

Naturwissenschaftliche Grundlagen der Allg. Ökologie: Wasser¹

Prof. Dr. Rolf Weingartner
Geographisches Institut
wein@giub.unibe.ch



Ressourcen



Gefahren

Ressourcen

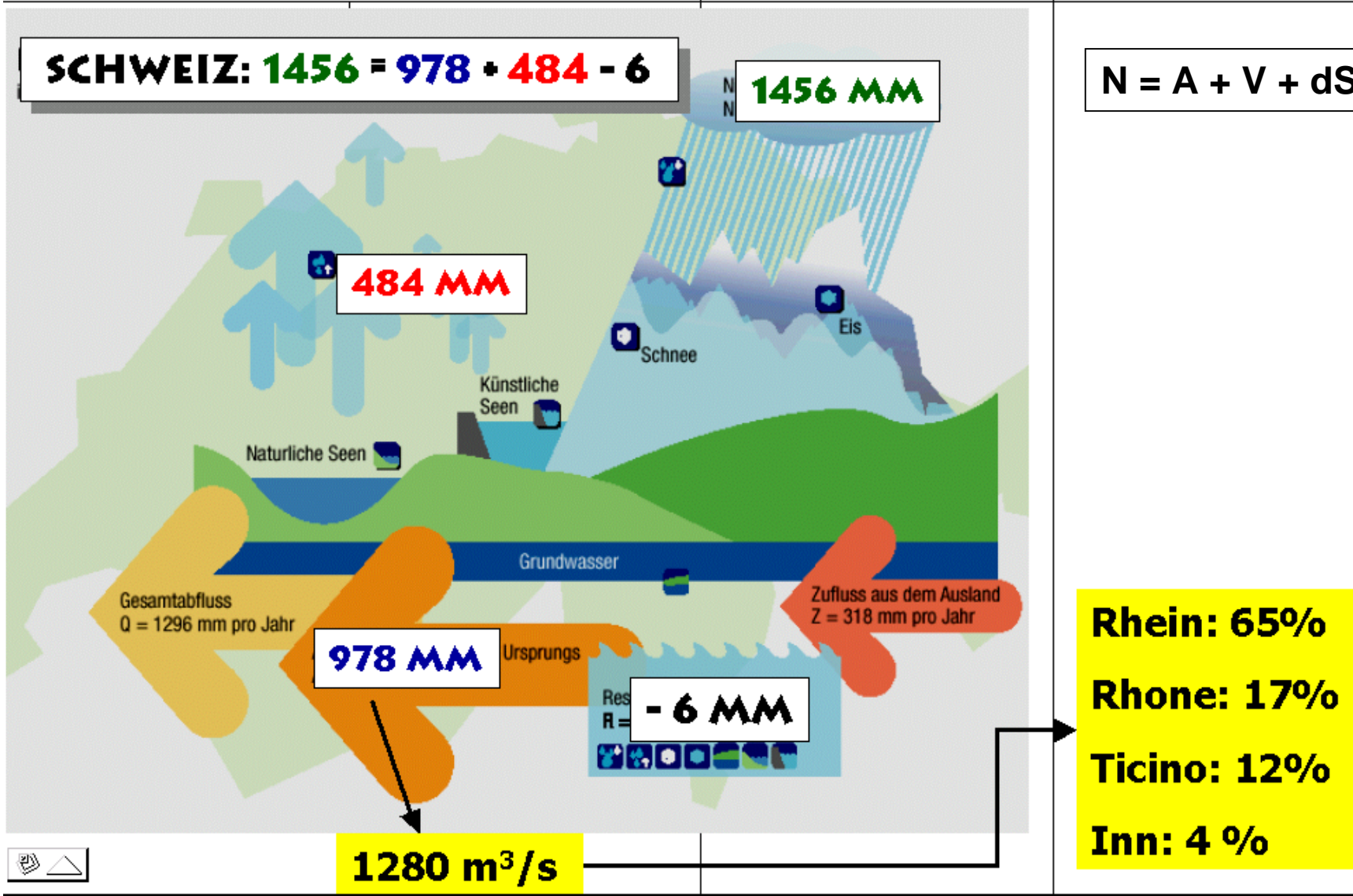
- hydrologische Grundlagen --> Wasserbilanz, blue und green water
- globale Wasserressourcen
- Wasserressourcen: regionale und nationale Betrachtung
- Fazit



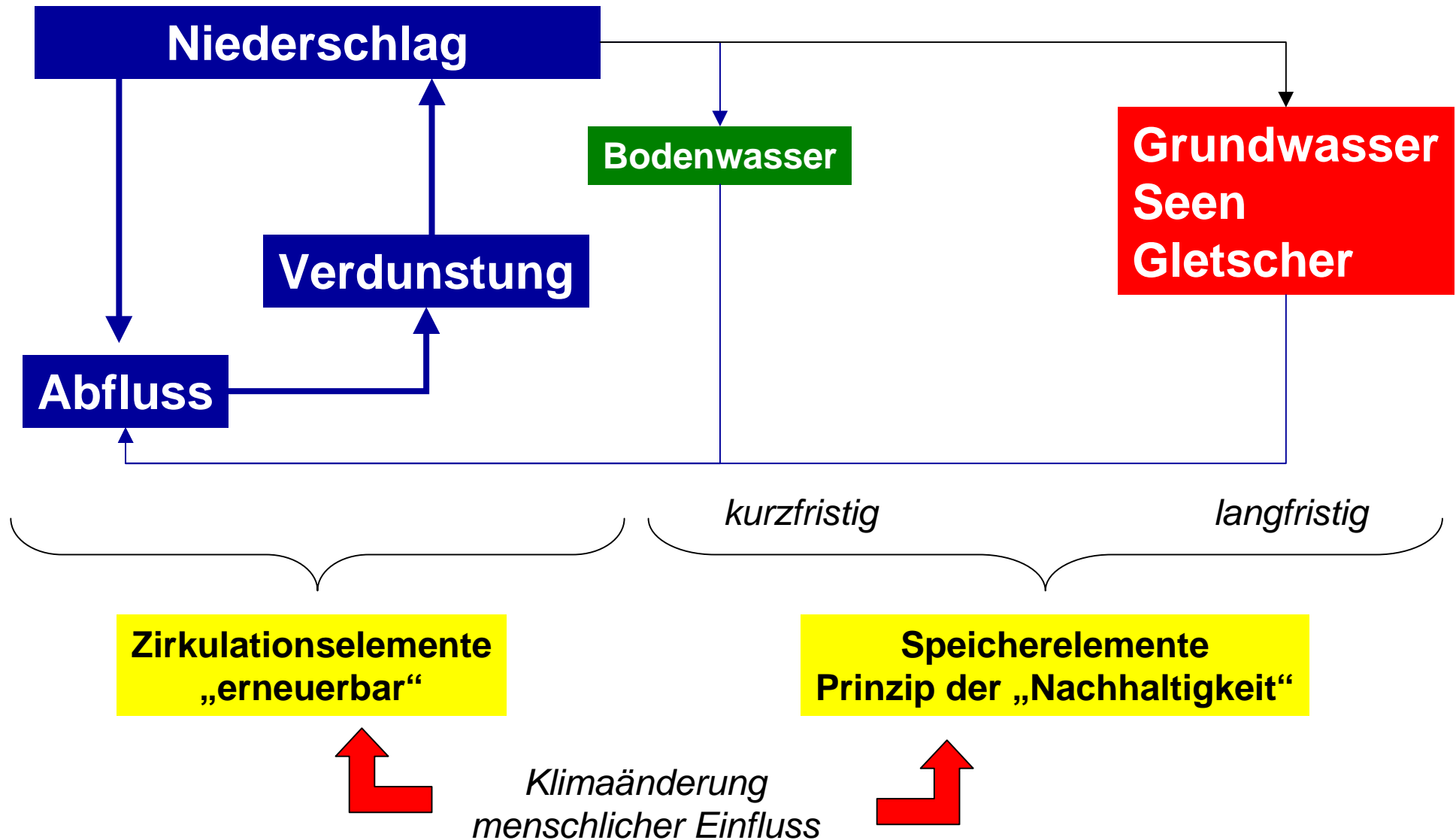
Grundlegend: Wasserbilanz

WASSERHAUSHALT DER SCHWEIZ 1901 - 1980

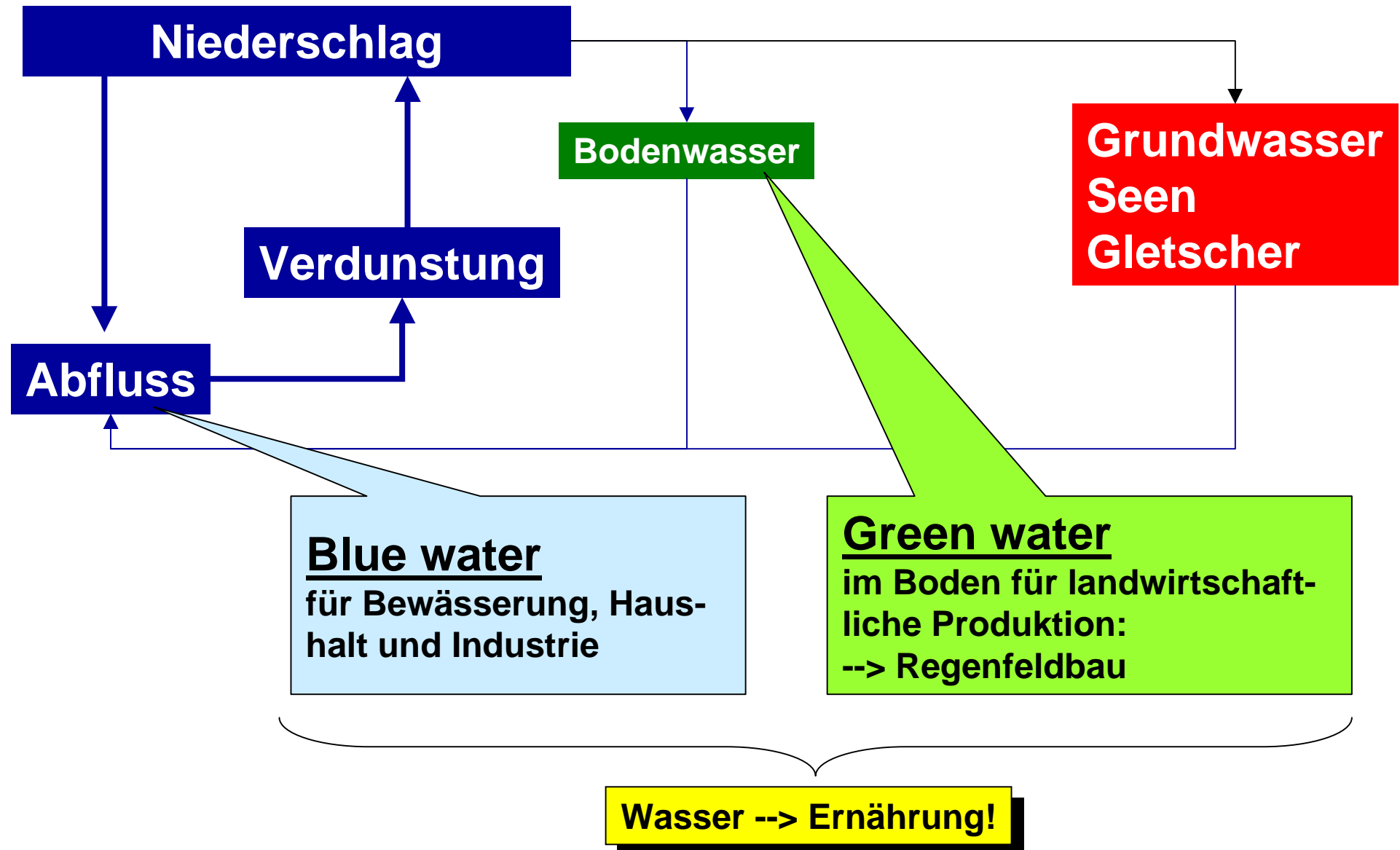
Quelle: Schädler, Weingartner, Grafik: BWG



Zirkulationselemente und Speichergrößen



Zirkulationselemente und Speichergrößen



Blue water --> per capita-Dargebot

Mittlerer Jahresabfluss eines Landes (Q)

Einwohner
(P)

Q/P
Erneuerbares Dargebot
pro Person und Jahr
(per-capita-Dargebot)

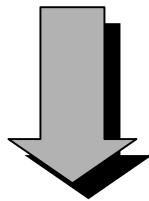
Mass für die Wasserverfügbarkeit in einem Land
- Ländervergleiche möglich
(Statistik der Weltbank)

per capita-Dargebot - Schwellenwerte

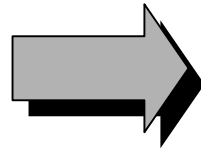
Wassermenge zur Deckung eines Kalorienbedarfs von 3000 kcal/d und des Wasserbedarfs von 50 l/d



Falkenmark (2005)



~ 1300 m³/a



CH: 5800 m³/E a



Water resources per capita [m³/(p·a)]

< 500	■	extreme scarcity
500 – 1000	■	chronic scarcity
1000 – 1700	■	water stress
> 1700	■	sufficient

Energieversorgung durch Ernährung (1999)

Totale diätische Energiezufuhr pro Person (heutiger Mittelwert der Erde)

2792 kcal/d, davon

- 84% auf pflanzlicher Basis**
- 16% durch tierische Produkte**

Beispiele für den Wasserbedarf

1 kg Weizen: 1 bis 2 m³ Wasser --> 2500 kcal

 **Faktor 10**

1 kg Fleisch: 10 m³ Wasser ---> 2000 kcal (Schweine)

