



Umsetzung der WRRL in Bayern

Grundwasserkörper und ihre Bewertung

Methodik und Ergebnisse

Michael Haug, LfW Abt. 2

3. WASSERFORUM BAYERN

22.7.2004



Wasser ist Leben
Wasserwirtschaft Bayern

Umsetzung WRRL in Bayern

Grundwasserkörper und ihre Bewertung

- **Grundwasserkörper**
 - ▶ Definition und Grenzen
 - ▶ Beschreibung und Charakterisierung der Deckschichten
 - ▶ Weitergehende Beschreibung
- **Belastungen durch diffuse Schadstoffquellen**
- **Belastungen durch punktuelle Schadstoffquellen**
- **Belastungen für den mengenmäßigen Zustand**
- **Grundwasserabhängige Landökosysteme**

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser

Grundwasserkörper - Definition und Grenzen

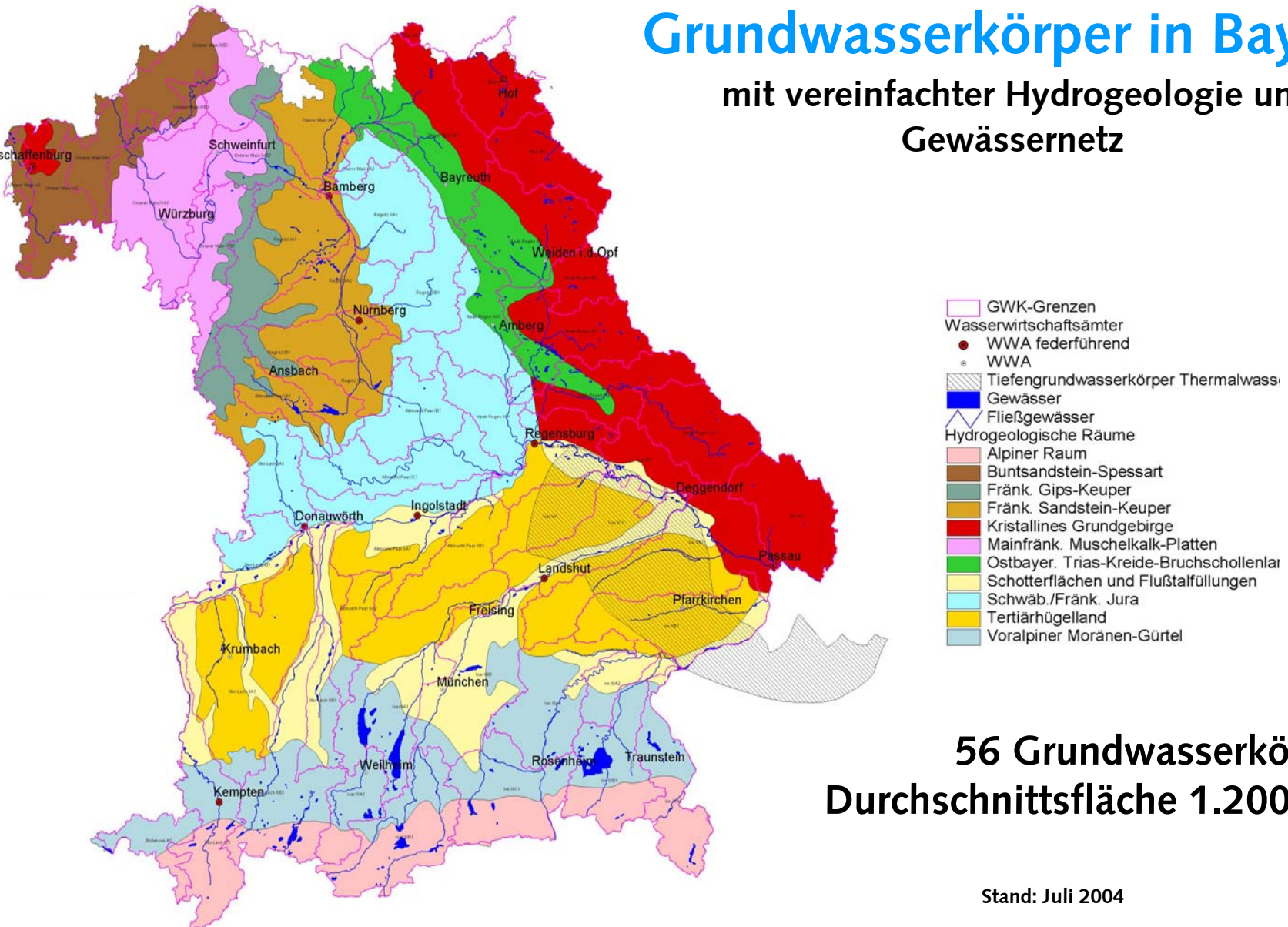
- Definition Grundwasserkörper (GWK):
 - „abgegrenztes Grundwasservolumen
 - innerhalb eines oder mehrerer GW-Leiter“ mit Bezug zu den
 - Flussgebietseinheiten (hydrologischen Grenzen) nach WRRL
- Abgrenzung der GWK in Bayern:
 - ▶ identische Grenzen mit oberirdischen hydrologischen Teilräumen
 - ▶ möglichst einheitliche Hydrogeologie
 - ▶ Beachtung hydraulischer Beziehungen
 - ▶ Beachtung der Landesgrenzen

Ergebnis: 56 GWK (Durchschnittsfläche 1.200 km²)



Grundwasserkörper in Bayern

mit vereinfachter Hydrogeologie und Gewässernetz



56 Grundwasserkörper
Durchschnittsfläche 1.200 km²

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser

Grundwasserkörper - Beschreibung

- Hydrogeologische Beschreibung
 - ▶ geologisches Inventar, hydrogeologische Einheiten
 - ▶ hydraulische und geochemische Eigenschaften
 - ▶ Zuordnung zu Grundwasserleitertypen:
 - Poren- / Kluft- / Karstgrundwasserleiter / Sonderfälle
 - silikatisch, silikatisch/carbonatisch, carbonatisch, sulfatisch
- Charakterisierung der Deckschichten:
 - ▶ Schutzwirkung im Hinblick auf das Grundwasser
 - ▶ Flurabstände, Durchlässigkeiten, Schadstoffrückhaltevermögen
 - ▶ **Ergebnis: Schutzwirkung günstig / mittel / ungünstig**
- Weitergehende Beschreibung
 - ▶ Nur für „gefährdete“ GWK im Hinblick auf ihre Belastungsrisiken

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser **Grundwasserkörper - diffuse Belastungen**

■ Diffuse Belastungen

Flächenhafte Stoffemissionen von der Landoberfläche
durch Landnutzung, Deposition usw.,

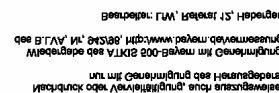
die nicht unmittelbar einem Verursacher oder einer
punktuellen Quelle zugeordnet werden können

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Belastungen durch diffuse Schadstoffquellen

■ Belastungen durch Stickstoff / Nitrat

- ▶ Nicht verwertbarer Stickstoff aus der Landwirtschaft und der Einfluss der naturräumlichen Unterschiede (Klima, Böden, Hydrogeologie) führt zu verschiedenen Belastungsschwerpunkten (Mittel- und Unterfranken, Südostbayern).

