

# LARSIM Anwendertreffen 2013

## **Vorstudie zu einer möglichen Erweiterung der Trinkwassertalsperre Esch/Sauer**

**Noémie Patz und Ingo Haag**

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH

**Brigitte Lambert**

Administration de la Gestion de l'Eau, Luxembourg

# Fragestellung

## Ziel:

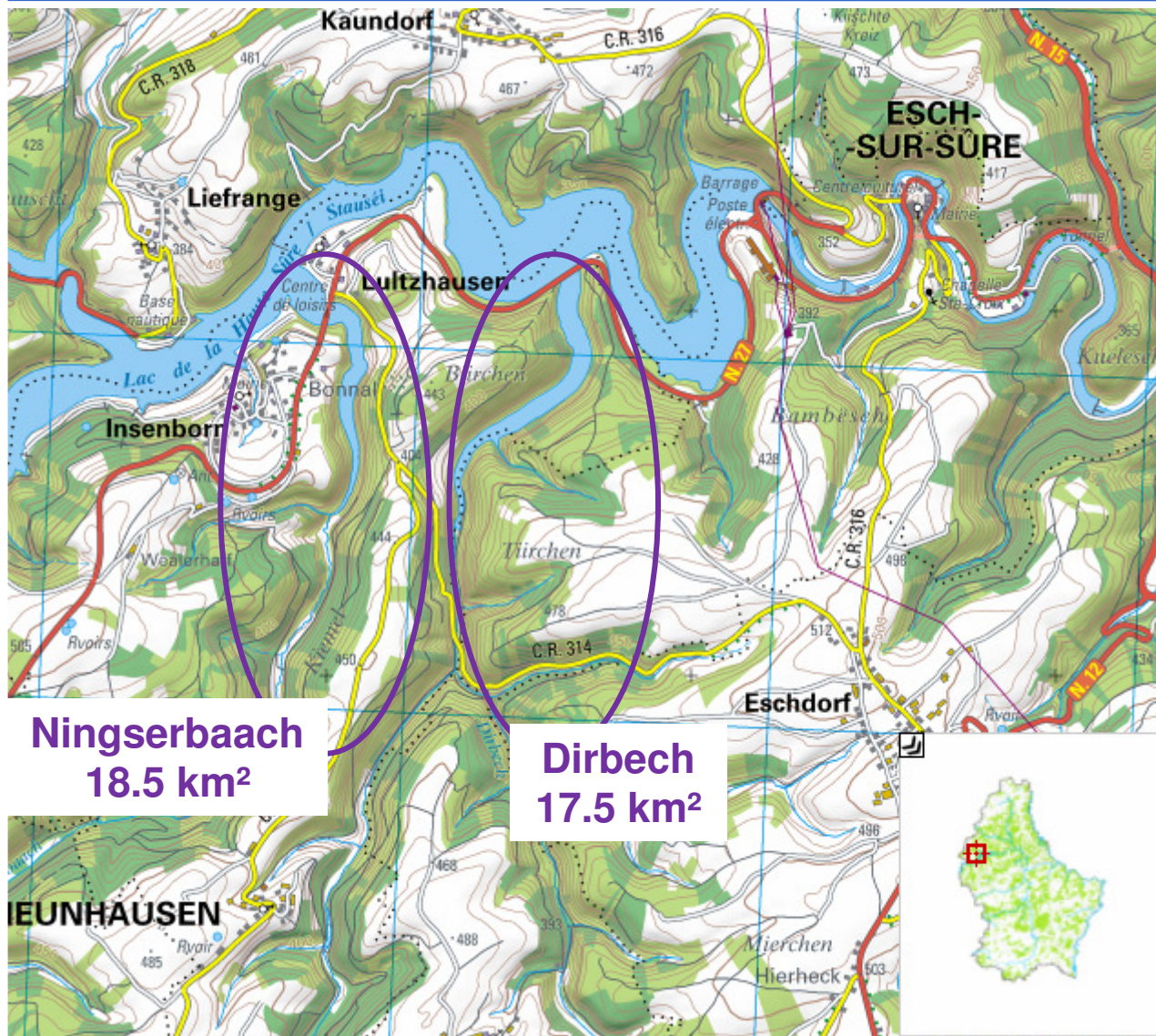
•Vorstudie zur Abschätzung der Machbarkeit einer als Notreserve für die Talsperre Esch/Sauer vorgesehenen Trinkwassertalsperre am Dirbech oder am Ningserbach auf Grundlage von verfügbaren Informationen und Literaturwerten

## Fragen:

Abschätzung der Machbarkeit unter Verwendung von LARSIM

- hinsichtlich Aspekte der Wassermenge (Versorgungssicherheit bei bestimmten Trinkwasserentnahmeraten)
- hinsichtlich Aspekte der Wasserqualität auf Grundlage der Wassermenge (Temperaturschichtung, Trophie und Verlandung)

# Ausgangslage



Ningserbach und Dirbech als Notreserve:

- wichtige südliche Zuflüsse zur Talsperre Esch/Sauer
- In der bestehenden Wasserschutzzone
- Wasseraufbereitungsanlage verfügbar