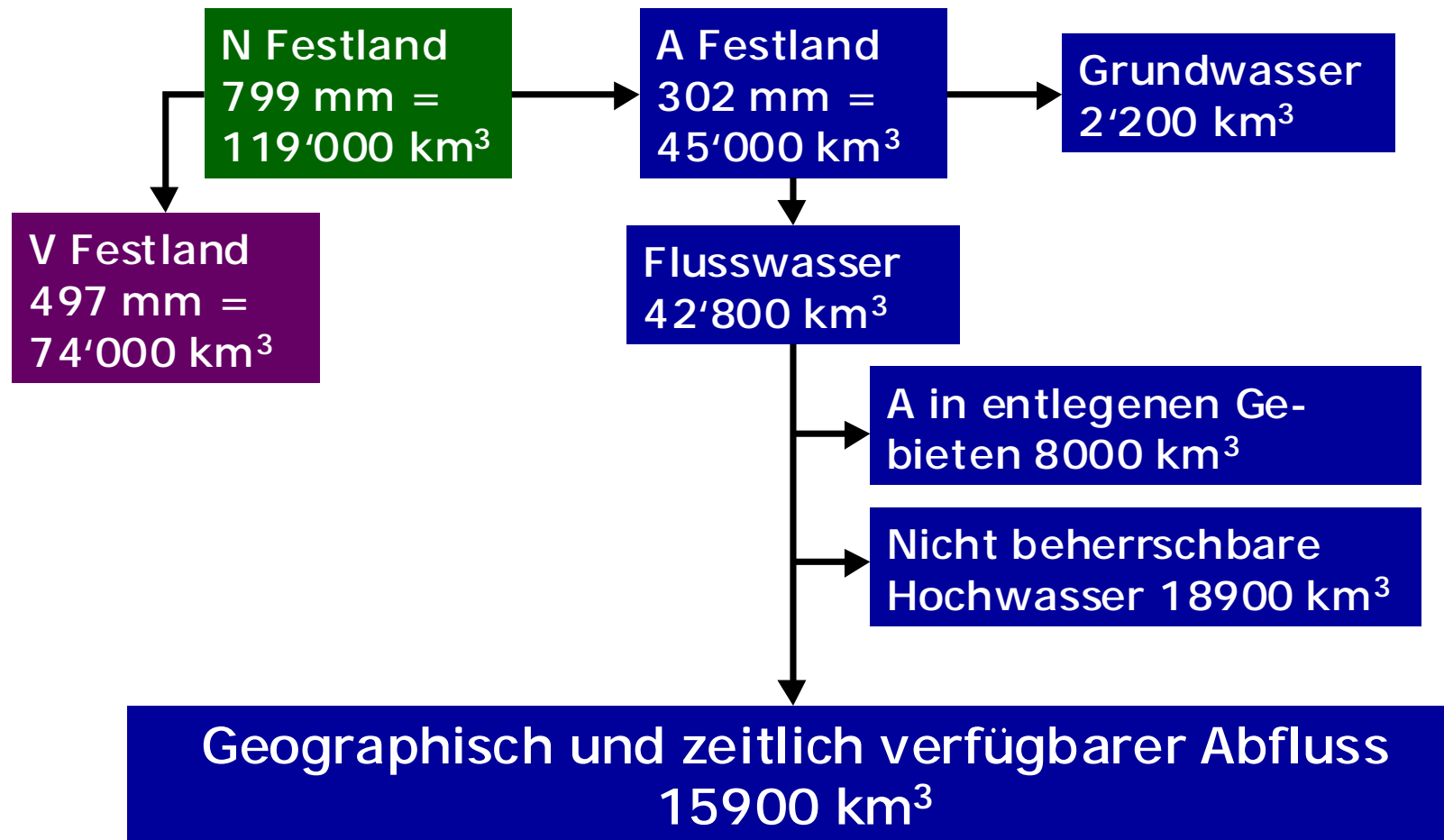
Ressourcen

- hydrologische Grundlagen --> Wasserbilanz, blue und green water
- **globale Wasserressourcen**
- Wasserressourcen: regionale und nationale Betrachtung
- **Fazit**

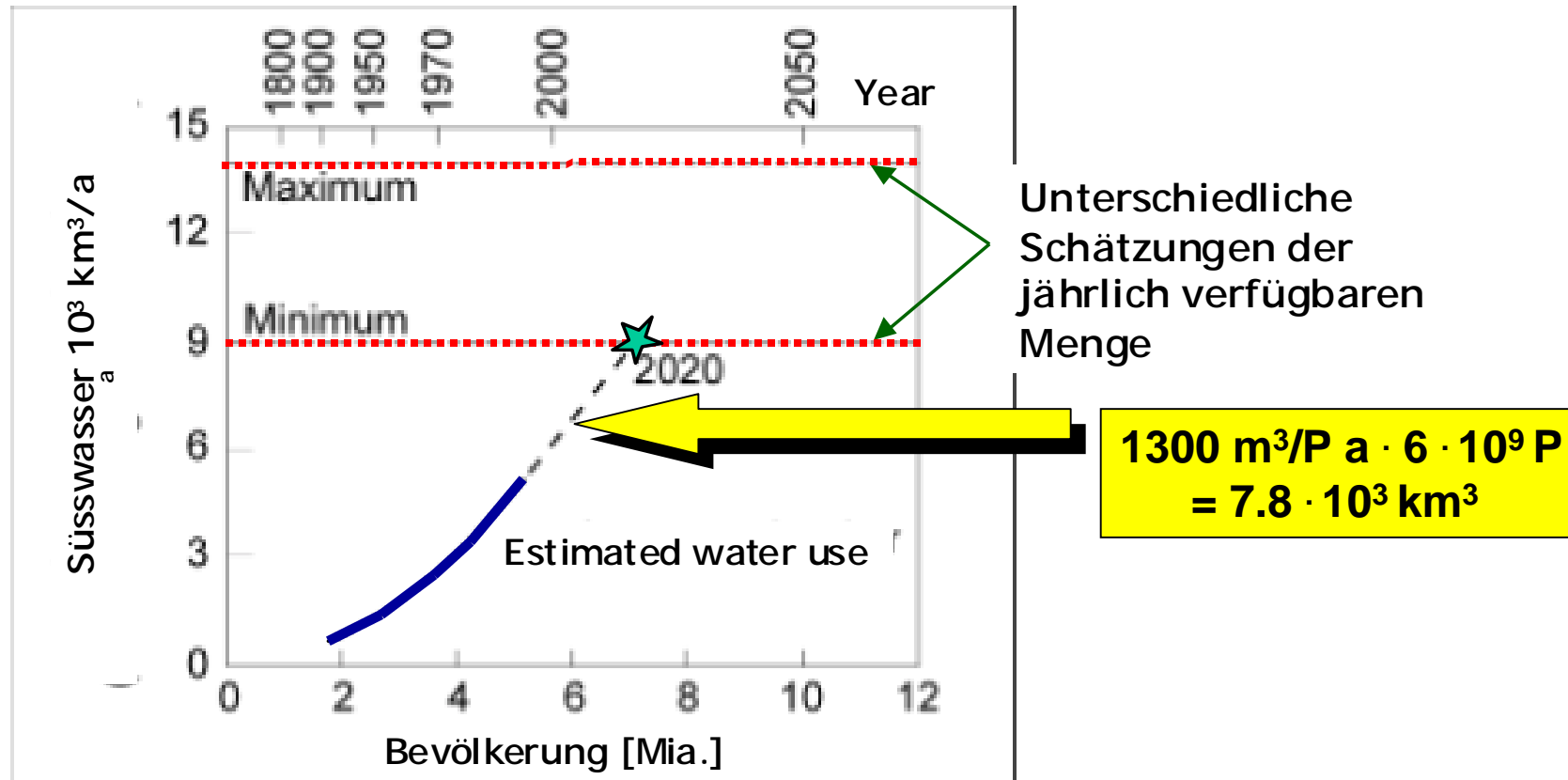


Wasserbilanz der Erde --> blue water

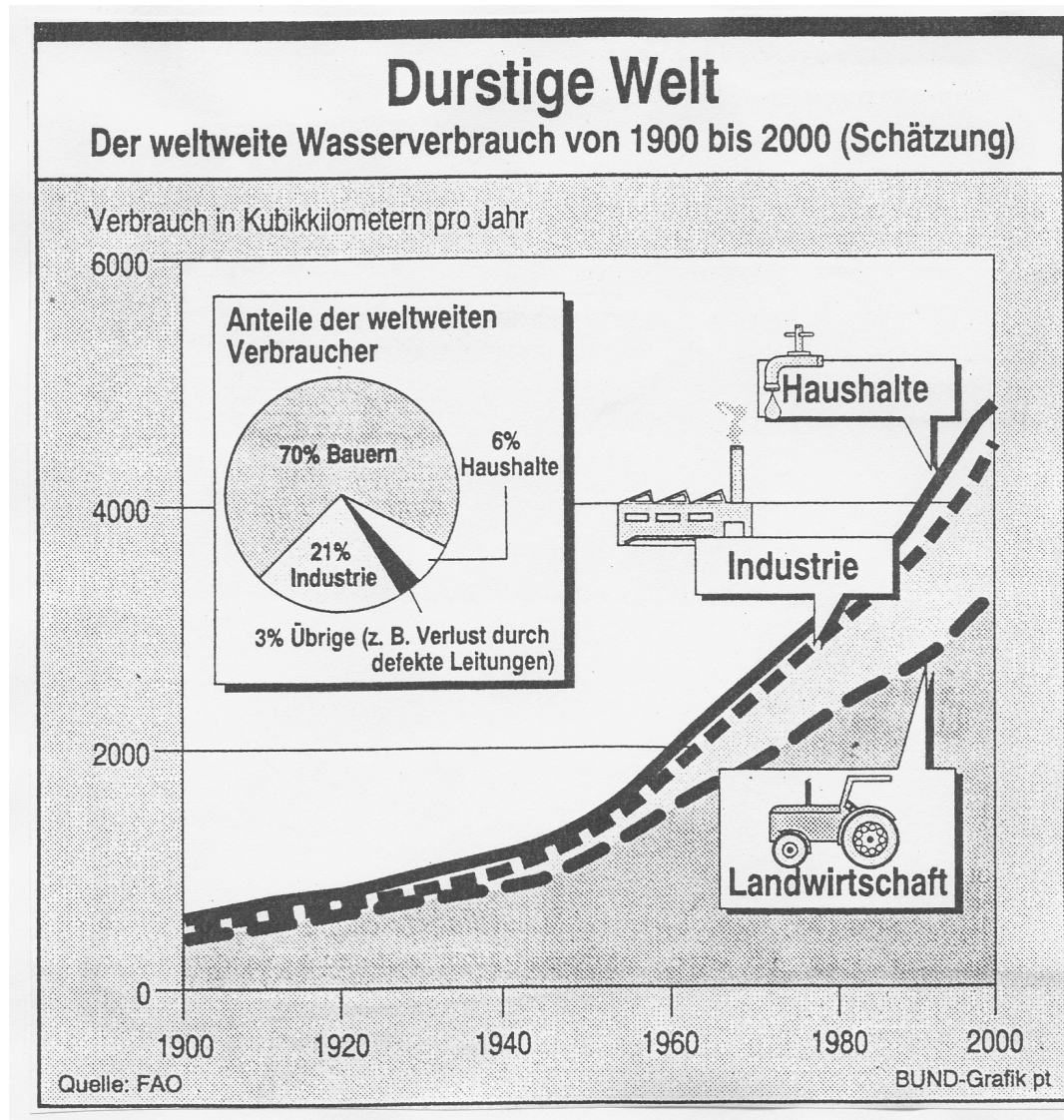
Süßwasserreserven der Erde - Berechnung



Ein durstiger Planet



Wasserkrise = Nahrungskrise

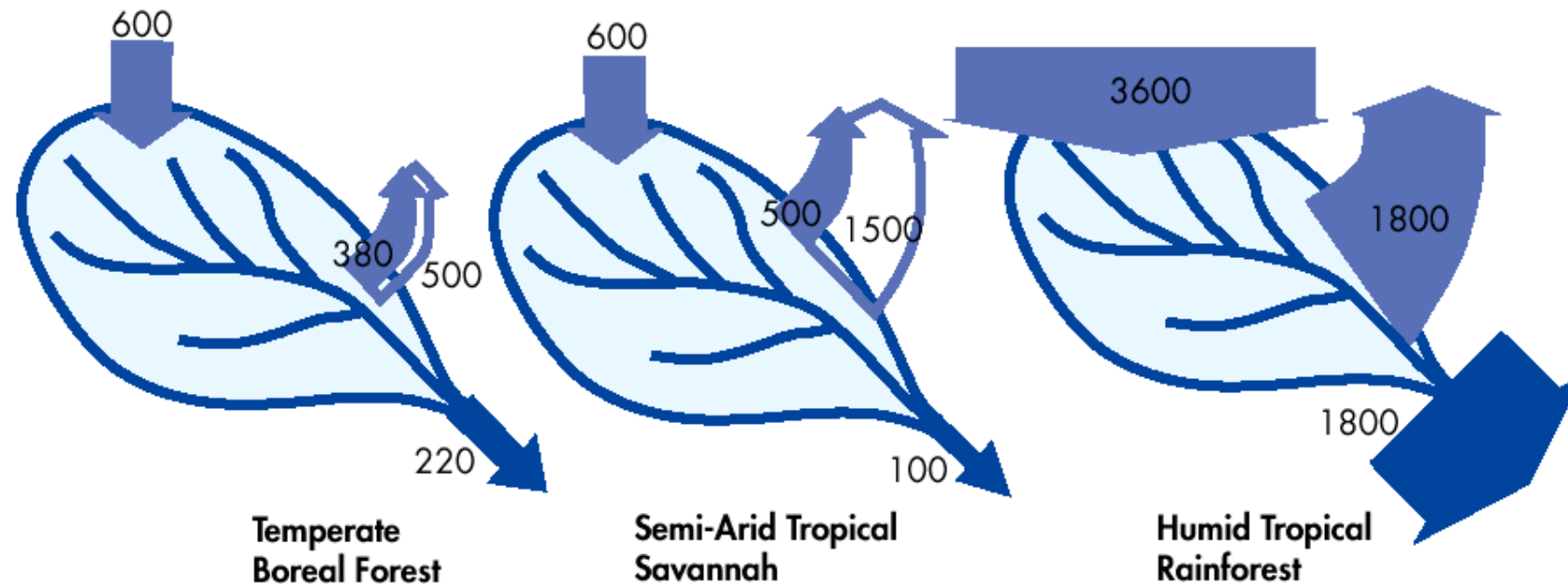


Ressourcen

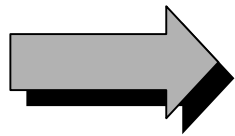
- hydrologische Grundlagen --> Wasserbilanz, blue und green water
- globale Wasserressourcen
- **Wasserressourcen:**
regionale und nationale Betrachtung
- Fazit



