


# **Bewirtschaftung der Wasserressourcen unter steigendem Nutzungsdruck**



Christian Stamm  
14. Juni 2017

# Inhalt

- Hintergrund
- Nutzungsansprüche an Wasser und Gewässer
- Raumbezug der Wassernutzungen
- Ansätze zu Lösungsstrategien

# Gewässer im Spannungsfeld von Nutzungen



© Niklaus Wächter

Im urbanen ...



© Niklaus Wächter

... ländlichen Raum

# NFP 61: Nachhaltige Wassernutzung (2010 – 2014)

NFP 61 – Thematische Synthese 2  
im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61  
«Nachhaltige Wassernutzung»

## Bewirtschaftung der Wasserressourcen unter steigendem Nutzungsdruck

Klaus Lanz, Eric Rahn, Rosi Siber, Christian Stamm



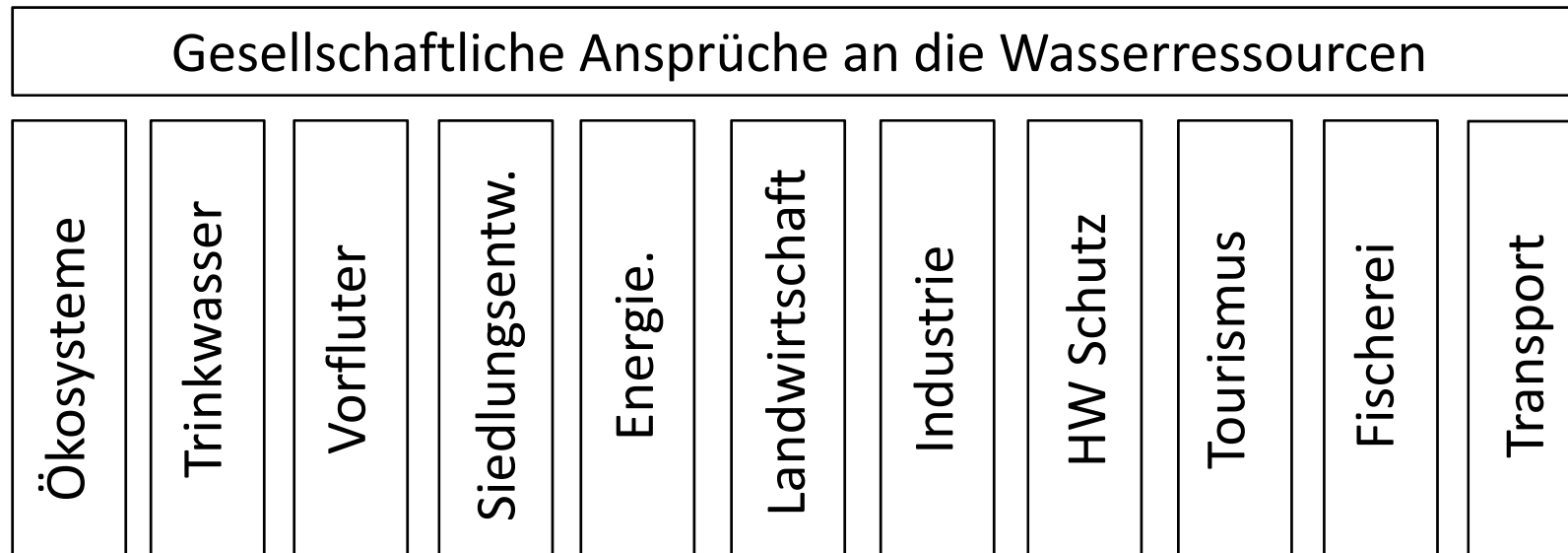
## NFP 61 Hintergrund

- Nationales Forschungsprogramm (2010 – 2014)
- Fokus Nachhaltige Wassernutzung (in der Schweiz)
- 16 Forschungsprojekte
- 4 begleitende thematische Synthesen
- 1 Gesamtsynthese



# Eine Herausforderung für den Wassersektor

- Vielzahl an Nutzungen/Ansprüchen



- Klimawandel
- Sozio-ökonomische Entwicklungen
- Politische Veränderungen
- Technischer Fortschritt

NFP 61:  
Zeithorizont 2050

# (Mögliche) Zukünftige Entwicklungen

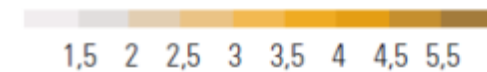
Auswirkungen Klimawandel (Vergleich 1980 – 2009 mit 2070 – 2099)

Sommermonate (JJA)

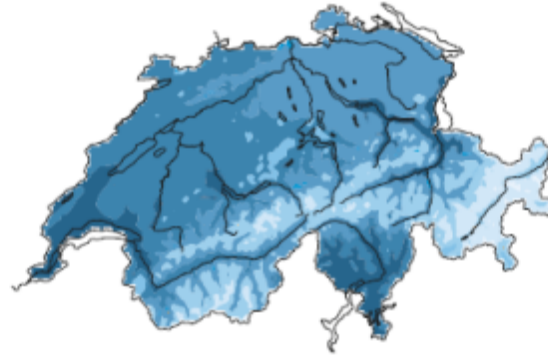
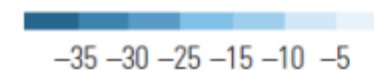
*Szenario schwach*

*Szenario stark*

$\Delta$  Temperatur (°C)



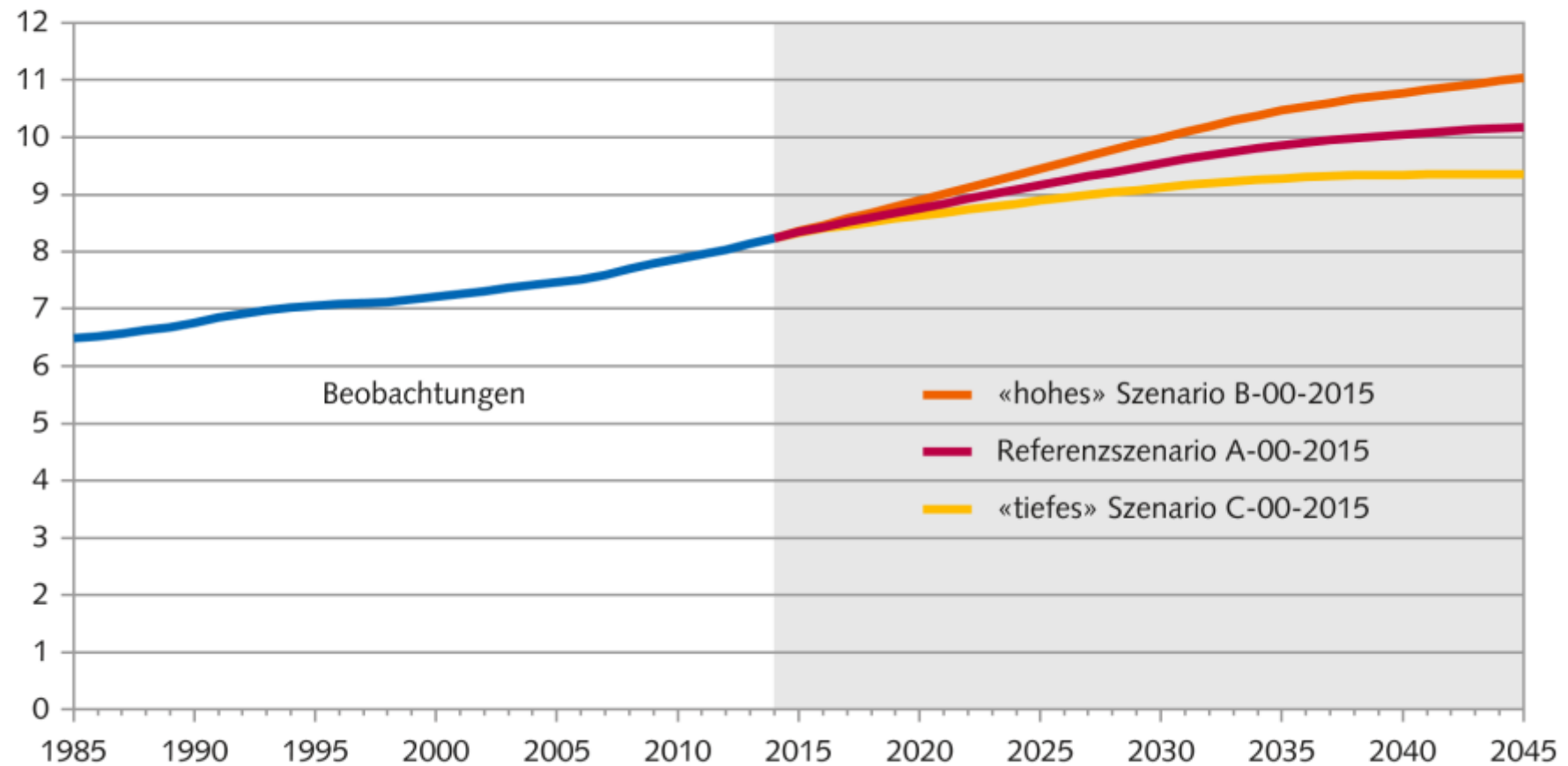
$\Delta$  Niederschlag (%)



# (Mögliche) Zukünftige Entwicklungen

## Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung

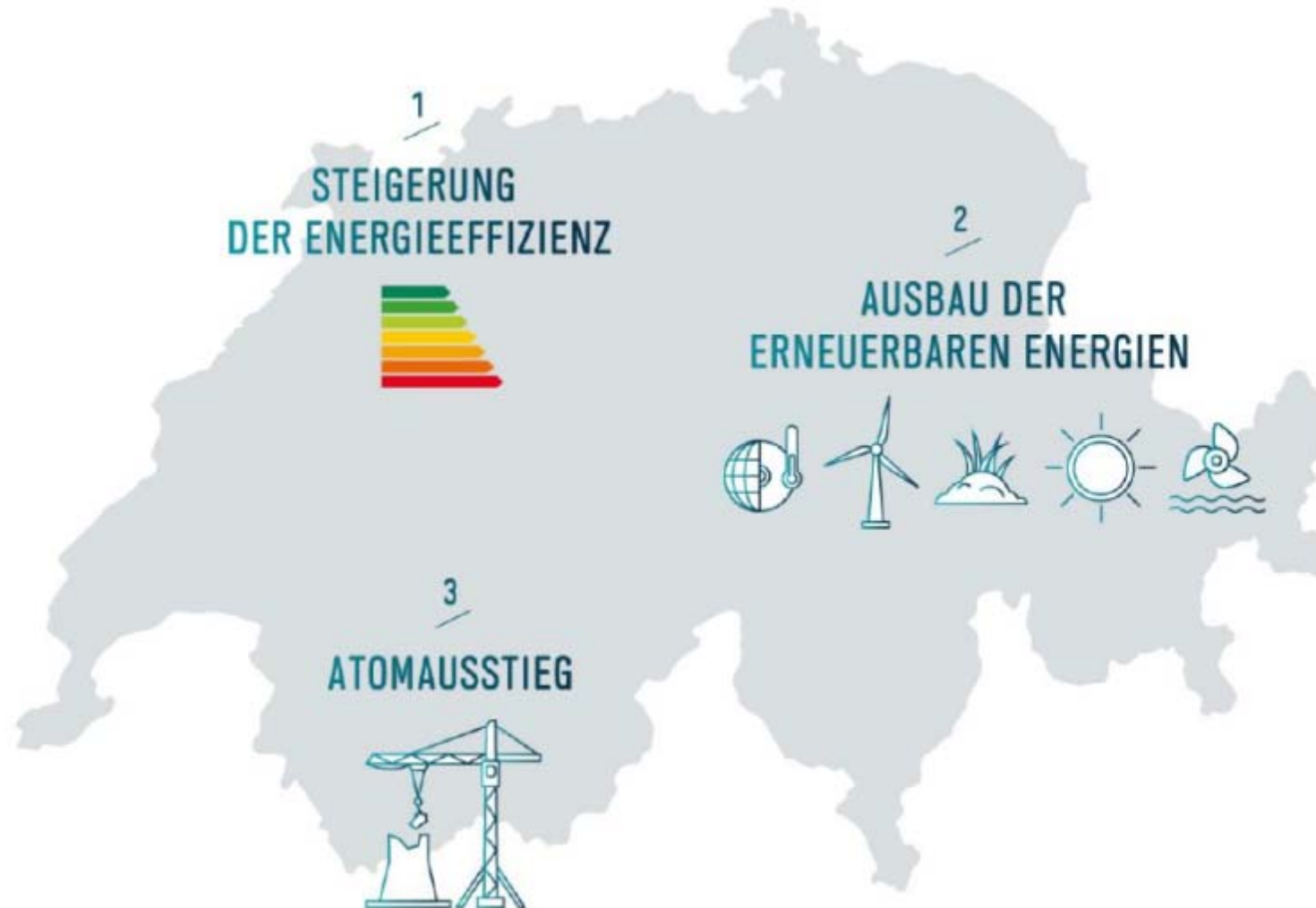
Nach den 3 Grundscenarien am Jahresende, in Millionen





