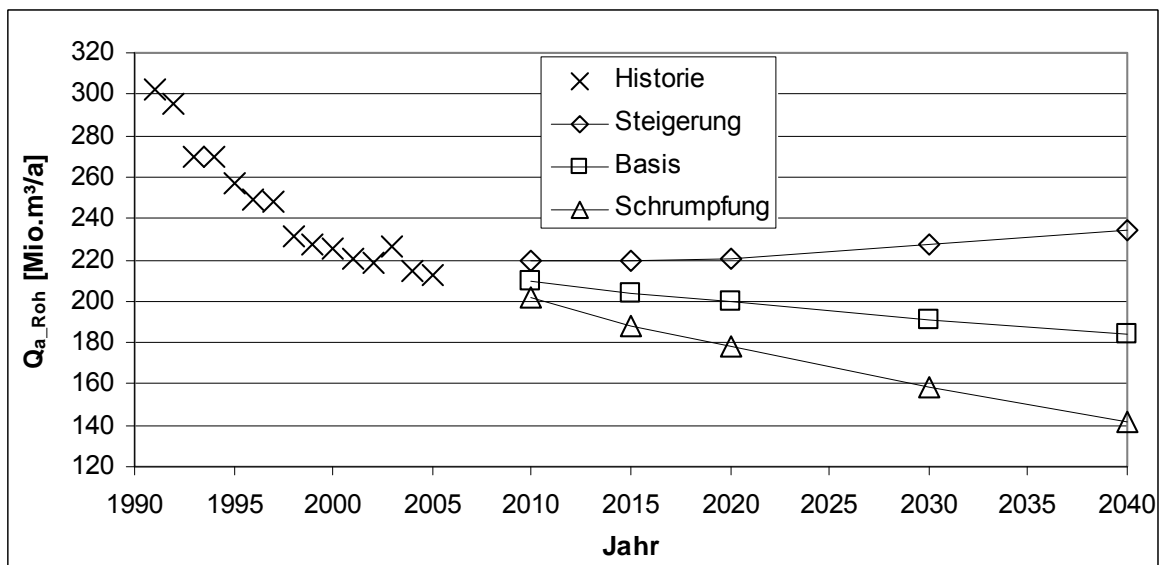


Abb. 15: Jährliche Rohwasserrförderrmengen von 1991 bis 2005 und deren Prognose für die Varianten Basis, Steigerung und Schrumpfung.

Tab. 19: Prognoseergebnisse der jährlichen Wasserbedarfsmengen in Mio. m³/a.

Variante	Jahr	Haushalte	Industrie u. Gewerbe	Sonstige	Umland	Verkauf u. Innenumsatz	Netzabgabe	Rohwasserförderung
Schrumpfung	2010	129	25	32	3	190	198	201
	2020	113	23	30	3	169	175	178
	2040	85	19	28	3	136	140	141
Basis	2010	135	26	32	3	197	207	210
	2020	126	25	32	3	187	196	199
	2040	113	24	32	3	172	181	184
Steigerung	2010	142	27	33	3	206	216	220
	2020	139	27	35	3	204	217	221
	2040	145	27	37	3	212	229	235

Die Prognoseergebnisse der Tagesspitzennetzabgabe unter Berücksichtigung der drei Varianten sind in Abb. 16 dargestellt. In der Variante Steigerung werden für das Jahr 2040 Spitzennetzabgaben von 1,08 Mio. m³/d berechnet und in der Variante Schrumpfung 0,56 Mio. m³/d. In der Basisvariante sind es 0,81 Mio. m³/d.

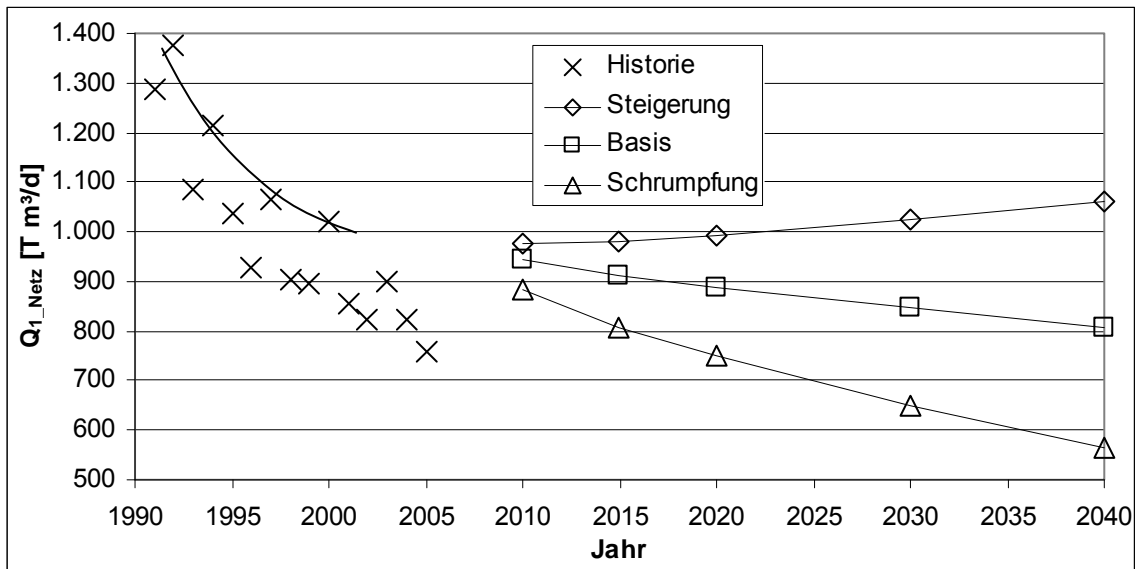


Abb. 16: Tagesspitzennetzabgaben von 1991 bis 2005 und deren Prognose für die Varianten Basis, Steigerung und Schrumpfung.

9. Sicherung der Trinkwasser-Versorgung Varianten und Szenarien

Die Sicherung der Trinkwasserversorgung wird gewährleistet durch die Leistungsfähigkeit der Wasserwerke (vgl. Kap. 2) im Zusammenspiel mit dem Verteilungssystem - bestehend aus dem Rohrnetz und den Pumpwerken (ZPW, ÜPW, PW der WW); neben der Regelversorgung (Q_a) ist auch die Spitzenlast (Q_1) abzusichern.

In einem ersten Schritt wird herausgearbeitet, welche Wasserwerke zukünftig betrieben werden sollen (Kap. 9.1). Das Ergebnis wird in die Berechnung des zukünftigen Trinkwasserbedarfs (Kap. 9.2) eingebracht. Nachfolgend ausgewählte Szenarien (Kap. 9.3 - 9.5) sind nicht als "worst case"-Szenarien einzuordnen, sondern als realistische Szenarien, die ihre Ursachen im vorhandenen Wissen um einzelne Themenfelder haben und die auch dazu dienen, Sicherheitszuschläge für den Wasserwerksbetrieb zu benennen (Kap. 9.6).

9.1 Nachhaltigkeitsüberlegungen

Zur Abdeckung der Höchstförderungen in den 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden 16 Wasserwerksstandorte (Abb. 17) von den damaligen Wasserversorgungsgesellschaften in Ost und West betrieben.



Abb. 17: Wasserwerksstandorte.

Aufgrund des beschriebenen zurückgehenden Wasserbedarfs sind derzeit 9 Wasserwerke (einschließlich Stolpe) am Netz (Abb. 17). Sie sind betrieblich über die Schwerpunktwaterwerke Friedrichshagen, Beelitzhof und Tegel organisiert.

Für die zu entwickelnde Wasserversorgungskonzeption stellt sich nach Festlegung des Bedarfs (vgl. Kap. 8) die Frage, welche Wasserwerke 2010, 2020, 2040 betrieben werden sollen. Im Bearbeitungsprozess wurden folgende Varianten betrachtet:

- Variante 1: Wiederaufnahme des Betriebes aller gegenwärtig außer Betrieb befindlichen Wasserwerksstandorte (Buch, Altglienicke, Jungfernheide, Johannisthal, Riemeisterfenn)
- Variante 2: Reduktion des Betriebes auf die Schwerpunktwaterwerke (Tegel, Beelitzhof und Friedrichshagen) inklusive Spandau und Stolpe
- Variante 3: Weiterbetrieb der derzeit zur Wasserförderung betriebenen Wasserwerke unter Hinzunahme des WW Johannisthal

An Kriterien zur Herausarbeitung einer Vorzugsvariante wurden, in Bezug auf die Nachhaltigkeit, betrachtet:

- Versorgungssicherheit
- Ökonomie und Sozialverträglichkeit der Trinkwassertarife (erforderlich werdende Investitionen in Rohrnetz, Behälterbau sowie Betriebskosten)
- Siedlungsverträglichkeit
- Naturschutz (Ökologie)

Versehen mit einer einfachen Bewertung (Tab. 20) ergeben sich folgende Erkenntnisse:

Tab. 20. Nachhaltigkeitsüberlegungen der Sicherung von Wasserwerksstandorten.