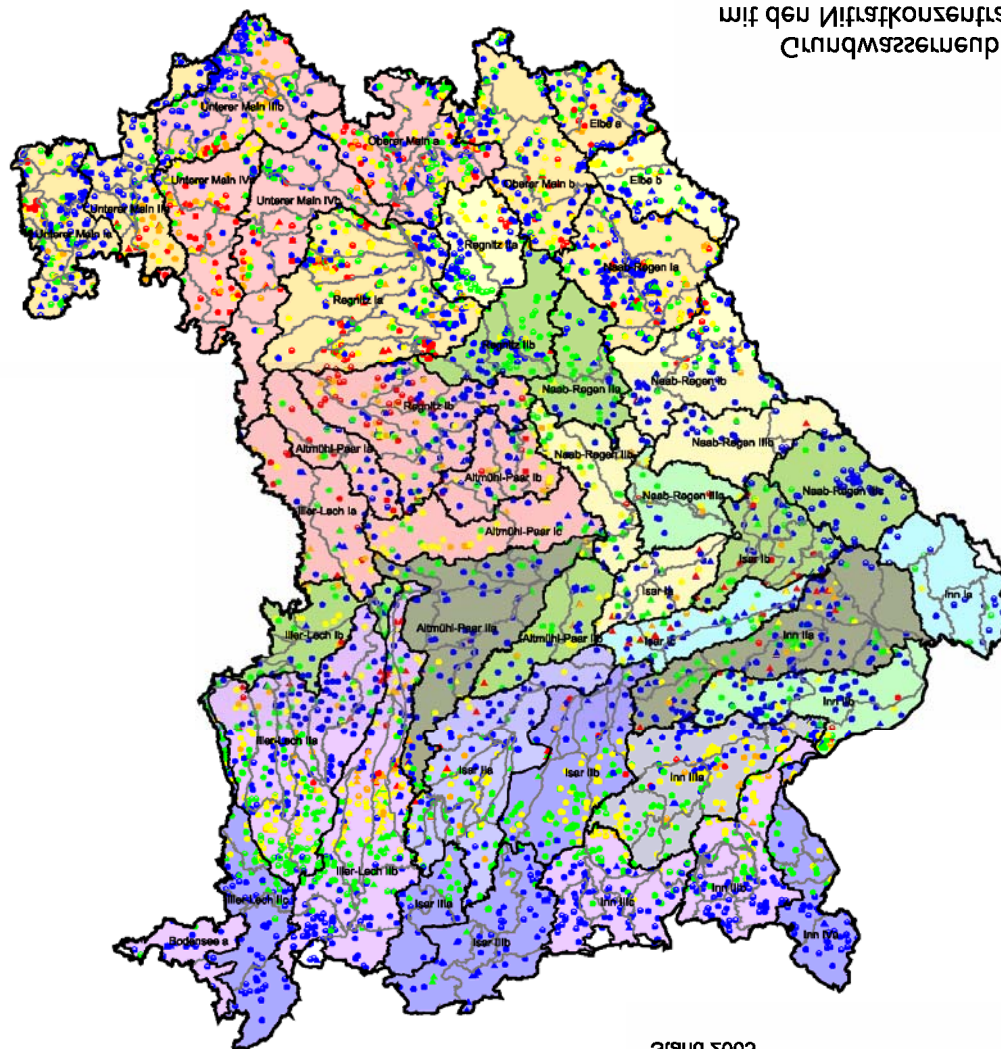
mit den Nitratkonzentrationen an Brunnen, Quellen und Grundwassermessstellen
Stickstoff-Zaldo (nach Abzug der gasförmigen N-Verluste aus Tierhaltung)



Grundwasserneubildung in Bayern

(2005.12.13 - 2005.12.13 im Zeitraum 00.00 bis 23.59 Uhr)

mit den Mitarbeiterinstitutionen zu beginnen, stellen sich dann die entsprechenden
 Einrichtungen in Bayern (Berufshilfe, Jugendberufshilfe, Jugendberufshilfe)



© 2000 by the author. All rights reserved.

001=>

251 - 001 <

021 - 251 <

251 - 021 <

005 - 251 <

255 - 005 <

05C - 20C €

250 - 025 €

009 - 253 €

03E - 00E €

02F ☐

...

Wiederholungsfragen ●

elleupagnuogrevneessW

Quelle: <https://www.researchgate.net/publication/353000000>

© 2000 by John Wiley & Sons, Inc.