# (Mögliche) Zukünftige Entwicklungen

Politische Entwicklungen und Entscheide (z.B. Energiestrategie 2050)



## (Mögliche) Zukünftige Entwicklungen



Technische Entwicklungen:

Beispiel Aufrüstung  
Kläranlagen zur Entfernung  
von Mikroverunreinigungen

(PAK Anlage Herisau)



## (Mögliche) Zukünftige Entwicklungen



<https://www.ecorobotix.com/de/>

Technische Entwicklungen:

Spritzroboter in der  
Landwirtschaft

→ Potenzial zur massiven  
Verminderung von  
Herbizideinsatz

## (Mögliche) Zukünftige Entwicklungen



Bild: Burger, 2016

Nutzung von  
Tiefengrundwässern:

- Mineralwasser (etabliert)
- Thermalwasser (etabliert)
  
- Geothermie (inkl. Fracking)  
(neu)
- Bewässerung (zukünftig?)
- Einlagerung CO<sub>2</sub>  
(zukünftig?)

# Dimensionen der Analyse

## Wassermengen



Bild: Fischnetz

## Wasserqualität



Bild: Eawag

## Hydromorphologie



Bild: Eawag

## Flächennutzung

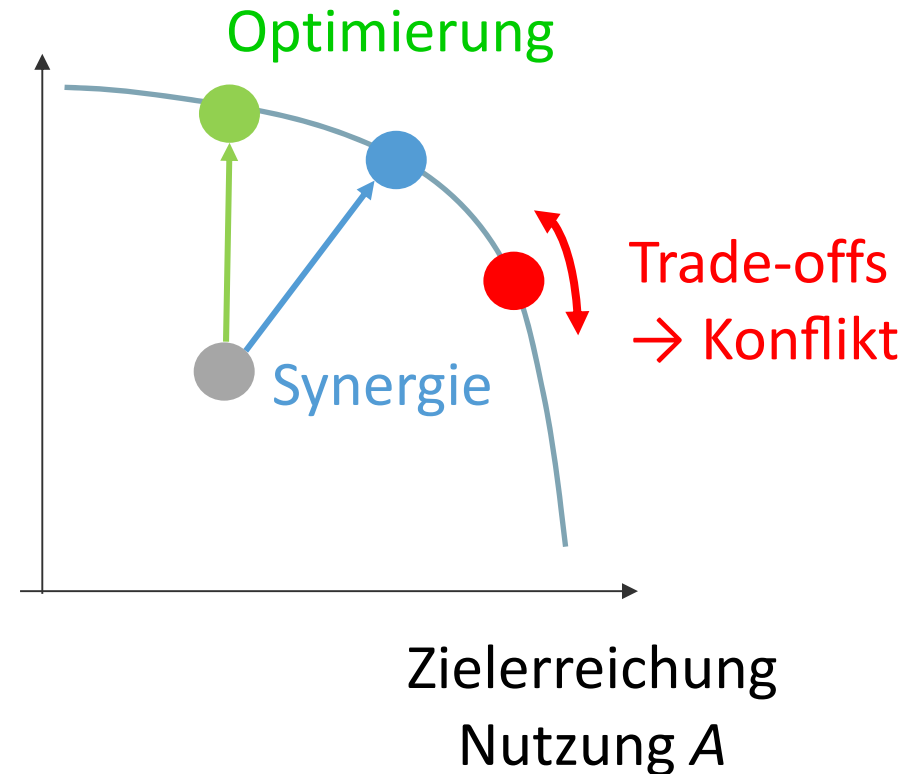


© Niklaus Wächter

# Identifizierung von Konflikten

1. Auflistung sämtlicher relevanter, gesellschaftlich akzeptierter Nutzungen/Ansprüche
2. Paarweise Vergleiche der Zielerreichung

Zielerreichung  
Nutzung B



# Konfliktfelder - Wassermengen

Kapitel	Wirkt auf ...		Wasserkraft	Gewässerschutz	Hochwasserschutz <sup>a</sup>	Landwirtschaft	Trinkwasserversorgung	Tourismus (Beschneigung)
	Gesellschaftlicher Anspruch							
A1	Wasserkraft			1	2	3	neutral	4
A2	Gewässerschutz		5/6		7	8	9	neutral
A3	Hochwasserschutz		10	11		12	12	neutral
A4	Landwirtschaft		neutral	13/14	15		13	13
A5	Trinkwasserversorgung		neutral	14	neutral	13		13
A6	Tourismus (Beschneigung)		4	13	neutral	13	13	

■ Synergie  
 ■ Bedeutender Konflikt  
 ■ Konflikt  
 ■ Konflikt und Synergie

# Dichte der Gewässernutzung

## River power plants

- < 50
- 50 - 200

## Storage power plants

- ▲ < 50
- ▲ 50 - 200
- ▲ > 200

## Hydropeaking

## Reservoirs

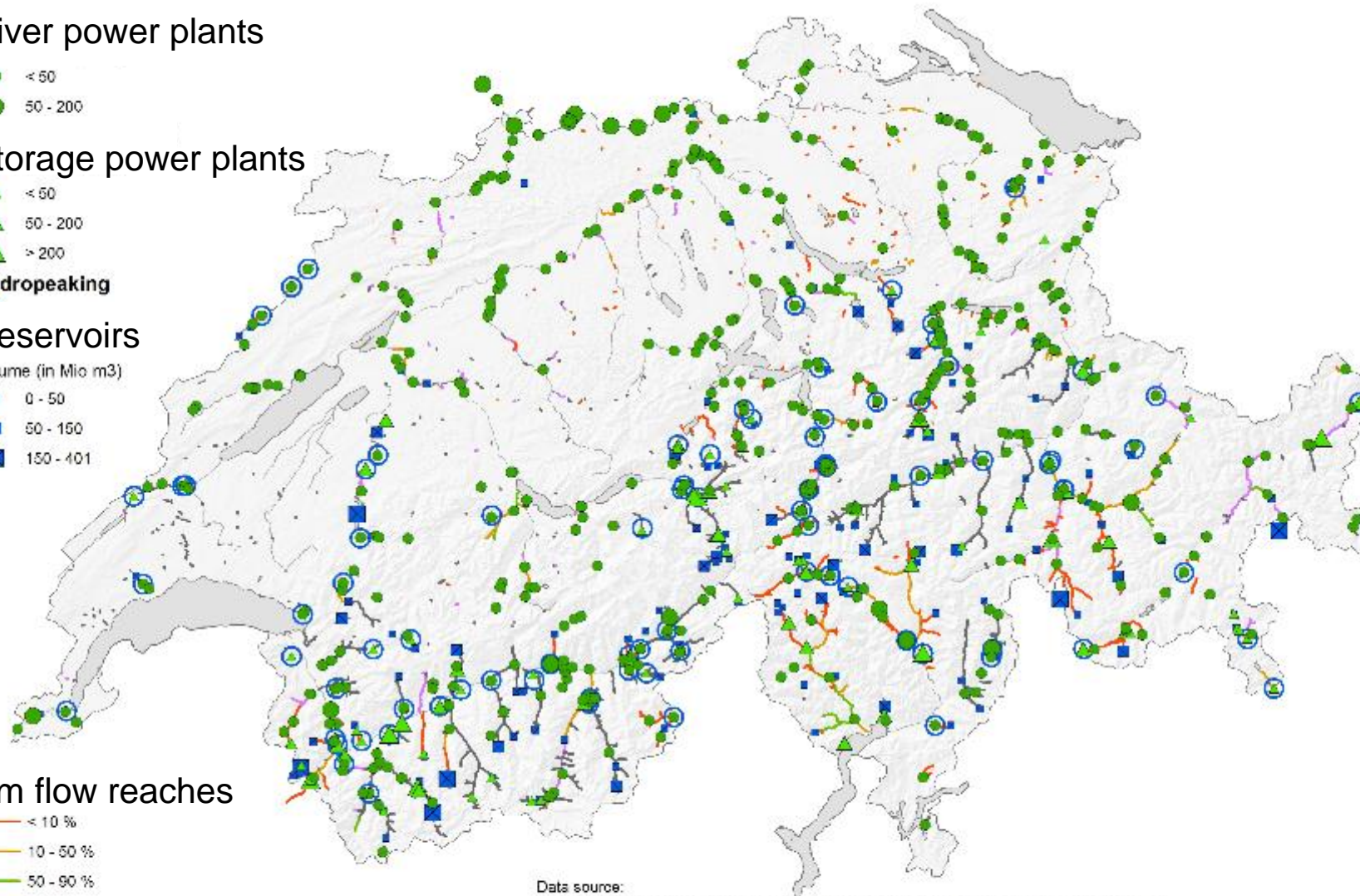
Volume (in Mio m<sup>3</sup>)

- 0 - 50
- 50 - 150
- 150 - 401

## Minimum flow reaches

- < 10 %
- 10 - 50 %
- 50 - 90 %
- > 90 %
- no data

\* Actual residual flow compared to the minimal residual flow according to the Swiss Water Protection Law in Article 31.1



Data source:

Kraftwerke : Statistik der Wasserkraftanlagen (WASTA) 2013- BFE (Bundesamt für Energie)

Restwasseratrecken: Wasserkraftnutzung und Restwasser - Restwasseratrecken und Sanierungsbedarf ©Eawag 2011 /

<http://www.eawag.ch/repository/surf/restwasser/index.html>

Kraftwerkszentralen mit Schwall-Sunk-Betrieb, Grundlagenstudie im Auftrag des BAFU, Linnex AG, Juli 2001.