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Versorgungssicherheit	++	-	+
Trinkwassertarif	--	--	0
Siedlungsverträglichkeit	0	--	+
Naturschutz	++	--	+

++ hoher Qualitätszuwachs, + Qualitätszuwachs, 0 Status Quo, - Verschlechterung, -- starke Verschlechterung

Variante 1: Die Wiederaufnahme des Betriebes aller ehemaligen WW-Standorte bringt einerseits hohe Versorgungssicherheit und eine große Entlastung für naturschutzfachliche Aspekte. Für die Sicherung siedlungsverträglicher Grundwasserstände bliebe kaum ein Spielraum, da die Rohwasserförderung auf alle Standorte verteilt werden müsste. Andererseits erfordert die Variante hohe Investitionen zur Wiederherstellung der gesamten Förder-, Aufbereitungs- und Verteilungsstruktur sowie erhöhte Betriebskosten für die Bedienung und Instandhaltung der wieder in Betrieb zu nehmenden Standorte. Die erhöhten Kosten würden eine Steigerung des Wasserpreises erforderlich machen. Die Variante wird nicht weiterverfolgt.

Variante 2: Die Versorgungssicherheit beim ausschließlichen Betrieb der Schwerpunktwasserwerke zzgl. Stolpe und Spandau nimmt bei der Betrachtung der zu erwartenden Risiken ab. Der Ausfall bzw. die Einschränkung eines der verbliebenen großen Wasserwerksstandorte wäre nur mit hohem Kostenaufwand bzw. gar nicht zu kompensieren. Ein erheblicher baulicher Aufwand - insbesondere für das Rohrnetz und für die Pumpwerke - wäre erforderlich um die druckgerechte Versorgung im gesamten Stadtgebiet sicher zu stellen. Die aus den zusätzlichen Investitionen resultierenden Kosten für Abschreibungen und Zinsen würden die Einsparungen bei den Betriebskosten für Betrieb und Instandhaltung übersteigen. Ein Anstieg des Tarifes wäre die Folge. Die Siedlungsverträglichkeit könnte in weiten Teilen - insbesondere in den Einzugsgebieten der Wasserwerke Kaulsdorf, Wuhlheide und Johannisthal - durch den Betrieb der verbliebenen Wasserwerke nicht gesichert werden. Die Randbedingungen für den Naturschutz im Einzugsgebiet der Wasserwerke Friedrichshagen und Beelitzhof würden sich gegenüber dem Istzustand verschlechtern. Die Variante wird nicht verfolgt.

Variante 3: Die Nutzung der gegenwärtig in Betrieb befindlichen Wasserwerke, zusammen mit dem Wasserwerk Johannisthal ab 2014, erhält die hohe Versorgungssicherheit und baut diese insbesondere für die südliche Hochstadt weiter aus. Die Investitionen werden auf das betrieblich notwendige Maß begrenzt um den Tarif für das Trinkwasser zu halten. Die Siedlungsverträglichkeit der Grundwasserstände kann mit Hilfe der Trinkwasserförderung im Einzugsgebiet der Wasserwerke weiter verbessert und damit gewährleistet werden. Zudem wird eine Verbesserung der Randbedingungen für den Naturschutz erwartet.

Variante 3 wird in den folgenden Kapiteln weiterentwickelt; sie stellt aus heutiger Sicht das Optimum dar.

9.2 Deckung des prognostizierten Trinkwasserbedarfs

Ausgehend von den 1996 zur Bewilligung vorgelegten Antragsmengen der BWB (Tab. 21, Spalte 3), die weitestgehend innerhalb der Mengen liegen,

- die von SenGesUmV (2005, 2007) als Grundwasserdargebot vorgegeben sind,
- die mit den Wasserwerken gefördert werden können,

wird in den Tab. 21 und 23 aufgezeigt, wie der Betrieb der Wasserwerke den Ansprüchen der in Kap. 8.3 herausgearbeiteten Varianten

- Basis
- Schrumpfung und
- Steigerung

in den Zeitscheiben 2010, 2020 und 2040 genügt.

Folgende Voraussetzungen gehen in Tabelle 21 ein:

- Das WW Stolpe deckt max. 9% des Berliner Jahresbedarfs.

- WW Spandau - Die Dargebotsmenge für das Einzugsgebiet beträgt 35,1 Mio. m³/a unter Berücksichtigung der Grundwasseranreicherung (GWA).
- Das WW Tegel wird im Regelbetrieb ebenfalls mit GWA betrieben.
- Das WW Tiefwerder ist derzeit aufgrund vorhandener Altlasten nur mit ca. 60 % Auslastung zu betreiben.
- Das WW Beelitzhof ist durch geogene Belastungen in seiner Förderung zur Wasserversorgung der südlichen Hochstadt auf eine Fördermenge von rund 30 Mio. m³/a eingeschränkt.
- Das WW Kladow wird kontinuierlich mit ca. 5,0 Mio. m³/a zur Sicherung der lokalen Wasserversorgung westlich der Unterhavel betrieben.
- Das WW Friedrichshagen ist wesentlich für die Wasserversorgung der östlichen Hochstadt und der östlichen Tiefstadt. Aufgrund seiner Förderkapazität deckt es den Hauptteil des Wasserbedarfs in diesen Versorgungsgebieten ab.
- Das WW Johannisthal, heute vorübergehend außer Betrieb, wird ab 2014 wieder in Betrieb genommen. Einzelheiten zur Wiederinbetriebnahme des WW Johannisthal werden in einer Vereinbarung zwischen den BWB und SenGesUmV geregelt. Auf das Fördergebiet des WW Altglienicke wird verzichtet.
- Das WW Kaulsdorf fördert kontinuierlich ca. 7 Mio. m³/a. Die Antragsmenge von 9,1 Mio. m³/a ist erst nach der Erweiterung der Rohwasseraufbereitung förderbar.
- Das WW Wuhlheide, welches umfangreich saniert werden muss, fördert eingeschränkt und dient zur Deckung des Wasserbedarfs in der Grundlast.
- Das WW Jungfernheide ist zur Bedarfsdeckung nicht mehr erforderlich.
- Das WW Buch ist zur Bedarfsdeckung nicht mehr erforderlich.

9.2.1 Variante Basis

Die 2006 geförderte Rohwassermenge von 217,9 Mio. m³/a geht in der Variante Basis bis 2040 auf 184,0 Mio. m³/a zurück (Tab. 21). Der zurückgehende Bedarf macht sich im deutlichen Rückgang der Förderung des WW Friedrichshagen im Urstromtal und des WW Stolpe in der Havelrinne sowie im perspektivisch leichten Rückgang der Fördermengen der meisten anderen Wasserwerke (Tegel, Tiefwerder, Beelitzhof, Kladow, Kaulsdorf) bemerkbar. Die Förderung der WWs Spandau, Johannisthal und Wuhlheide bleibt dagegen konstant, wobei Johannisthal erst 2014 wieder ans Netz geht. Das WW Tiefwerder bleibt aufgrund der anthropogenen Belastung derzeit in seiner Fördermenge beschränkt.

Die Q₁-Förderung (Tagesspitzenförderung), dargestellt für die Steigerungsvariante (Tab. 22), ist gesichert. Das Verteilungsnetz ist in der Variante Basis vor keine wesentlichen Engpässe gestellt. Durch Neubau bzw. Erweiterung der Rohrnetzanbindung des WW Johannisthal an die Druckzone Hochstadt Süd können Defizite dort ausgeglichen werden.

Tab. 21: Wasserversorgung Berlin - GW-Dargebot, Antragsmengen und prognostizierter Bedarf.

Wasserwerke	GW-Dargebot SenGesUmV ⁽¹⁾ [Mio. m ³ /a]	Antrag auf GW-Förderung [Mio. m ³ /a]	GW-Förderung Variante Schrumpfung [Mio. m ³ /a]			GW-Förderung Variante Basis [Mio. m ³ /a]			GW-Förderung Variante Steigerung [Mio. m ³ /a]		
			2010	2020	2040	2010	2020	2040	2010	2020	2040
Stolpe - Anteil Berlin - Anteil Umland	k.A.	27,0 ⁽²⁾	16 3	15 3	9 3	17 3	16 3	13 3	18 3	18 3	20 3
Spandau	35,0	35,1	27	22	18	27	25	25	30	30	31
Tegel	70,8	60,4	40	38	25	40	40	38	44	44	49
Tiefwerder	22,9	18,8	12	10	9	12	12	10	12	12	12
Beelitzhof inkl. Riemelsterfenn	46,2	46,8	28	26	20	30	28	28	30	30	30
Kladow	8,3	5,0	5	4	4	5	5	4	5	5	5
Friedrichshagen	111,9	106,3	44	34	27	49	44	37	51	52	56
Johannisthal / Altglienicke	17,6 4,6	17,2 4,4	11 ⁽³⁾ -	11 -	11 -	11 ⁽³⁾ -	11 -	11 -	11 ⁽³⁾ -	11 -	12 -
Kaulsdorf	8,6	9,1	6	6	6	7	6	6	7	7	7
Wuhlheide	23,9	17,7 ⁽²⁾	9	9	9	9	9	9	9	9	10
Jungfernheide	k.A.	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buch	5,0	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe	354,8	364,7	201	178	141	210	199	184	220	221	235
Summe Anteil Berlin			198	175	138	207	196	181	217	218	232

(1) Das Grundwasserdargebot ist (nach DIN 4049) die Summe aller positiven Glieder der Wasserbilanz. Dies entspricht dem Anteil der Grundwasserneubildung aus Niederschlägen und anderen natürlichen und künstlichen Vorgängen in einem hydrologisch definierten Einzugsgebiet. Hierzu zählen die Uferfiltration und die Anreicherung des Grundwassers aus oberflächennahen Gewässern. Die Angaben sind übernommen aus: ZIPPEL & HUBER 2007, ZIPPEL & HANNAPPEL 2004.