Regionalisierung der globalen Wasserkrise

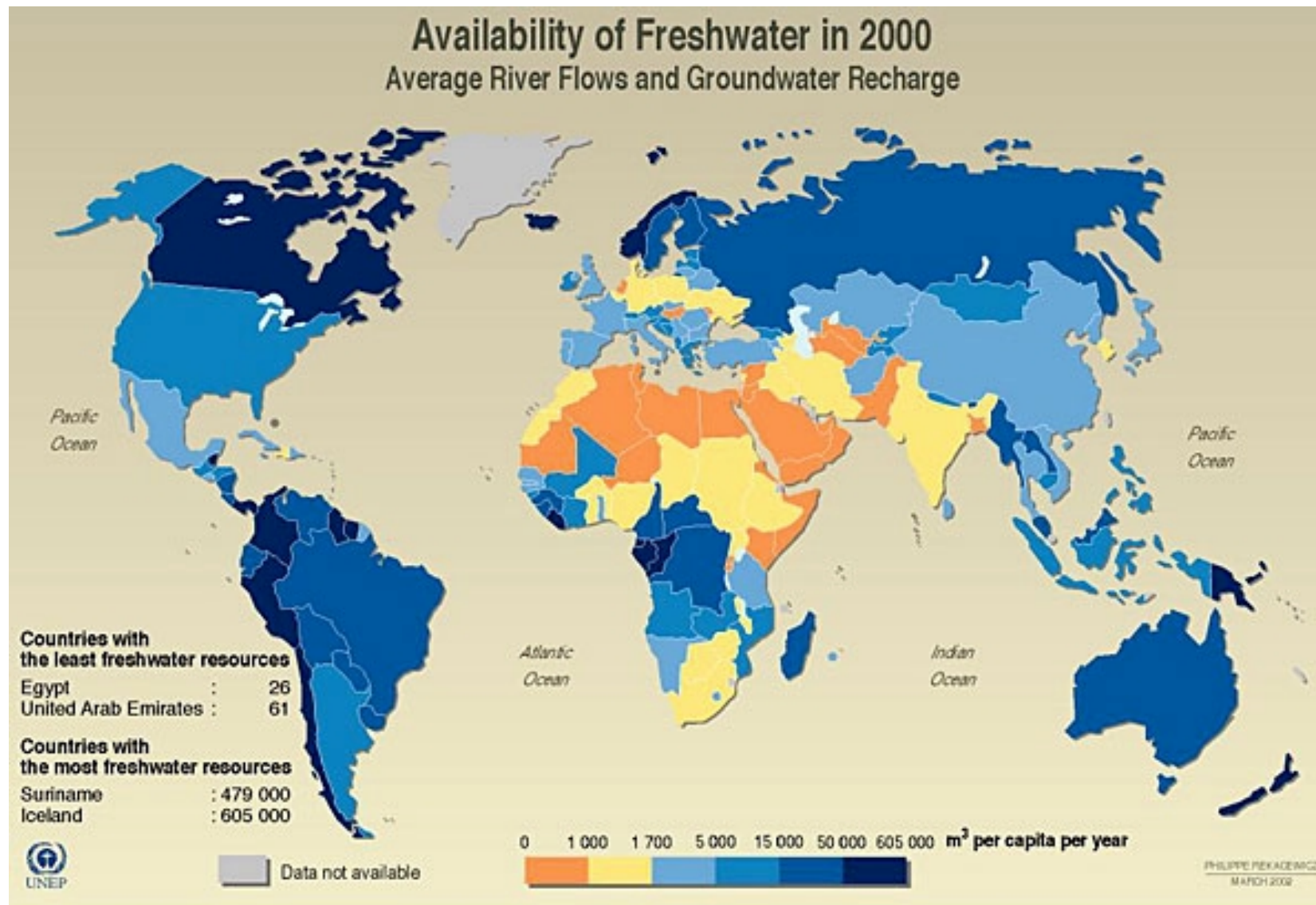


Semiaride Tropen als vulnerable Ökosysteme
zusätzlich: schnelles Bevölkerungswachstum



Armut, Hunger, Unterernährung

Per-capita-Dargebot „heute“



Source: World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.

Situation in Israel, Ägypten und Libyen (semi-arid)

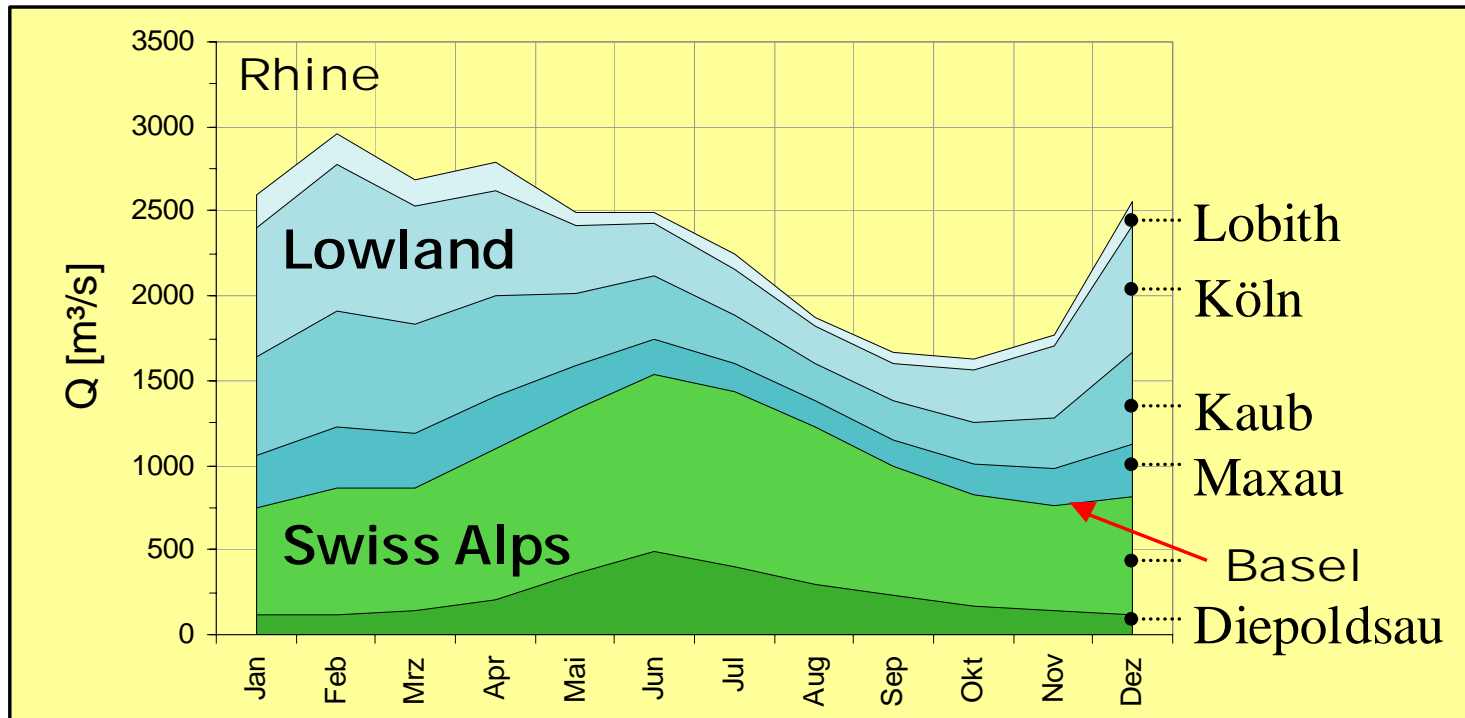
16

m ³ /p a	Israel	%	Ägypten	%	Libyen	%
Potentiellles Dargebot	392	28	28	3	111	7
Fossiles Grundwasser	25	2	22	2	770	50
Zuflüsse	89	6	880	79	0	0
Entsalzung	60	4	4	<1	28	2
Virtuelles Wasser	828	60	175	16	619	41
Total	1394	100	1109	100	1528	100

 **1100 - 1500 m³/p a, aber unterschiedliche Strategien**

Klammer: Bedeutung der Gebirge für die Wasserversorgung der Erde

„Aus Bekanntem lernen“

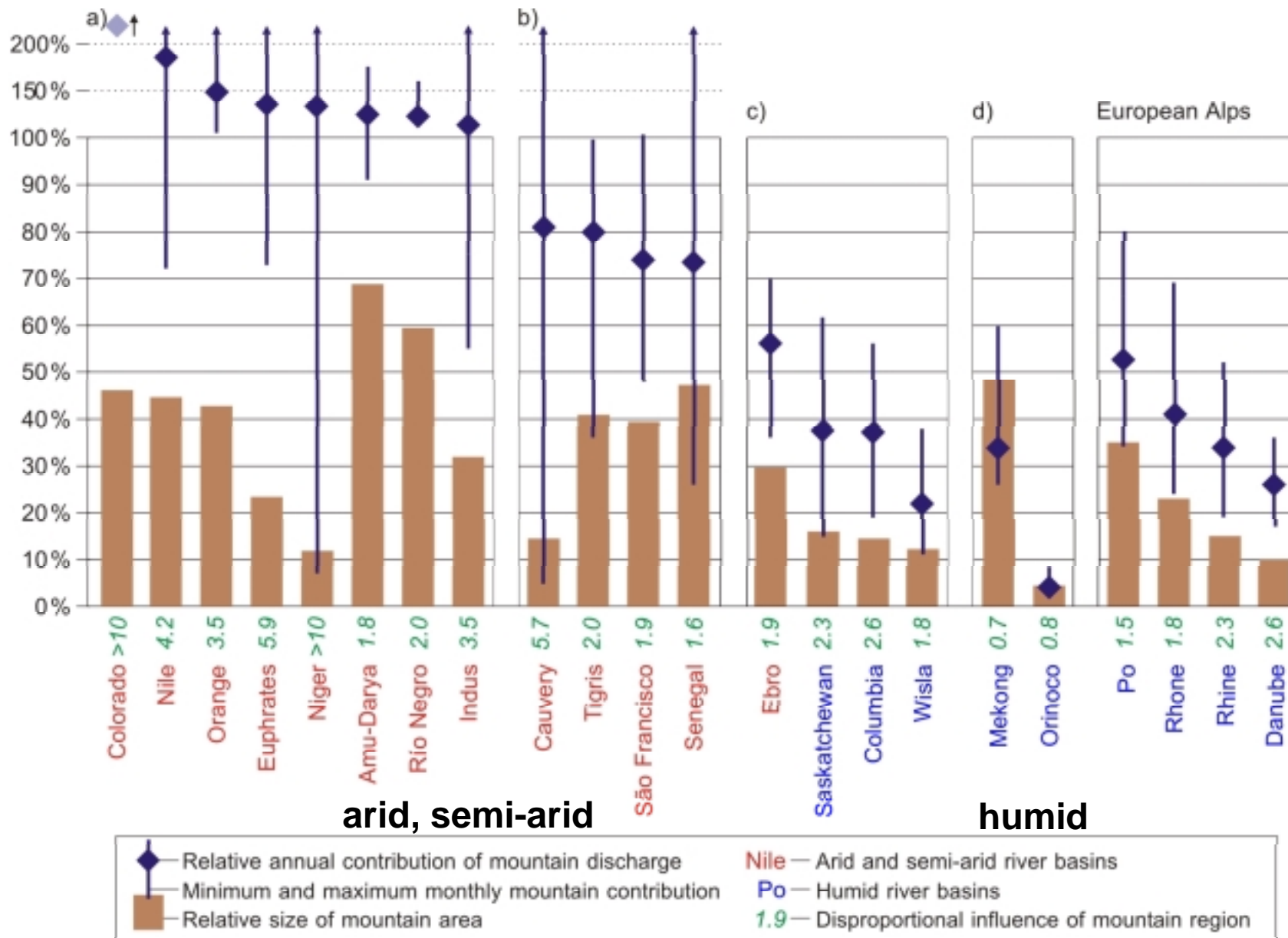


Anteil der Schweiz

- Abfluss Jahresmittel **34%**
- Abfluss Sommer **40%**
- Gebietsfläche **15%**

2.3mal mehr Abfluss als aufgrund der Fläche erwartet werden kann

Klammer: Bedeutung der Gebirge für die Wasserversorgung der Erde



Quelle:
Weingartner
et al. (2005)

Klammer: Bedeutung der Gebirge für die Wasserversorgung der Erde

Mountain contribution to the water supply of the Earth

	A	B	C
Earth (without Antarctica and Greenland)	Runoff contribution of mountains 29%	Proportion of mountainous area 20%	"Dispro- portionality" $C=A/B$ 1.45
Earth without humid Tropics (and without Antarcti- ca and Greenland)	46%	24%	1.92
Sources: Fekete et al. (1999), Kapos et al. (2000), DEM with resolution 1 km * 1 km (USGS 1997)			

Quelle:
Weingartner
et al. (2005)