Stauseen sowie Hintergrund: swisstopo (Art. 30 GeolV) 5704 000 000 / Vector25@2008; Vector2008@2011; DHM25@2003

(reproduziert mit Bewilligung von swisstopo / JA100119)

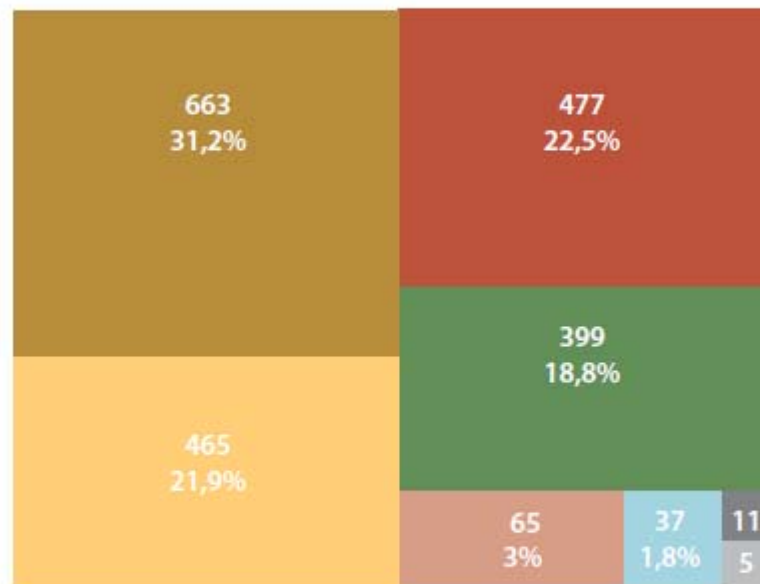


# Intensität der Wassernutzung

## Wasserverbrauch nach Sektoren

in Mio. m<sup>3</sup>/Jahr

2152 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr = 100%



- Fertige Industrie
- Haushalte
- Dienstleistungen
- Landwirtschaft
- Tourismus
- Kühltürme
- Bergbau (0,5%)
- Bau (0,3%)

## Wassernutzung Wasserkraft

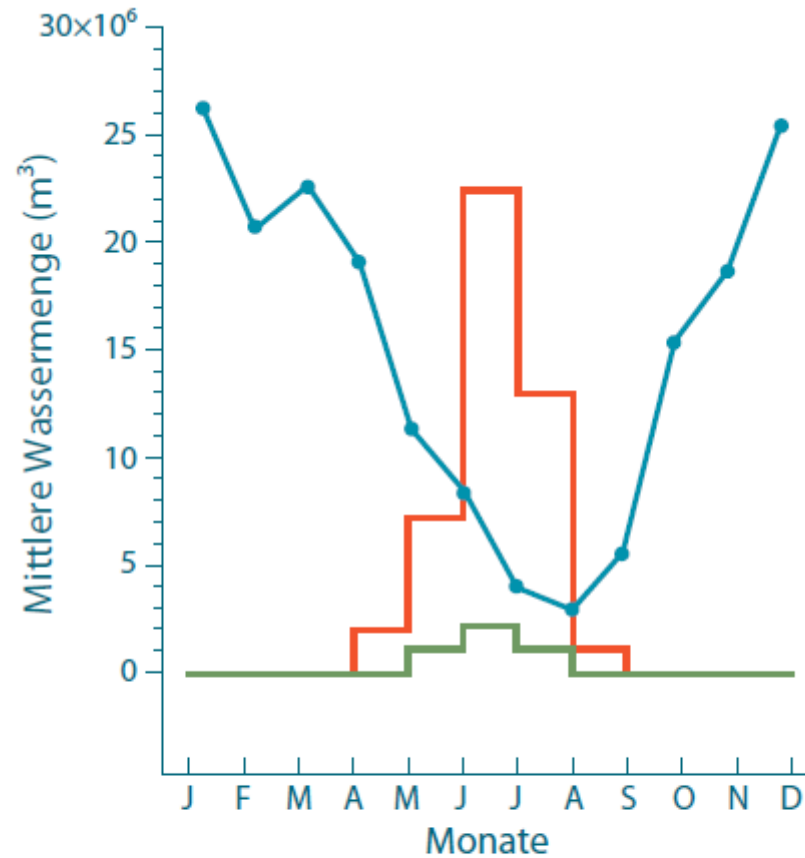
in Mio. m<sup>3</sup>/Jahr

Jährlicher  
Wasserverbrauch

Verbrauch  
für Kühlung



# Wassermangel unter Klimawandel



Potentieller Bedarf

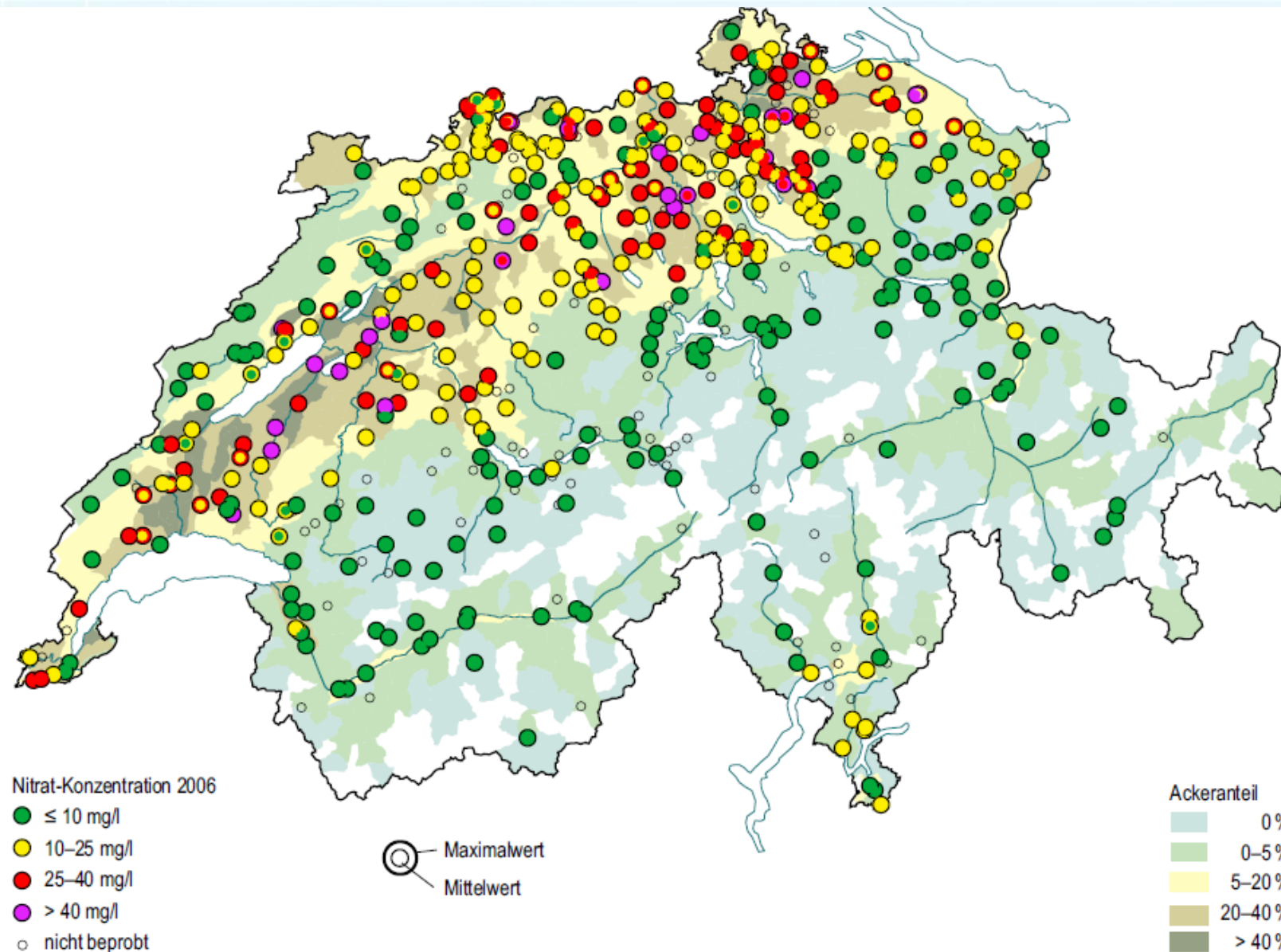
— «Produktivität»    ●— Abfluss  
— «Kompromiss»

# Konfliktfelder - Wasserqualität

Kapitel	Wirkt auf ...				
	Gesellschaftlicher Anspruch	Ökologie Flüsse	Ökologie Seen	Grundwasser	Trinkwasser
B1	Siedlung	1	1	2	3
B2	Industrie/ Gewerbe	4	4	4	4
B3	Landwirtschaft	5	5	5	5
B4	Kühlung/ Wärmeeintrag	6	7	8	8