(2) Antragsmenge bewilligt bzw. nach Altrecht erlaubt

(3) Inbetriebnahme 2014

9.2.2 Variante Steigerung

Gegenüber der Wasserförderung 2006 (217,9 Mio. m³/a) nimmt die zu fördernde Wassermenge in der Variante Steigerung bis 2040 auf 235,0 Mio. m³/a zu (3,2 Mio. m³/a sind für die Umlandversorgung prognostiziert).

Die Bereitstellung dieser Menge stellt für die BWB weder bezüglich der Jahresmenge (Q_a , Tab. 21) noch der Spizentagesmenge (Q_1 , Tab. 22) ein wesentliches Problem dar. Voraussetzung dafür ist jedoch der Erhalt und der teilweise Ausbau der Leistungsfähigkeit des Rohrnetzes.

Daraus folgt, dass die Wasserwerke Stolpe, Spandau, Johannisthal (ab 2014) und Wuhlheide mit einer leichten Steigerung der Förderung weiter betrieben werden müssen, während die Wasserwerke Beelitzhof, Kladow und Kaulsdorf ihre gleichbleibende Förderung beibehalten.

Das WW Tegel erreicht in den betrachteten Zeitscheiben mit seiner Wasserförderung nahezu wieder heutiges Niveau. Das WW Tiefwerder wird aufgrund einer zuströmenden Altlast derzeit reduziert betrieben. Um den Wasserbedarf abzudecken, wird zum Ende des betrachteten Zeithorizontes durch das WW Friedrichshagen etwas mehr gefördert werden als im Vergleichsjahr 2006.

Zusammengenommen wird die Wasserversorgung nach 2020 hauptsächlich von den Wasserwerken Tegel und Friedrichshagen getragen, unterstützt durch eine leichte Steigerung der Förderung einiger anderer Wasserwerke.

9.2.3 Variante Schrumpfung

Der in dieser Variante bis 2040 auf 141 Mio. m³/a zurückgehende Wasserbedarf (vgl. Tab. 21) erfordert tiefgreifende Veränderungen im Betrieb der Wasserwerke. Sie sind erforderlich, um den wasserwirtschaftlichen Betrieb der verbleibenden Wasserwerke aufrecht zu erhalten und die Auswirkungen auf den Trinkwasser-Tarif zu begrenzen.

Der Rückgang der Wasserförderung in den Wasserwerken Stolpe und Friedrichshagen erreicht aus heutiger Sicht die Grenze eines technisch vertretbaren Betriebes. Das WW Spandau wird auf 18 Mio. m³/a zurückgefahren. WW Tiefwerder bleibt mit einer weiter reduzierten Förderung am Netz. WW Beelitzhof wird zur Versorgung der südlichen Hochstadt betrieben. Das WW Kladow reduziert seine Förderung geringfügig, ist aber nach wie vor zur Belieferung seines Versorgungsgebietes zuständig.

Der Rückgang in der Förderung auch in den Wasserwerken des Urstromtals wird hauptsächlich vom WW Friedrichshagen getragen. Die Wasserwerke Johannisthal (ab 2014), Kaulsdorf und Wuhlheide bleiben kontinuierlich am Netz und stützen damit auch siedlungsverträgliche Grundwasserstände.

Tab. 22: Trinkwasserabgabe Q1 der einzelnen WW bei Eintritt der Wasserbedarfsprognose (Kap. 8.3) - Steigerungsvariante.

Wasserwerke	Kapazität 2006 [m³/d]	TW-Förderung Variante Steigerung [m³/d]		
		2010	2020	2040
Stolpe	120.000	80.000	90.000	110.000
Spandau	160.000	140.000	140.000	160.000
Tegel	260.000	217.000	218.000	230.000
Tiefwerder	100.000	50.000	50.000	50.000
Beelitzhof	180.000	140.000	145.000	150.000
Kladow	30.000	24.000	24.000	24.000
Friedrichshagen	220.000	240.000	240.000	250.000
Johannisthal / Altglienicke	0 0	50.000 ⁽¹⁾ -	50.000 -	50.000 -
Kaulsdorf	30.000	27.000	27.000	27.000
Wuhlheide	40.000	25.000	25.000	30.000
Jungfernheide	0	-	-	-
Buch	0	-	-	-
Summe	1.140.000	993.000	1.009.000	1.081.000

(1) Inbetriebnahme 2014

9.3 Szenario Klimawandel

Auf der Grundlage der prognostizierten klimatischen Entwicklung werden die Auswirkungen des zu erwartenden Klimawandels auf das Berliner Gewässersystem dargestellt. Auf sie muss sich der Wasserversorger einstellen. Die folgende Wasserbilanz soll dazu beitragen, die klimatischen Auswirkungen auf die Wasserversorgung abzuschätzen.

9.3.1 Folgen des Klimawandels für das städtische Gewässersystem

HATTERMANN et al. 2005 rechnen für die Dekade 2046-2055 bei einem Niederschlagsrückgang um 10,4 % (im Mittel 71,3 mm Rückgang) und einer Zunahme der aktuellen Verdunstung um 1,8 % mit einem Rückgang des Gesamtabflusses im Elbegebiet von 41,4 %. Auch für diesen Fall ist die Wasserversorgung sicherzustellen.

Im Folgenden wurde für das betrachtete Gebiet von Berlin und Umland in einem ersten Schritt die mittlere Abnahme des Gesamtabflusses um rund 41 % auf den MQ Jahr der Zeitreihe 1995-2004 übertragen. Ausgenommen von dieser pauschalen Übertragung wurden die drei klärwerksbeeinflussten Fließgewässer Teltowkanal, Neuenhagener Mühlenfließ und Nordgraben. Für sie wurde aufgrund der kontinuierlichen Einleitung von weitgehend gereinigtem Abwasser eine deutlich geringere Abnahme des mittleren Abflusses von -10 % angenommen.

Von Bedeutung für die Wasserversorgung sind jedoch nicht nur die mittleren Jahresabflüsse, sondern auch die niedrigeren sommerlichen Abflüsse. Die unterschiedlichen regionalen Klimaprognosen gehen übereinstimmend (UBA 2007, GERSTENGARBE et al. 2003) von deutlich trockeneren Sommern als in der Vergleichsperiode 1961 - 90 aus. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde für die Berechnung des MQ Sommer₄₁ (Abflussrückgang - 41 %) nicht das Verhältnis von MQ Sommer zu MQ Jahr der Zeitreihe 1995 - 2004 zugrunde gelegt, sondern das gerundete Verhältnis von MQ Sommer zu MQ Jahr des Trockenjahres 2003.

Zur Verdunstung existieren unterschiedliche Modellberechnungen (HATTERMANN et al. 2005, STOCK 2004). Über Wasserflächen ist generell mit einem deutlichen Anstieg der Verdunstung zu rechnen, wie das Trockenjahr 2003 gezeigt hat, dessen Verdunstung Eingang in die Prognose findet.

Als Wasserentnahmen durch die Wasserwerke der BWB wurden die Mengen der Variante Steigerung, Zeithorizont 2040 (vgl. Tab. 21), angesetzt. Für die Ableitung gereinigten Abwassers wird mit den Werten des Trockenjahres 2003 operiert.

Im Ergebnis (Abb. 18) zeigt sich, dass mit den gegebenen Eingangswerten das Modell bereits im Mittel an die Grenzen positiver Abflussbildung gelangt. Havelkanal und Landwehrkanal sind danach bereits abflussdefizitär. Ein Abfluss aus dem Tegeler See ist nur noch mittels Überleitung von Oberhavelwasser auf die OWA Tegel zu erreichen, andernfalls würde Oberhavelwasser gegen die Fließrichtung "unbehandelt" in den Tegeler See einströmen, um Verdunstung und Entnahme von Uferfiltrat sowie Grundwasseranreicherung zur Trinkwassergewinnung auszugleichen.

Ein weiterer Rückgang des Abflusses von Spree und Dahme würde dem Abschnitt der Spree zwischen Müggelsee und Neuenhagener Mühlenfließ ein Defizit einbringen, wodurch weitgehend gereinigtes Abwasser aus dem Klärwerk Münchehofe die Spree flussaufwärts in den Müggelsee gelangen würde.