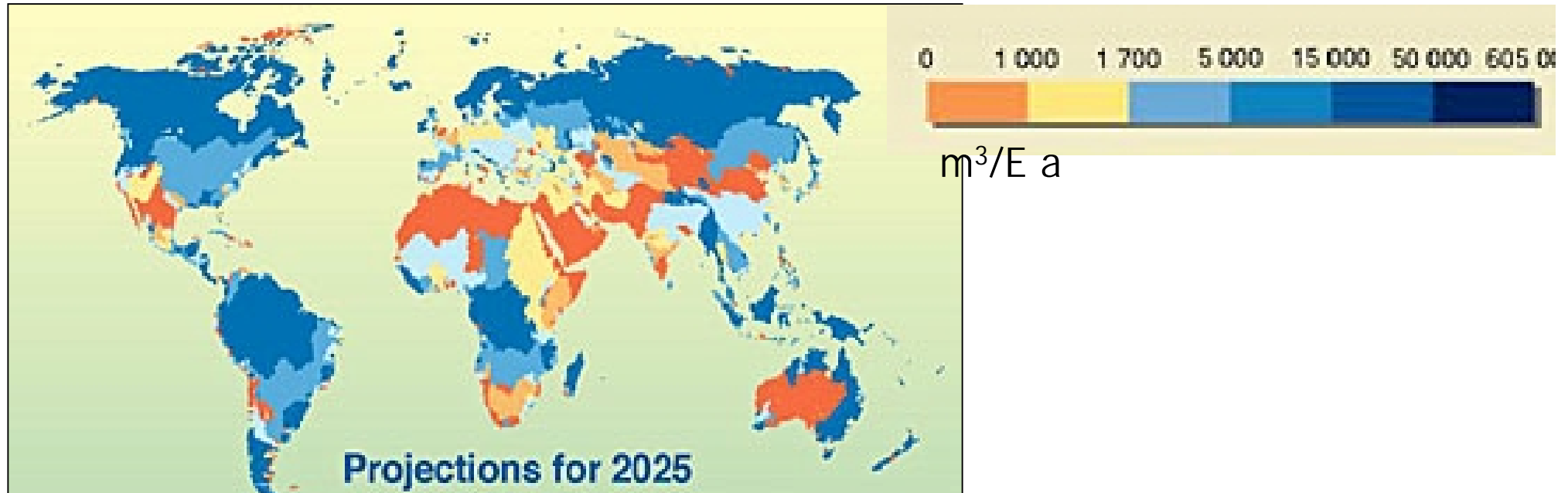
Ressourcen

- hydrologische Grundlagen --> Wasserbilanz, blue und green water
- globale Wasserressourcen
- Wasserressourcen: regionale und nationale Betrachtung
- Fazit



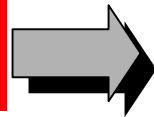
Fazit

1. Bevölkerungswachstum und erhöhter Verbrauch: Druck auf Wasserressourcen wird weiter zunehmen



Nächste 30 Jahre:

- Bevölkerung + 2 Mia.
- Bedarf an Getreide: +40%
- Bedarf an Fleisch: +60%



WASSER

Fazit

2. Wasser ist in vielen Regionen der Welt der limitierende Faktor bei der Nahrungsmittelherstellung

➔ Herausforderung der Zukunft: „water for food“

➔ **Effizienz der Wasserwirtschaft i. allg. und der Bewässerung i. spez.**

World water vision:

"There is a water crisis today. But the crisis is not about having too little water to satisfy our needs. It is a crisis of managing water so badly that billions of people – and the environment – suffer badly."

➔ **Water harvesting techniques**

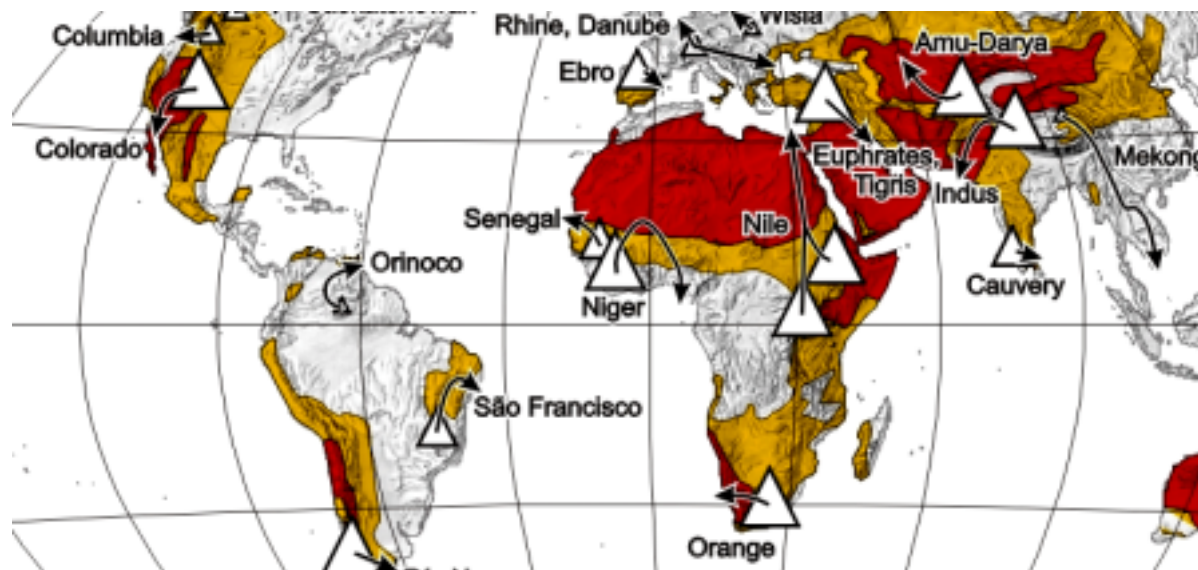
z.B. Zwischenspeicher für Hochwasserabflüsse

➔ **Effizientere Nutzung des „green water“**

Fazit

3. Bedeutung der „Wasserüberschussgebiete“



a) Gebirge - vor allem im (semi-) ariden Kontext

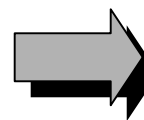


Hydrological importance of mountain ranges

	extremely important		important
	very important		not very important

Type of climate in lowland area

	hyper-arid, arid
	semi-arid, sub-humid

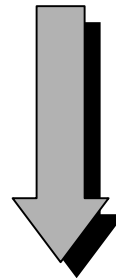
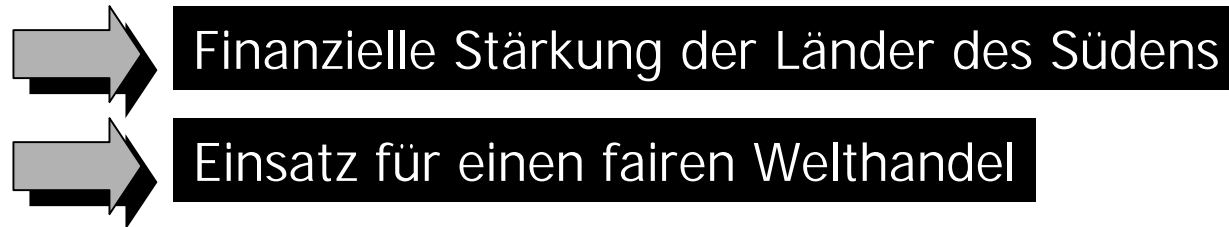


**Integrales Flussgebiets-
management !**

Fazit

3. Bedeutung der „Wasserüberschussgebiete“

b) Humide Breiten --> virtuelles Wasser --> Nahrungsmittelsexporte



„Alte“ Postulate der Entwicklungszusammenarbeit gelten auch im Bereich des Wassers

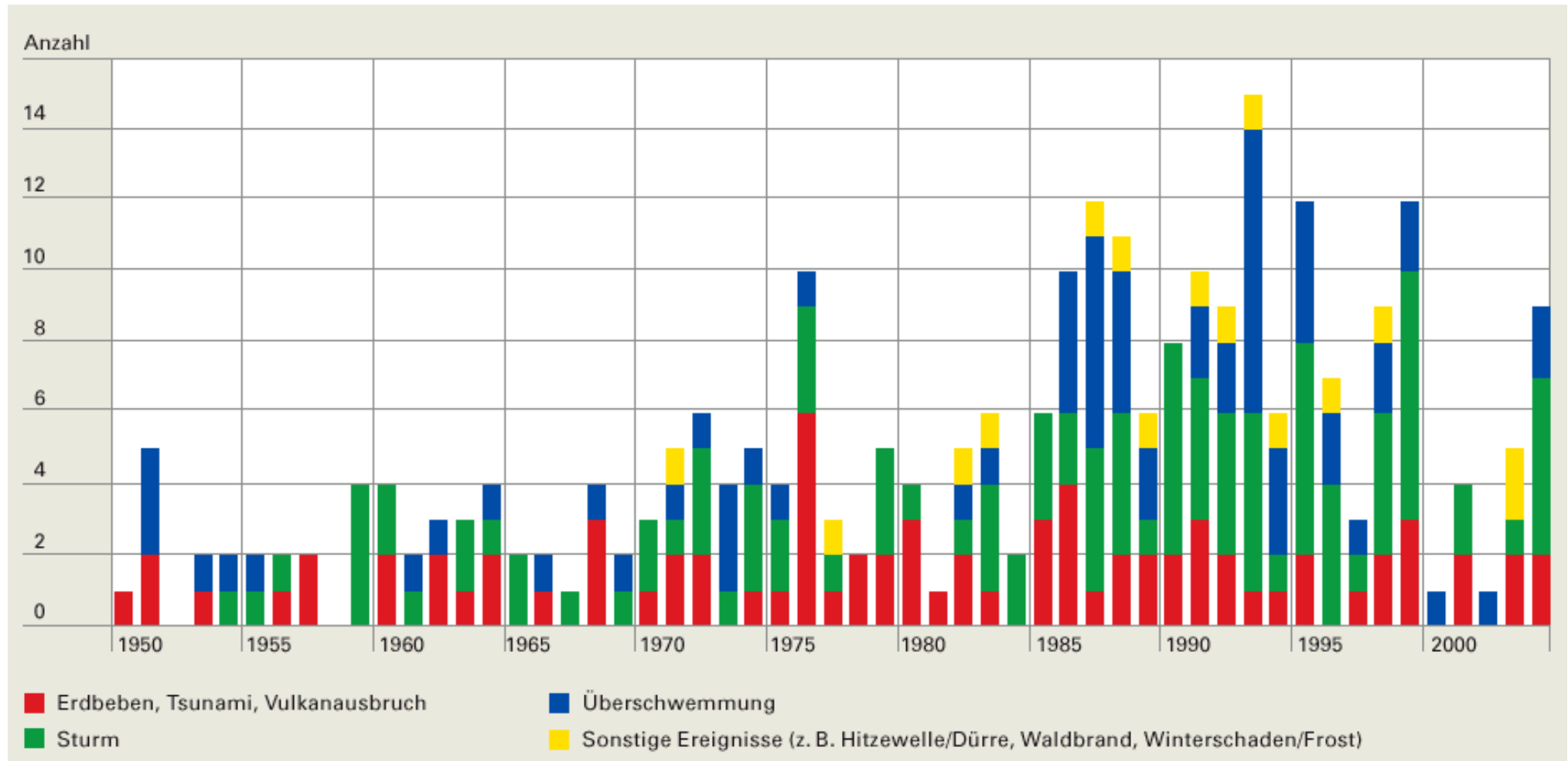
Rolle der Schweiz?



Gefahren

- **Augusthochwasser 2005**
- **Fragen an die Forschung:**
 - **Prozessverständnis**
 - **Hochwasserabschätzung**
- **Konzepte des Hochwasserschutzes**
- **Fazit**