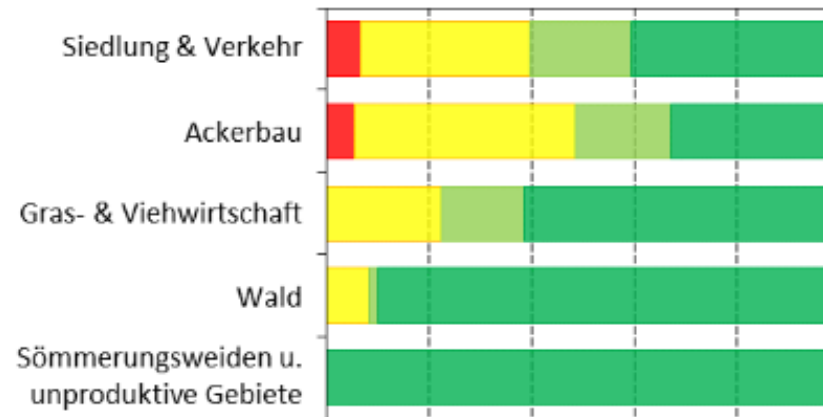
■ Bedeutender Konflikt
 ■ Konflikt

# Grundwasserqualität und Landnutzung

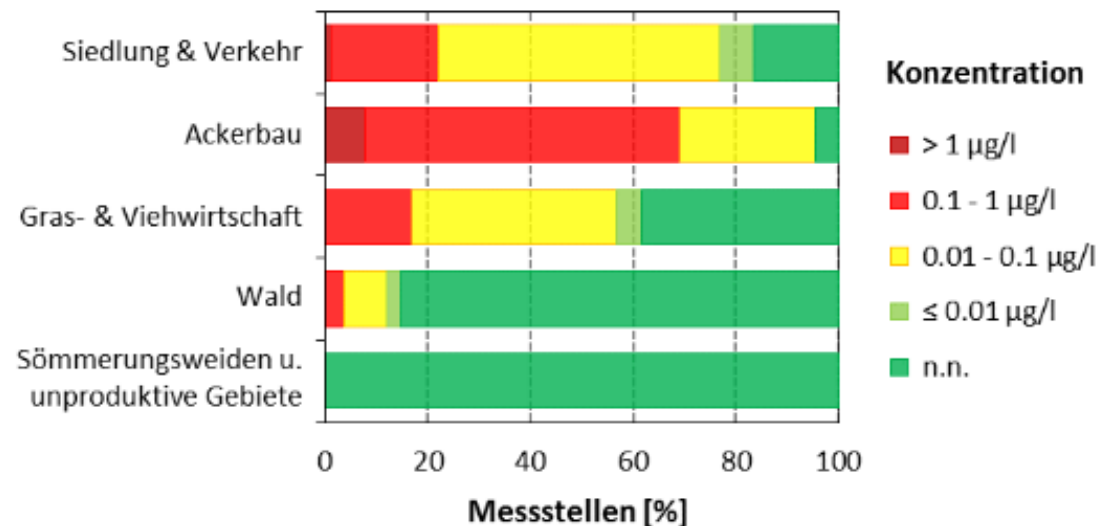


# Grundwasserqualität und Landnutzung

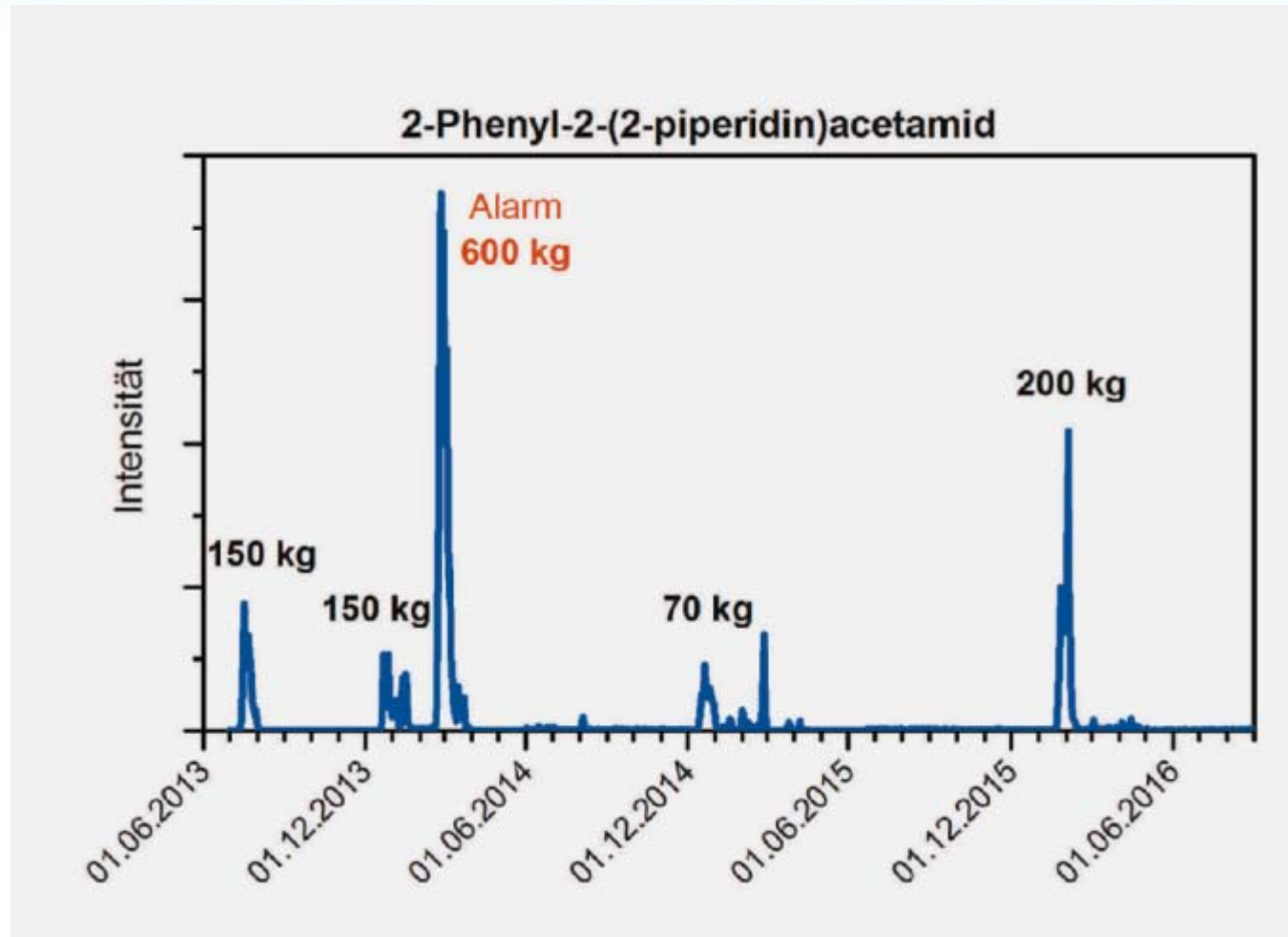
PSM-Wirkstoffe



PSM-Abbauprodukte

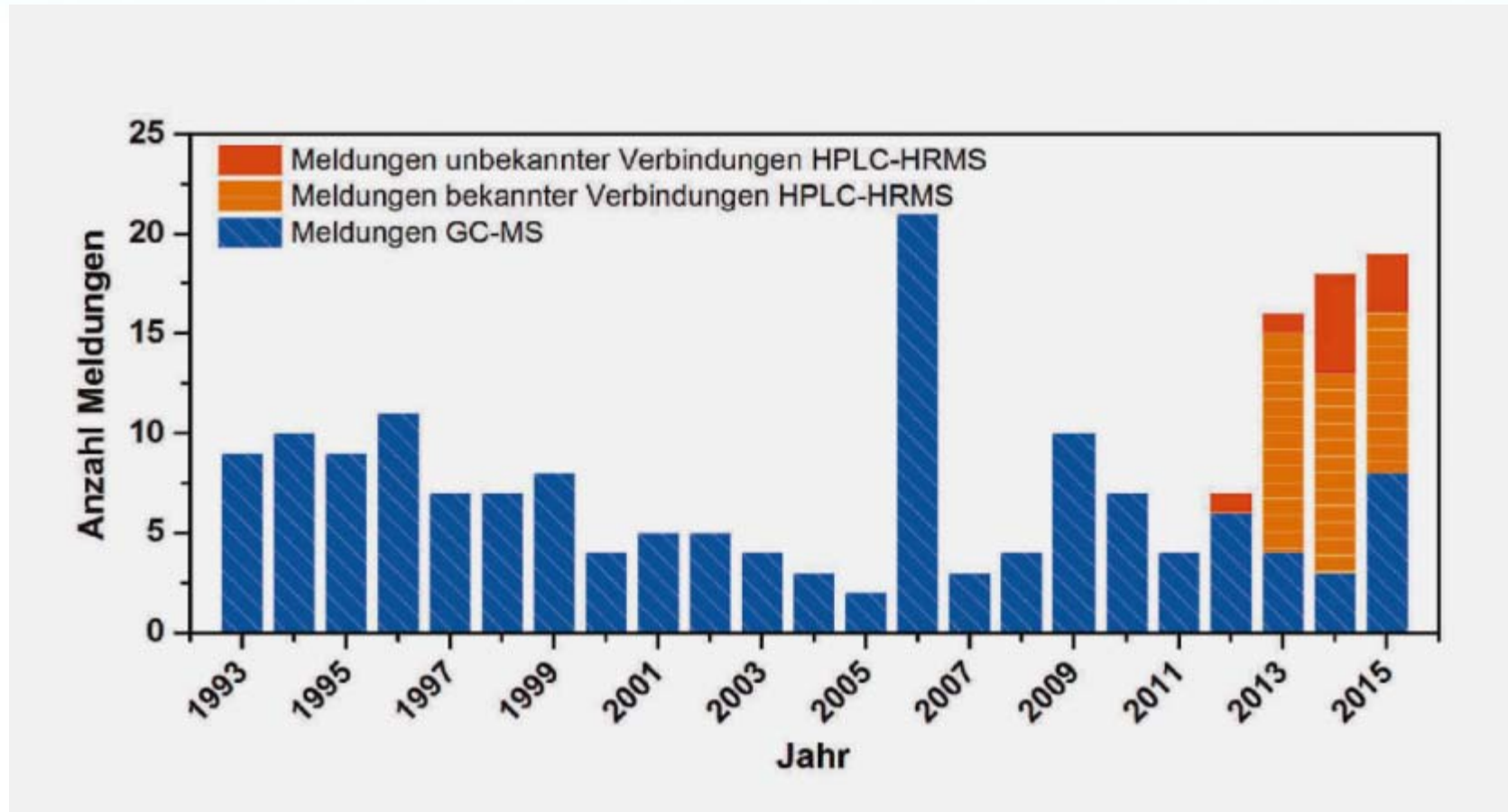


## Stoffe aus der Industrie



Neue analytische Methoden (non-target screening) entdecken Belastungsquellen

# Stoffe aus der Industrie



Prävention zum Trinkwasserschutz: Alarmsystem im Rhein

# Konfliktfelder - Hydromorphologie

Kapitel	Wirkt auf ...				
	Gesellschaftlicher Anspruch	Morphologie	Fischgängigkeit	Geschiebe/Sediment	Temperatur
C1	Wasserkraft	1	2	3	4
C2	Hochwasserschutz <sup>a</sup>	5	6	7	neutral
C3	Landwirtschaft	8	neutral	9	10
C4	Siedlung	11	neutral	neutral	12
C5	Verkehrswege	13	neutral	14	15

■ Bedeutender Konflikt ■ Konflikt



# Dichte der Gewässernutzung

## River power plants

- < 50
- 50 - 200

## Storage power plants

- ▲ < 50
- ▲ 50 - 200
- ▲ > 200

## Hydropeaking

## Reservoirs

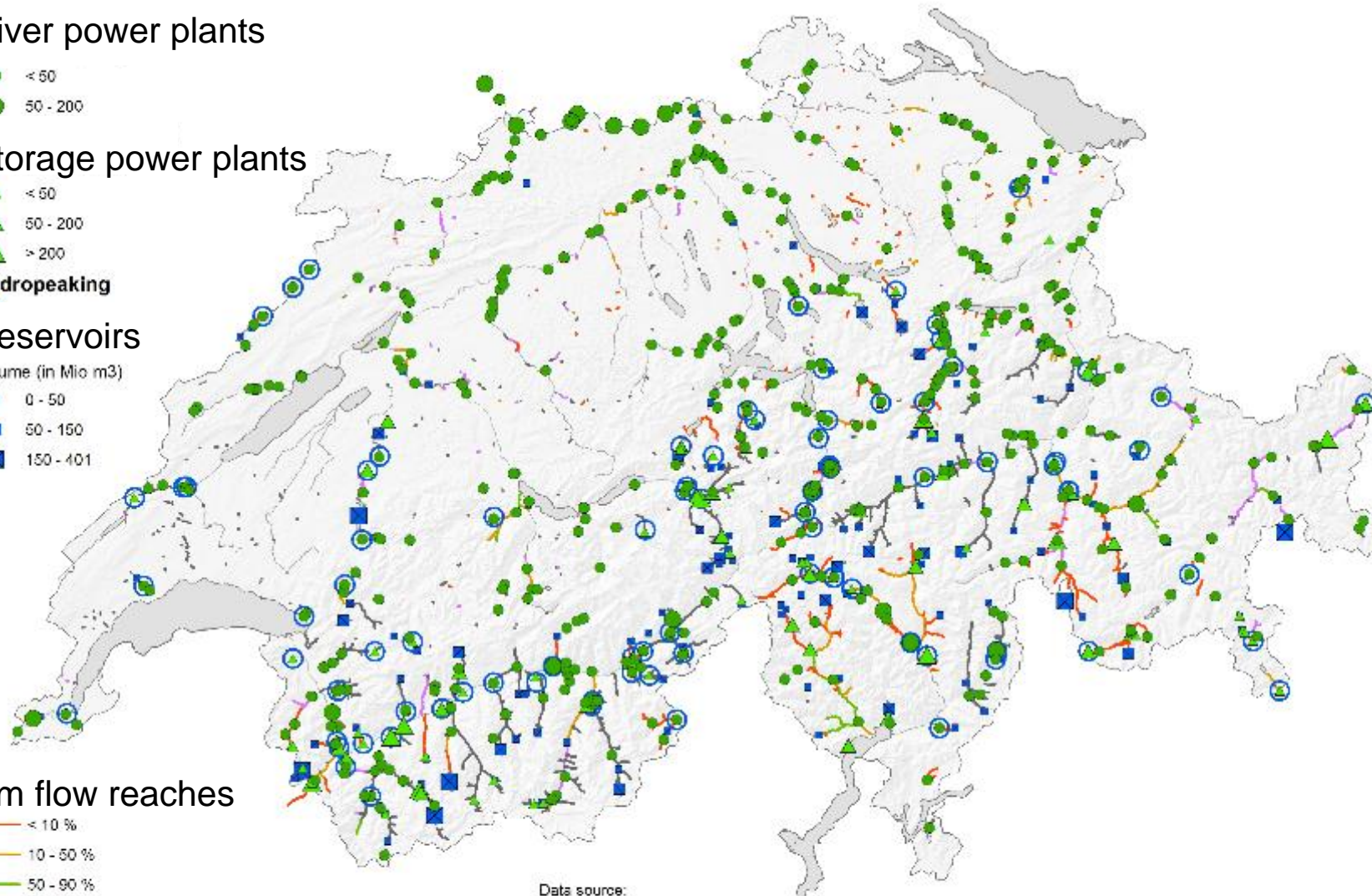
Volume (in Mio m<sup>3</sup>)

