

Unsicherheiten bei der Hochwasserabschätzung: Messung – Extremwertstatistik – Übertragung

1. Einführung
2. Abflussmessung
3. Extremwertstatistik
4. Übertragung
5. Situation im Hexental



PD Dr. Jens Lange

Akademischer Rat

Institut für Hydrologie
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Fahnenbergplatz
79098 Freiburg

Tel: 0761 - 203 3546

Fax: 0761 - 203 3594

E-Mail: jens.lange@hydrology.uni-freiburg.de

Raum-Nr. 01.014



Position/Aufgabenbereich:

Akademischer Rat, Studienberatung, Koordination von Lehre und Forschung, Laborleitung

Fachgebiet/Interesse:

Trockengebiete, N/A-Modellierung, Tracer



Weihnachten 1991

auch im Hexental

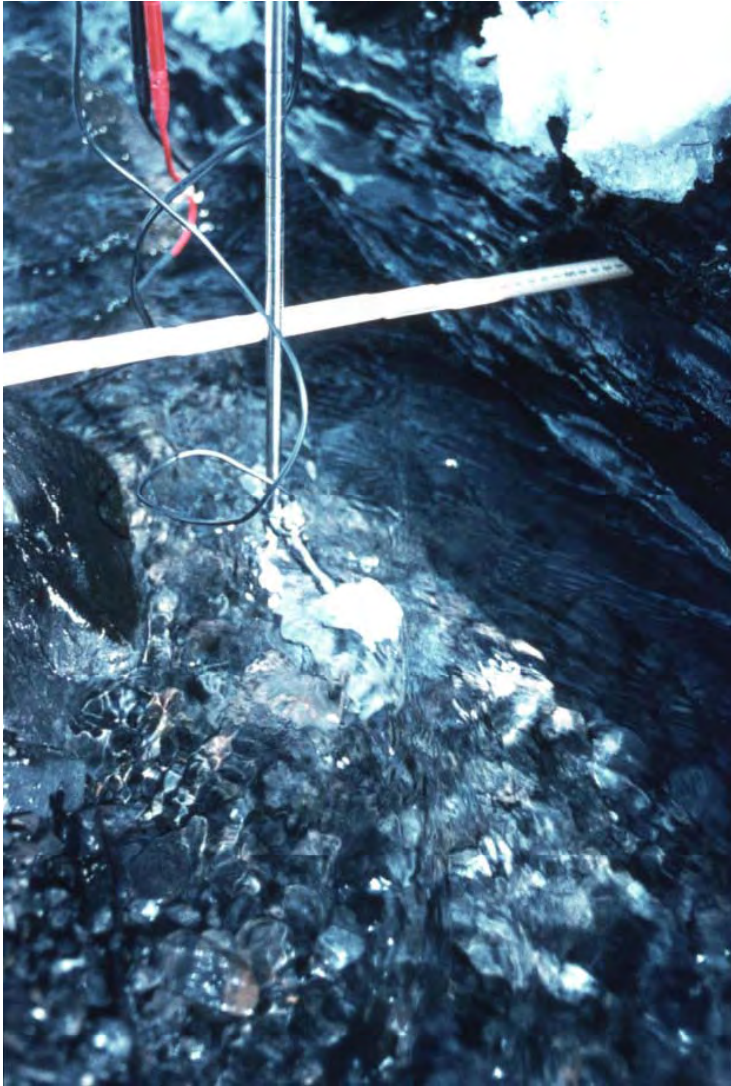


Welche Unsicherheiten gibt es?