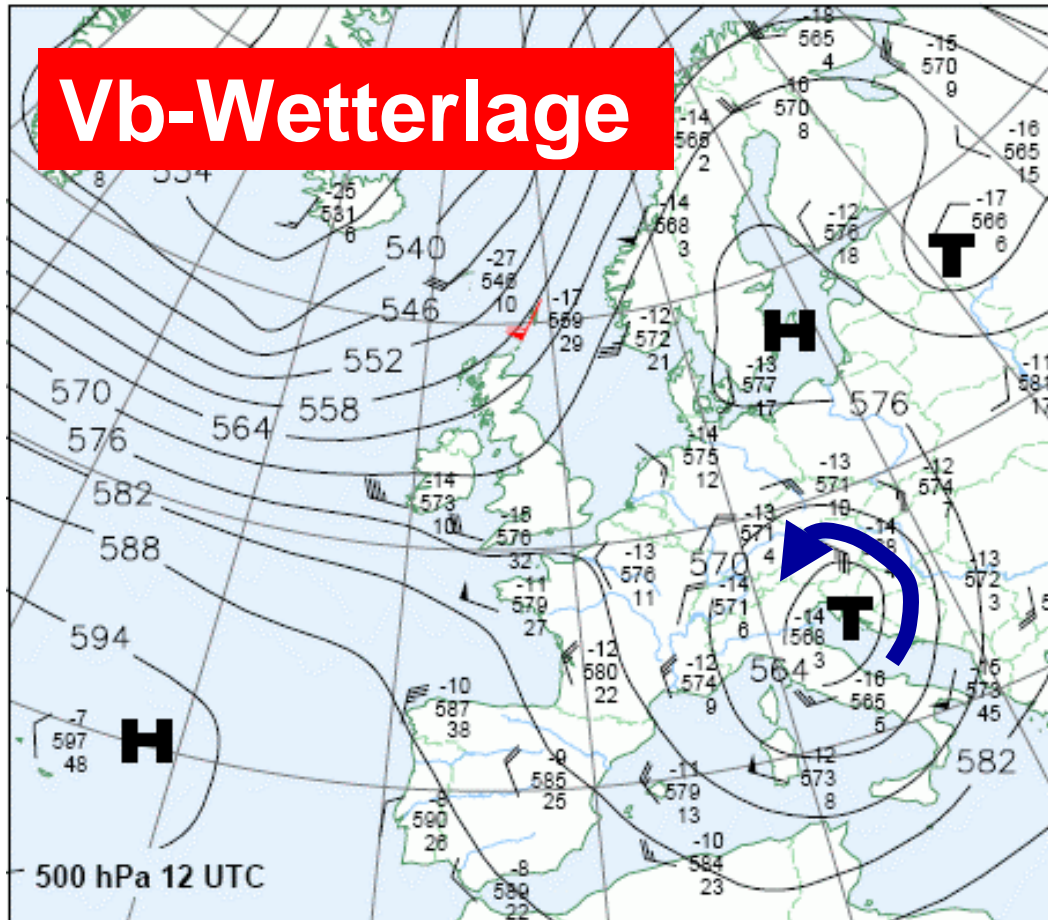
Grosse Naturkatastrophen auf der Erde



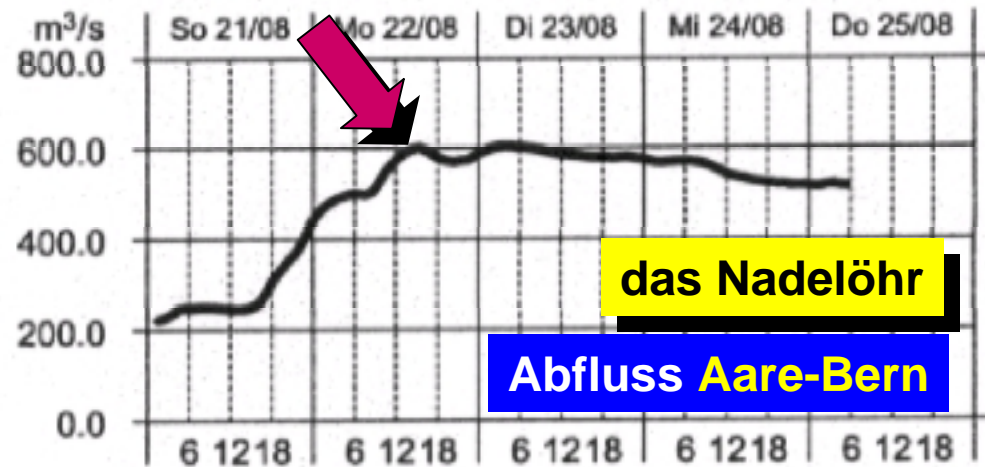
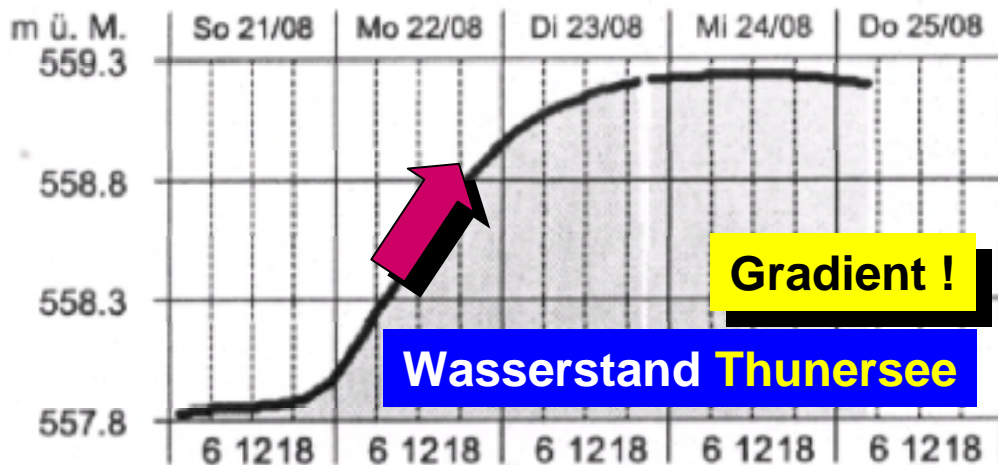
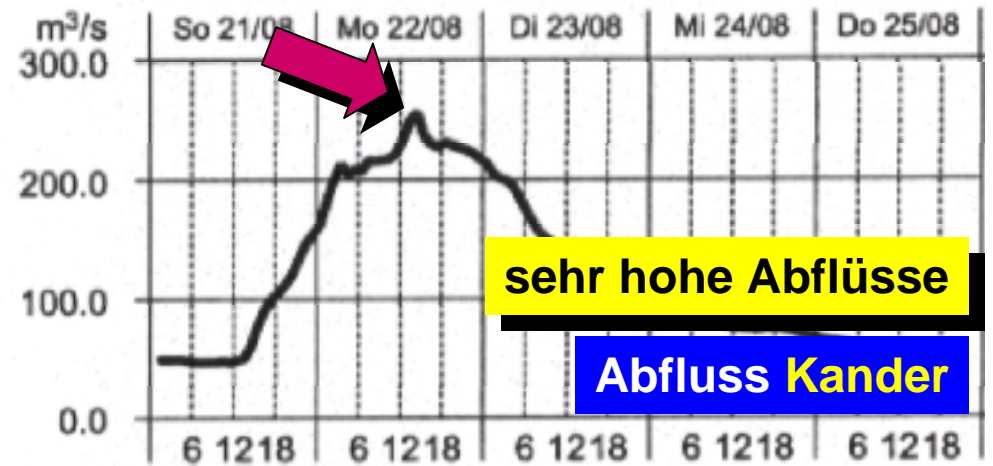
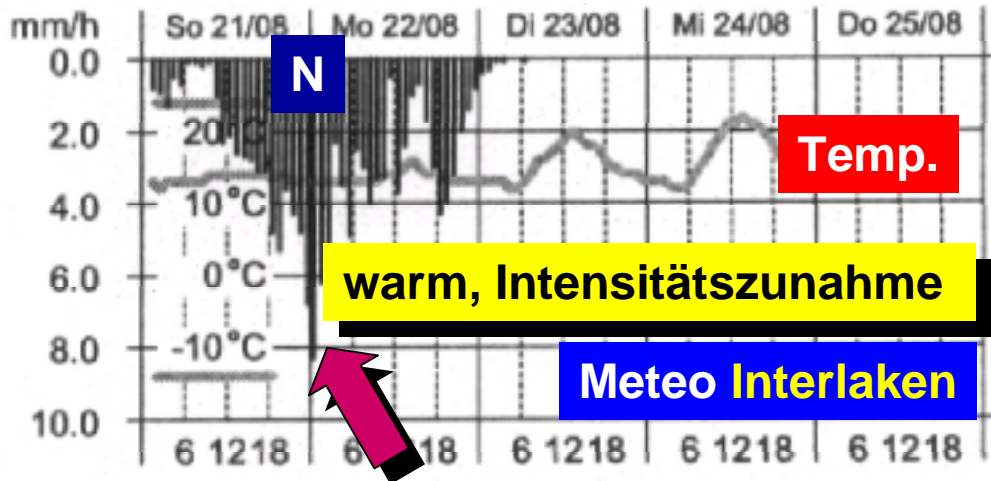
Als „groß“ werden Naturkatastrophen in Anlehnung an Definitionen der Vereinten Nationen bezeichnet, wenn die Selbsthilfefähigkeit der betroffenen Regionen deutlich überschritten wird und überregionale oder internationale Hilfe erforderlich ist. Dies ist in der Regel dann der Fall,