- 0 - 50
- 50 - 150
- 150 - 401

## Minimum flow reaches

- < 10 %
- 10 - 50 %
- 50 - 90 %
- > 90 %
- no data

\* Actual residual flow compared to the minimal residual flow according to the Swiss Water Protection Law in Article 31.1



Data source:

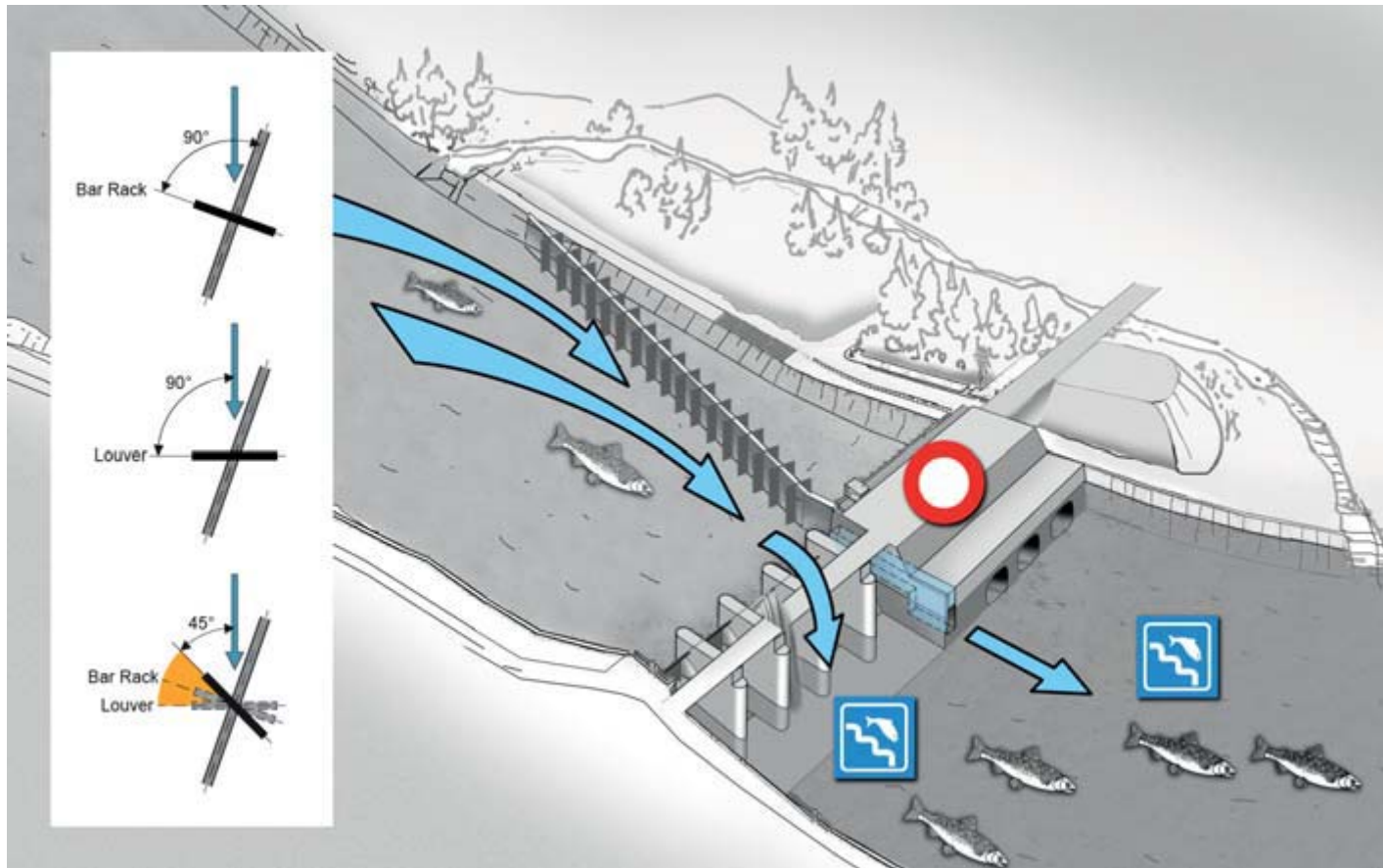
Kraftwerke : Statistik der Wasserkraftanlagen (WASTA) 2013- BFE (Bundesamt für Energie)

Restwasseratrecken: Wasserkraftnutzung und Restwasser - Restwasseratrecken und Sanierungsbedarf ©Eawag 2011 / <http://www.eawag.ch/repository/surf/restwasser/index.html>

Kraftwerkszentralen mit Schwall-Sunk-Betrieb, Grundlagenstudie im Auftrag des BAFU, Linnex AG, Juli 2001.

Stauseen sowie Hintergrund: swisstopo (Art. 30 GeoIV) 5704 000 000 / Vector25@2008; Vector2008@2011; DHM25@2003 (reproduziert mit Bewilligung von swisstopo / JA100119)

# Wasserkraft und Fischabstieg



# Flächenkonflikte



© Niklaus Wächter

# Übersicht Flächennutzungskonflikte

Kapitel	Wirkt auf ...				
	Gesellschaftlicher Anspruch	Trinkwasserversorgung	Siedlung und Verkehrsflächen	Landwirtschaft	Gewässerschutz
D1	Trinkwasserversorgung		1/2	3	4
D2	Siedlung und Verkehrsflächen	5			6
D3	Landwirtschaft	7			8
D4	Gewässerschutz	9	10	11	

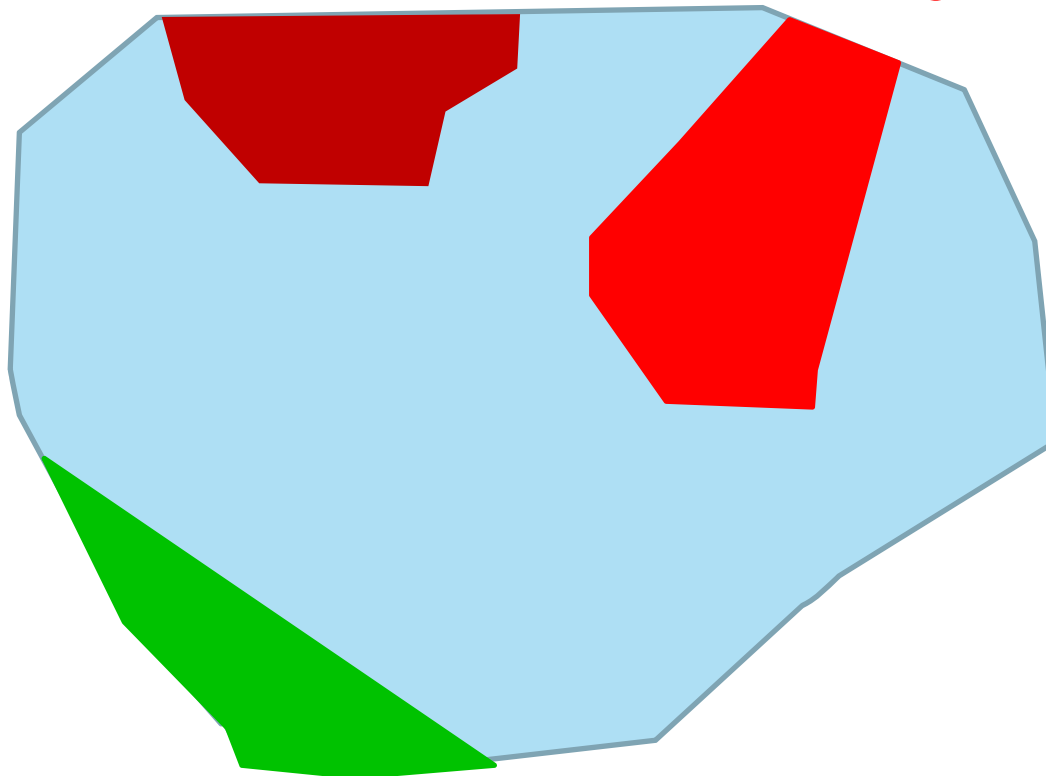
■ Bedeutender Konflikt   
 ■ Konflikt   
 ■ Synergie und Konflikt  
■ Flächenkonkurrenz ohne Wasser aspekt

- Als bedeutende Konflikte sind solche Situationen gekennzeichnet, die längere Fließstrecken oder grosse Wassermengen betreffen oder andere Interessen weitverbreitet stark beeinträchtigen.
- Konflikte bzw. Konkurrenzen sind in der Regel lokal oder regional bzw. saisonal, verstärkt bei Trockenheit und hohen Temperaturen.

# Flächenkonflikte

Siedlungsentwicklung

Thermische  
Nutzung



Revitalisierung

Konflikte wegen sich ausschliessenden Nutzungen:

- Trinkwassergewinnung
- Thermale Nutzung
- Siedlungsentwicklung
- Revitalisierung
- etc.