<http://eau.geoportail.lu>

# Ausgangslage

## Informationen:

### Hydrologie

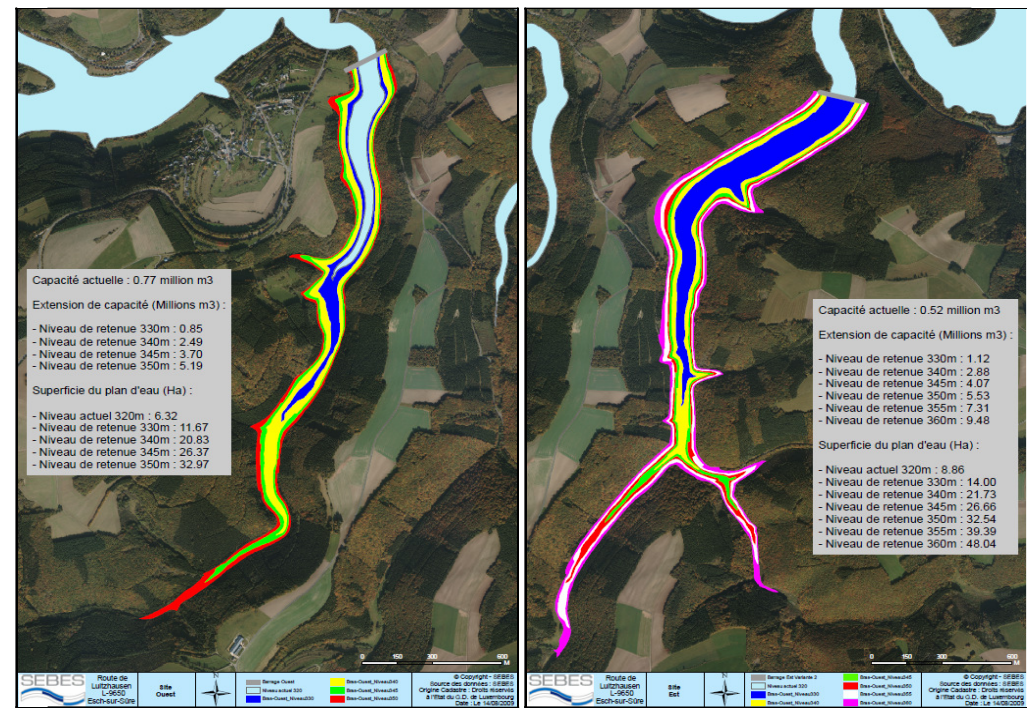
- LARSIM als Rastermodell 1x1 km<sup>2</sup>, Stundenwertbasis
- Meteorologische Daten für 14 Jahre (InterMet, Stationsdaten)
- keine Abflussdaten an den Zuflüssen!

### Bauwerk

- Wasserstand-Volumen-Beziehung
- Lage der Talsperren

### Wassergüte

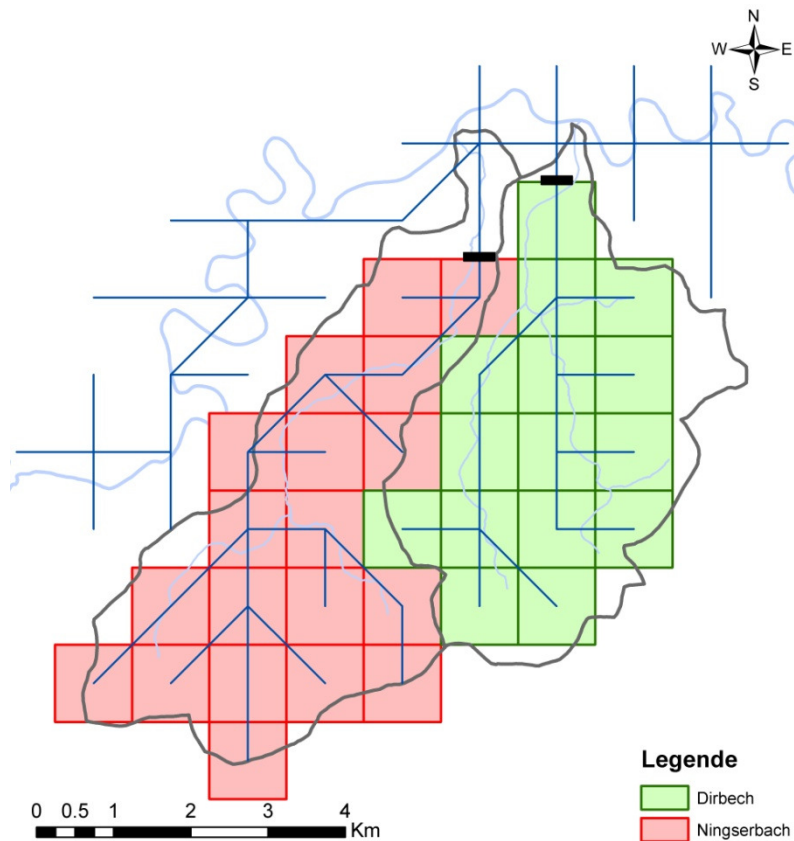
- Hydrochemische Messungen (Temperatur, Phosphor, Sauerstoff, Gelöstes org. Material etc.)