Medien der Kulturkritik

ngm ni nollasem neb ns

01 \Rightarrow

25 => - 01<

04 => - 25<

$0.7 \Rightarrow -0.4$



၂၈၀၁၇၉၉၅၄၆၃၇၂၇

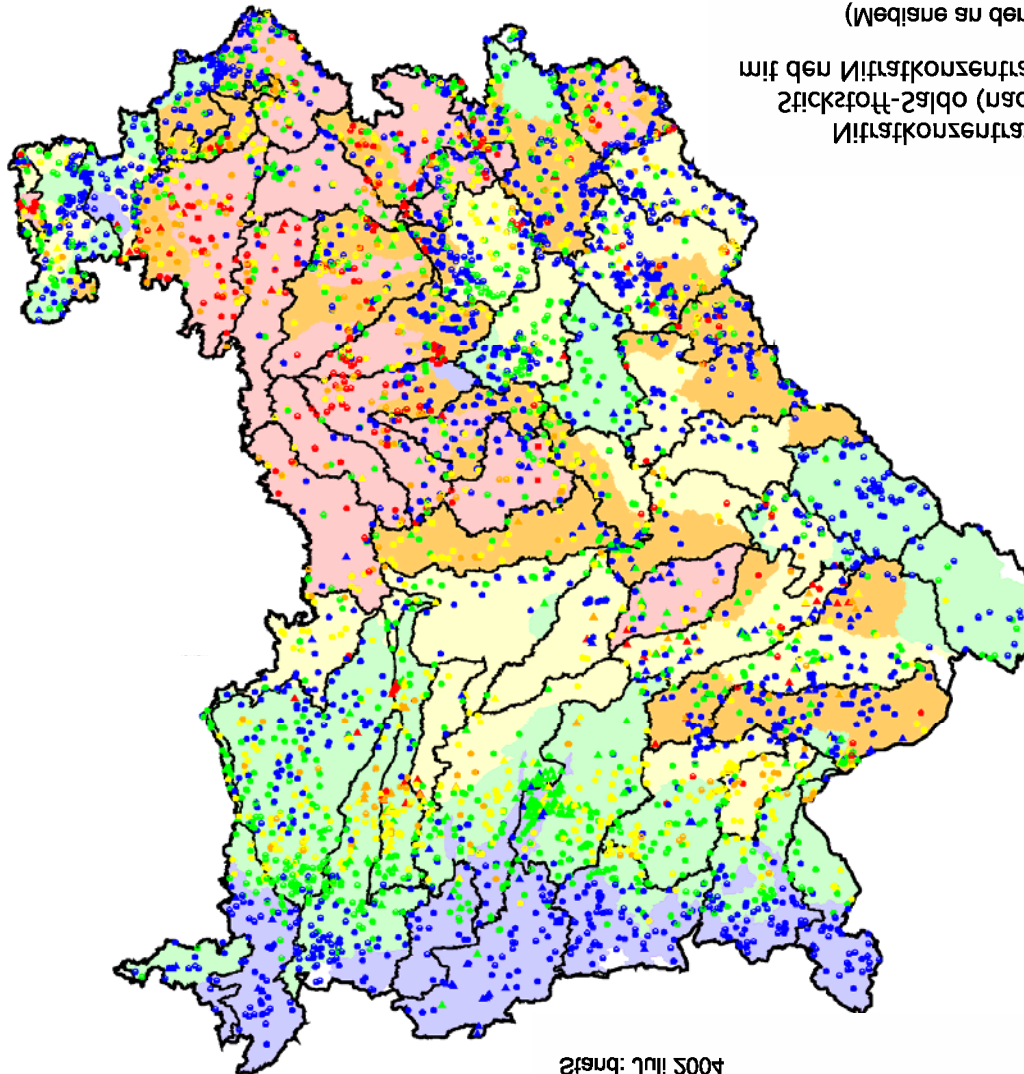
— Betrachtung der

000 004 1-1 detsdM

fiktive Sickerwasser-Konzentration Nitrat

(Mediane an den Messstellen im Zeitraum 01.01.1993 - 31.12.2005)

mit den Nitratkonzentrationen an Brunnen¹, Quellen und Grundwassermessstellen
Stickstoff-Zaldo (nach Abzug der gasförmigen N-Verluste aus Tierhaltung)
Nitratkonzentrationen errechnet aus Grundwassermesspunkte und



2004 ՆԱԽԱԳ

berechnete
Nitratkonzentrationen in mg/l

0 - 25
 >25 - 50
 >50 - 75
 >75 - 100
 >100

- Wasserversorgungsbrunnen
- Wasserversorgungsquelle
- Quelle ungenutzt
- ▲ Grundwassermessstelle
- Sonstige Messstelle

**Mediane der Nitratkonzentrationen
an den Messstellen in mg/l**

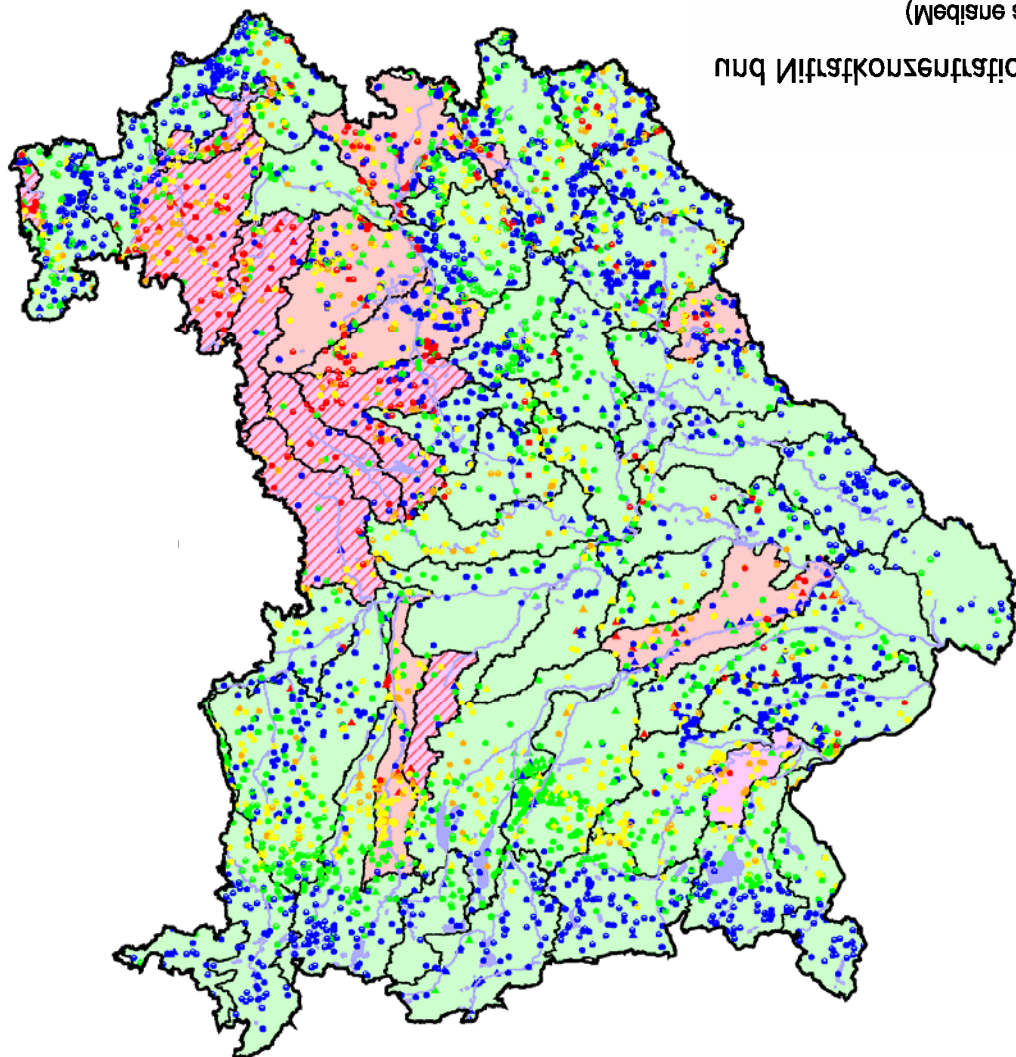
■ ≤ 10
■ $>10 - \leq 25$
■ $>25 - \leq 40$
■ $>40 - \leq 50$
■ >50