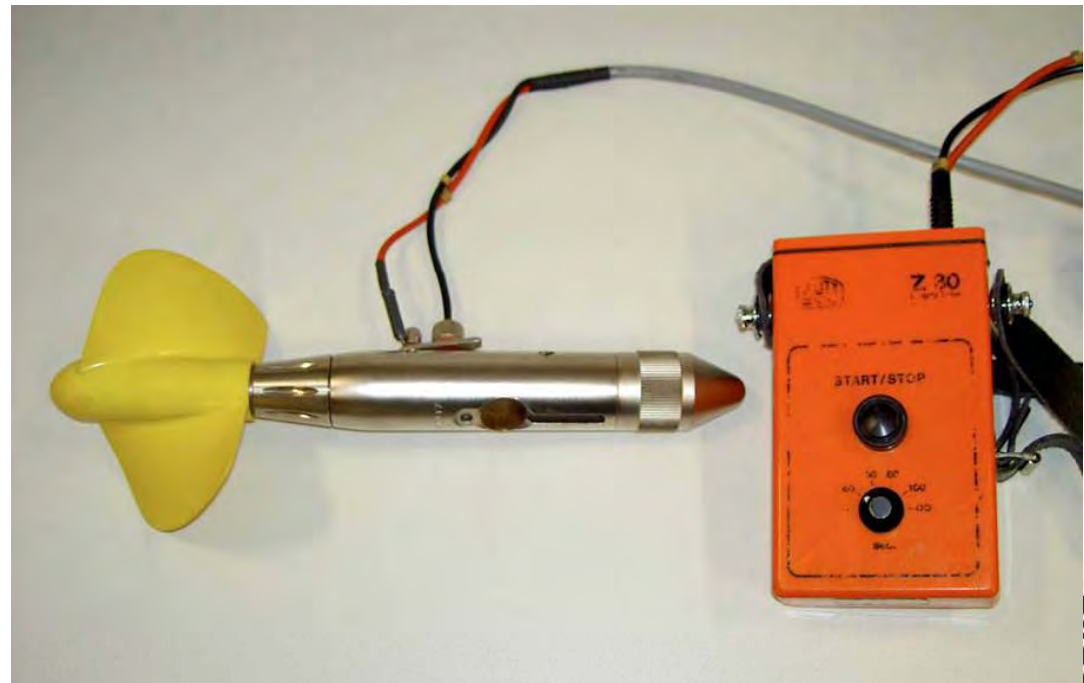


Unsicherheiten bei der Hochwasserabschätzung: Messung – Extremwertstatistik – Übertragung

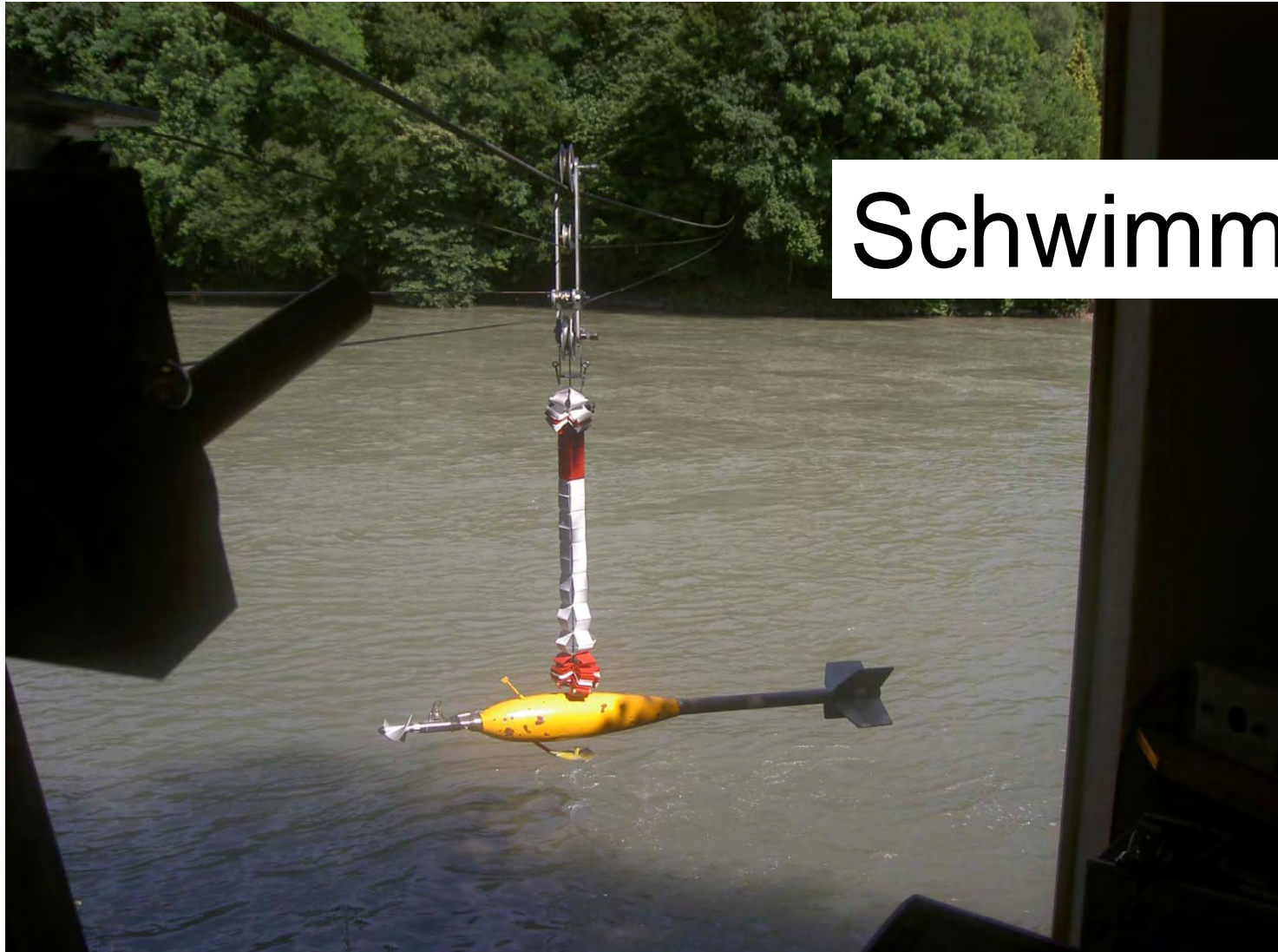
1. Einführung
- 2. Abflussmessung**
3. Extremwertstatistik
4. Übertragung
5. Situation im Hexental