21. - 24. August 2005: Entfesselte Wasser

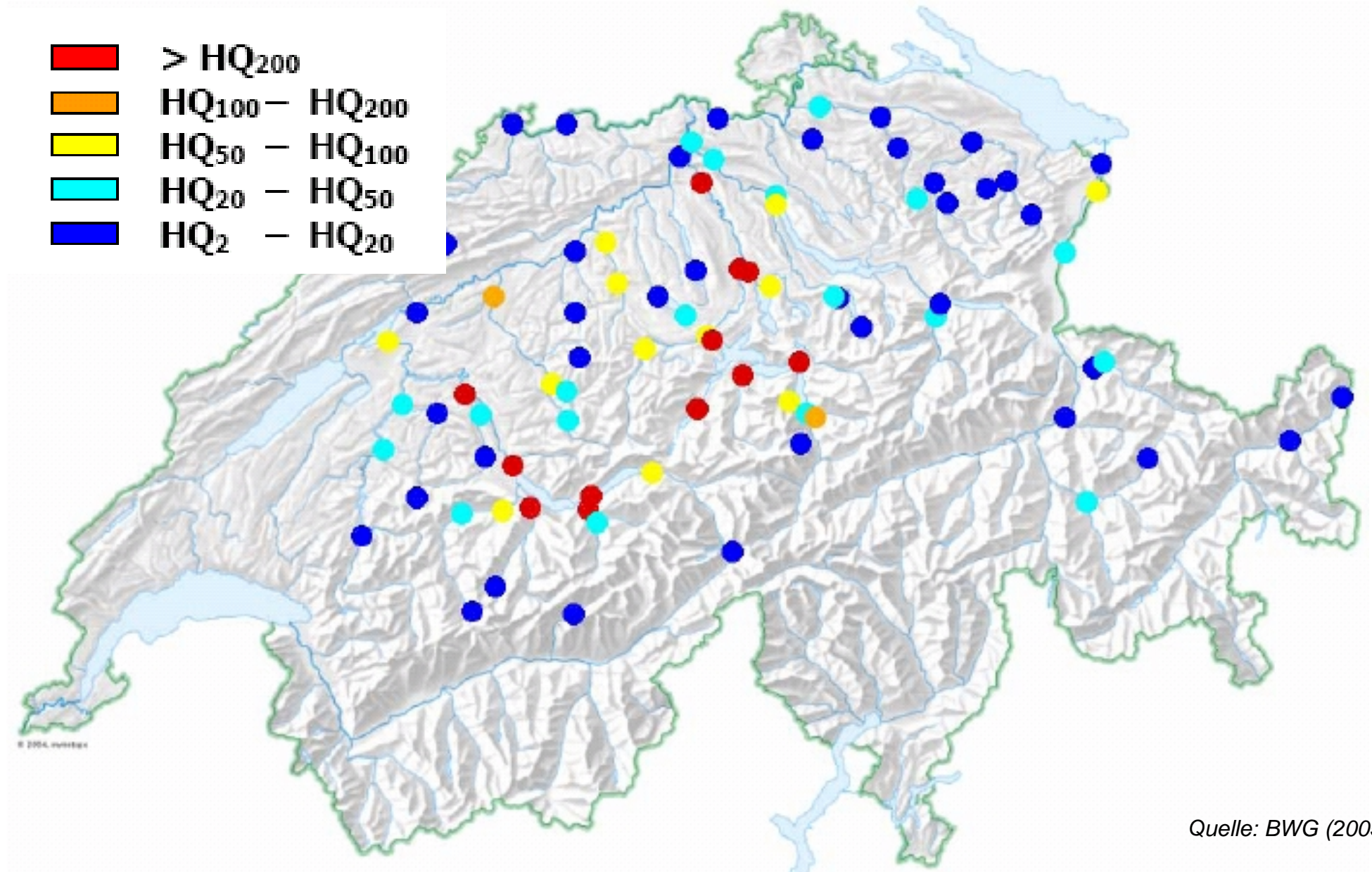
Vb-Wetterlage



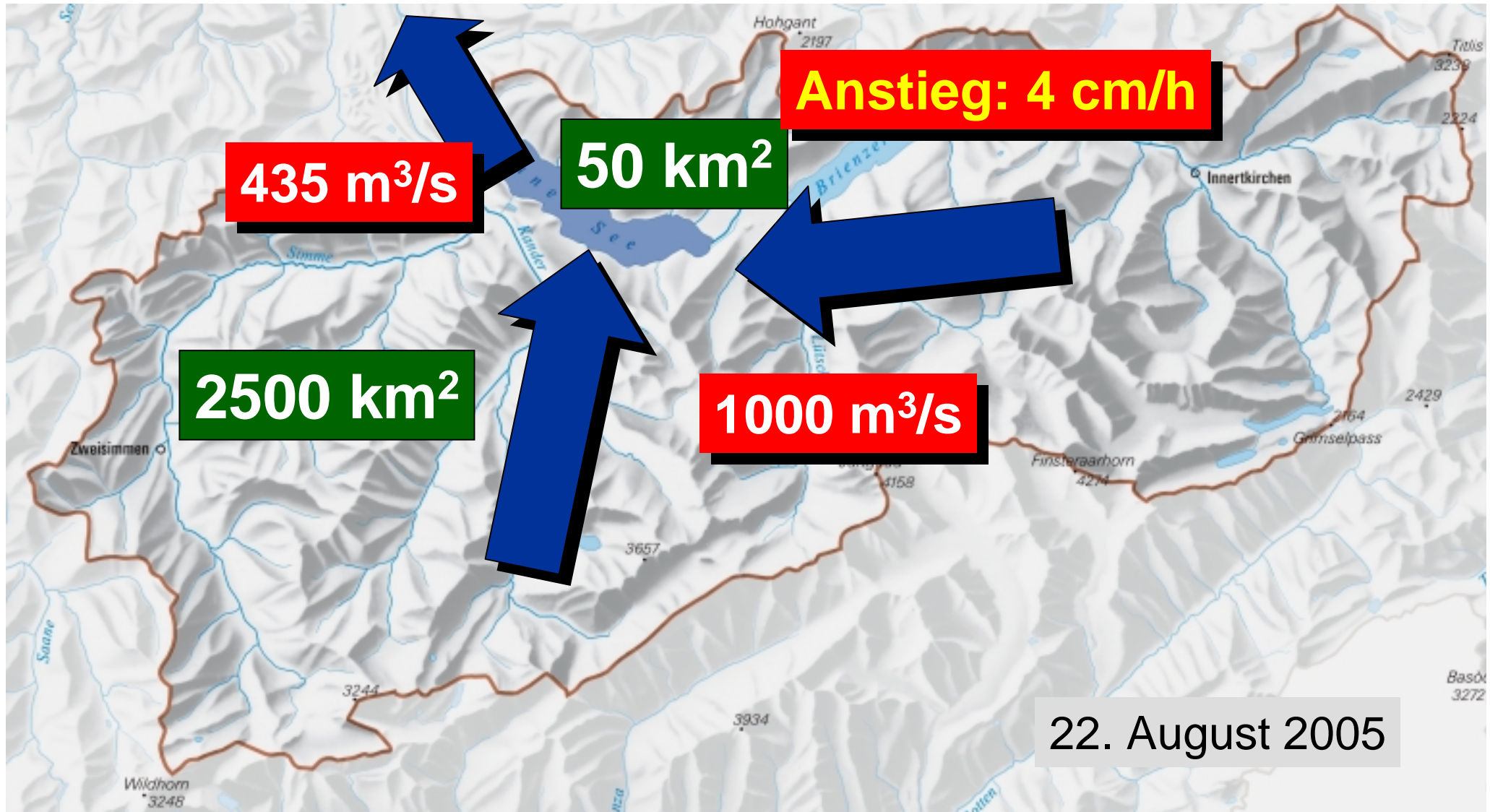
Die Hochwassersituation im Überblick



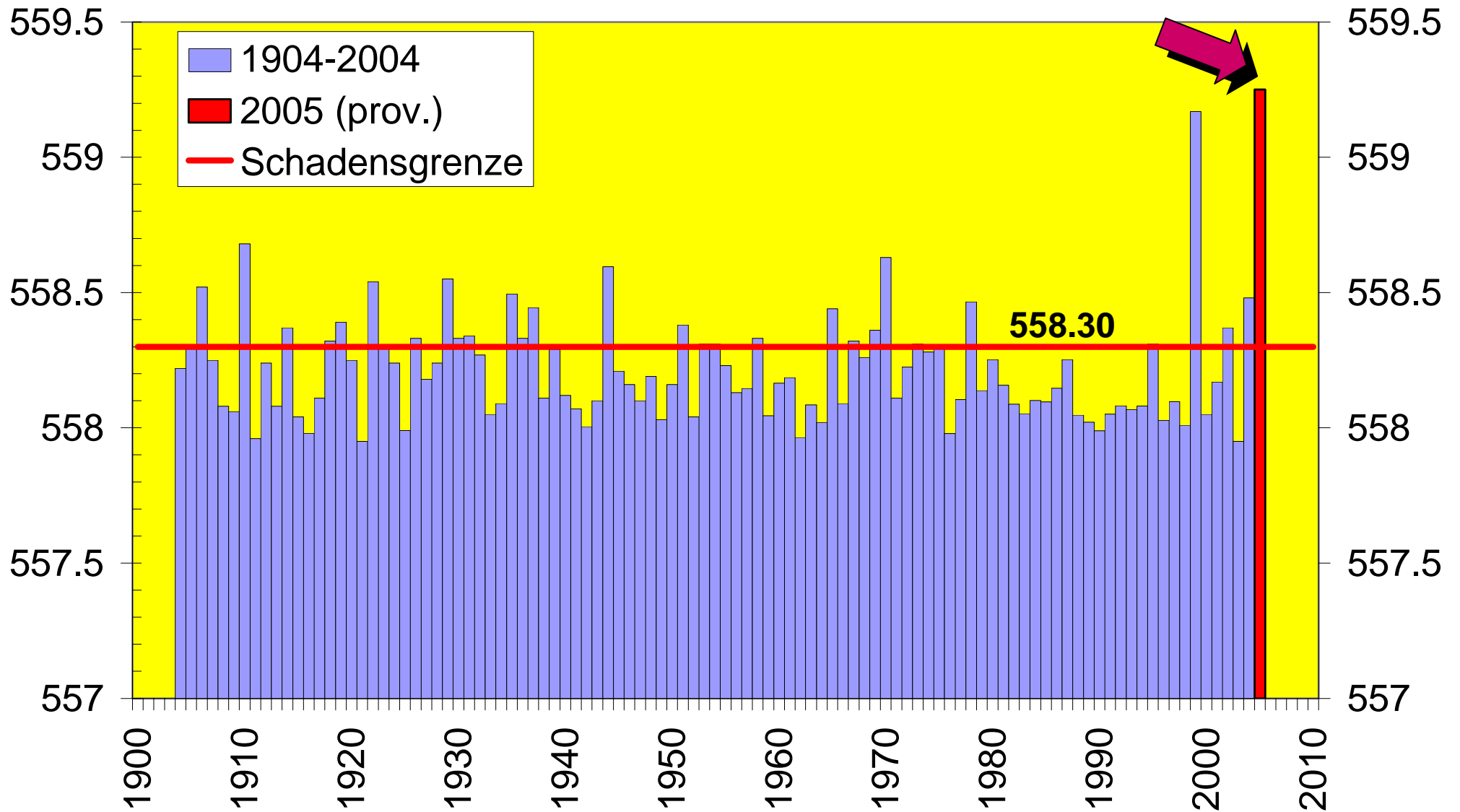
Die Hochwassersituation im Überblick



Thunersee - ein Spiegelbild der Oberländer Hydrologie

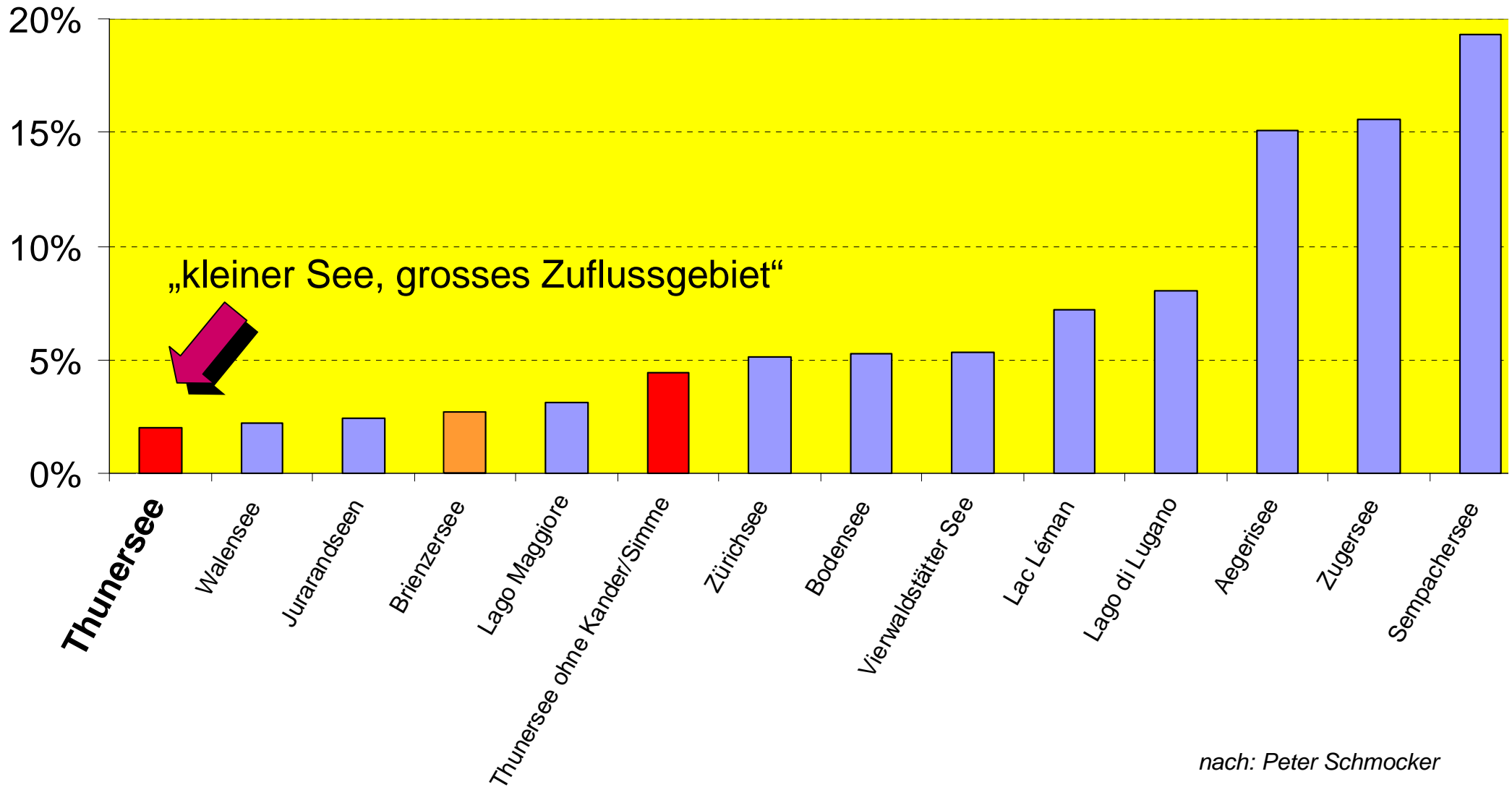


Thunersee - ein Spiegelbild der Oberländer Hydrologie³¹



Daten: Caroline Kan (BWG)

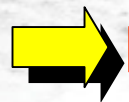
Seefläche im Vergleich zum Zuflussgebiet





Gefahren

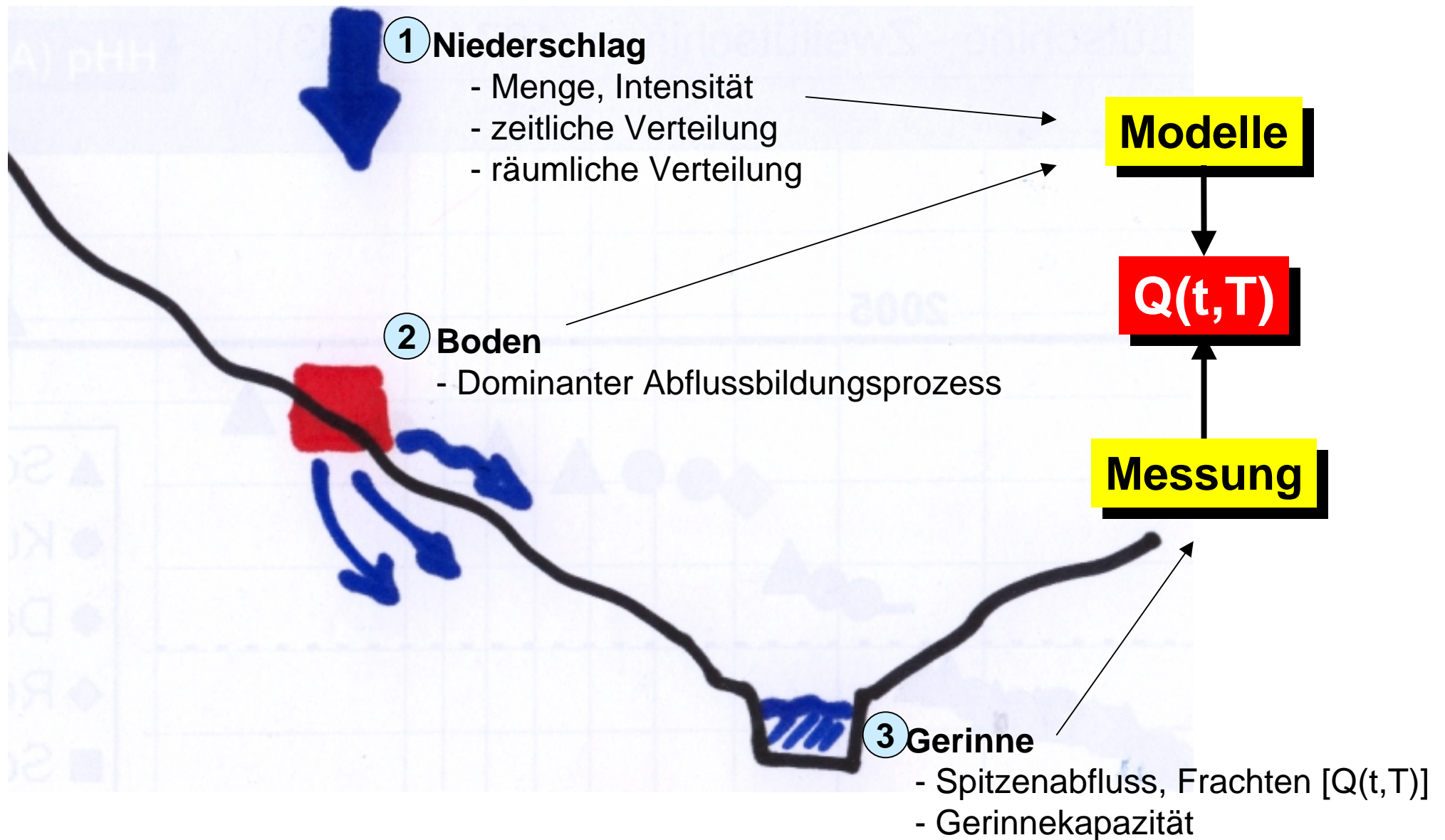
- Augusthochwasser 2005



Fragen an die Forschung:

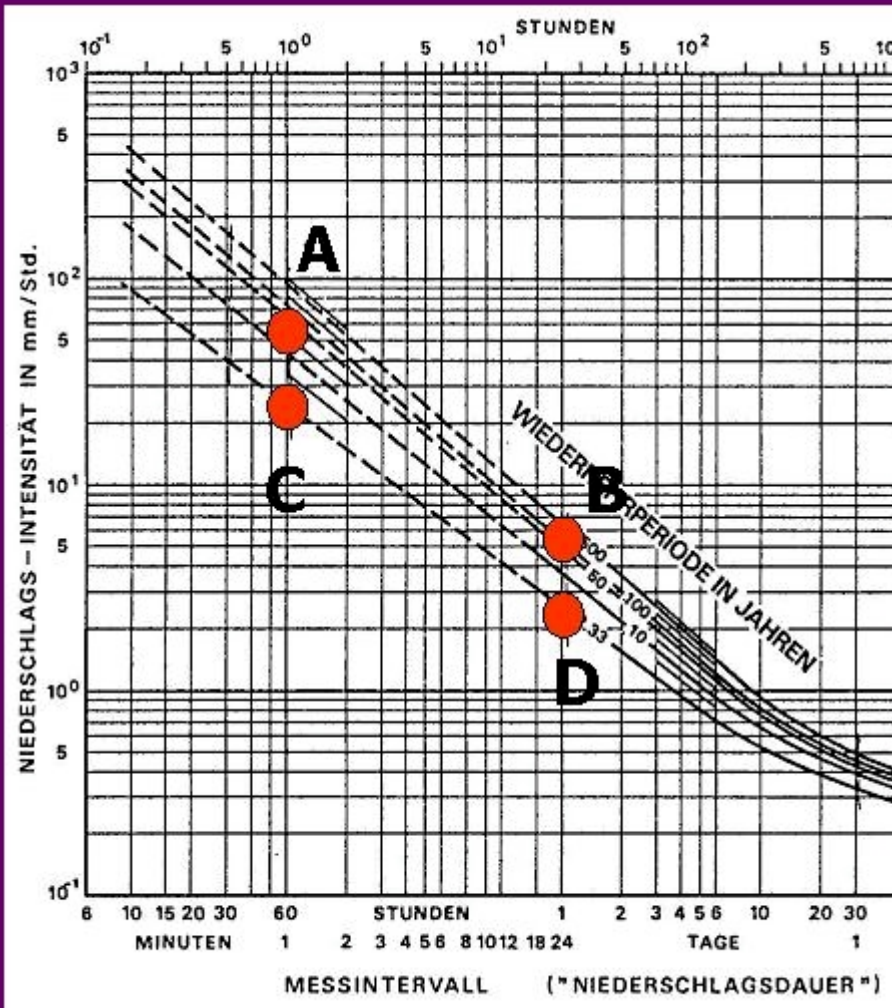
- Prozessverständnis**
- Hochwasserabschätzung**
- Konzepte des Hochwasserschutzes**
- Fazit**