— Grundwasserkörper

gefährdete Grundwasserkörper Nitrat

(Mediane an den Messstellen im Zeitraum 1993 - 2005)

und Nitratkonzentrationen an Brunnen, Quellen und Grundwassermessstellen
Grundwasserkörper



- Grundwasserkörper**
- ungefährdet
 - 30 % der Messstellen > 40 mg/l
 - 20 % der Messstellen > 40 mg/l
und 10 % der Messstellen > 50 mg/l
 - beide Gefährdungskriterien gültig

- Wasserversorgungsbrunnen
- Wasserversorgungsquelle
- Quelle ungenutzt
- Grundwassermessstellen
- Sonstige Messstellen

- Mediane der Nitratkonzentrationen
an den Messstellen in mg/l**
- ≤ 10
 - >10 - ≤ 25
 - >25 - ≤ 40
 - >40 - ≤ 50
 - >50

Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Wiedergabe des ATKIS 500-Bayern mit Genehmigung
des B.LVA, Nr. 942/98, <http://www.bayern.de/vermessung>

Bearbeiter: LfW, Referat 12, Heberger

Bearbeitung Mai 2004

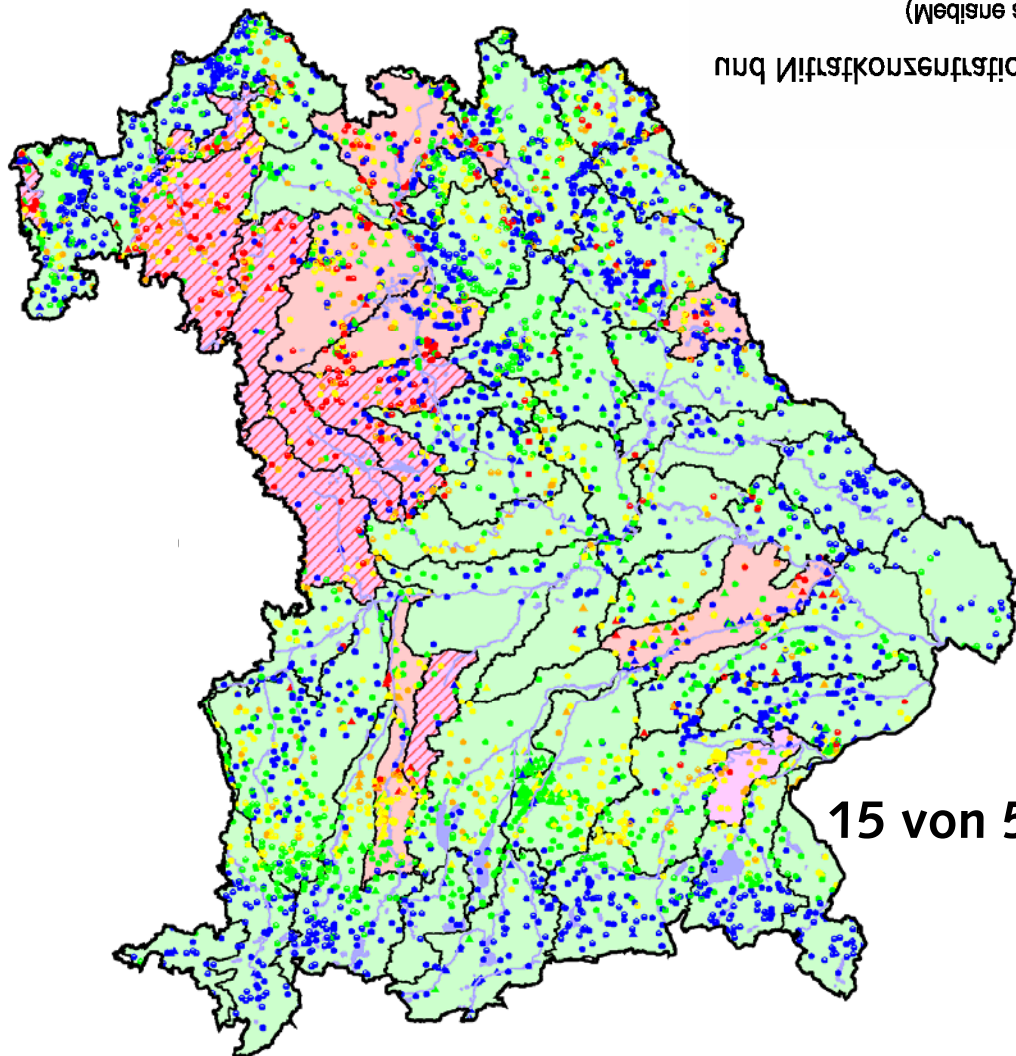
Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Grundwasserkörper - diffuse Belastungen Nitrat

Bewertungskriterien nur für Immissionsdaten
(Messwerte aus ca. 6300 Grundwassermessstellen)

Bewertungs- kriterium	<20% der Messstellen > 40 mg NO ₃ /l	>20% bis <30% der Messstellen > 40 mg NO ₃ /l und		>30% der Messstellen > 40 mg NO ₃ /l
		<10% der Messstellen > 50 mg NO ₃ /l	>10% der Messstellen > 50 mg NO ₃ /l	
Ergebnis der Bewertung	nicht gefährdet	nicht gefährdet	potentiell gefährdet	potentiell gefährdet

gefährdete Grundwasserkörper Nitrat

(Mediane an den Messstellen im Zeitraum 1991-1993 - 31.12.2002)
und Nitratkonzentrationen an Brunnen, Quellen und Grundwassermessstellen
Grundwasserkörper



- Grundwasserkörper**
- ungefährdet
 - 30 % der Messstellen > 40 mg/l
 - 20 % der Messstellen > 40 mg/l
und 10 % der Messstellen > 50 mg/l
 - beide Gefährungskriterien gültig
- Wasserversorgungsbrunnen**
○ Wasserversorgungsquelle
■ Quelle ungenutzt
▲ Grundwassermessstellen
○ Sonstige Messstellen
- Mediane der Nitratkonzentrationen
an den Messstellen in mg/l**
- ≤ 10
 - >10 - ≤ 25
 - >25 - ≤ 40
 - >40 - ≤ 50
 - >50

15 von 56 GWK sind „gefährdete“ GW

Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Wiedergabe des ATKIS 500-Bayern mit Genehmigung
des B.LVA, Nr. 942/98, <http://www.bayern.de/vermessung>

Bearbeiter: LFW, Referat 12, Heberger

Bearbeitung Mai 2004

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Belastungen durch diffuse Schadstoffquellen

■ Belastungen durch Stickstoff / Nitrat

- ▶ Nicht verwertbarer Stickstoff aus der Landwirtschaft und der Einfluss der naturräumlichen Unterschiede (Klima, Böden, Hydrogeologie) führt zu verschiedenen Belastungsschwerpunkten (Mittel- und Unterfranken, Südostbayern).
- ▶ **15 von 56 GWK sind „gefährdete“ GWK.**
(zeigen größere Bereiche hoher Nitratbelastungen)
- ▶ In den gefährdeten GWK werden in den nächsten Jahren verstärkt Monitoring-Maßnahmen in den Bereichen höherer Belastungen durchgeführt.