Der hydrometrische Flügel







Schwimmflügel

Measurement variables and standard error	Measurement examples					
	(1) Good wading	(2) Good Cable	(3) Sluggish flow	(4) Shortcut methods	(5) Very poor overall	(6) Very good wading
Measurement variables						
Average depth, (ft)	1.8	10	10	15	5	2.2
Average velocity, (ft/s)	1.5	2.5	.15	5	.1	2.5
Average time of exposure, (seconds)	45	50	50	23	20	50
Number of verticals, N	25	28	28	6	10	30
Method	.6D	.2D-.8D	.2D-.8D	.6D	.6D	.2D-.8D
Horizontal angles	No	No	No	No	Yes	No
Suspension	Rod	Cable	Cable	Cable	Cable	Rod
Meter	Py(indv)	AA	AA	AA	Py(std)	AA
Depth measuring condition	A	A	B	C	B	A
Standard error						
S_d , percent	2.0	2.0	3.6	2.8	6.3	2.0
S_t , percent	5.7	3.9	3.9	6.9	7.2	3.9
S_i , percent	.8	.3	4.7	.3	18	.3
S_s , percent	3.1	1.2	1.2	5.0	4.1	1.2
S_h , percent	0	0	0	0	1.0	0
S_v , percent	1.9	1.7	1.7	6.6	4.2	1.6
S_q , percent	4.0	2.4	5.3	8.9	19	2.3

Error Source:

Depth: S_d

Instrument: S_i

Pulsation: S_t

Vertical Distribution: S_s

Horizontal Angle of profile: S_h

Integration across profile: S_v

Total Error: S_q

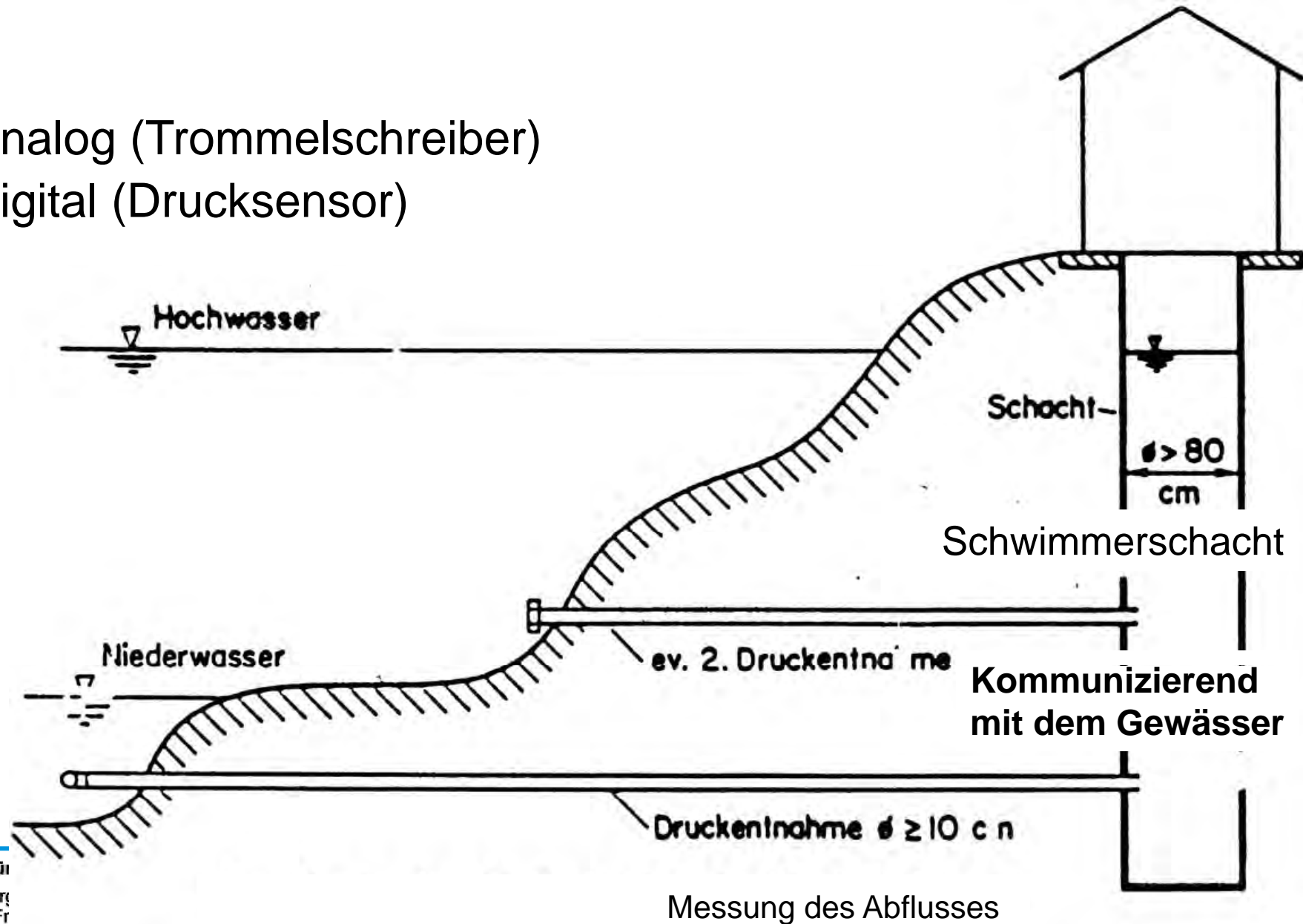