# Ausgangslage

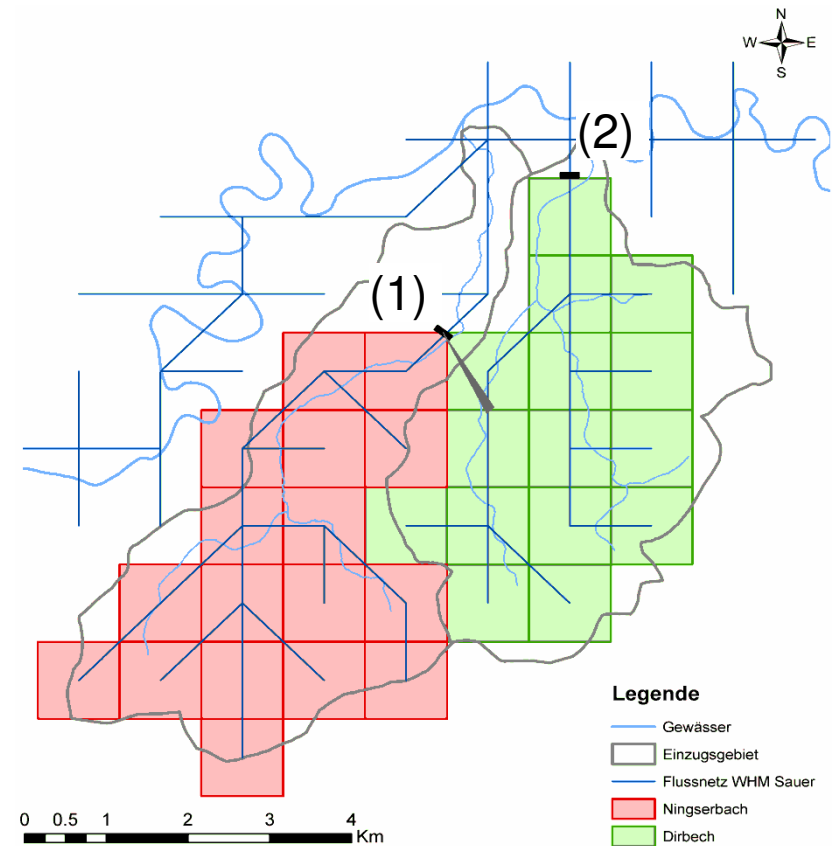
## Variante 1:

Ein EZG ca. 18 km<sup>2</sup>, TS ca. 40 m (30 m ü. W.), ca. 5,00 Mio. m<sup>3</sup>



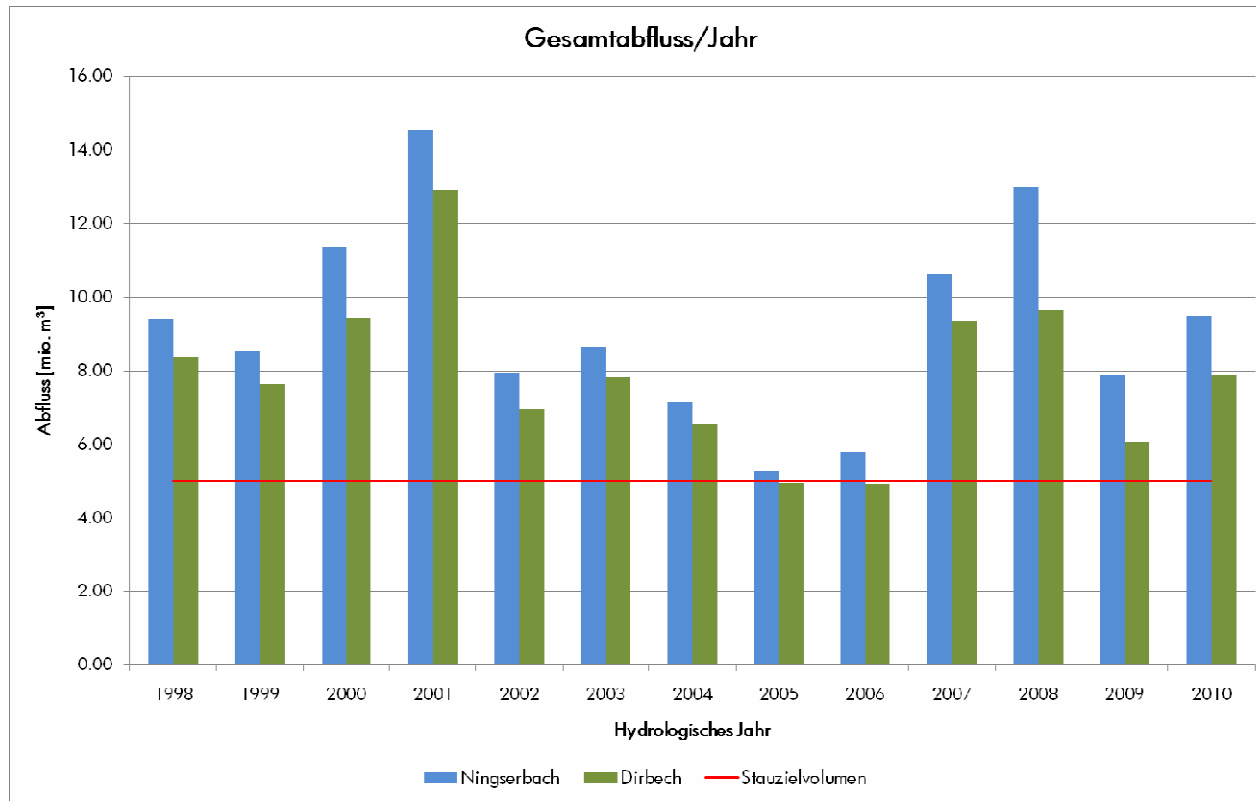
## Variante 2:

Zwei EZG mit Überleitung ca. 33 km<sup>2</sup>  
(1) ca. 8 m, ca. 0,23 Mio. m<sup>3</sup>  
(2) ca. 50 m, ca. 6,00 Mio. m<sup>3</sup>



# Wassermenge

## LARSIM-gestützte Abschätzung des Gebietsabflusses:



### Variante 1

mittlerer jährlicher Abfluss:

7.9 Mio. m<sup>3</sup> Dirbech

9.2 Mio. m<sup>3</sup> Ningserbach

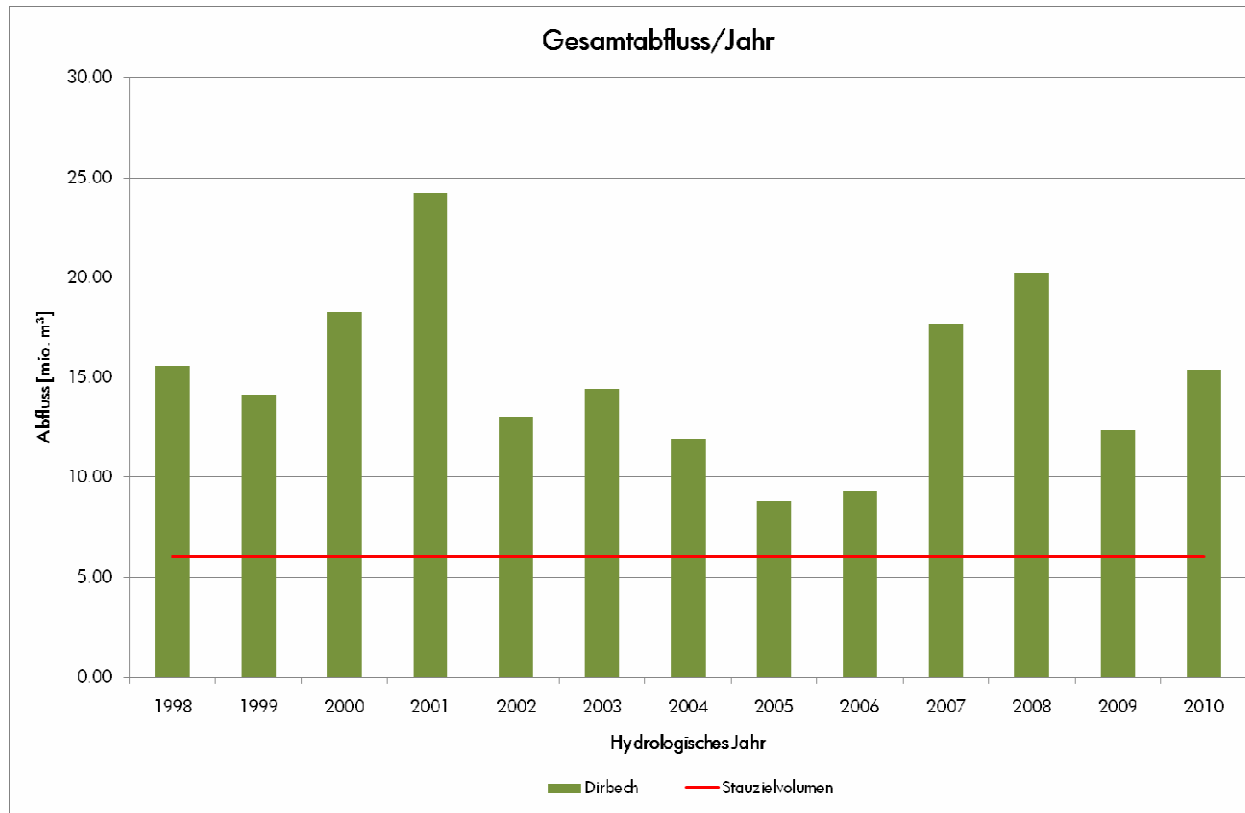
➤ Verweilzeit < 1 Jahr da  
Abfluss > 5 Mio. m<sup>3</sup>

Ø 0.67 a Dirbech

Ø 0.58 a Ningserbach

# Wassermenge

## LARSIM-gestützte Abschätzung des Gebietsabflusses:



### Variante 2

mittlerer jährlicher Abfluss:

15 Mio. m<sup>3</sup> gesamt

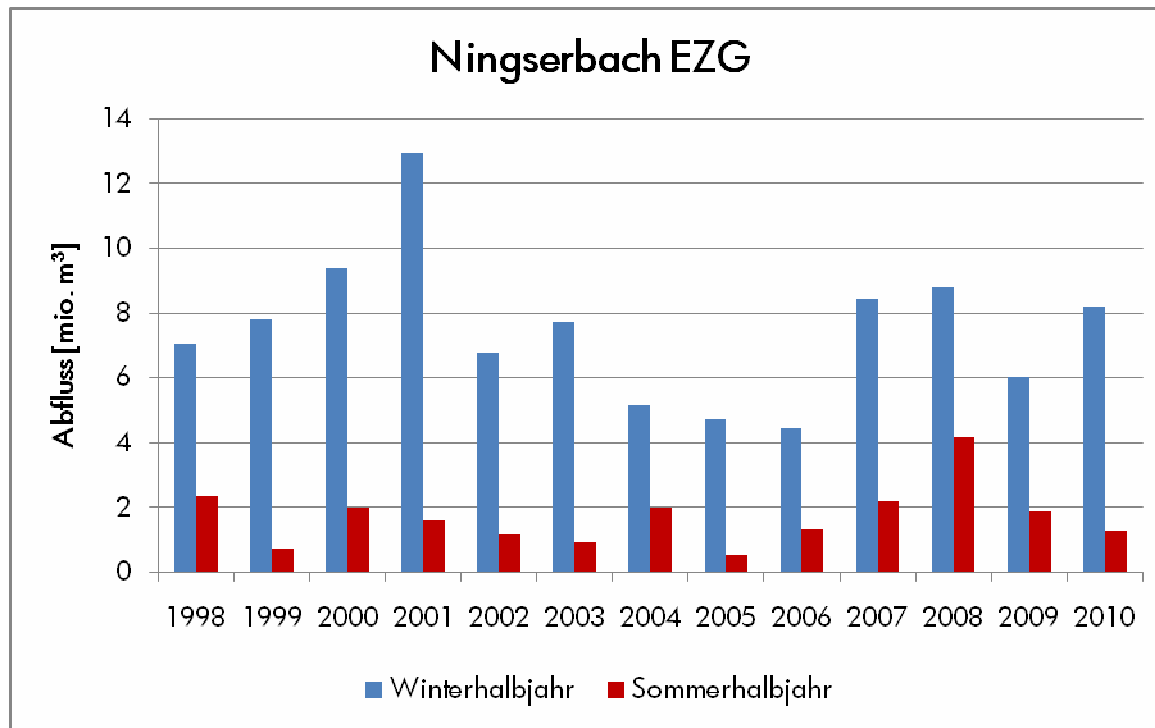
➤ Verweilzeit < 1 Jahr da  
Abfluss > 6 Mio. m<sup>3</sup>

Ø 10 d kleine TS

Ø 0.43 a große TS

# Wassermenge

## LARSIM-gestützte Abschätzung des Gebietsabflusses:



### Beispiel Ningserbach

- Saisonale Schwankungen
  - **80%** des Abflusses im **Winter**
  - Mit Unsicherheiten behaftet
- Versorgung wird stark von Jahr zu Jahr und von Halbjahr zu Halbjahr schwanken



# Wassermenge

## LARSIM-gestützte Abschätzung des TS-Volumens:

### Trinkwasserentnahme – Szenarien

Szenario 1	30 000 m <sup>3</sup> /Tag	0.35 m <sup>3</sup> /s
Szenario 2	50 000 m <sup>3</sup> /Tag	0.58 m <sup>3</sup> /s
Szenario 3	70 000 m <sup>3</sup> /Tag	0.81 m <sup>3</sup> /s

70 000 m<sup>3</sup>/Tag = maximale Entnahme an der TS Esch/Sauer, eine tatsächliche Entnahme aus der Notreserve ist wahrscheinlich geringer