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Belastungen durch diffuse Schadstoffquellen

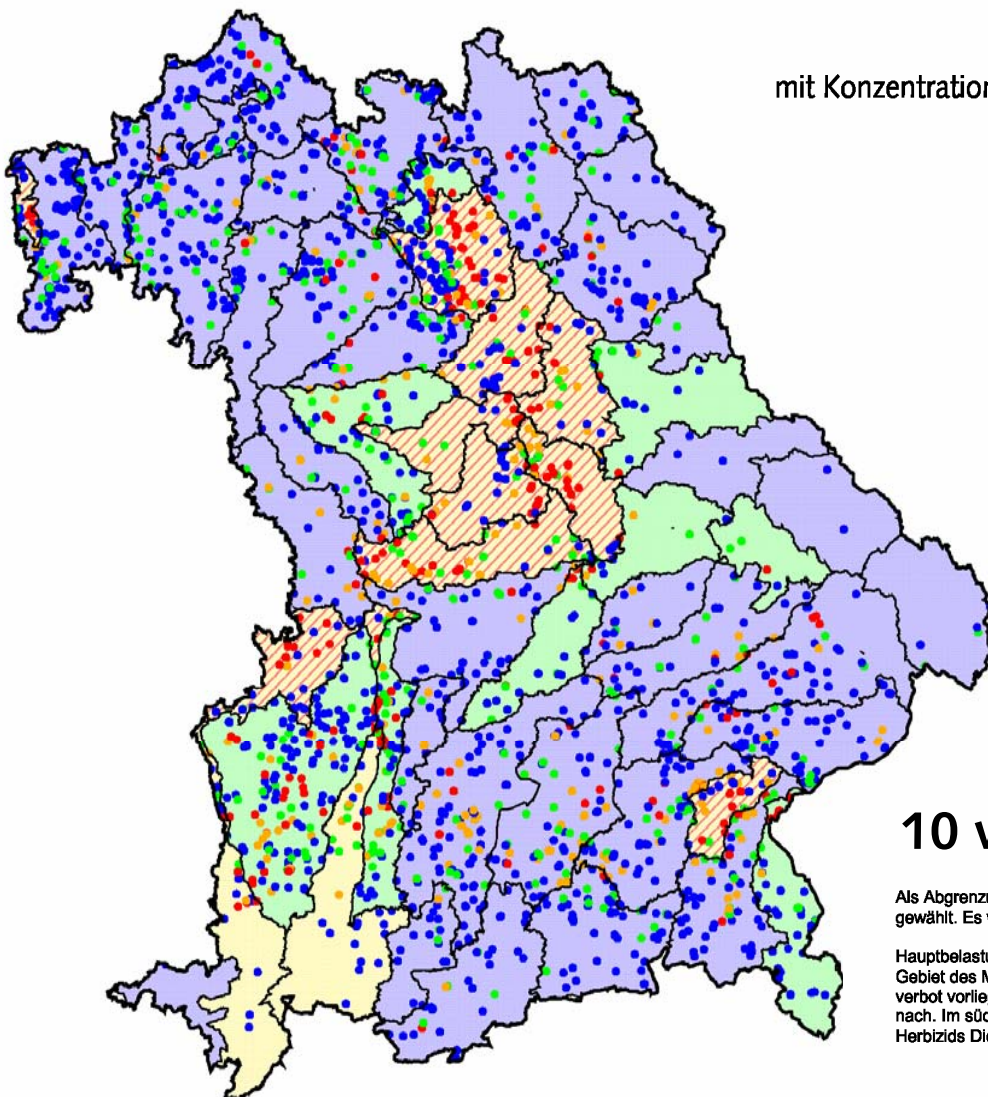
■ Belastungen mit Pflanzenschutzmitteln (PSM)

- ▶ Zahlreiche unterschiedliche PSM bzw. PSM-Wirkstoffe und deren Abbauprodukte tragen zur Gw-Belastung bei.
- ▶ PSM-Grenzwerte entspr. TrinkwV bei $0,1\mu\text{g/l}$ sind in mehreren Bereichen in mehr als 20% der Messstellen überschritten (Belastungsschwerpunkte im Malmkarst der Fränkischen Alb).

gefährdete Grundwasserkörper PSM

PSM-gefährdete Grundwasserkörper
mit Konzentrationen aller PSM an Brunnen, Quellen und Grundwassermessstellen

(Mediane aus höchsten Einzelwerten je Befund an
den Messstellen im Zeitraum 01.01.1999 - 31.12.2003)



Anteil Messstellen im Betrachtungsraum
mit Grenzwertüberschreitung (0,1 µg/l)

0 - 10 %

>10 - 20 %

>20 %

gefährdeter Grundwasserkörper

Mediane aus höchsten Einzelwerten
an den Messstellen in µg/l

• < Bestimmungsgrenze bzw. ≤ 0,01

• >0,01 - 0,05

• >0,05 - 0,1

• >0,1

10 von 56 GWK sind „gefährdete“ GW

Als Abgrenzungskriterium wurde ein Messstellenanteil von über 20 % größer 0,1 µg/l und eine weitgehend flächige Belastung gewählt. Es wurden 177 Wirkstoffe und Metaboliten bei der Untersuchung berücksichtigt.

Hauptbelastungen werden danach durch Atrazin und sein Abbauprodukt Desethylatrazin hervorgerufen. Insbesondere das Gebiet des Malmkarst als hydrogeologisch sensibler Bereich ist betroffen. Obwohl seit 13 Jahren für Atrazin ein Anwendungsverbot vorliegt und damit die weitreichendste Schutzmaßnahme ausgesprochen worden ist, wirken diese Belastungen bis je nach. Im südwestlichen Teil Bayerns wurden verstärkt erhöhte Werte von 2,6-Dichlorbenzamid einem Abbauprodukt des Herbizids Dichlobenil festgestellt, die jedoch nach derzeitigen Erkenntnissen nicht zu einer flächenhaften Gefährdung führen.