~ 2.5 %

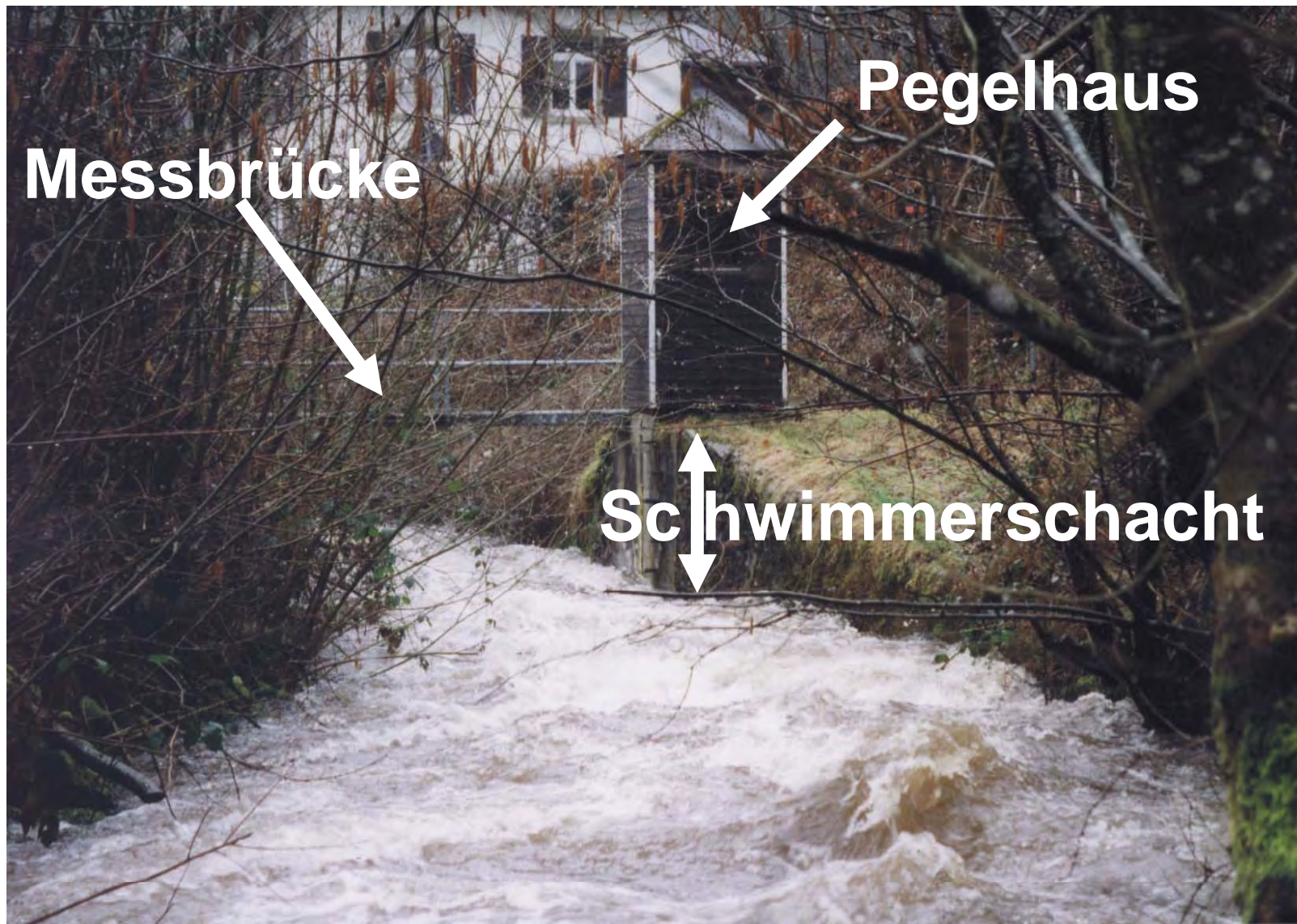
Sauer & Meyer, 1992



11 Schreibpegel nach dem Schwimmerprinzip

- analog (Trommelschreiber)
- digital (Drucksensor)