# Wassermenge

## LARSIM-gestützte Abschätzung des TS-Volumens:

### Trinkwasserentnahme – Zeiträume

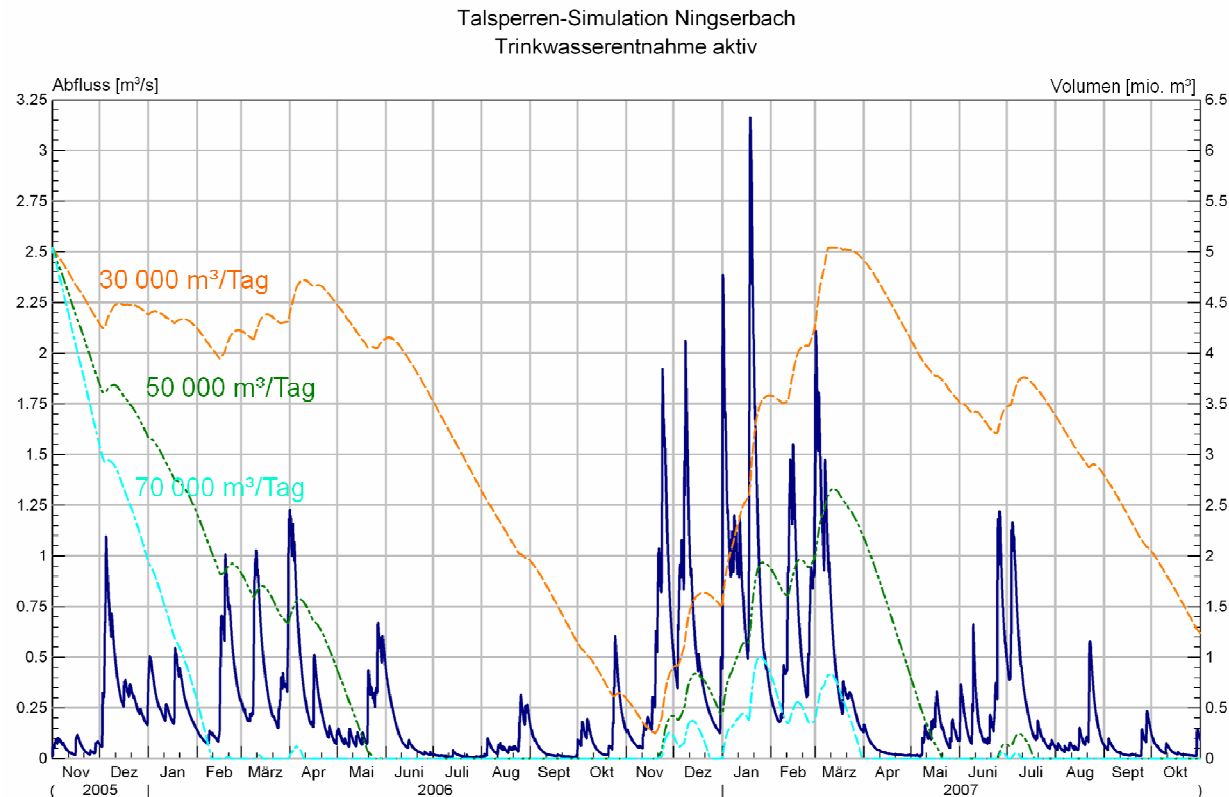
Hydrologische Jahre	Beschreibung	Niederschlag gemessen	
		1. Jahr	2. Jahr
2000 - 2001	niederschlagreiche Jahre	1105 mm	1195 mm
2002 – 2003	durchschnittliche Jahre	881 mm	921 mm
2003 – 2005*	trockener Sommer (2003)	362 mm **	930 mm***
2006 – 2007	niederschlagarm- und durchschnittliches Jahr	730 mm	989 mm