Entwurf

Stand: Juli 2004

Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Wiedergabe des ATKIS 500-Bayern mit Genehmigung
des B.LVA, Nr. 942/98, <http://www.bayern.de/vermessung>

Bearbeiter: LfW, Referat 12, Haben

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Belastungen durch diffuse Schadstoffquellen

■ Belastungen mit Pflanzenschutzmitteln (PSM)

- ▶ Zahlreiche unterschiedliche PSM bzw. PSM-Wirkstoffe und deren Abbauprodukte tragen zur Gw-Belastung bei.
- ▶ PSM-Grenzwerte entspr. TrinkwV bei $0,1\mu\text{g/l}$ sind in mehreren Bereichen in mehr als 20% der Messstellen überschritten (Belastungsschwerpunkte im Malmkarst der Fränkischen Alb).
- ▶ **10 von 56 GWK sind „gefährdete“ GWK.**
- ▶ Die größte Zahl der Grenzwertüberschreitungen ist trotz Anwendungsverbot (seit 13 Jahren!) immer noch bei Atrazin und Desethylatrazin (Abbauprodukt) festzustellen. Neue PSM werden immer wirksamer und damit schwerer nachweisbar.

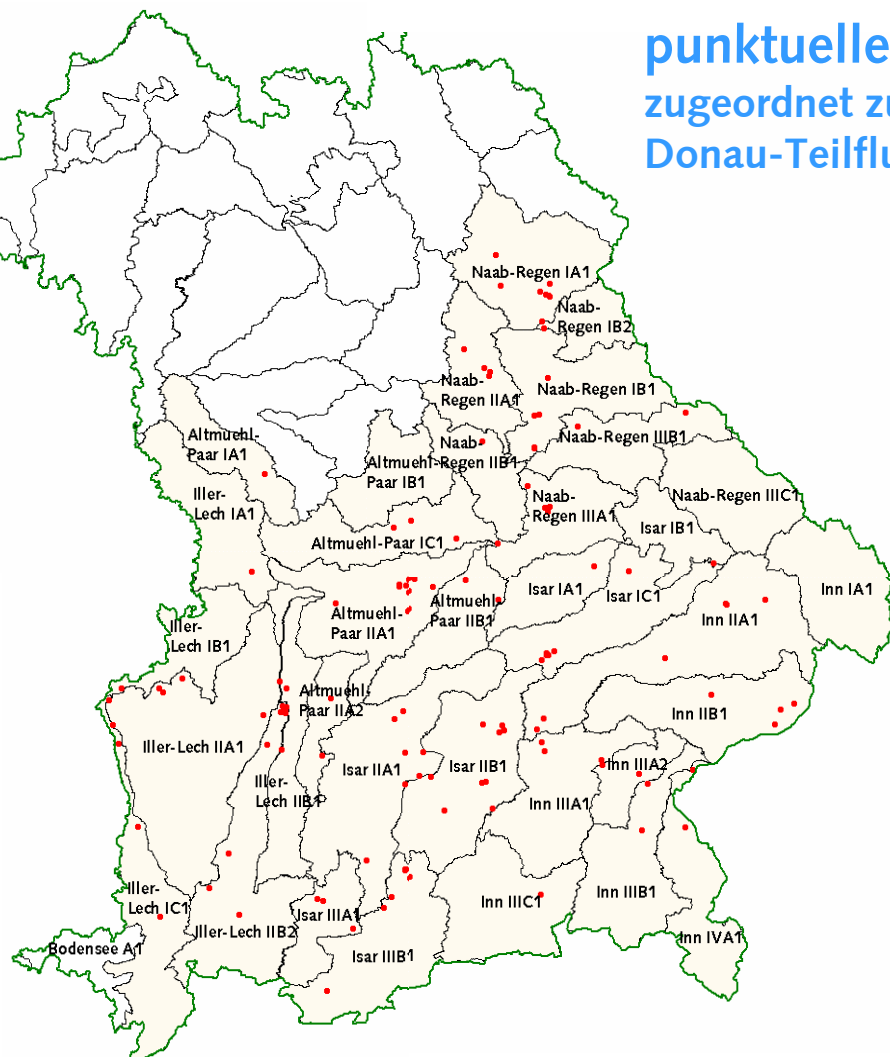
Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Belastungen durch punktuelle Schadstoffquellen




- Punktuelle Schadstoffquellen sind Altablagerungen, Altstandorte, Gw-Verunreinigungen und schadhafte Deponien.
- Insgesamt wurden 200 punktuelle Schadstoffquellen mit beträchtlichem Gefährdungspotential für die Bestandsaufnahme ausgewählt. Sie werden im Zuge der in ganz Bayern standardisierten Altlastenbearbeitung prioritär untersucht und saniert.
- Selbst durch diese gravierenden Schadstoffquellen wird **kein GWK insgesamt im Zustand beeinträchtigt.**

Übersichtstabelle punktuelle Belastungen (Auszug)

Feder- führendes WWA für Teil- Flussgebiet	lokal zust. WWA	Teil- Flussgebiet (Planungs- raum)	GWK	Deponie (INFOWas) / Standortbe- zeichnung (ABuDIS)	Kataster-Nr. (ABuDIS) / Kennzahl (INFO- Was)	Landkreis	Rechts- wert	Hoch- wert	Flächen-typ	Schadstoff- belastung	Wertung 1 - max. 10 (1=gravie- rtester Standort)
ASCHAFFEN	ASCHAFFEN	Unterer Main	Unterer Main	Wörth	6130622000001	Landkreis Mil	4294886	5521004	Dep. aus INF	Arsen 0,054 mg/l;	1
ASCHAFFEN	SCHWEINFU	Unterer Main	Unterer Main	ehem. TBA, ZV TKVU, Münnerstadt	67200525	Landkreis Ba	4371453	5571292	Altstandort	LHKW 10 mg/l;	1
ASCHAFFEN	WÜRZBURG	Unterer Main	Unterer Main	Segnitz Farbfabrik, Deponie		Landkreis Kit	4366040	5505426		Arsen 9000 mg/l;	1
ASCHAFFEN	ASCHAFFEN	Unterer Main	Unterer Main	Großheubach	6130622100001	Landkreis Mil	4299355	5514957	Dep. aus INF	Arsen 0,04 mg/l;	2
ASCHAFFEN	SCHWEINFU	Unterer Main	Unterer Main	Sattler- Standort Schonungen	67800780	Landkreis Sc	4379019	5547850	Altstandort	Arsen 1,2 mg/l; Cadmium 0,05 mg/l; Chrom gesamt 2,4 mg/l; Kupfer 2,7 mg/l	2
ASCHAFFEN	WÜRZBURG	Unterer Main	Unterer Main	CR Pritzl, Würzburg		Kreisfreie Sta	4351760	5519753		LHKW 180000 µg/l;	2
ASCHAFFEN	ASCHAFFEN	Unterer Main	Unterer Main	Guggenberg	6130632200001	Landkreis Mil	4312598	5504979	Dep. aus INF	Zink 53 mg/l;	3
ASCHAFFEN	SCHWEINFU	Unterer Main	Unterer Main	Altlast "Im Steinach"	66200506	Kreisfreie Sta	4371440	5544250	Altablagerung	Arsen 170 mg/l; Kupfer 250 mg/l; Zink 1900 mg/l;	3
ASCHAFFEN	WÜRZBURG	Unterer Main	Unterer Main	Nürnberger Straße, Würzburg		Kreisfreie Sta	4353695	5520002		LHKW 20000 µg/l;	3
ASCHAFFEN	ASCHAFFEN	Unterer Main	Unterer Main	DB Gelände Aschaffenburg		Kreisfreie Sta	4295000	5542000	schädliche B	MKW ;PAK ;	4
ASCHAFFEN	SCHWEINFU	Unterer Main	Unterer Main	Ehemaliger Betrieb der Fa. Richtberg	67800002	Landkreis Sc	4367900	5539834	Altstandort	PAK 16 mg/l;	4
ASCHAFFEN	WÜRZBURG	Unterer Main	Unterer Main	Fa. Hunger, Lohr a. Main		Landkreis Ma	4326706	5540925		Chromat 3,1 mg/l;	4
ASCHAFFEN	ASCHAFFEN	Unterer Main	Unterer Main	Hohe-Werk 1 Collenberg	67600071	Landkreis Mil	4308050	5518420	schädliche B	LHKW 27100 µg/l;	5