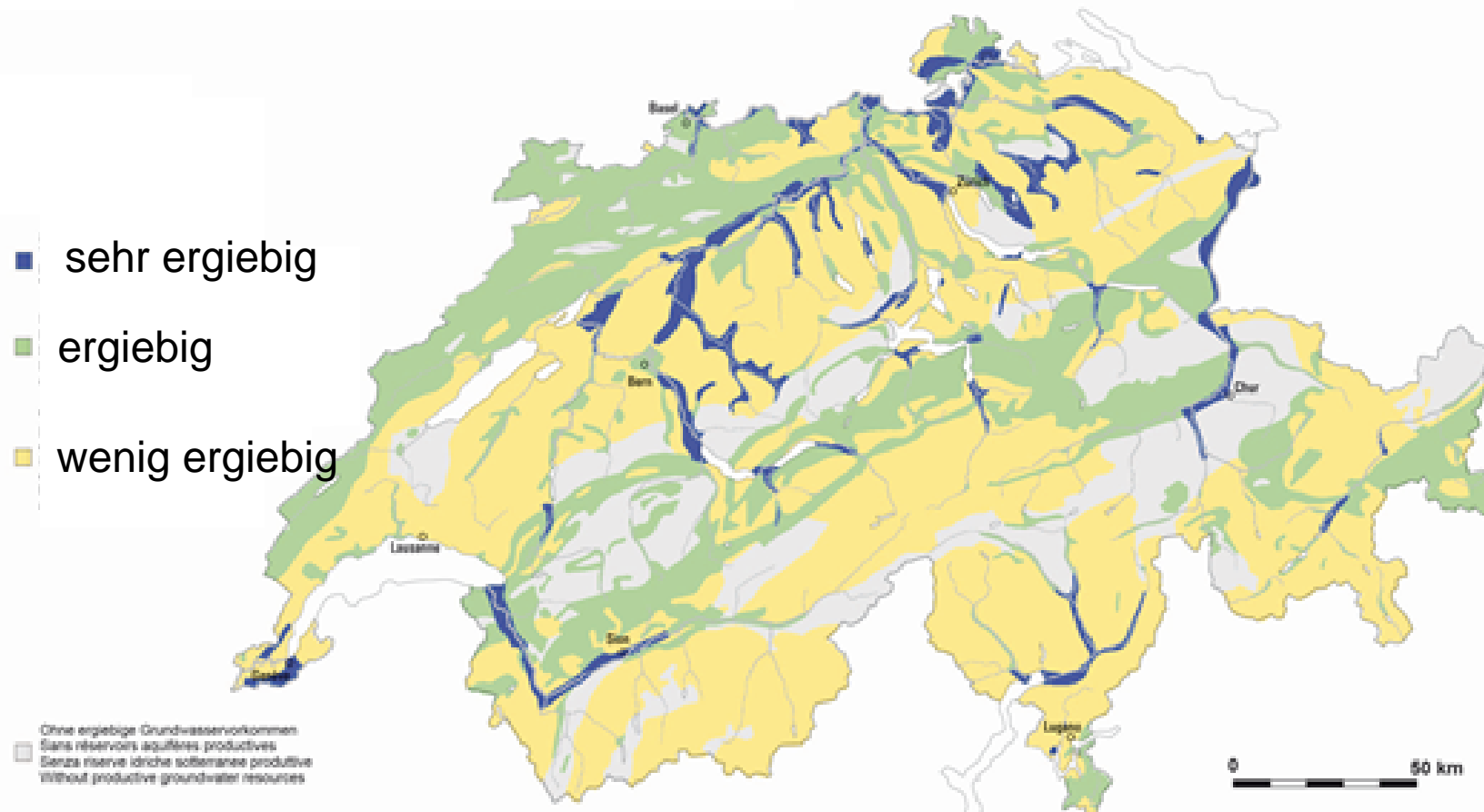
# Beispiel Grundwasser

## Ergiebigkeit

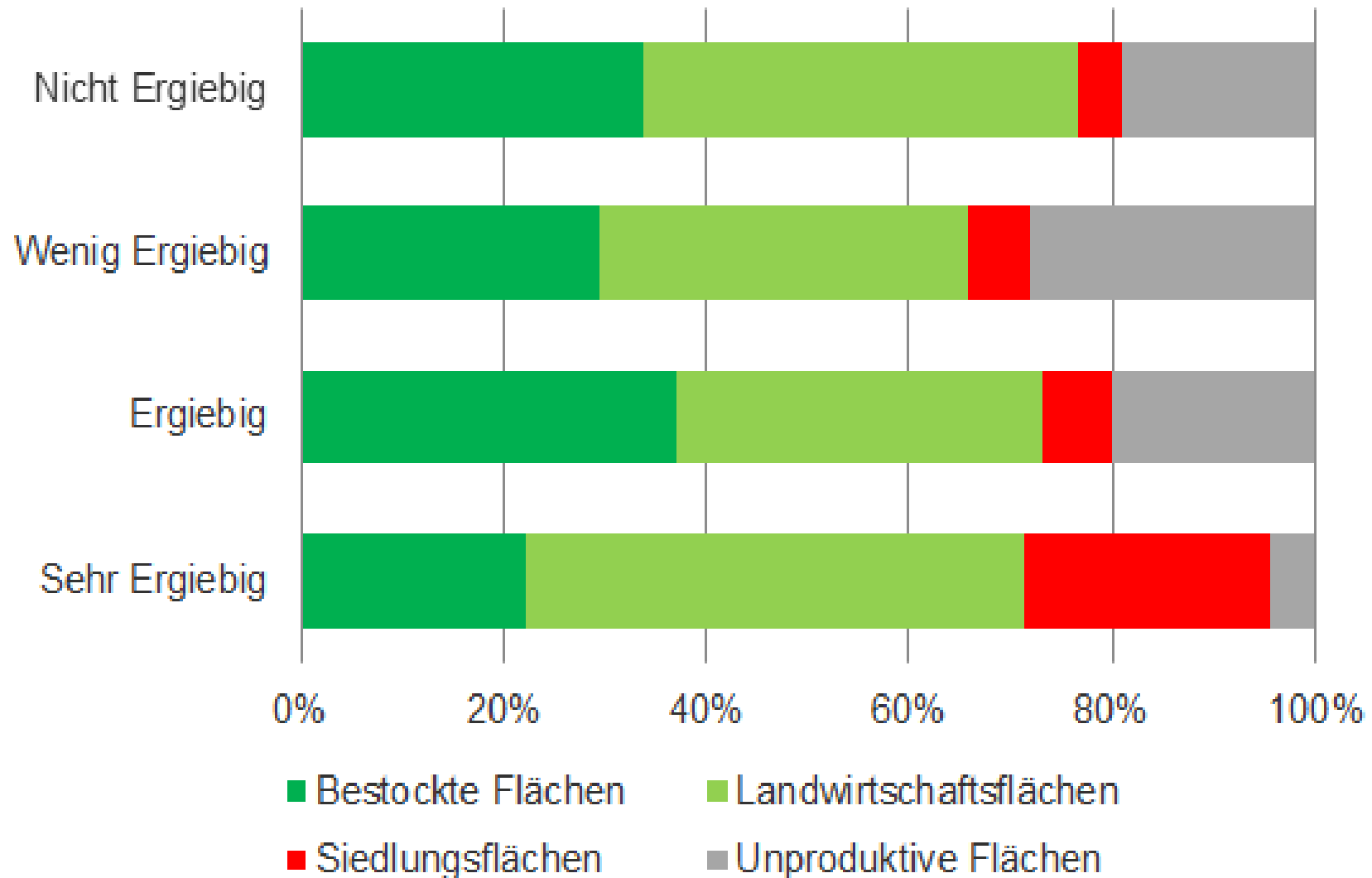


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation

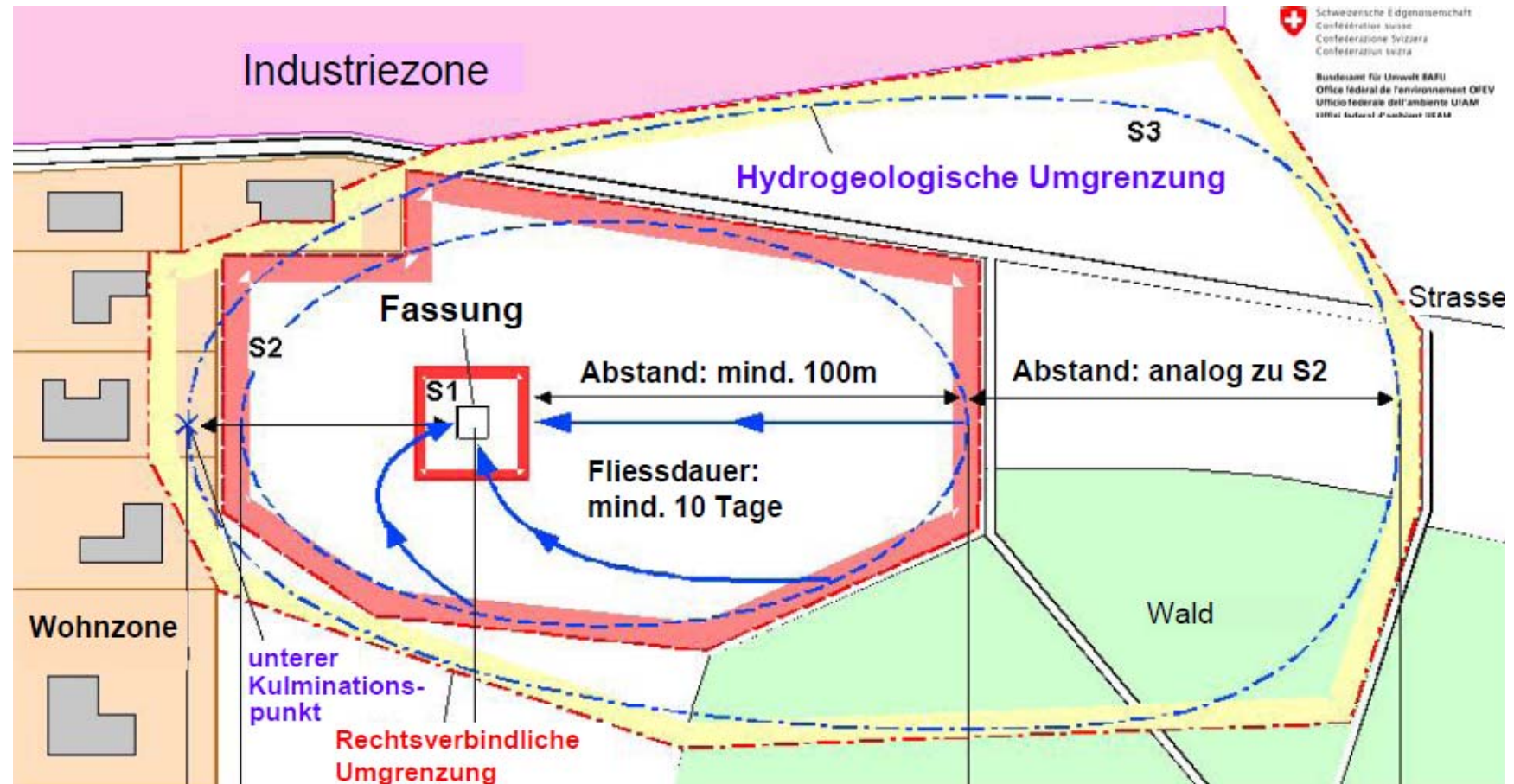
Bundesamt für Umwelt BAFU  
Office fédéral de l'environnement OFEV  
Ufficio federale dell'ambiente UFAM  
Ufficio federal d'ambient UFAM  
Federal Office for the Environment FOEM



# Grundwasser und Landnutzung



# Trinkwasserschutz und Landwirtschaft





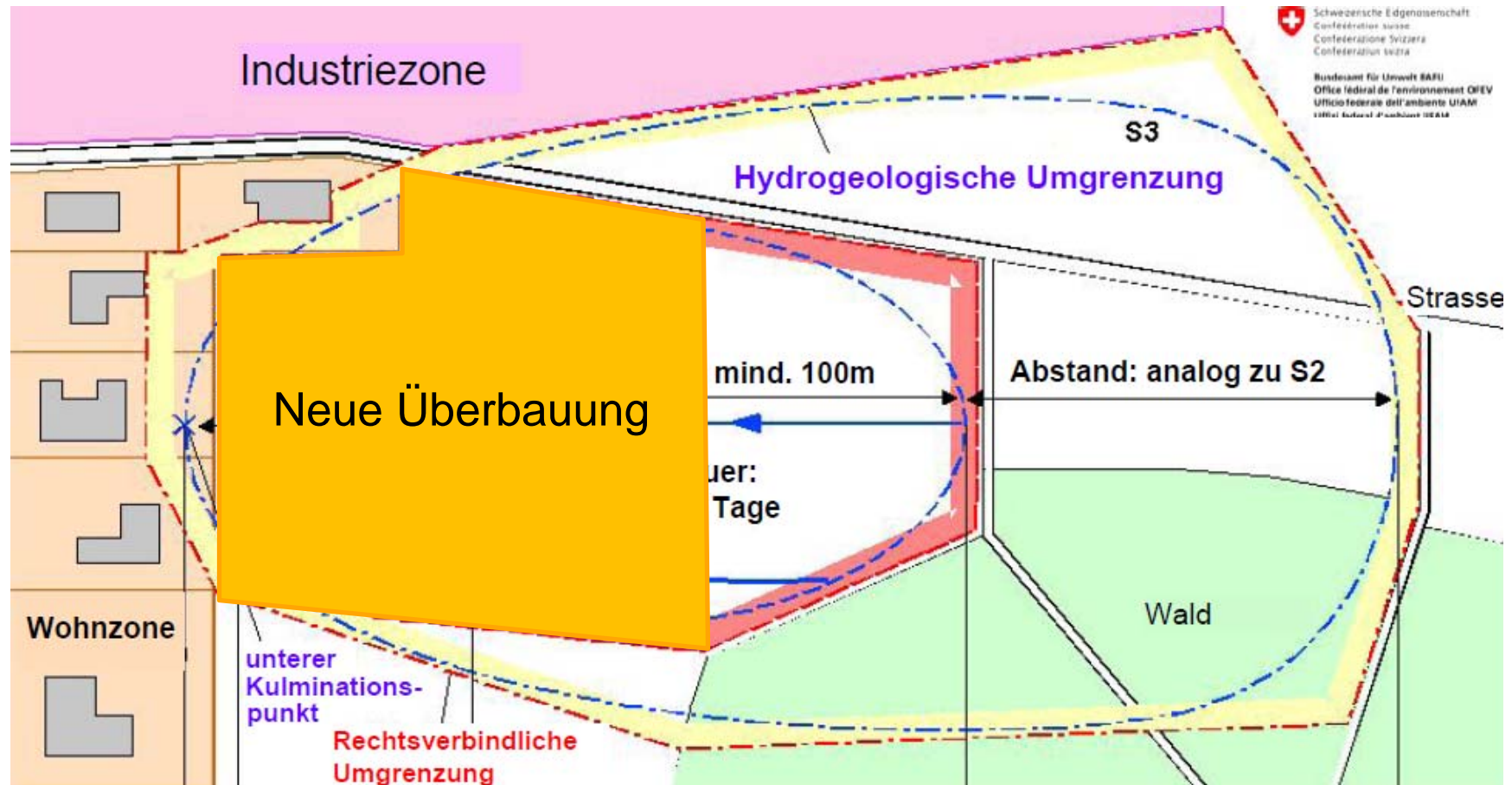
# Trinkwasserschutz und Landwirtschaft

**Tab. 1 > Spezifische Verbote und Einschränkungen bei der Verwendung verschiedener Dünger sowie von Rückständen aus kleinen Abwasserreinigungsanlagen und Abwassergruben**