Quantitativ reichen die Durchflussmengen einschließlich der Klärwerksableitungen im Mittel über das ganze Sommerhalbjahr noch aus, um einen Abfluss zu erzeugen und gleichzeitig die Trinkwasserversorgung zu sichern. Vor dem Hintergrund der realen Abflussschwankungen ist entsprechend zu erwarten, dass die Abflusswerte in längeren sommerlichen Trockenperioden von den Ableitungen der Klärwerke beherrscht werden.

Sommerabfluß 2046-2055 (MQ Sommer, -41%, Trockenjahr, WW: Variante Steigerung 2040)

Zahlen in m³/s

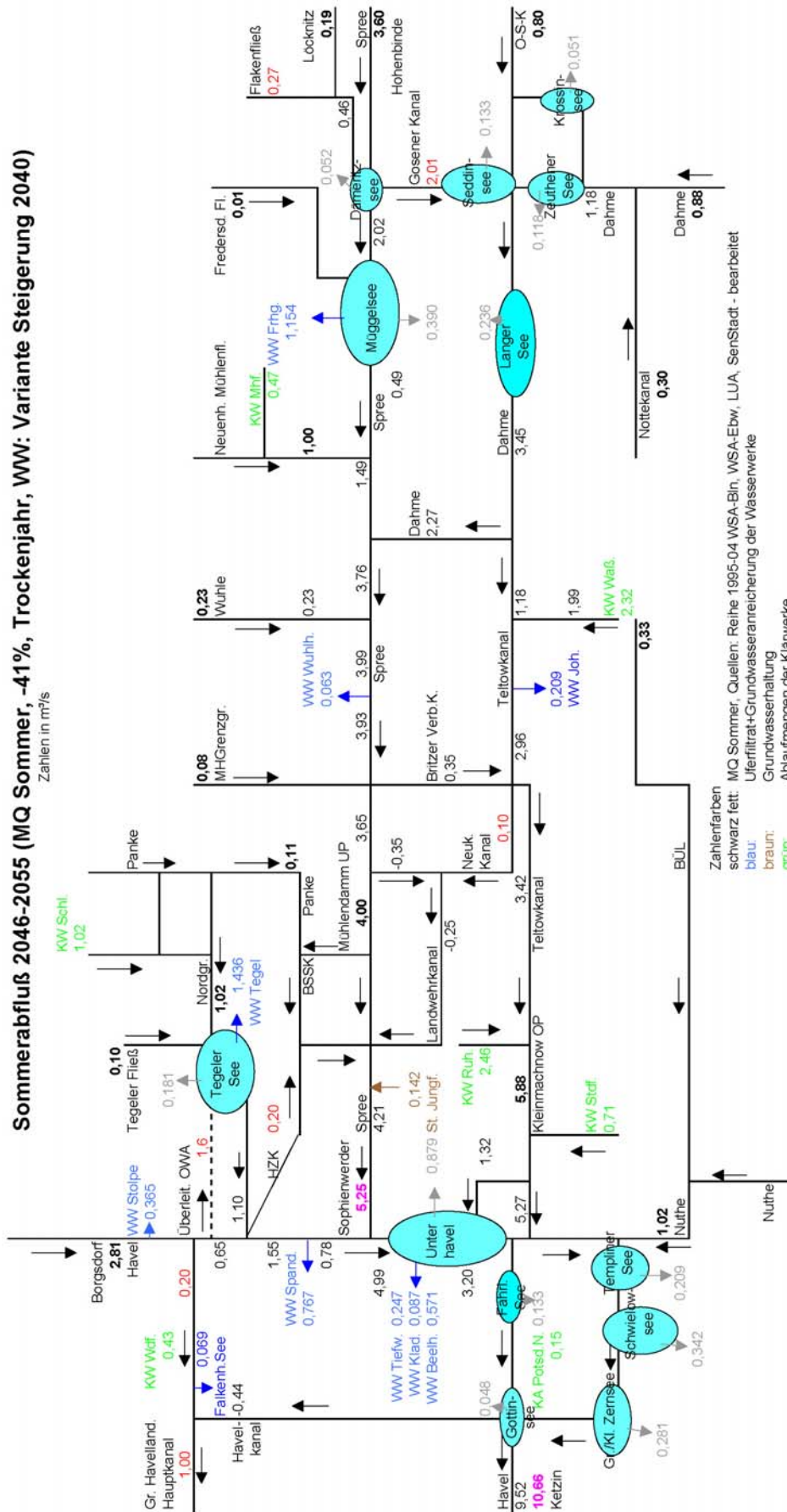


Abb. 18: Sommerabfluß 2046-2055 (MQ Sommer, Trockenjahr).

Während der Mittelwasser-Abflussrückgang (Abb. 18) den Wasservorrat in den Stauhaltungen gerade noch hält, wird in der Niedrigwassersituation der Zufluss über Havel und Dahme gegen Null gehen, während der Spreeabfluss dann - aufgrund von Güteaspekten bisher mit Fragezeichen versehen - durch Wasser aus dem Speichersystem Lohsa II gestützt werden soll. Vorauszusehen ist, dass das gereinigte Abwasser der Berliner Klärwerke für die Wasserversorgung der Stadt dann eine noch größere Rolle als heute einnehmen wird, da es den Wasserspiegel in den Stauhaltungen noch stärker stützen wird. Damit nimmt sein prägender Einfluss auf die Uferfiltratgewinnung zu.

9.3.2 Wasserversorgung 2040

Aus den Ergebnissen des vorangestellten Kapitels, aber auch aus den Erkenntnissen der Folgen des grob skizzierten Klimawandels wird exemplarisch für den Zeitraum 2040 ein Rückgang der Grundwasserneubildung um 40 % und ein Rückgang des sommerlichen Mittelwasserabflusses von ebenfalls 40 % zugeordnet.

Berücksichtigung im Klimaszenario findet, abgeleitet aus den Ergebnissen der Oberflächenwasser-Betrachtung, daher nur die zurückgehende GW-Neubildung (Tab. 23). In der Summe geht der den Bewilligungsanträgen zugrunde liegenden Neubildung von 148,1 Mio. m³/a durch den Klimawandel ein Volumen von ca. 60 Mio. m³/a verloren. Die daraus resultierenden Minderfördermengen können in der Förderung der Wasserwerke Stolpe, Spandau und Tegel durch die GWA ausgeglichen werden.

In Tab. 23 wird davon ausgegangen, dass der klimabedingte Verlust der Grundwasserneubildung nicht durch eine Erhöhung der Förderleistung mit der Folge steigender Uferfiltration bzw. größerer Absenkrichter ersetzt wird. Mithin führt der Verlust der Grundwasserneubildung zu einer Verminderung der Förderleistung.

In Anlehnung an den Wassergebrauch in Trockenjahren wird im Jahre 2040 die Variante Steigerung bezüglich der Wasserversorgung sicherzustellen sein. Die Verteilung der Wasserförderung auf die Wasserwerke erfolgt näherungsweise ähnlich der in der Variante Steigerung in Kap. 9.2.2.

Im Vergleich zu dem in Tab. 21 dargestellten Bedarf (Tab. 23) zeigt sich, dass die Wasserversorgung im Szenario Klimawandel mit geringfügiger Änderung der Steigerungsvariante möglich ist. Der erforderliche Ausgleich macht z.B. die Anhebung der Wasserförderung im WW Tegel auf 50 Mio. m³/a und die des WW Friedrichshagen auf 58 Mio. m³/a erforderlich.

Im Ergebnis gilt die Wasserversorgung der Menge nach (Q_a , Tab. 23), aber auch für die Tagesspitzenförderung (Q_1 , vgl. Tab. 22) unter den genannten klimatischen Randbedingungen als gesichert.

Tab. 23: Wasserförderung (Q_a) Szenario Klimawandel - Variante Steigerung 2040.

Wasserwerke	Antrag auf GW-Förderung [Mio. m ³ /a]	Anteil Uferfiltrat bezogen auf Antragsmenge [%]	Menge der natürlichen Neubildung [Mio. m ³ /a]	Szenario Klimawandel 2040:			GW-Förderung Variante Steigerung [Mio. m ³ /a]		
				40 % Verlust der natürlichen Neubildung [Mio. m ³ /a]	GW-Förderung Reduzierung auf [Mio. m ³ /a]	GW-Förderung Variante Steigerung* Klimawandel [Mio. m ³ /a]	2010	2020	2040
Stolpe Anteil Berlin Anteil Umland	27,0 ⁽¹⁾	50,0	13,5	5,3	22,0	19,0 3,0	18 3	18 3	20 3
Spandau	35,1	20,0	8,4	3,4	31,7	32,0	30	30	31
Tegel	60,4	70,0	12,7	5,1	55,6	50,0	44	44	49
Tiefwerder	18,8	65,0	6,6	2,6	16,2	12,0	12	12	12
Beelitzhof	46,8	60,0	18,7	7,5	39,3	30,0	30	30	30
Kladow	5,0	55,0	2,3	0,9	4,1	4,0	5	5	5
Friedrichshagen	106,3	65,0	37,2	14,9	91,4	58,0	51	52	56
Wuhlheide	17,7 ⁽¹⁾	20,0	14,2	5,7	12,0	10,0	11 -	11 -	12 -
Kaulsdorf	9,1	-	9,1	3,6	5,5	5,0	7	7	7
Johannisthal	17,2	55,0	12,7	5,1	12,1	12,0	9 ⁽²⁾	9	10
Jungfernheide	12,0	35,0	7,8	3,1	8,9	-	-	-	-
Buch	4,9	-	4,9	2,0	2,9	-	-	-	-
Summe	360,3		148,1	59,2	301,7	235,0	220,0	221,0	235,0
Summe Anteil Berlin							217,0	218,0	232,0

(1) Antragsmenge bewilligt bzw. nach Altrecht erlaubt

(2) Inbetriebnahme 2014

* Zahlen gerundet

9.4 Szenarien SO₄-Belastung Spree - Variante Steigerung

Aufgrund der erwarteten Stoffeinträge aus dem Lausitzer Braunkohlegebiet, die von ihrem Umfang widersprüchlich diskutiert werden, wird versucht abzuschätzen, bis zu welcher SO₄-Konzentration des Oberflächengewässers Spree die Trinkwasserversorgung der Stadt Berlin gesichert ist.