punktuellen Schadstoffquellen Grundwasser zugeordnet zu den Grundwasserkörpern der Donau-Teilflussgebiete



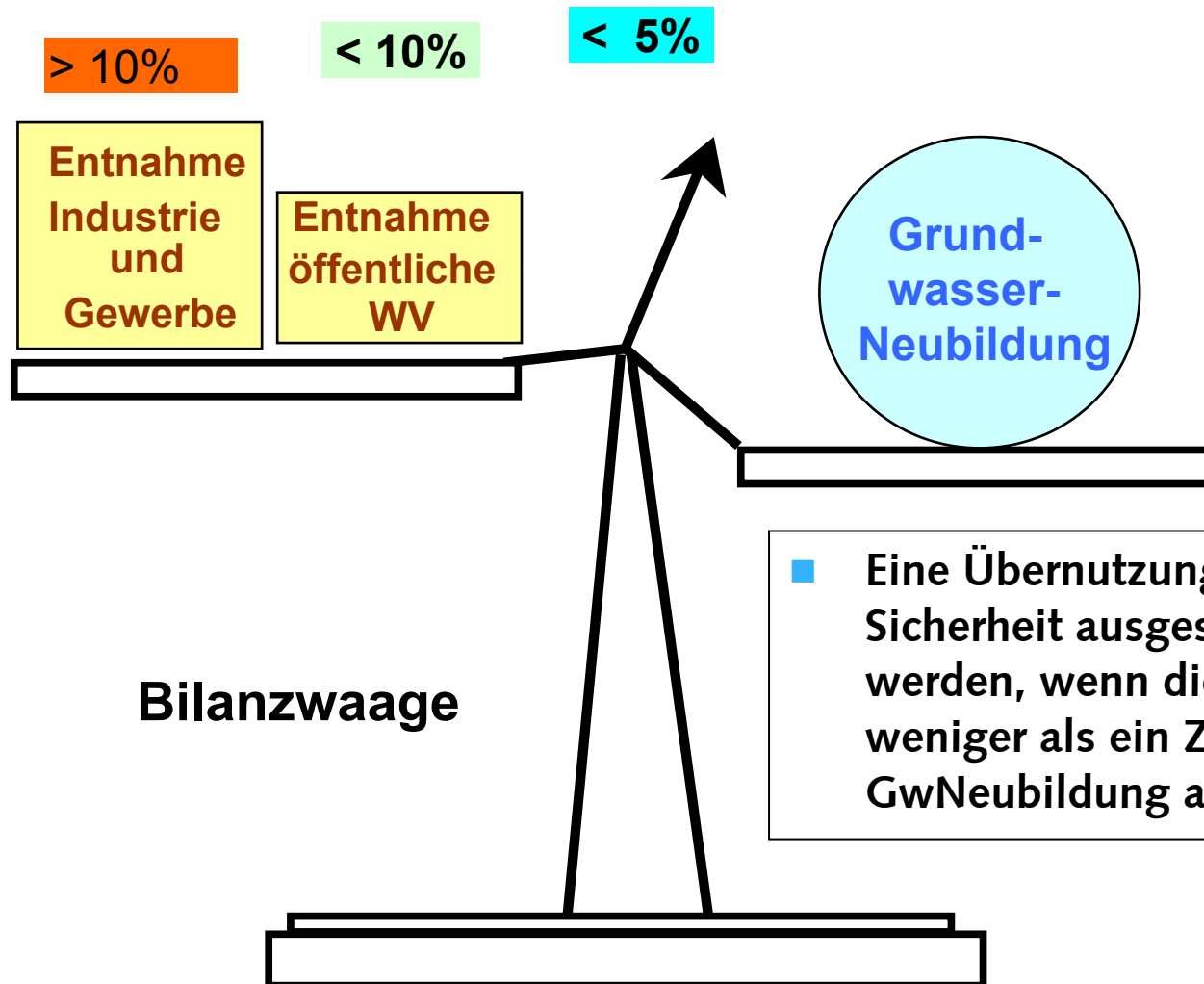
-  Punktuelle Schadstoffquelle
-  Landesgrenze Bayern
-  Grundwasserkörper

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Belastungen für den mengenmäßigen Zustand

- Auswirkungen ergeben sich vor allem aus Entnahmen für die öffentliche und die gewerbliche Wasserversorgung.
- Zur Abschätzung einer denkbaren Übernutzung des GWK wurde **für jeden GWK eine Bilanzierung** durch Gegenüberstellung von Entnahme und Gw-Neubildung durchgeführt.
- Übernutzung ist ausgeschlossen, wenn die Entnahme weniger als 10% der GwNeubildung ausmacht.