*Erklärung der Abkürzungen vgl. Einleitung.*

Düngerart	üB	A <sub>U</sub> /A <sub>0</sub>	S3	S2	S1	Areal
Verwendung von Mineraldüngern <sup>1</sup>	+	+	+	+	-	+
Verwendung flüssiger Hof- und Recyclingdünger <sup>1</sup>	+	+	+	- <sup>2</sup>	-	+
Verwendung von Mist <sup>1</sup>	+	+	+	+	-	+
Verwendung fester Recyclingdünger (inkl. Kompost) <sup>1, 3</sup>	+	+	+	+	-	+
Verwendung von Rückständen aus kleinen ARA und Abwassergruben <sup>4</sup>	b	b	-	-	-	b

# Trinkwasserschutz und Siedlung



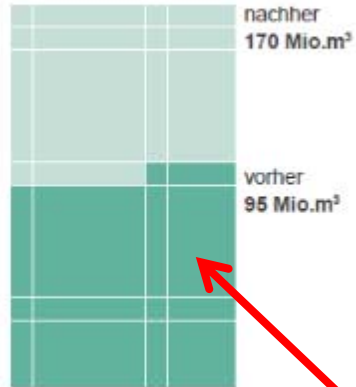
# Siedlungswachstum und Trinkwasser

Aufgabe von Trinkwasserfassungen wegen Siedlungsausdehnung

Einwohnerzahl 2012	Zeitpunkt der Schliessung	Bevölkerungswachstum 2002-2012 (%) <sup>a,b</sup>	Trinkwassergewinnung 2012 (in 1000 m <sup>3</sup> ) <sup>c,d</sup>	Anteil an Wasserversorgung	Kanton
ca. 3'000	1990	-	k. A.	3 %	Freiburg
ca. 25'000	1999	+ 12.5	ca. 2'600	10 %	Zürich
ca. 14'000	2005	+ 30.4	ca. 1'400	5-10 %	Bern
ca. 31'000	2007	+ 16.9	ca. 5'400	4.3 %	Wallis
ca. 11'000	2008	+11.5	ca. 1'300	6 %	Aargau
ca. 6'000	2008	-	k. A.	15 %	Zürich
ca. 6'000	2009/11	-	k. A.	5 %	St. Gallen
ca. 12'000	2010	-	k. A.	4.4 %	Zürich
ca. 4'600	2010	-	k. A.	3 %	Bern
ca. 18'000	2011	+ 18.2	ca. 9'800	1 %	Waadt
ca. 4'800	2011	-	k. A.	12 %	Aargau
ca. 12'000	2012	+ 15.3	ca. 1'400	60 %	Aargau
ca. 10'000	2012	+ 13.8	ca. 1'600	50 %	Thurgau
ca. 33'000	2013/14	+ 6.9	ca. 4'700	25 %	Graubünden

# Konflikte um Wasser und Fläche

## Grimsensee Nutzinhalt



?

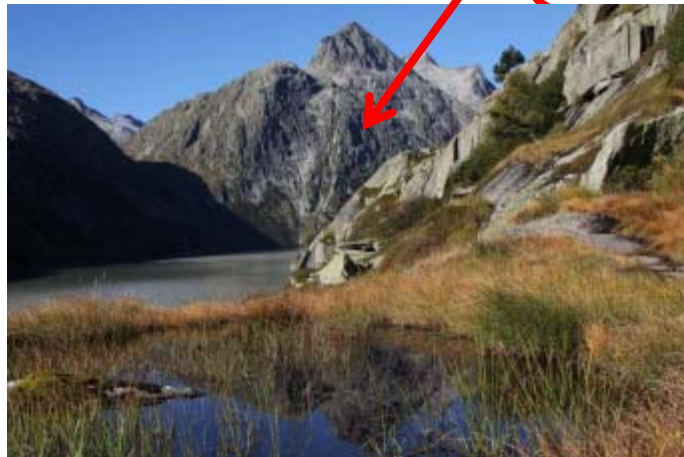
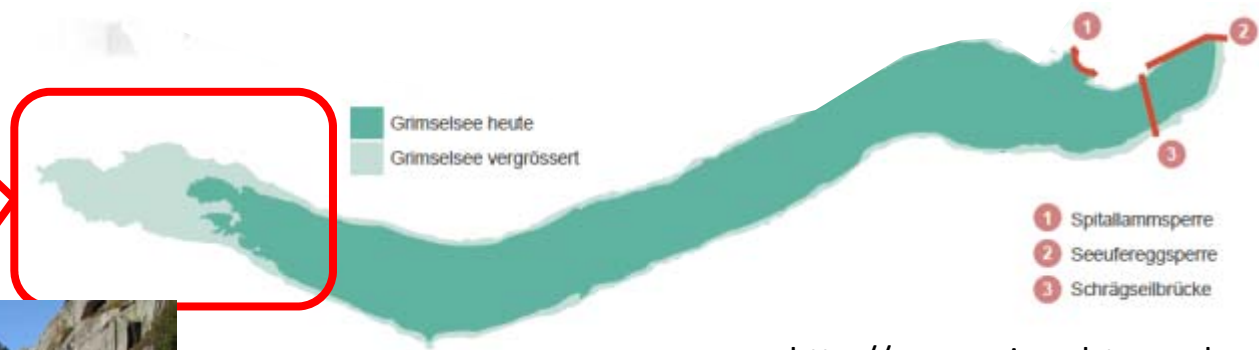


Bild: Grimselverein

<http://www.grimselstrom.ch>

# Gewässerschutz und Trinkwasser



Zustand der Gürbe vor den Renaturierungsmassnahmen. Blick entgegen Fließrichtung.  
(Bild A. Fahrni)

# Gewässerschutz und Trinkwasser



Aufgeweitete und renaturierte Gürbe mit Niederwasserrinne und abgeflachten, variierenden Böschungsneigungen. Blick in Fließrichtung. (Bild M. Zahno)

# Revitalisierung und Grundwasserschutz

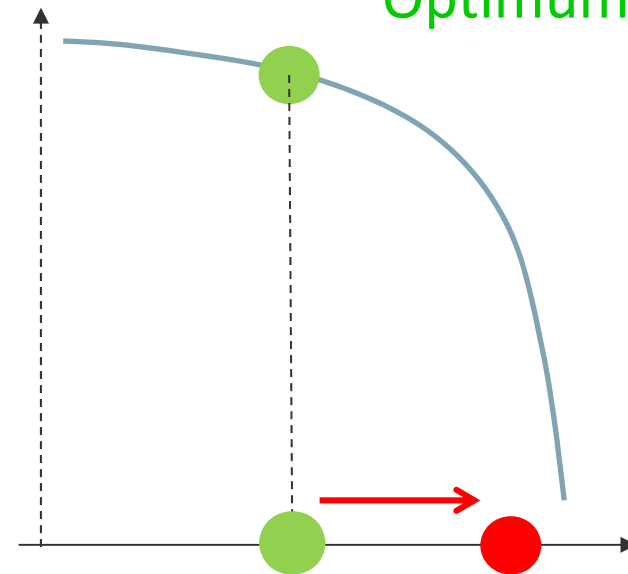
	üB	Au	Zu <sup>1</sup>	Areal	S3 <sup>3</sup>	S2	S1
Fliessgewässer-Revitalisierung inkl. Uferanrisse und andere Rückbaumassnahmen, Unterlassung von Unterhaltsarbeiten sowie Erstellung von Giessen und anderen aquatischen Habitaten; Umgestaltung von stillgelegten Kiesgruben zu Biotopen	+	b		- <sup>2</sup>	b	-	-

# Lösungsansätze

1. Vorbeugen:
  - Bestehende Rechtsgrundlagen nutzen (z.B. Raumplanung)
  - Zukunftsgerichtete Rechtsgrundlagen schaffen (z.B. Nutzung Tiefengrundwasser)

Zielerreichung  
Nutzung  $B$   
(zukünftig)

Gesellschaftliches  
Optimum



Zielerreichung  
Nutzung  $A$  (aktuell):  
Übernutzung vermeiden



## Beispiel: Nutzungsplanung



# Lösungsansätze

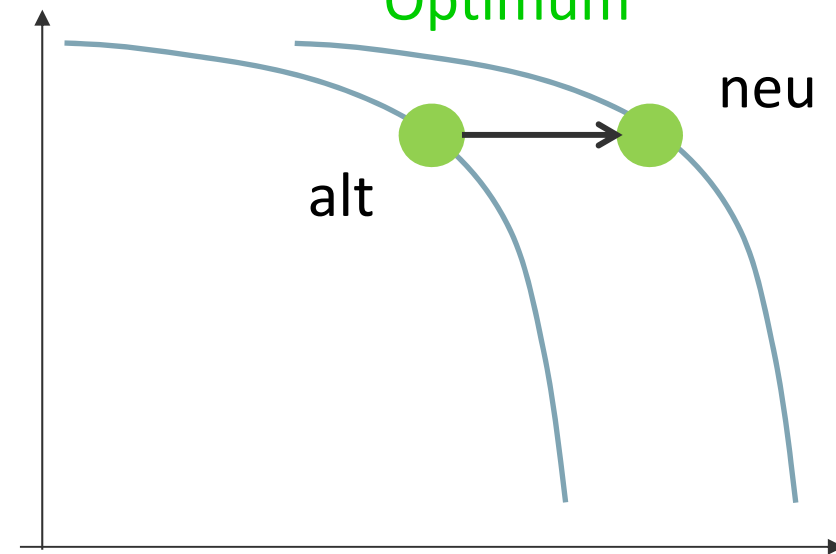
## 2. Vermeiden von Konflikten (I):

→ Effizienzsteigerung

- Best practices
- Technische Lösungen
- Räumliche und zeitliche Koordination von Nutzungen