Zur Ermittlung der möglichen Maximalbelastung der Spree werden SO₄-Szenarien mit einem BWB-eigenen einfachen Modell zur Bilanzierung der wesentlichen Stoffströme, die sich im Berliner Wasserkreislauf befinden, gerechnet. Die Bilanzierung beinhaltet die Verteilung des Wassers an die 12 Bezirke und die sich daraus ergebende Ableitung an die Klärwerke. Die vier wesentlichen Zuflüsse, die Müggelspree, die Dahme, der Oder-Spree-Kanal und die Havel werden berücksichtigt, alle anderen Zuflüsse werden vernachlässigt.

Fünf Szenarien (Tab. 24) werden betrachtet.

- Szenario A: Der Zustand der Jahre 1995 bis 2005.
- Szenario B: Steigerungsvariante 2020, Zuflüsse -41%, SO₄ Konzentrationen entsprechen dem heutigen Zustand.
- Szenario C: wie Szenario B, SO₄ Konzentration in den südöstlichen Zuflüssen bei **200 mg/l**.
- Szenario D: wie Szenario C, Steigerungsvariante 2040, SO₄ Konzentration in den südöstlichen Zuflüssen bei **250 mg/l**.
- Szenario E: wie Szenario D, SO₄ Konzentration in den südöstlichen Zuflüssen bei **300 mg/l**.

Tab. 24: SO₄-Szenarien.

	v	Szenario A			Szenario B			Szenario C			Szenario D			Szenario E		
		MQ		SO ₄	MQ		SO ₄	MQ		SO ₄	MQ		SO ₄	MQ		SO ₄
		m3/s	Tm3/d	mg/l	m3/s	Tm3/d	mg/l	m3/s	Tm3/d	mg/l	m3/s	Tm3/d	mg/l	m3/s	Tm3/d	mg/l
Spree	1:3,0	11,4	985	150	6,7	581	150	6,7	581	200	6,7	581	250	6,7	581	300
Havel	1:2,5	11,0	950	80	6,5	561	80	6,5	561	80	6,5	561	80	6,5	561	80
Dahme	1:5,0	7,1	615	150	4,2	363	150	4,2	363	200	4,2	363	250	4,2	363	300
OSK	1:5,0	6,0	518	150	3,5	306	150	3,5	306	200	3,5	306	250	3,5	306	300
Summe		3069			1811			1811			1811			1811		

Für die Simulation werden bei den einzelnen Wasserwerken grobe Annahmen über die SO₄-Vorbelastung, d.h. die landseitige Konzentration im Grundwasser (aus betrieblicher Kenntnis), sowie die Uferfiltratanteile getroffen. Tab. 25 stellt die Daten für Szenario A dar.

Tab. 25: Randbedingungen für Szenario A.

Szenario A	Fördermenge		SO ₄ Vorbel.	Uferfiltrat-A.*	Gewässer
	Mio m3/a	Tm3/d	mg/l	%	
BEE	32,3	88,5	50	67,0%	Unterhavel
TEG	47,8	131,0	43	80,0%	Oberhavel
SPA	26,3	72,1	82	79,0%	Oberhavel
TIE	14,6	40,0	160	61,0%	Unterhavel
FRI	53,7	147,1	132	82,0%	Müggelsee
FRI Südgal.	0,0	0,0	50	80,0%	Langer See
KLA	5,4	14,8	100	68,0%	Unterhavel
STO	22,3	61,1	82	71,0%	Oberhavel
WUH	8,9	24,4	225	29,0%	Spree/Wuhle
KAU	6,6	18,1	100	0,0%	
JUN	0,0	0,0	120	95,0%	Stadtspre
JOH/Altgl.	0,0	0,0	100	62,0%	Langer S./Teltowk.
BUC	0,0	0,0	50	0,0%	
Summe	217,9	597,0		* mit GWA	

Zur Bewertung der SO_4 -Konzentration werden diese in Klassen eingeteilt (Tab. 26).

Tab. 26: Wertungskriterien für die SO_4 -Belastung.

Klasse	Bezeichnung	Sulfatkonzentration [mg/l]
I	normal (DVGW, W251)	< 100
II	Mindestanforderung (DVGW, W251)	< 150
III	Grenzwert (TrinkwV)	< 240
IV	Grenzwert überschritten (TrinkwV)	>= 240

Alle Wasserwerke mit Ausnahme Wuhlheide und der derzeit nicht in die Trinkwassergewinnung einbezogenen WWe Johannisthal und Jungfernheide liegen heute unterhalb der Mindestanforderung von 150 mg/l (Tab. 27). Das heißt, die SO_4 -Belastung ist relativ gering und die SO_4 -Werte unterschreiten die Mindestanforderung nach DVGW, W251. In den Wasserwerken Wuhlheide, Johannisthal und Jungfernheide werden ca. 200 mg SO_4 /l erreicht. Die Normalanforderung von 100 mg/l wird nur von den WWen Stolpe und Spandau eingehalten. Die Abweichung zwischen den Messwerten und der Simulation sind mit Ausnahme von Beelitzhof gering. Die Abweichung ist mit den stark schwankenden Konzentrationen im Grundwasserleiter zu begründen.

Tab. 27: Ergebnisse Szenario A und Vergleich mit Laborwerten.

	Messwerte BWB										Simulierte Werte			Fehler
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Mittel	Min	Max	Mittel	% bez. auf Messwert
WW Beelitzhof	86,10	87,24	87,27	90,65	88,04	85,76	83,68	85,29	89,00	87,0	101,58	102,58	102,1	17,3%
WW Friedrichshagen	142,95	143,25	142,37	144,88	141,41	143,15	152,70	145,25	146,00	144,7	143,8	146,08	144,9	0,2%
WW Johannisthal	197,52	191,69	187,37							192,2				
WW Jungfernheide	176,48	178,18	179,05							177,9				
WW Kaulsdorf	112,92	112,59	108,71	107,29	103,92	101,07	102,67	105,75	105,29	106,7	100	100	100,0	6,3%
WW Kladow	107,00	115,94	118,00	118,18	109,25	111,27	103,17	114,00	108,00	111,6	117,26	118	117,6	5,4%
WW Spandau	85,44	88,63	84,84	84,48	83,61	82,13	79,71	79,69	83,53	83,6	80,42	80,42	80,4	3,8%
WW Stolpe	73,02	76,65	75,79	72,75	70,64	71,67	68,00	71,38	71,33	72,4	80,58	80,58	80,6	11,4%
WW Tegel	130,73	134,04	126,70	124,46	126,83	123,60	121,17	118,96	120,23	125,2	132,72	135,4	134,1	7,1%
WW Tiefwerder	133,12	134,63	136,02	136,61	132,57	134,23	135,38	133,50	139,29	135,0	138,02	138,41	138,2	2,4%
WW Wuhlheide	220,15	213,06	211,38	212,88	213,67	198,82	205,38	205,64	205,57	209,6	202,92	203,16	203,0	3,1%

Die Ergebnisse der Simulation für die verschiedenen Szenarien C - E sind in den Tab. 28 - 32 dargestellt. Die Simulationen für die Szenarien B und C werden für die Steigerungsvariante für das Jahr 2020 durchgeführt, die Szenarien D und E sind für die Variante Steigerung im Jahr 2040 gerechnet.

Tab. 28: Szenario B.

2020 Szenario B	Fördermenge		Sulfat		
	Mio m ³ /a	Tm ³ /d	min	max	mittel
BEE	31,0	84,9	102	103	102
TEG	42,0	115,1	115	119	117
SPA	30,0	82,2	80	80	80
TIE	12,0	32,9	139	139	139
FRI	59,0	161,6	145	146	146
FRI Südgal.	0,0	0,0			
KLA	5,0	13,7	118	119	118
STO	22,0	60,3	81	81	81
WUH	8,0	21,9	203	203	203
KAU	8,0	21,9	100	100	100
JUN	0,0	0,0			
JOH/Altgl.	0,0	0,0			
BUC	0,0	0,0			
Summe	217,0	594,5			

Tab. 29: Szenario C.