Wie entstehen Hochwasser? → Schlüsselgrößen



① Niederschlag

Regionalisierte Werte --> Abschätzung von Punktwerten für beliebige Orte



Rekonstruktion des N-I-Diagramms für beliebige Orte

Herauslesen von A, B, C, D aus den Starkregen-Karten

A
1h, 100a

B
24h, 100a

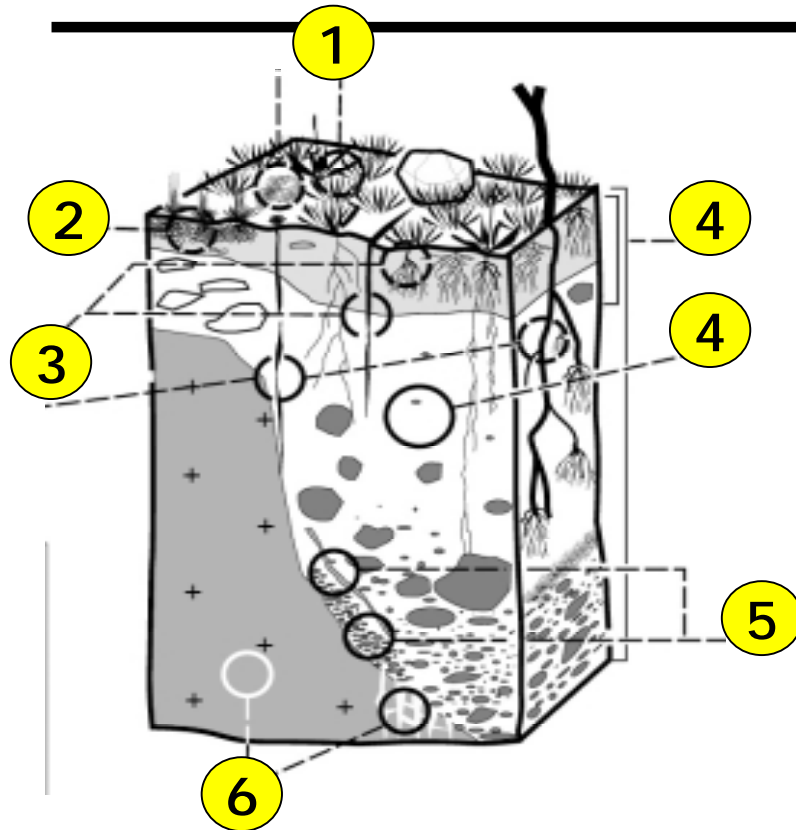
C
1h, 2.3a

D
24h, 2.3a

2 Boden --> Schlüsselstellen im Boden

Schlüsselgrößen des Bodens beeinflussen die Infiltration und die Wasserbewegung im Boden

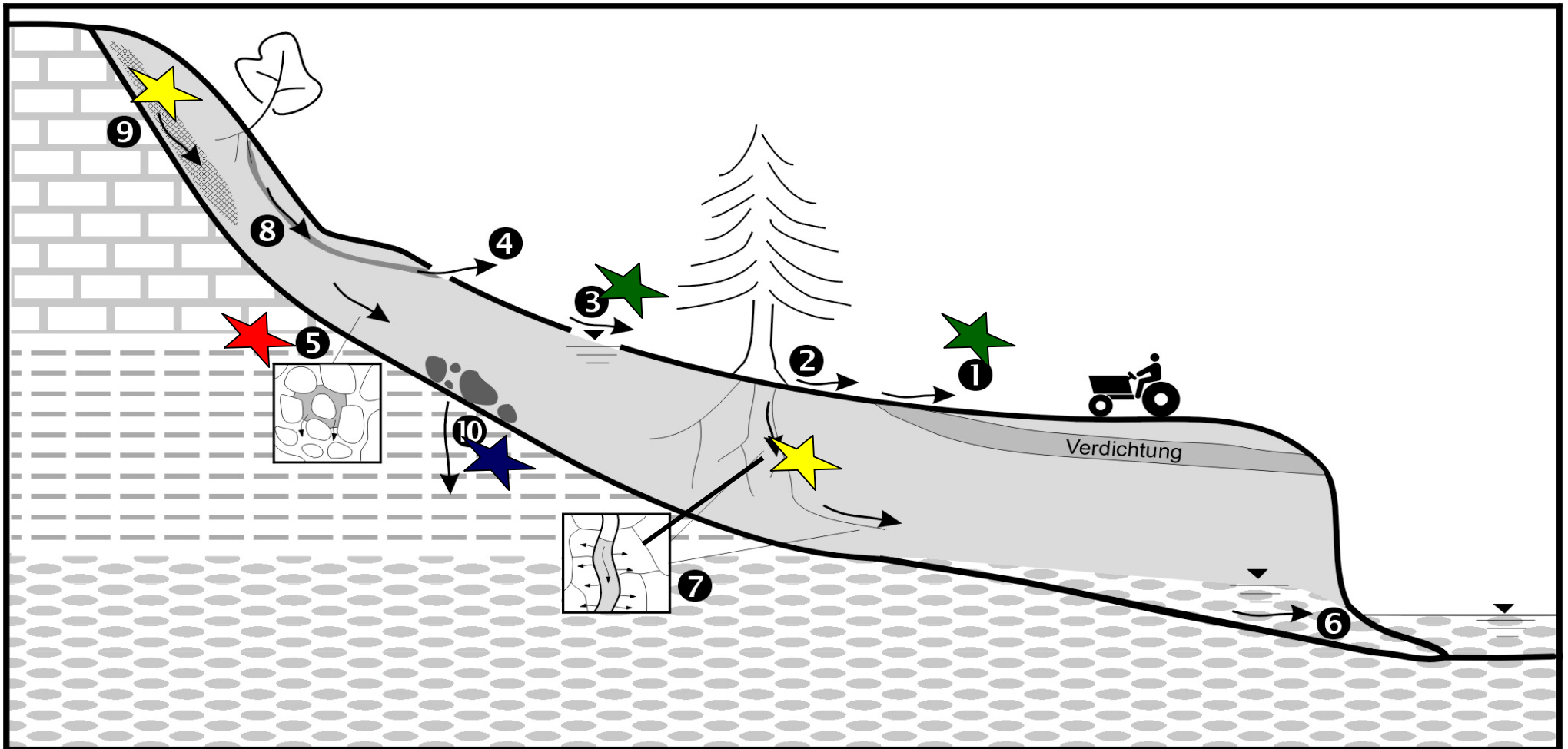
Dominanter Abflussbildungsprozess



- 1 Vegetationsdecke (verhindert Verschlammung)
- 2 Hydrophobizität (erhöht Oberflächenabfluss)
- 3 Makroporosität (schnelle Fließwege)
- 4 Lagerungsdichte und Bodenmächtigkeit (bestimmen Wasserspeichervermögen)
- 5 Schnelle laterale Fließwege (Drainage)