\* Beginn im Sommerhalbjahr

\*\*SoHj 2003 \*\*\*HydJ 2004

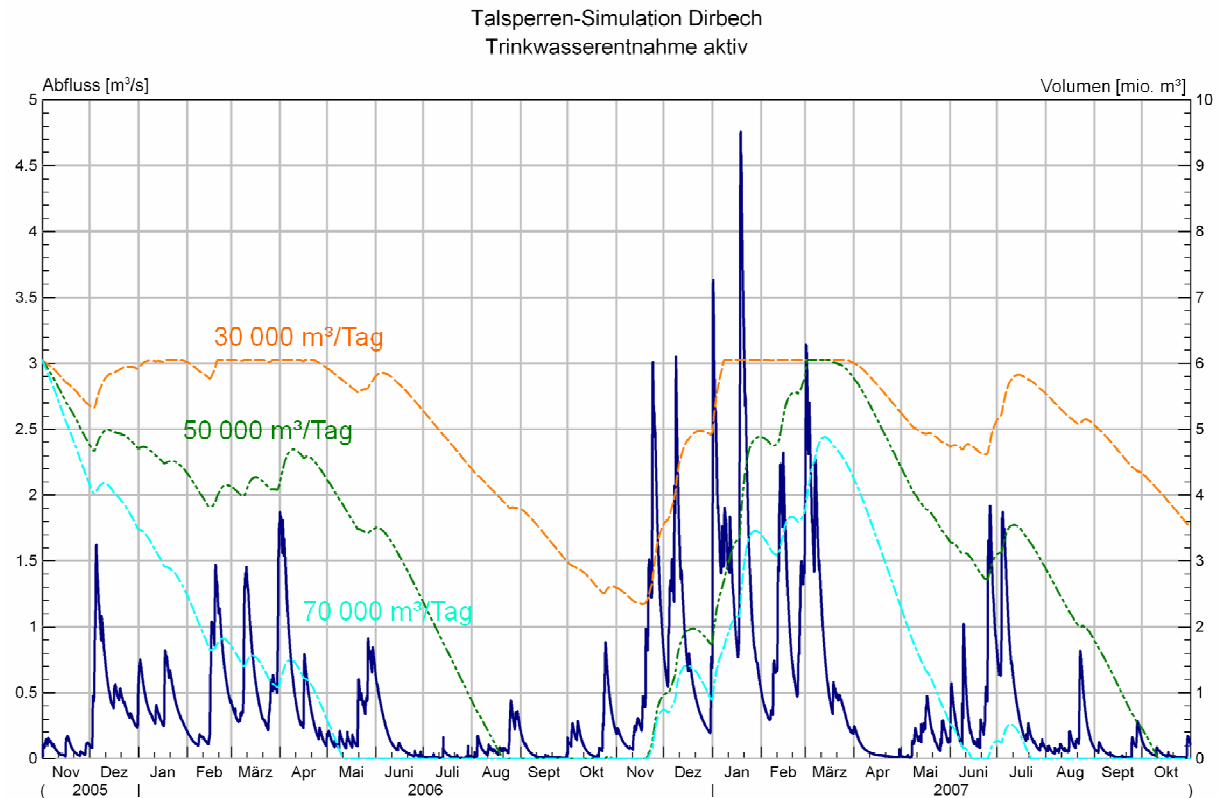
# Wassermenge

## Niederschlagarmes und durchschnittliches Jahr: Variante 1



# Wassermenge

## Niederschlagarmes und durchschnittliches Jahr: Variante 2



# Wasserqualität

## Aspekte der Wassergüte für Trinkwassertalsperren

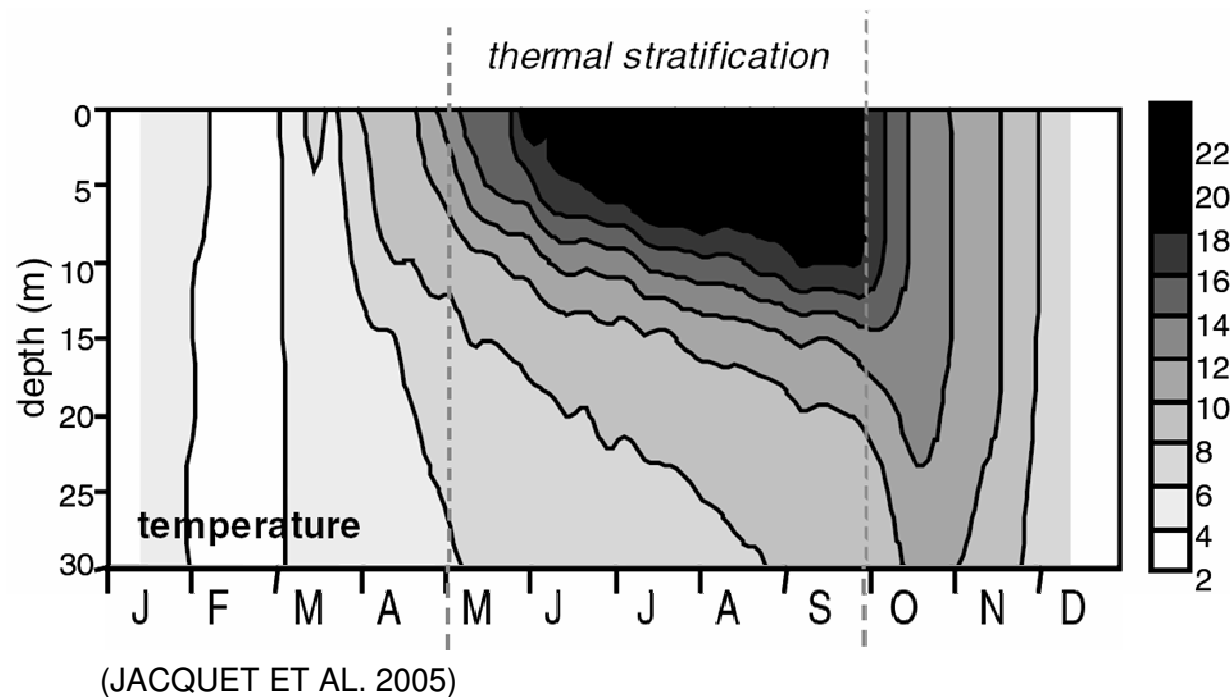
### Abschätzung und Vergleiche mit Literaturangaben zu:

- Wassertemperatur und Schichtung
- Trophiegrad
- Sedimente und Verlandung

# Wasserqualität

## Wassertemperatur und Schichtung

- Stehende Gewässer in der gemäßigten Zone weisen i.d.R. eine Temperaturschichtung auf
- Charakteristischer dimiktischer Jahresgang der Temperaturschichtung mit zwei Stagnations- und zwei Zirkulationsphasen.



### Sommerstagnation !

- Epilimnion
- Metalimnion
- Hypolimnion } nutzbar

➤ Abschätzung der 10°C- Isotherme

# Wasserqualität

## Abschätzung der Temperaturschichtung

- $E = 4.72 \cdot F^{0.39} \pm 1.70$  (BREHM & MEIERING 1982)

E [m] = Geschätzte Mächtigkeit des Epilimnions,

F [km] = Mittel aus Länge und Breite des Sees,

1.70 [m] = Unsicherheit der abgeschätzten Epilimnionmächtigkeit

- $E = 4.6 \cdot F^{0.41}$  (PATALAS 1984)

- Epilimnion-Mächtigkeit von ca.  $4.90 \pm 1.70$  bzw. 4.80 m
- Metalimnion-Mächtigkeit von 2 – 6 m (LAWA, 1999)
- Hypolimnion-Mächtigkeit:
  - Anlehnung an Esch/Sauer: 5 – 6 m Tiefe
  - vgl. Literatur: 8 – 13 m Tiefe (Spätsommer)
  - k-ε-Standard-Turbulenzmodell: 5 – 7 m,  
bis 12 m im Spätsommer
- **10°C-Isotherme** Frühsommer: **5 – 7 m**  
Spätsommer: **10 – 12 m**