2020 Szenario C1	Fördermenge		Sulfat		
	Mio m ³ /a	Tm ³ /d	min	max	mittel
BEE	31,0	84,9	118	123	121
TEG	42,0	115,1	119	123	121
SPA	30,0	82,2	80	80	80
TIE	12,0	32,9	153	157	155
FRI	37,0	101,4	179	181	180
FRI Südgal.	22,0	60,3			
KLA	5,0	13,7	135	138	137
STO	22,0	60,3	81	81	81
WUH	8,0	21,9	211	212	212
KAU	8,0	21,9	100	100	100
JUN	0,0	0,0			
JOH/Altgl.	0,0	0,0			
BUC	0,0	0,0			
Summe	217,0	594,5			

Tab. 30: Szenario D.

Steig. 2040 Szenario D	Fördermenge		Sulfat		
	Mio m ³ /a	Tm ³ /d	min	max	mittel
BEE	30,0	82,2	135	144	139
TEG	49,0	134,2	122	126	124
SPA	31,0	84,9	80	80	80
TIE	12,0	32,9	167	175	171
FRI	34,0	93,2	219	221	220
FRI Südgal.	22,0	60,3			
KLA	5,0	13,7	152	159	155
STO	23,0	63,0	81	81	81
WUH	10,0	27,4	219	220	220
KAU	7,0	19,2	100	100	100
JUN	0,0	0,0			
JOH	12,0	32,9	188	192	190
BUC	0,0	0,0			
Summe	235,0	643,8			

Tab. 31: Szenario E.

Steig. 2040 Szenario E	Fördermenge		Sulfat		
	Mio m ³ /a	Tm ³ /d	min	max	mittel
BEE	30,0	82,2	152	164	158
TEG	49,0	134,2	126	130	128
SPA	31,0	84,9	80	80	80
TIE	12,0	32,9	181	193	187
FRI	34,0	93,2	258	261	260
FRI Südgal.	22,0	60,3			
KLA	5,0	13,7	168	179	174
STO	23,0	63,0	81	81	81
WUH	10,0	27,4	228	229	228
KAU	7,0	19,2	100	100	100
JUN	0,0	0,0			
JOH	12,0	32,9	218	223	220
BUC	0,0	0,0			
Summe	235,0	643,8			

Bewertung

Bei einer Eingangs-Sulfatkonzentration von 300 mg/l (Szenario E) kommt es zu einer Überschreitung des Grenzwertes von 240 mg/l im Wasserwerk Friedrichshagen. Ihr kann aufgrund der naturnahen Aufbereitung nur durch eine Außerbetriebnahme des Wasserwerks begegnet werden. Betrieblich wird derzeit keine technisch und wirtschaftlich realisierbare Lösung gesehen, die vom Wasserwerk Friedrichshagen in die östlichen Bezirke geförderten 56 Mio. m³/a umzuverteilen.

Im Schlussbericht Spree (Spree) ist deutlich geworden, dass die Sulfatkonzentration in der Spree, die Berlin erreicht, eine im Einzugsgebiet steuerbare Größe ist.

Zur Aufrechterhaltung der Trinkwasserqualität mit maximal 240 mg SO₄/l ist es unumgänglich, die Sulfatkonzentration der südöstlichen Zuflüsse auf maximal 250 mg/l (Szenario D) zu begrenzen.

9.4.1 Sicherung der Wasserversorgung im Falle des Teilausfalls der Urstromtalwasserwerke

Annahme: Die Wasserwerke in der Oberhavelstauhaltung (Stolpe, Spandau und Tegel) sind unbeeinflusst von der SO₄-Belastung in der Spree, die Wasserwerke der Unterhavel (Tiefwerder, Beelitzhof, Kladow) sind aufgrund der Verdünnung durch den Havelzufluss und das in die Stadtgewässer eingeleitete gereinigte Abwasser weiterhin ohne zusätzliche Einschränkungen nutzbar. Die Urstromtalwasserwerke Johannisthal und Wuhlheide arbeiten mit 50 % Einschränkung für die Trinkwassergewinnung. Vom WW Friedrichshagen sind nur die A + B-Galerien zu nutzen.

Die Wasserversorgung der östlichen Hoch- und der Tiefstadt ist durch die Wasserwerke an der Oberhavel - Stolpe, Spandau und Tegel - zu stützen. Die Wasserwerke Tiefwerder und Beelitzhof, anteilig auch Johannisthal, müssen den wesentlichen Bedarf der südlichen Hochstadt abdecken.

Tab. 32: Wasserförderung (Q_a) Szenario SO₄-Belastung Spree - Variante Steigerung.

Wasserwerke	Antrag auf GW-Förderung [Mio. m ³ /a]	GW-Förderung 2006 [Mio. m ³ /a]	GW-Förderung 2010 Steigerung [Mio. m ³ /a]	SO ₄ -Szenario Spree		
				2020/2040 Einschränkung	GW-Förderung 2020 Steigerung [Mio. m ³ /a]	GW-Förderung 2040 Steigerung [Mio. m ³ /a]
Stolpe ¹⁾ Anteil Berlin Anteil Umland	27,0	22,3	21,0	-	23,0	24,0 3,0
Spandau	35,1	26,3	30,0	-	35,0	35,1
Tegel	60,4	47,8	44,0	-	60,0	60,4
Tiefwerder	18,8	14,6	12,0	-	12,0	13,0
Beelitzhof	46,8	32,3	30,0	-	30,0	30,0
Kladow	5,0	5,4	5,0	-	5,0	5,0
Friedrichshagen	106,3	53,7	51,0	nur A+B Galerie rd. 54 %	31,0	37,0
Wuhlheide ¹⁾	17,7	8,9	9,0	50 %	5,0	5,0
Kaulsdorf	9,1	6,6	7,0	-	9,0	9,0
Johannisthal ²⁾	17,2	-	11,0	50 %	6,0	6,0
Jungfernheide	12,0	-	-	-	-	-
Summe	355,4	217,9	220,0		216,0	227,5
Summe Anteil Berlin	355,4	217,9	220,0		216,0	224,5

1) Antragsmenge bewilligt
2) Inbetriebnahme 2014/15

Aufgrund der Umverteilung der Trinkwasserförderung von den Wasserwerken des Urstromtals hin zu den Wasserwerken der Havelrinne wären kostenintensive Anpassungen im Rohrnetz- und Pumpwerkssystem erforderlich.

Erhöhte Aufwendungen müssen betrieben werden, um auch die südliche Hochstadt zu versorgen. Bei einem Wasserbedarf von ca. 34 % der Gesamtmenge, von der z. B. im Jahr 2020 nur 23 % durch die Wasserwerke Beelitzhof und Tiefwerder gefördert werden, zeichnen sich erhebliche Investitionen in Rohrnetzverstärkungen und Pumpwerkserweiterungen aus Richtung Tegel/Spandau in Richtung der südlichen Hochstadt ab.

Im Ergebnis zeigt sich, dass selbst auf ein moderates SO_4 -Szenario ($< 250 \text{ mg SO}_4$) mit Umverteilungsmaßnahmen hin zu einer stärkeren Förderung der Wasserwerke an der Oberhavel (Tegel, Spandau, Stolpe) reagiert werden muss. Die WWe Stolpe, Spandau, Tegel, Kladow und Kaulsdorf fördern die Antragsmenge. Beelitzhof und Tiefwerder sind aufgrund der geogenen respektive der temporären Altlasten-Belastung in der Ausschöpfung der Antragsmenge eingeschränkt. Zur Bedarfsdeckung fehlen rund 5 Mio. m^3/a . Sie sind durch geeignete Maßnahmen, ggf. SO_4 -Elimination in der Spree vor Berlin, - besser Begrenzung der Einleitfracht in das Berliner Gewässersystem - auszugleichen.

9.5 Szenario anthropogene Belastungen - Variante Steigerung

Anthropogene Belastungen im Gewässersystem werden vorrangig durch nicht im Abwasserbehandlungsprozess abgebaute Stoffspuren erkennbar. Die umfangreiche Diskussion zu diesen anthropogenen Einflüssen soll im vorliegenden Fall bezüglich des Risikos für die Trinkwasserversorgung in Berlin beleuchtet werden. Auch hier kommt das in Kap. 9.4 genannte BWB-eigene Modell zum Einsatz.

Zur Bewertung der Auswirkungen von Arzneimittelrückständen im Wasserkreislauf von Berlin wird das Antiepileptikum Carbamazepin ausgewählt, dessen Wirkstoffe als potenziell umweltrelevant angesehen werden. Carbamazepin ist im Kläranlagenablauf in Konzentrationen um 2000 ng/l nachweisbar. Carbamazepin ist unter aeroben Bedingungen persistent, so dass die Barriere im Klärwerk auf Null gesetzt werden muss (Tab. 33). Zur klaren Abgrenzung der Modellaussagen wird die Konzentration der zufließenden Gewässer auf Null gesetzt.