Grundwasser-Mengen-Bilanz





Übersicht mengenmäßige Belastungen (Auszug)

GwKörper	Fläche (km²)	GwNeubildung (nach Info-Ber. 5/96) MhG	GwNeubildung (gewählter)	GwNeubildung (berechnet)	GwEntnahmen			mengenmäßige Belastung	Belastung unter bzw. über 10
					Industrie	Öffentl.WV	Summe		
Altmühl-Paar Ia	881	41(W) / 104 (O)	85	74.887	202	5.022	5.224	7,0	3,0
Altmühl-Paar Ib	983	100 (zentr.) - 104 W, C	100	98.338	608	5.493	6.101	6,2	3,8
									2,8
Altmühl-Paar Ic	1394	104 (N) / k.A.	100	139.384	3.185	6.878	10.063	7,2	
Altmühl-Paar IIa	2422	100 (S) / Donautal k.A.	225	544.972	8.930	30.287	39.217	7,2	2,8
Altmühl-Paar IIb	1022	219 (SW) / 164 (NO)	200	204.423	12.275	8.236	20.511	10,0	-0,0
Bodensee	816	300 - 407 / k.A.	350	285.512	596	3.309	3.905	1,4	8,6
Elbe a	1012	k.A.	120	121.474	940	5.398	6.338	5,2	4,8
Elbe b	1490	100 - 180	130	193.726	377	5.934	6.311	3,3	6,7
Iller-Lech Ia	1686	70 / Donautal k.A.	100	168.647	2.181	4.256	6.437	3,8	6,2
Iller-Lech Ib	1088	k.A.	200	217.619	4.707	13.969	18.676	8,6	1,4
Iller-Lech IIa	3144	160 - 280 / Tal k.A.	320	1.005.999	24.873	56.973	81.846	8,1	1,9
Iller-Lech IIb	2962	k.A.	350	1.036.712	21.042	46.940	67.982	6,6	3,4
Iller-Lech IIc	2214	450 (S) / k.A.	380	841.337	4.020	17.787	21.807	2,6	7,4
Inn Ia	1541	270	250	385.351	2.605	514	3.119	0,8	9,2
Inn IIa	2524	120- 130 / Tal k.A.	220	555.315	3.047	10.492	13.539	2,4	7,6
Inn IIb	2149	125 / Tal k.A.	170	365.359	2.254	9.894	12.148	3,3	6,7
Inn IIIa	2219	125 - 270 / k.A.	265	588.107	10.776	23.226	34.002	5,8	4,2
Inn IIIb	1782	k.A.	320	570.325	29.550	11.685	41.235	7,2	2,8
Inn IIIc	1614	k.A.	350	564.847	3.909	47.336	51.245	9,1	0,9
Inn IVa	2465	k.A.	400	985.893	12.945	8.642	21.587	2,2	7,8
Isar Ia	852	97 (NW) / 160 (S)	130	110.733	1.737	5.153	6.890	6,2	3,8
Isar Ib	1201	k.A.	200	240.296	1.376	6.827	8.203	3,4	6,6
Isar Ic	1046	k.A.	250	261.525	4.004	11.959	15.963	6,1	3,9
Isar IIa	2493	k.A.	300	748.029	26.941	36.359	63.300	8,5	1,5
Isar IIb	1986	k.A.	375	744.919	32.622	38.959	71.581	9,6	0,4
Isar IIIa	719	k.A.	400	287.492	492	6.314	6.806	2,4	7,6
Regnitz Ib	2198	80 - 100 / 120	100	219.758	2.490	26.443	28.933	13,2	-3,2
Isar IIIb	2715	k.A.	400	1.086.174	575	32.390	32.965	3,0	7,0
Naab-Regen Ia	2011	100 -120 (W) / k.A.	125	251.376	892	11.307	12.199	4,9	5,1
Naab-Regen Ib	1997	100 (W,O) / zentr.B. k.A.	130	259.623	1.237	7.750	8.987	3,5	6,5
Naab-Regen IIa	1102	150 - 260	200	220.345	2.438	7.128	9.566	4,3	5,7
Naab-Regen IIb	1138	160	150	170.743	3.913	9.462	13.375	7,8	2,2
Naab-Regen IIIa	962	k.A.	175	168.411	995	13.742	14.737	8,8	1,2
Naab-Regen IIIb	1314	k.A.	150	197.069	426	6.693	7.119	3,6	6,4
Naab-Regen IIIc	1351	240 - 340 / k.A.	200	270.202	153	257	410	0,2	9,8
Oberrhein	2270	15 (NW) / 120 (SE) / k.A.	100	226.953	2.241	8.946	11.187	4,9	5,1

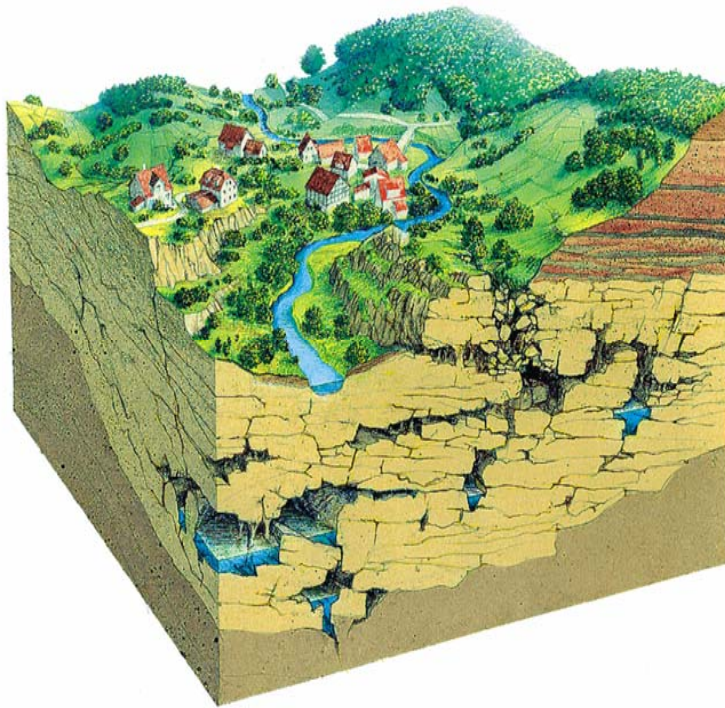
Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Belastungen für den mengenmäßigen Zustand

- Auswirkungen ergeben sich vor allem aus Entnahmen für die öffentliche und die gewerbliche Wasserversorgung.
- Zur Abschätzung einer evtl. Übernutzung des GWK wurde für jeden GWK eine Bilanzierung durch Gegenüberstellung von Entnahme und Gw-Neubildung durchgeführt.
- Übernutzung ist ausgeschlossen, wenn die Entnahme weniger als 10% der GwNeubildung ausmacht.
- Ergebnis:
Zwar gibt es in einigen GWK geringfügige Überschreitungen, **durch konkrete Bilanzuntersuchungen** konnte aber eine **Übernutzung ausgeschlossen** werden.

Umsetzung WRRL in Bayern - Bestandsaufnahme Grundwasser Grundwasserabhängige Landökosysteme

- Auf den Beitrag „Wasserabhängige Landökosysteme“ von Herrn Dr. Burkl (LfW) und Herrn Gabel (LfU) wird verwiesen.

Typische Grundwasserlandschaften in Bayern



Fränkischer Jura



Münchner Schotterebene