# Wasserqualität

## Abschätzung des nutzbaren Wasservolumens im Sommer

- 10°C-Isotherme in einer Tiefe von etwa 5 m bis 7 m, gegen Ende des Sommers in 10 m bis 12 m Tiefe
- Unter Verwendung der Wasserstand-Volumen-Beziehung der Talsperre

➤ Beginn der Sommerstagnation (Mai) :

Tiefenlage der 10°C-Isotherme unter der Wasseroberfläche	Verfügbares Hypolimnion-Volumen	
	Variante 1	Variante 2
5 m	3.7 mio. m <sup>3</sup>	4.1 mio. m <sup>3</sup>
7 m	3.2 mio. m <sup>3</sup>	3.6 mio. m <sup>3</sup>
10 m	2.5 mio. m <sup>3</sup>	2.9 mio. m <sup>3</sup>
12 m	2.2 mio. m <sup>3</sup>	2.5 mio. m <sup>3</sup>



# Wasserqualität

## Abschätzung des nutzbaren Wasservolumens im Sommer

- Annahme: Betrieb der Notfallreserve ab Beginn der Sommerstagnation
  - zwischen Mai und September stehen etwa **70% des Volumens** zur Verfügung (zum Vergleich: Steinbach-Talsperre sind 68%)

### Zu Beginn der Sommerstagnation verfügbares Hypolimnion-Volumen

Entnahmerate	Variante 1		Variante 2	
	3.2 mio. m <sup>3</sup>	3.7 mio. m <sup>3</sup>	3.6 mio. m <sup>3</sup>	4.1 mio. m <sup>3</sup>
70 000 m <sup>3</sup> /Tag	46 Tage	53 Tage	51 Tage	59 Tage
50 000 m <sup>3</sup> /Tag	64 Tage	74 Tage	72 Tage	82 Tage
30 000 m <sup>3</sup> /Tag	107 Tage	123 Tage	120 Tage	137 Tage

- **1.5 bis 2.5 Monate** für Entnahmen von 50 000 - 70 000 m<sup>3</sup>/ Tag
- **± 4 Monate** für Entnahme von 30 000 m<sup>3</sup>/Tag

# Wasserqualität

## Weitere Ergebnisse

- **Trophie**

Abschätzung des potentiellen Trophiegrades auf Grundlage der hydraulisch-morphologischen Eigenschaften, Landnutzung und vereinzelt Messungen der Phosphatkonzentration in den Zuflüssen

➤ **mesotroph** bis **schwach eutroph** (LAWA 2001, MANIAK 2005)

- **Sedimente und Verlandung**

Abschätzung der Verlandungsgefahr über die ABAG-Formel

➤ **Verlandung eher unwahrscheinlich**

Installation von Vorsperren bzw. Multibarriere-Systeme für den Rückhalt von Sedimenten und daran gebundenen Nährstoffen

# Zusammenfassung Studie

- Verlandung stellt kein wesentliches Problem dar, aber Management-systeme für Nährstoffeinträge/Sedimente sind empfehlenswert
- Es sind mesotrophe bis schwach eutrophe Verhältnisse zu erwarten (Trinkwasseraufbereitung erforderlich)
- Verhältnis von vorgesehenem Speichervolumen und Einzugsgebietsfläche ist im Vergleich als realistisch anzusehen
- Im Jahresmittel steht genug Wasser für den Betrieb zur Verfügung, aber es gibt starke saisonale Schwankungen
- Dynamische Simulation mit LARSIM zeigt für beide Varianten in trockenen Sommern ein Versorgungsproblem
- Weitere Limitierung durch die (Verlagerung der) Temperaturschichtung. Das nutzbare Trinkwasser ist abhängig vom Hypolimnion-Volumen.
  - dauerhafte Entnahme von 30 000 m<sup>3</sup>/Tag kaum über einen kompletten Sommer aufrecht zu halten.
- Wahrscheinliche Nutzung von 7 000 m<sup>3</sup>/Tag bis 22 000 m<sup>3</sup>/Tag (Literatur)

# Zusammenfassung LARSIM

- Die Vorstudie zeigt, dass LARSIM auch für andere Fragestellungen als die klassische Abschätzung von Hoch- und Niedrigwasser oder zur Berechnung von Klimaszenarien angewendet werden kann
- LARSIM einsetzbar für wasserwirtschaftliche Planungsaufgaben oder Offline-Fragen (Bemessungsfragen, Wasserverfügbarkeit etc.)
- LARSIM-Ergebnisse zur Wassermenge bilden die Grundlage für weitere Aspekte z.B. der Wassergütwirtschaft (Nährstofffluss, Bodenerosion etc.)
  - Vorteil: zeitlich-dynamische Betrachtungsmöglichkeiten, aber auch die Betrachtungen unterschiedlicher Szenarien durch Änderung der Randbedingungen

**MERCI pour votre attention!**

**DANKE für ihre Aufmerksamkeit!**