Tab. 33: Randbedingungen zum Einsatz des BWB Modells.

Bezeichnung	Wert	Quelle
Barriere im Klärwerk	0 %	[Zühlke, S., 2004]
Barriere in der Uferfiltratpassage	85 %	[NASRI]
Barriere im Menschen	88 %	widersprüchliche Angaben, hier entnommen aus [LANUV, 2007]
Verbrauch in der Bundesrepublik, d.h. Eintrag über den Menschen	88 t/a	[LANUV, 2007]
Zulaufkonzentration der Gewässer	0	geschätzt

Drei Szenarien (Tab. 34) werden betrachtet.

- Szenario A: Der Zustand der Jahre 1995 bis 2005.
- Szenario B: Der prognostizierte Zustand im Jahr 2040, Steigerungsvariante, Zuflüsse -41 %.
- Szenario C: wie Szenario B, Verdopplung der anteiligen Menge zur OWA Tegel über die Seeleitung.

Tab. 34: Szenarien zur Betrachtung der Stoffspur Carbamazepin.

	v	Szenario A		Szenario B		Szenario C	
		MQ		MQ		MQ	
		m3/s	Tm3/d	m3/s	Tm3/d	m3/s	Tm3/d
Spree	1:3,0	11,4	985	6,7	581	6,7	581
Havel	1:2,5	11,0	950	6,5	561	6,5	561
Dahme	1:5,0	7,1	615	4,2	363	4,2	363
OSK	1:5,0	6,0	518	3,5	306	3,5	306
Seeleitung OWA		0,93	80	0,93	80	1,85	160

Zur Bewertung: Die Nachweisgrenze für Carbamazepin lag bis zum Jahr 2006 bei 50 ng/l. Eine Konzentration von 100 ng/l wird als gesundheitlich sicher betrachtet (DIETER, 2006). In den folgenden Darstellungen wird die Konzentration in Klassen eingeteilt (Tab. 35).

Tab. 35: Klassifikation.

Klasse	Bezeichnung	Carbamazepin [ng/l]
I	nicht nachweisbar	< 50
II	gesundheitlich sicher	< 100
III	toxikologische Bewertung erforderlich	> 100

Szenario A zeichnet sich dadurch aus, dass die Modellergebnisse mit gemessenen Werten (Tab. 36) verglichen werden können. In allen Werken bis auf Tegel liegt der Jahresmittelwert unterhalb der Bestimmungsgrenze. Dies zeigen auch die Ergebnisse der Simulation.

Tab. 36: Ergebnisse Szenario A und Vergleich mit Laborwerten (Angaben in ng/l). (BG = Bestimmungsgrenze)

Szen.	Fördermenge		gemessene Werte										simulierte Werte									
			2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		Min.	Max.	Mittel			
	Mio m3/a	Tm3/d	Wert	n	Wert	n	Wert	n	Wert	n	Wert	n	Wert	n	Wert	n	Wert	n	Wert	n		
A																						
BEE	32,3	88,5	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	<BG	<BG	17	47	32
TEG	47,8	131,0	78,5	64	84,9	86	85,5	54	74,6	27	80,0	16	103,1	16	100,0	14	74,6	103,1	86,7	103	106	105
SPA	26,3	72,1	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	<BG	<BG	0	0	0
TIE	14,6	40,0	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	<BG	<BG	7	33	20
FRI	53,7	147,1	<BG	5	<BG	5	<BG	8	<BG	11	<BG	16	<BG	12	<BG	13	<BG	<BG	<BG	0	0	0
KLA	5,4	14,8	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	<BG	<BG	12	39	26
STO	22,3	61,1	<BG	84	<BG	63	<BG	52	<BG	44	<BG	48	<BG	49	<BG	44	<BG	<BG	<BG	0	0	0
WUH	8,9	24,4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	<BG	<BG	0	4	2
KAU	6,6	18,1	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	4	<BG	<BG	<BG	0	0	0

Die Carbamazepinkonzentration im Rohwasser des WW Tegel überschreitet im Szenario B den gesundheitlich sicheren Wert von 100 ng/l (Tab. 37).

Tab. 37: Szenario B – Carbamazepin-Konzentrationen im Rohwasser.

Steig. 2040 Szenario B	Fördermenge		Carbamazepin [ng/l]		
	Mio m ³ /a	Tm ³ /d	min	max	mittel
BEE	30,0	82,2	27	62	45
TEG	49,0	134,2	104	109	107
SPA	31,0	84,9	0	0	0
TIE	12,0	32,9	13	50	31
FRI	56,0	153,4	0	0	0
KLA	5,0	13,7	20	55	38
STO	23,0	63,0	0	0	0
WUH	10,0	27,4	1	7	4
KAU	7,0	19,2	0	0	0
JUN	0,0	0,0			
JOH	12,0	32,9	3	24	13
BUC	0,0	0,0			
Summe	235,0	643,8			

Eine 41 %-tige Zuflussreduktion der Gewässer hat eine leichte Erhöhung der simulierten Werte zur Folge. Im Wasserwerk Tegel steigt der Wert von 105 ng/l im Szenario A auf 107 ng/l im Mittel im Szenario B.

Szenario C zeigt bei einer Verdopplung der Wassermenge, die über die Seeleitung von der Oberhavel zur OWA Tegel gepumpt wird, eine Reduktion der simulierten Konzentration (Tab. 38). In Tegel gehen die Werte von 107 ng/l (Szenario B) auf 87 ng/l im Szenario C, Mittel zurück.

Tab. 38: Szenario C – Carbamazepingehalte im Rohwasser.

Steig. 2040 Szenario B	Fördermenge		Carbamazepin [ng/l]		
	Mio m ³ /a	Tm ³ /d	min	max	mittel
BEE	30,0	82,2	28	63	46
TEG	49,0	134,2	81	92	87
SPA	31,0	84,9	0	0	0
TIE	12,0	32,9	14	51	32
FRI	56,0	153,4	0	0	0
KLA	5,0	13,7	21	56	39
STO	23,0	63,0	0	0	0
WUH	10,0	27,4	1	7	4
KAU	7,0	19,2	0	0	0
JUN	0,0	0,0			
JOH	12,0	32,9	3	24	13
BUC	0,0	0,0			
Summe	235,0	643,8			

Bewertung:

Die Auswirkung einer Reduktion von Carbamazepin in den Berlin zufließenden Gewässern auf die simulierten Konzentrationen für Carbamazepin ist gering. Dies liegt am hohen Anteil des internen Wasserkreislaufs innerhalb des Systems Klärwerk Schönerrlinde/Wasserwerk Tegel. Betriebliche Maßnahmen in diesem System, z.B. eine Erhö-

hung der über die Seeleitung geförderten Menge, haben wesentlich stärkere Auswirkungen auf die simulierten Werte.

Es zeigt sich, dass unter den genannten Annahmen und dem jetzigen Kenntnisstand die Belastung mit Stoffspuren im Berliner Gewässersystem kein Problem darstellt.

Die Sicherung der Wasserversorgung wird daher durch diesen Themenkreis nicht in Frage gestellt, es gilt die in Tab. 21 aufgezeigte Fördermengenverteilung.

9.6 Antragsmengen, Bedarfsmengen, angestrebte Bewilligungsmenge

Der Prozess zur Abstimmung, welches Wasserwerk der BWB mit welcher Menge in die Wasserversorgung einbezogen wird (vgl. Kap. 9.2) als auch die Betrachtung unterschiedlicher Szenarien hat deutlich gemacht, dass zur Sicherstellung der Wasserversorgung allein die Bewilligung der Bedarfsmenge (des prognostizierten Bedarfs) nicht ausreicht. Gemäß der Leistungsfähigkeit der einzelnen Wasserwerksstandorte (s. Dargebotsauflistung in Tab. 21) ist für jedes Wasserwerk argumentativ ein Sicherheitszuschlag entwickelt worden, der es ermöglicht, im Bedarfsfall erhebliche Umverteilungen vorzunehmen. Engpass ist dann das Verteilungsnetz, für die Bewilligung sind jedoch die dann möglichen Fördermengen von Belang.

Zusammengenommen ergibt sich aus der standörtlichen prognostizierten Bedarfsmenge und eines sogenannten Sicherheitszuschlages die angestrebte Bewilligungsmenge (Tab. 39). Sie dient der Abdeckung unvorhergesehener Ereignisse (z. B. zur Sicherstellung der Wasserversorgung in einem moderaten SO_4 -Szenario) sowie etwaiger notwendiger Umverteilungen im Rahmen des technisch und wirtschaftlich vertretbaren Betriebes der Wasserwerke.

Die angestrebte Bewilligungsmenge wird im folgenden textlich begründet und kann in den folgenden Bewilligungsverfahren, ohne ihrem Ergebnis vorzugreifen, als Richtschnur dienen.

WW Stolpe: Die GW-Förderung ist für 27 Mio. m^3/a genehmigt. Einschränkungen für die Berliner Wasserversorgung rühren aus der 9 %-Regel (SenGesUmV hat den BWB vorgegeben, dass der Anteil des WW Stolpe an der Versorgung des Stadtgebietes 9 % nicht überschreiten soll).