6 Geolog. Untergrund (Staueffekte)

2 Boden: Dominante Abflussbildungsprozesse



3 Gerinne



Kelchbach in Naters beim Hochwasser
Oktober 2000, 40 m³/s

• Messungen, Extrapolation **A**

• Modellierung **B**

maximales Durchfluss-
vermögen

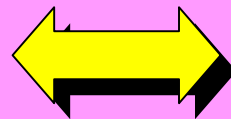
Hydraulik

Zu erwartende Spitzen-
abflussmengen

Hydrologie

Massnahmen

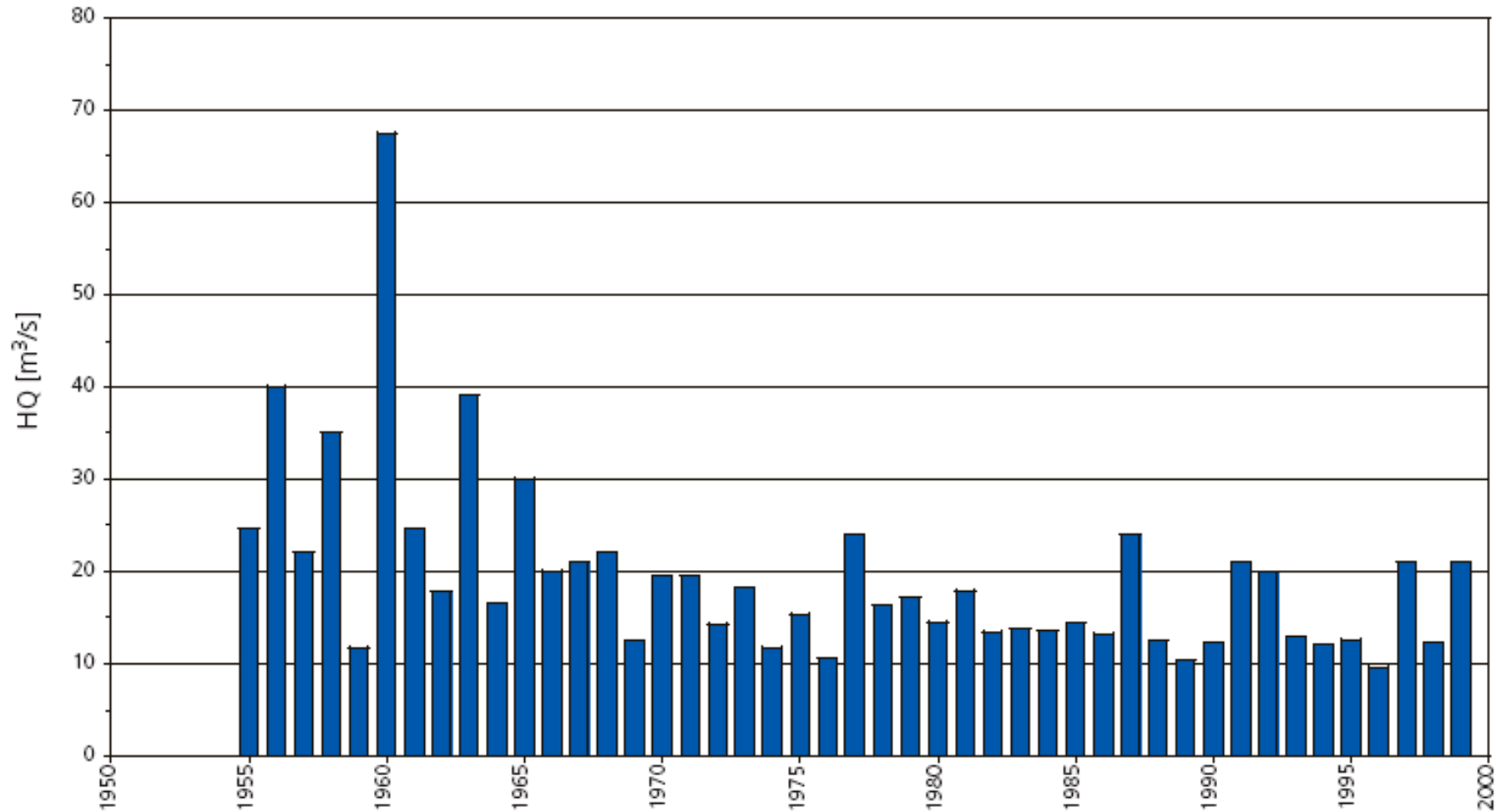
Wasserbau



A

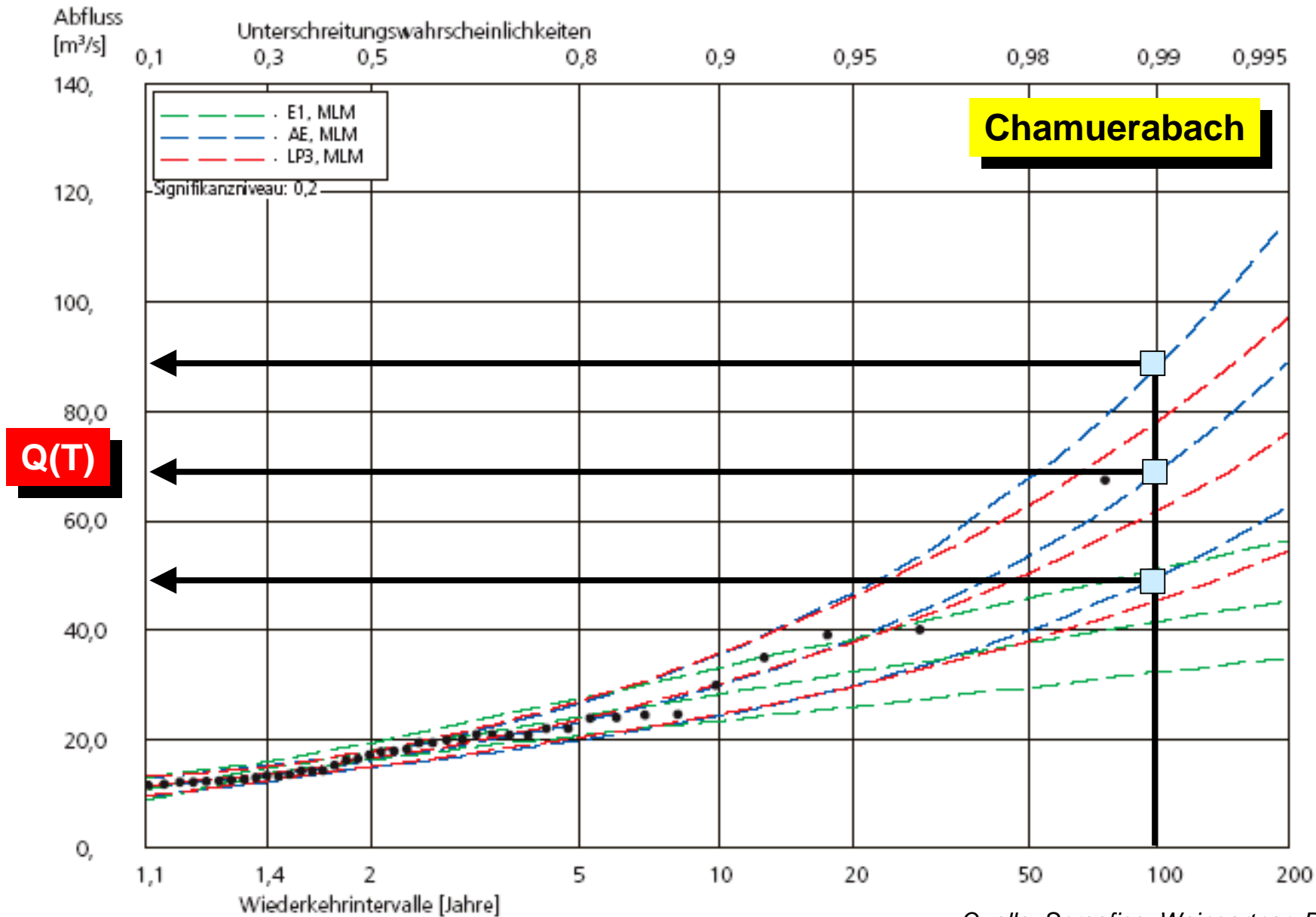
Messung --> Extrapolation

Chamuerabach - LaPunt-Chamues-ch



A

Messung --> Extrapolation

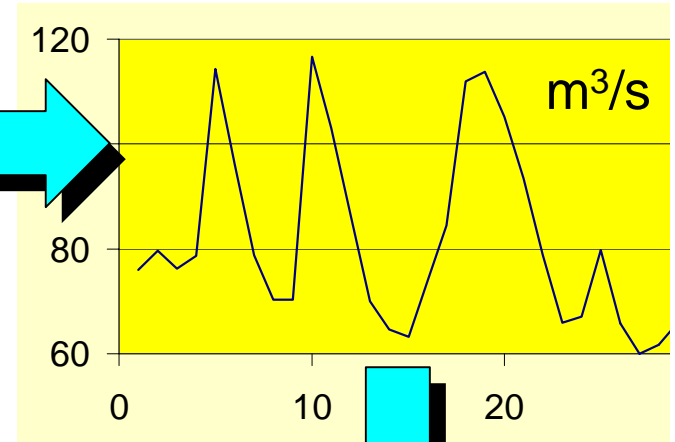
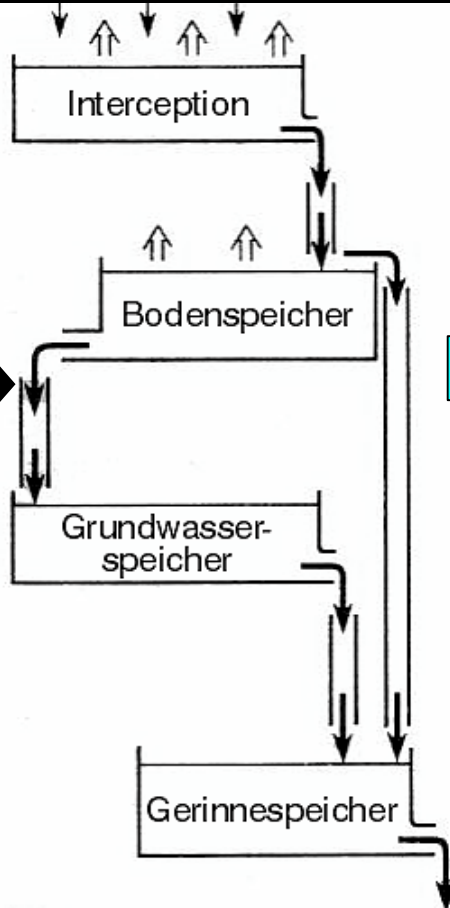
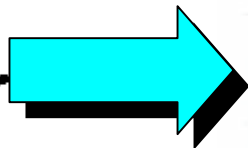


B Modellierung

Antrieb
- Niederschlag
- Temperatur

PREVAH Schweiz
500 m * 500 m
dt = 1h

Abfluss



Hochwasserstatistik

Q(t,T)



Gefahren

- Augusthochwasser 2005

- Fragen an die Forschung:

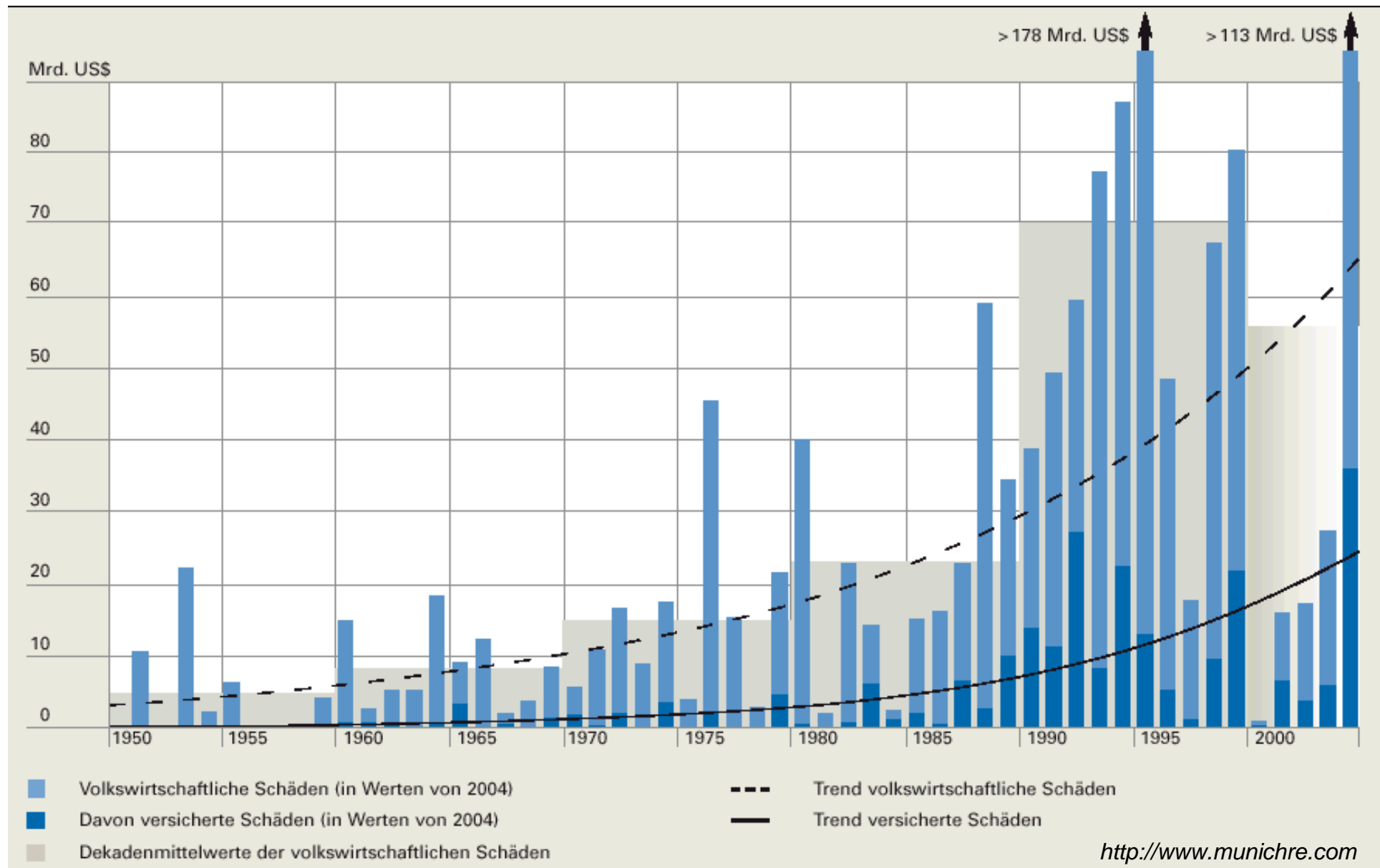
- Prozessverständnis

- Hochwasserabschätzung

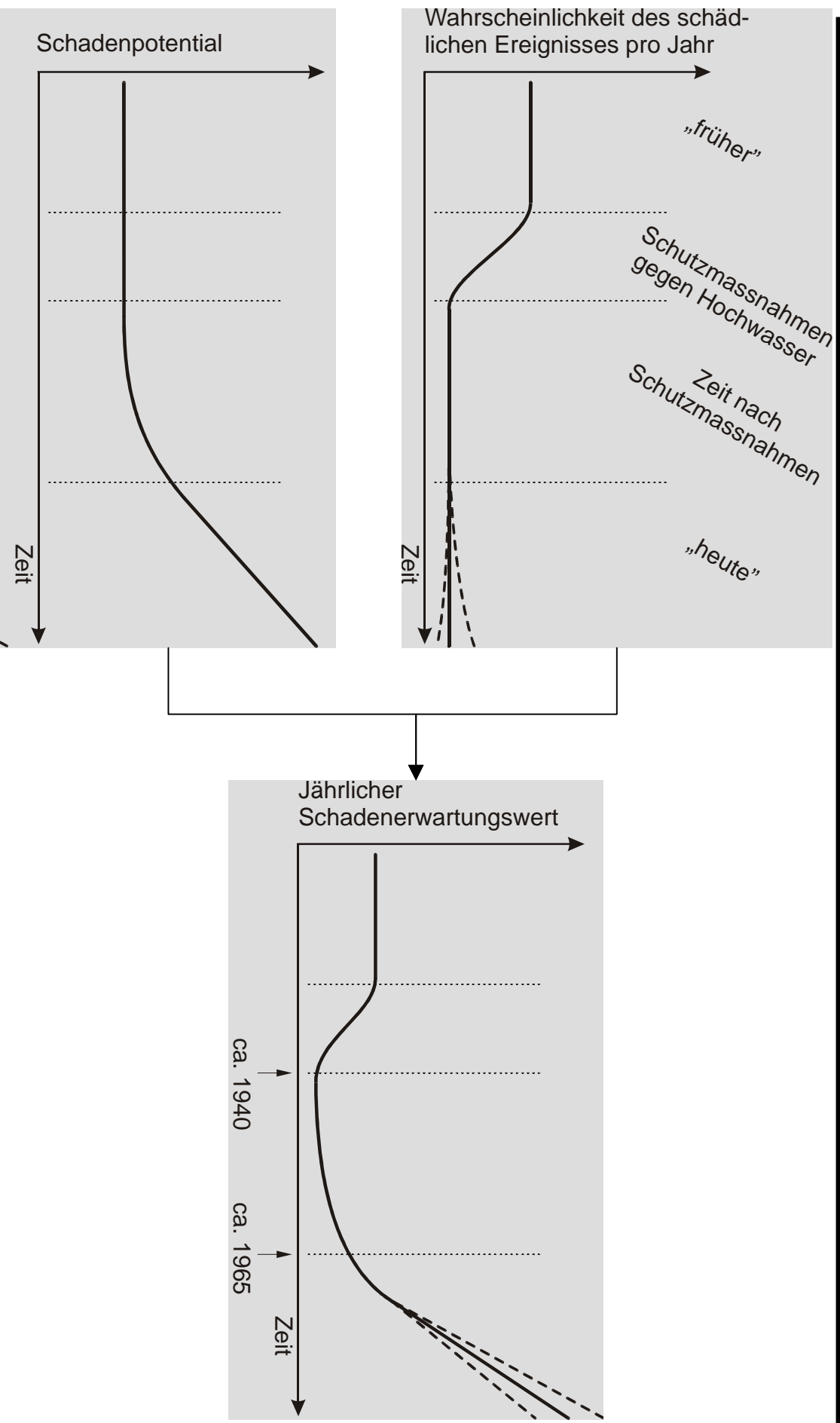
➔ Konzepte des Hochwasserschutzes

- Fazit

Schäden pro Jahr, global



Entwicklung des Hochwasserrisikos



Quelle: Weingartner (1999)

Konzeptes des Hochwasserschutzes

BWG [Bundesamt für Wasser und Geologie] (2001):
Hochwasserschutz an Fließgewässern. Wegleitung, Bern.



Gefahren

- **Augusthochwasser 2005**
- **Fragen an die Forschung:**
 - **Prozessverständnis**
 - **Hochwasserabschätzung**
- **Konzepte des Hochwasserschutzes**

 **Fazit**

Fazit

Die angewandte Forschung sieht sich mit dem Problem konfrontiert, Extremwerte abzuschätzen (die nur selten direkt gemessen werden können)

Ausserordentliche Ereignisse (2005!) zeigen:
Es gibt keine 100%ige Sicherheit, aber ein 100%iges Risikobewusstsein

Die Schweiz verfügt über ein modernes, umfassendes Schutzkonzept

Allerdings: die Zeit läuft uns etwas davon