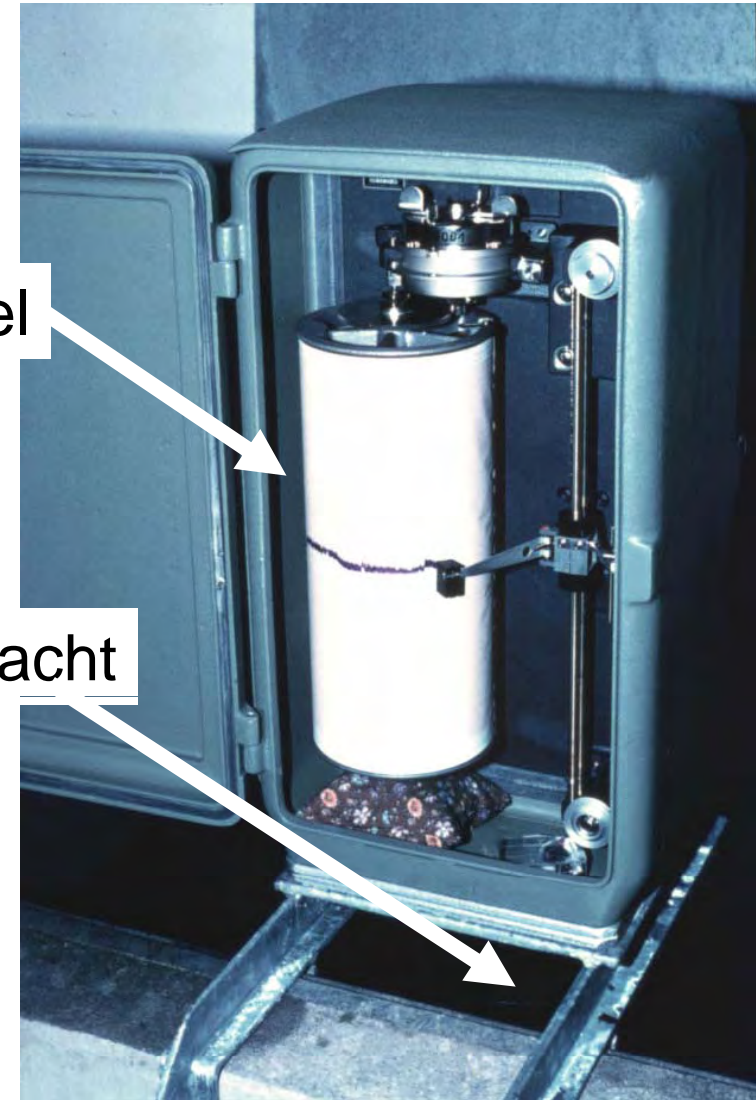




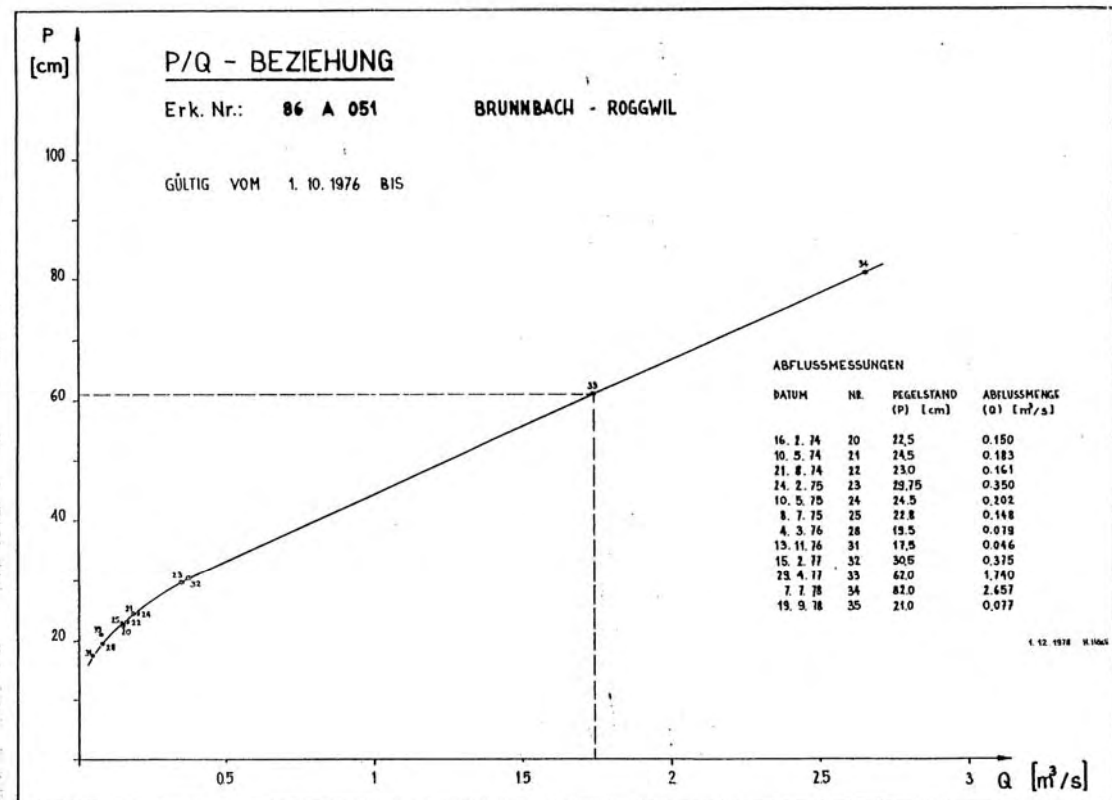


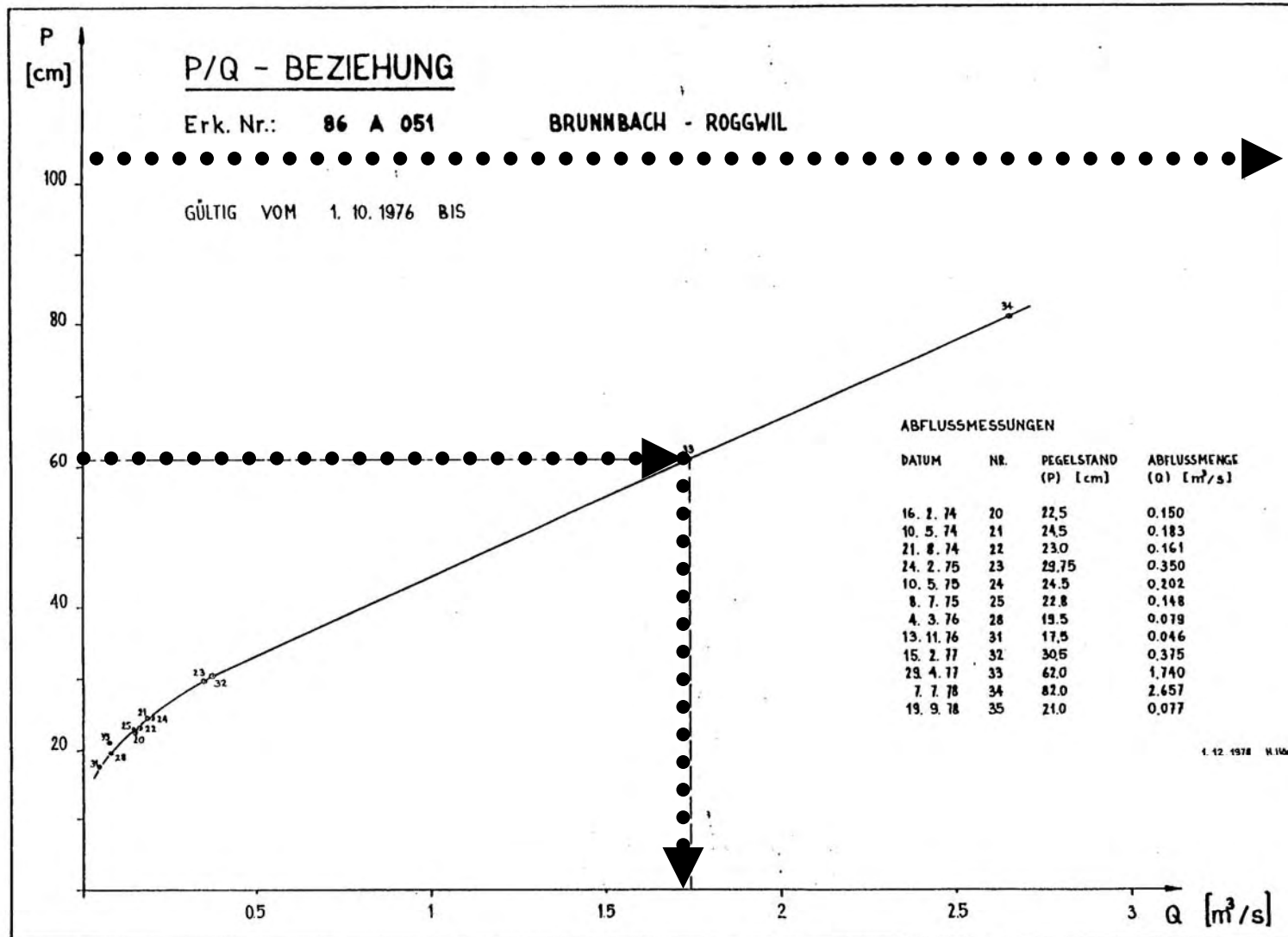
Schreibtrommel

Schwimmerschacht



- Man misst bei einem bestimmten Wasserstand die tatsächlich abfließende Wassermenge
- Wasserstand und Abflussmenge werden dann durch eine **Abflusskurve (P/Q-Beziehung)** funktional miteinander verbunden
- Jedem Wasserstand kann somit eine Abflussmenge zugeordnet werden