WW Spandau: Zur Bewältigung des SO_4 -Szenarios zeigt sich, dass dieses WW seine Antragsmenge (35,1 Mio. m^3/a) ausschöpfen muss.

WW Tegel: Zur Bewältigung des SO_4 -Szenarios zeigt sich, dass dieses WW seine Antragsmenge (60,1 Mio. m^3/a) ausschöpfen muss.

WW Tiefwerder: Die derzeit hohe Belastung im Umfeld des WW lässt eine Ausschöpfung der Antragsmenge nicht erwarten. Aufgrund seiner Versorgungsfunktion für die Druckzone Hochstadt Süd wird empfohlen, die Jahresmenge der GW-Förderung auf 15 Mio. m^3/a zu beschränken.

Tab. 39: BWB-Wasserwerke, Antragsmengen, prognostizierter Bedarf und angestrebte Bewilligungsmenge.

Wasserwerke	Antrag [Mio. m³/a]	prognostizierter Bedarf 2040 [Mio. m³/a]	angestrebte Bewilligungsmenge ⁽¹⁾ [Mio. m³/a]
Stolpe Anteil Berlin Anteil Umland	27,0 ⁽²⁾	20,0 3,0	24,0 ⁽²⁾ 3,0
Spandau	35,1	31,0	35,1
Tegel	60,4	49,0	60,4
Tiefwerder	18,8	12,0	15,0
Beelitzhof	46,8	30,0	35,0
Kladow	5,0	5,0	5,0
Friedrichshagen	106,3	56,0	70,0
Johannisthal	17,2	12,0	15,0
Kaulsdorf	9,1	7,0	9,0
Wuhlheide	17,7 ⁽²⁾	10,0	13,0
Jungfernheide	12,0	-	-
Summe	355,4	235,0	284,5
Summe Anteil Berlin	355,4	232,0	281,5

(1) die Bewilligungsmenge umfasst den prognostizierten Bedarf und einen nach standörtlicher Leistungsfähigkeit abgeleiteten Sicherheitszuschlag. Letzterer dient der Sicherung der Trinkwasserversorgung bei unvorhergesehenen Ereignissen.

(2) bewilligt, bzw. im Falle Stolpe nach Altrecht (wasserrechtliche Nutzungsgenehmigung) erlaubt

WW Beelitzhof: Die geogene Belastung lässt eine Ausschöpfung der Antragsmenge nicht erwarten. Aufgrund seiner Versorgungsfunktion für die Druckzone Hochstadt Süd wird empfohlen, die Jahresmenge der GW-Förderung auf 35 Mio. m³/a zu beschränken.

WW Kladow: Das WW ist mit der Förderung von 5 Mio. m³/a ausgelastet. Eine Erhöhung ist vor dem Hintergrund bestehender Belastungen nicht vertretbar.

WW Friedrichshagen: Da dieses WW eine zentrale Funktion in der Wasserversorgung der Hochstadt Ost und dem östlichen Teil der Tiefstadt hat, wird vorgeschlagen, die max. Fördermenge - über alle Galerien - auf 70 Mio. m³/a zu begrenzen.

WW Johannisthal: Aufgrund standörtlicher Gegebenheiten ist die Antragsmenge von 17,2 Mio. m³/a am Standort derzeit nicht zu fördern. Ein Sicherheitszuschlag - Wasserqualität vorausgesetzt - von 3 Mio. m³/a auf die in Tab. 21, 39 genannte Bedarfsmenge führt zu 15 Mio. m³/a. Sie kann einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Wasserversorgung in der Druckzone Hochstadt Süd leisten.

WW Kaulsdorf: Aufgrund der Tatsache, dass dieses WW nicht vom Uferfiltrat abhängig ist, wird vorgeschlagen, die Antragsmenge (9,1 Mio. m³/a) auch zur Absicherung der SO₄-Szenarios zu bewilligen.

WW Wuhlheide: Aufgrund standörtlicher Gegebenheiten ist die bewilligte Fördermenge von 17,7 Mio. m³/a derzeit nicht zu gewinnen. Eine entsprechende Wasserqualität nach Altlastsanierung vorausgesetzt - kann die Förderung im Bedarfsfall (vgl. Tab. 21, 39) um 3 Mio. m³/a auf 13 Mio. m³/a erhöht werden. Dies kann ein Beitrag zur Sicherung der Wasserversorgung in der Druckzone Hochstadt Ost sein.

10. Literatur und Quellen

- BfG & DWD / Bundesanstalt für Gewässerkunde & Deutscher Wetterdienst 2006: Verdunstungsverluste der Stauhaltungen der Bundeswasserstraßen zwischen Rhein und Oder. – 1-18, 3 Anl., Koblenz.
- BOMSDORF, E. & BABEL, B. / Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung 2005: Deutschlands Millionenstädte im demografischen Wandel. Fakten und Perspektiven bis 2040. – 1-100, Wiesbaden.
- DIETER, H. 2006: Toxikologische, hygienische und regulatorische Aspekte der Bewertung von Arzneimittelresten im Trinkwasser. – Vortrag Anthropogene Spurenstoffe im Wasser am 29./30.11.2006, UBA, Berlin.
- GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F., WERNER, P.C. 2003: Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. – 1-91, Potsdam.
- GruWaSteuV 2001: Verordnung über die Steuerung der Grundwassergüte und des Grundwasserstandes. Vom 10. Oktober 2001, Berlin
- HATTERMANN, F.F., KRYSANOVA, V., WECHSUNG, F. et al. 2005: Folgen von Klimawandel und Landnutzungsänderungen für den Landschaftswasserhaushalt und die landwirtschaftlichen Erträge im Gebiet der deutschen Elbe. - In: WECHSUNG, F., BECKER, A., GRÄFE, P. 2005: Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet. – 151-164, Berlin.
- LANUV / Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz 2007: Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt. Literaturstudie. – Recklinghausen.
- NASRI siehe PEKDEGER et al. 2006.
- PEKDEGER et al. 2006: NASRI – Natural and Artificial Systems for Recharge and Infiltration – Endbericht. – 1-1024, Berlin.
- SenStadt / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2003: Umweltatlas Berlin. – Kartenblatt 02.17 und Erläuterungen, Berlin.
- SenStadt / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2004a: Umweltatlas Berlin. – Kartenblätter 02.01, 02.03 und Erläuterungen, Berlin.
- SenStadt / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2004b: Bevölkerungsentwicklung in der Metropolregion Berlin 2002-2020. – Berlin, Beschluss-Nr. 1657/04 vom 13.01.2004.
- SenStadt / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2004c: Umweltatlas Berlin. - Kartenblatt 05.07 und Erläuterungen, Berlin.
- SenStadt VIII E / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2006: Mitteilung – zur Kenntnisnahme – Wasserbewirtschaftungsplan vorlegen – Wasserwerk Jungfernheide nicht schließen (alt) Siedlungsverträgliche Grundwasserstände sicherstellen (neu) Drs 15/3551, 15/3703 und 15/4131 – 2. Zwischenbericht-. – Abgeordnetenhaus Berlin Drucksache 15/5549. 49 S. Berlin.
- SenStadtUmTech / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie 2001: Abwasserbeseitigungsplan Berlin. – 1-108, 6 Anl., Berlin.
- SenStadtUmTech / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie 1999: Umweltatlas Berlin. – Kartenblatt 02.13 und Erläuterungen, Berlin.
- SenGesUmV / Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt- und Verbraucherschutz 2007: Grundwasser in Berlin - Vorkommen, Nutzung, Schutz, Gefährdung. – 1-130, Berlin.

- Spree (o.J.): Untersuchungen zur Gewässerbeschaffenheitsentwicklung der Spree. Hrsg: Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft Projektträger des BMBF und des BMWA für Wassertechnologie und Entsorgung (PtWT+E).
- STOCK, M. / Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) 2004: Klimafolgenforschung - Mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Gesellschaft – Fallstudien. - Potsdam.
- UBA / Umweltbundesamt 2007: Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen. Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. – 1-27, Dessau.
- ZIPPEL, M. & HANNAPPEL, S. 2004: Hydrologische Berechnungen zum Nachweis des nutzbaren Grundwasserdargebotes für die Wasserwerke Tegel, Spandau, Tiefwerder, Kladow und Beelitzhof der Berliner Wasserbetriebe. – Gutachten der HYDOR Consult GmbH im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. – 69 S., 17 Anl. Berlin.
- ZIPPEL, M. & HUBER, A 2007: Hydrologische Berechnungen zum Nachweis des Grundwasserdargebotes für die Wasserwerke Friedrichshagen, Wuhlheide, Johannisthal, Kaulsdorf, Altglienicke und Buch der Berliner Wasserbetriebe. - Gutachten der HYDOR Consult GmbH im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz. - 101 S., 12 Anl. Berlin.
- ZÜHLKE, S. 2004: Verhalten von Phenazonderivaten, Carbamazepin und estrogenen Steroiden während verschiedener Verfahren der Wasseraufbereitung. – 1-278, Berlin.