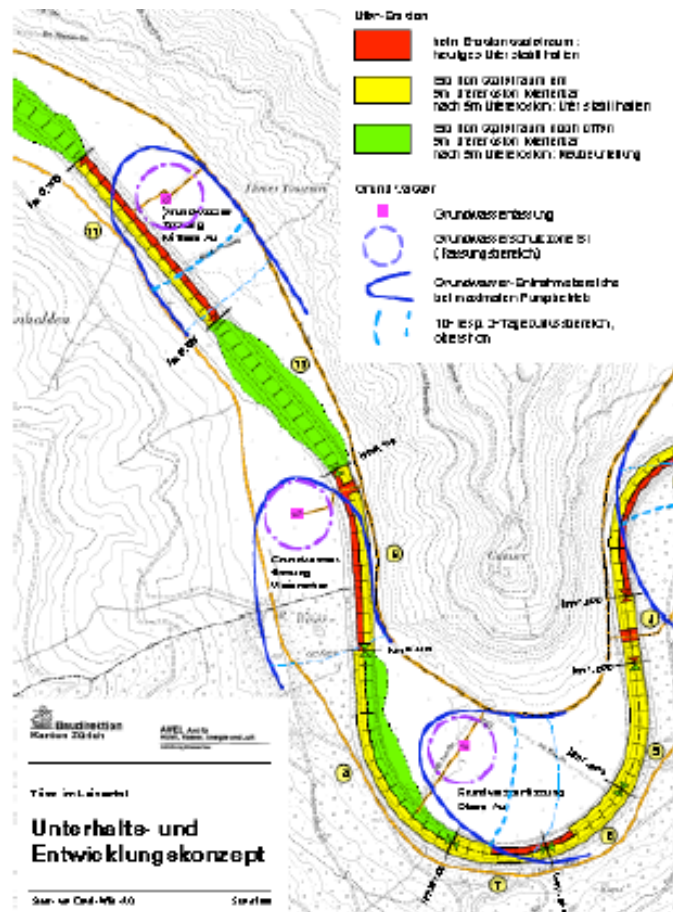
Zielerreichung  
Nutzung B

Gesellschaftliches  
Optimum



Zielerreichung  
Nutzung A

# Lösungsbeispiel: Linsental



## Pragmatischer Ansatz:

- Mittels Färbversuchen Entnahmebereiche ermittelt
- «Rote», «gelbe» und «grüne» Zonen definiert
- Kein Betrieb während Bauarbeiten
- Monitoring nach Abschluss der Aufwertung

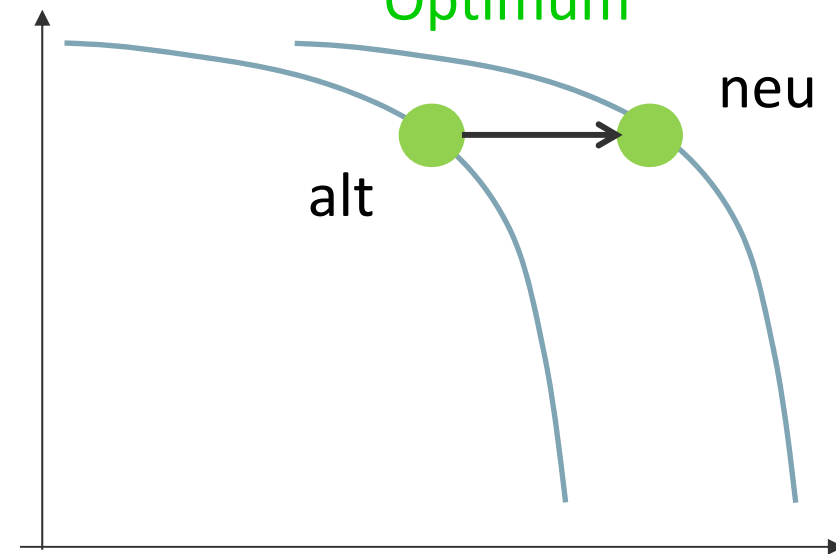
# Lösungsansätze

2. Vermeiden von Konflikten (II):  
→ Suffizienz



Zielerreichung  
Nutzung B

Gesellschaftliches  
Optimum



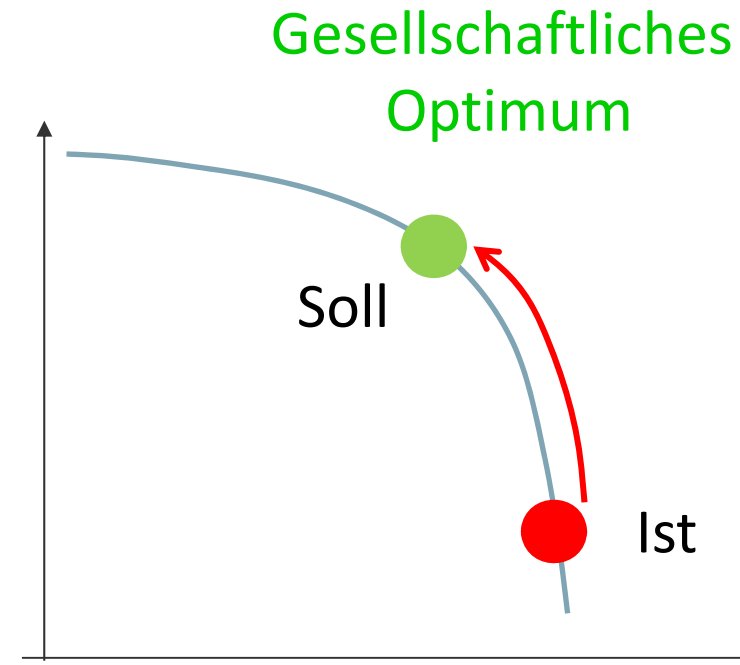
Zielerreichung  
Nutzung A

## Lösungsansätze

### 3. Verhandeln von Konflikten

- Einbezug aller relevanten Akteure
- Transparente Formulierung der Ziele
- Transparente und konsistente Beschreibung der Tatbestände
- Transparenz bei Wertungen
- Transparenz bei erwarteter Zielerreichung

Zielerreichung  
Nutzung  $B$

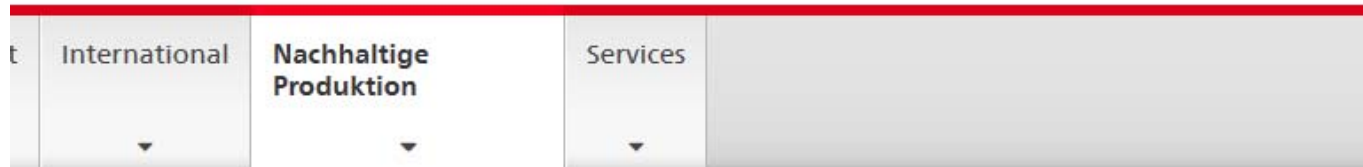


Zielerreichung  
Nutzung  $A$

# Umgang mit Zielkonflikten

► BLW

Bundesamt für Landwirtschaft BLW

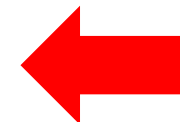


zenschutz > Pflanzenschutzmittel > Bewilligungsverfahren

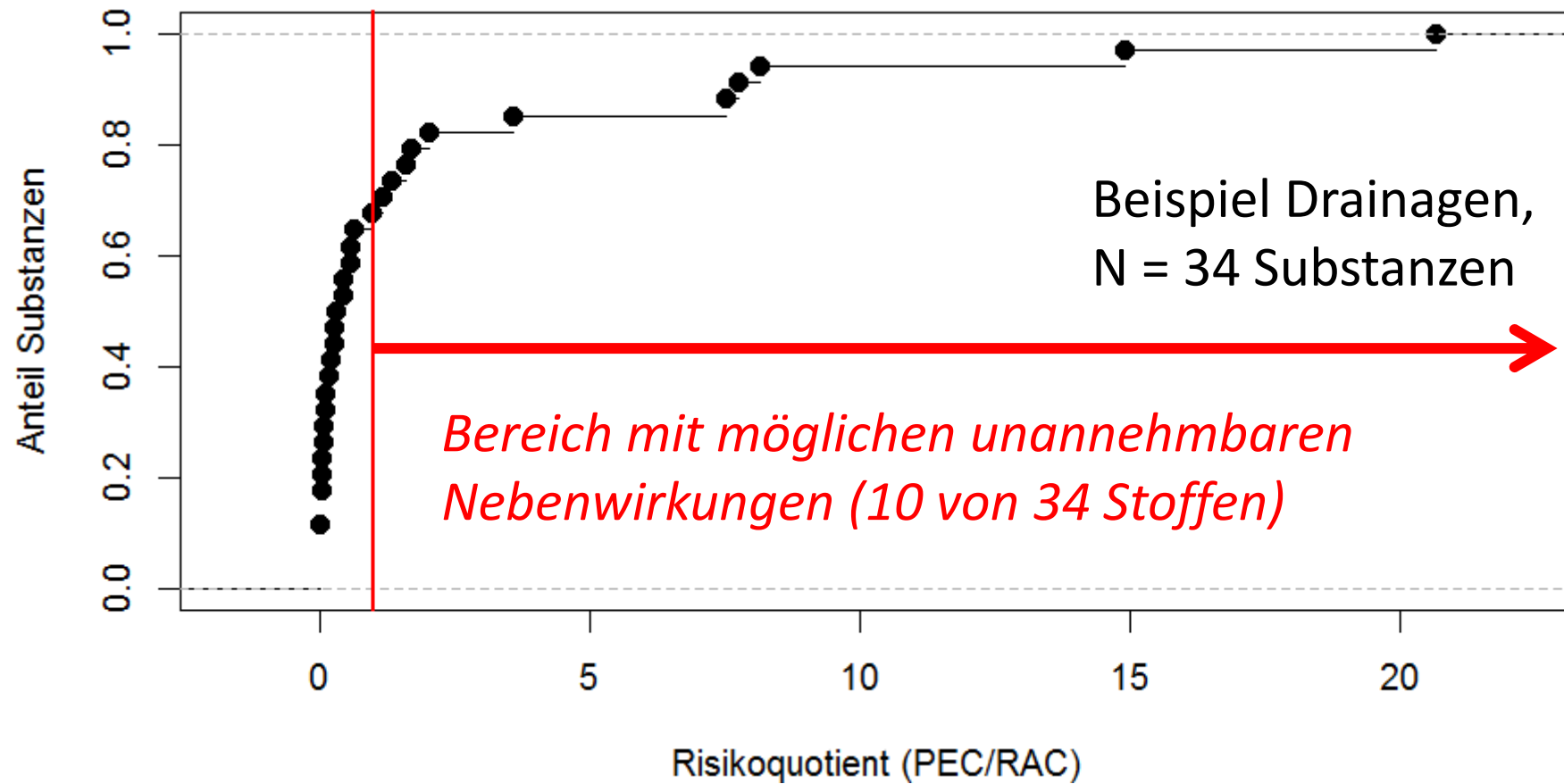
## Bewilligungsverfahren



Bevor ein Pflanzenschutzmittel verwendet werden darf, muss es zugelassen werden. In einem umfassenden Zulassungsverfahren werden neben der Wirksamkeit auch die Risiken von PSM in Bezug auf Mensch, Tier und die Umwelt überprüft. Erst wenn sichergestellt ist, dass PSM bei vorschriftgemäsem Umgang keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt haben, werden sie zugelassen und dürfen in Verkehr gebracht werden.



# Umgang mit Zielkonflikten



Daten: Fulda et al., 2015, BLW, 2016, BLW/Kassensturz (9.6.2017)

## Umgang mit Zielkonflikten

Ohne transparente und konsistente Beschreibung der Tatbestände

→ Fehlallokation von Ressourcen, da falsche Probleme gelöst werden!

Bsp. Pestizidproblematik:

- Fehlverhalten Einzelbauer → Massnahmen zielen auf Einzelpersonen
- Generelle Umsetzungsproblem → Massnahmen im allgemeinen Vollzug
- Probleme bei Zulassung → systematische Verbesserungen nötig





**Danke für die  
Aufmerksamkeit!**