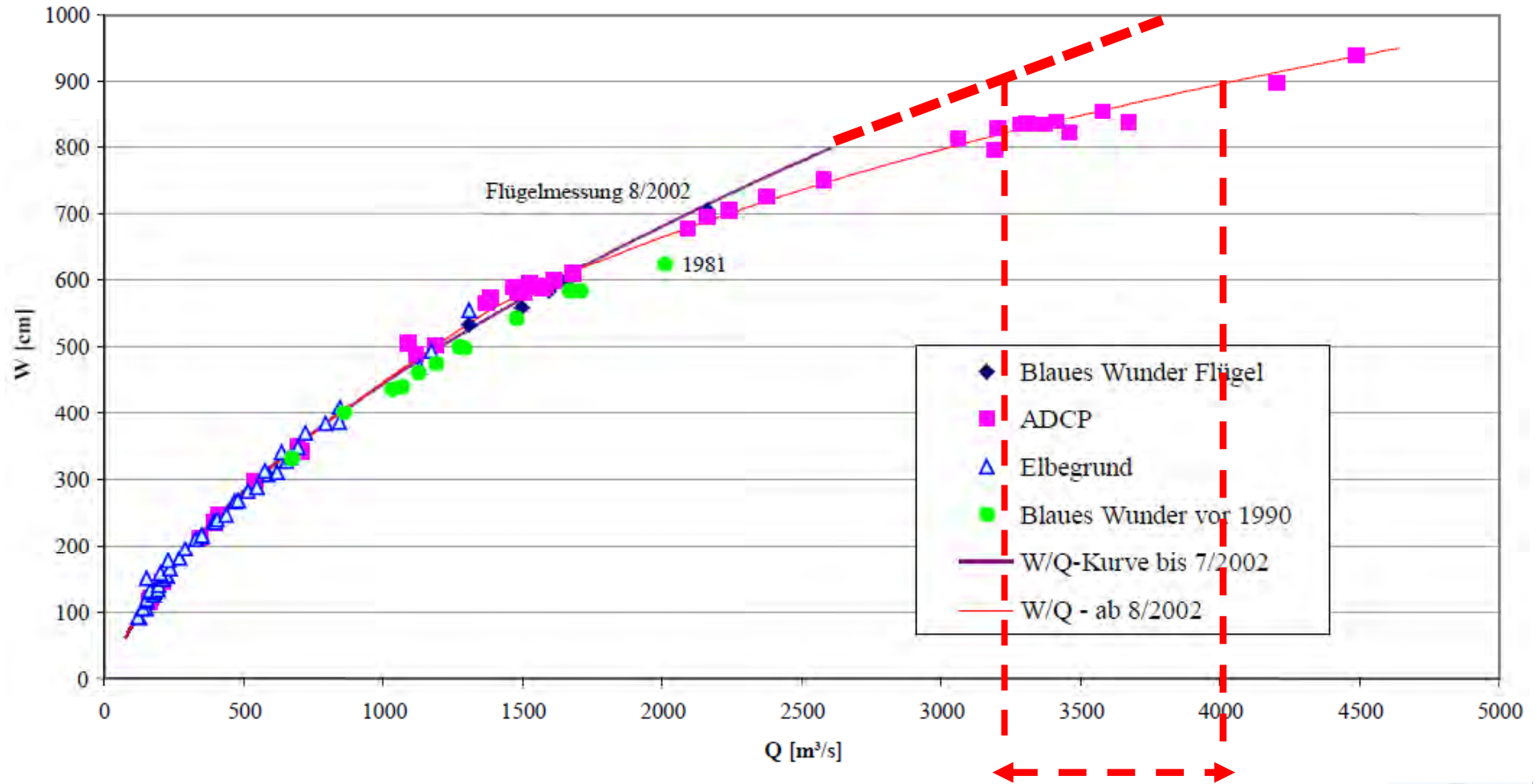


Adler (BfG), 2004





Adler (BfG), 2004



Adler (BfG), 2004

~ 10-15 %



Unsicherheiten bei der Hochwasserabschätzung: Messung – Extremwertstatistik – Übertragung

1. Einführung
2. Abflussmessung
- 3. Extremwertstatistik**
4. Übertragung
5. Situation im Hexental

Hochwasserjährlichkeit

- HQ_{10-100} : Statistisch gesehen tritt dieser Hochwasserwert alle 10-100 Jahre auf

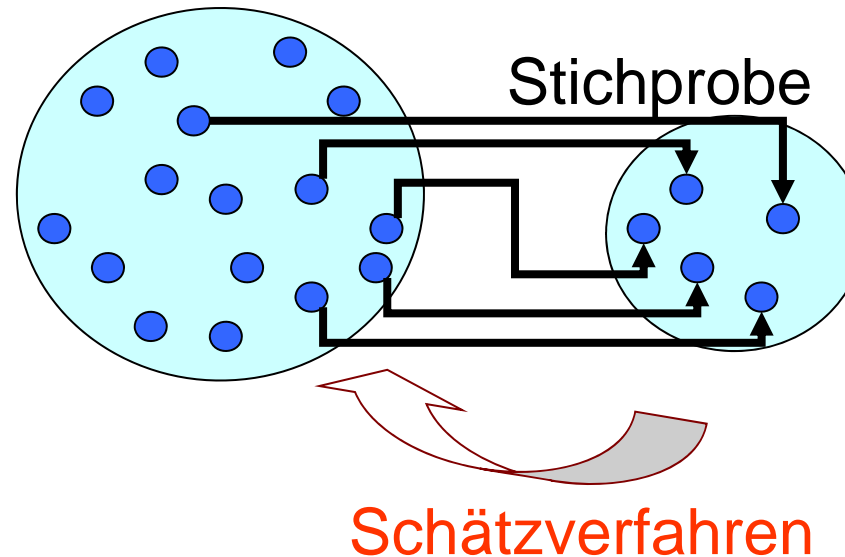


HQ_{20} Mosel / Rhein (Januar 2011)

Welt.de

Wir haben nur kurze Messzeitreihen..

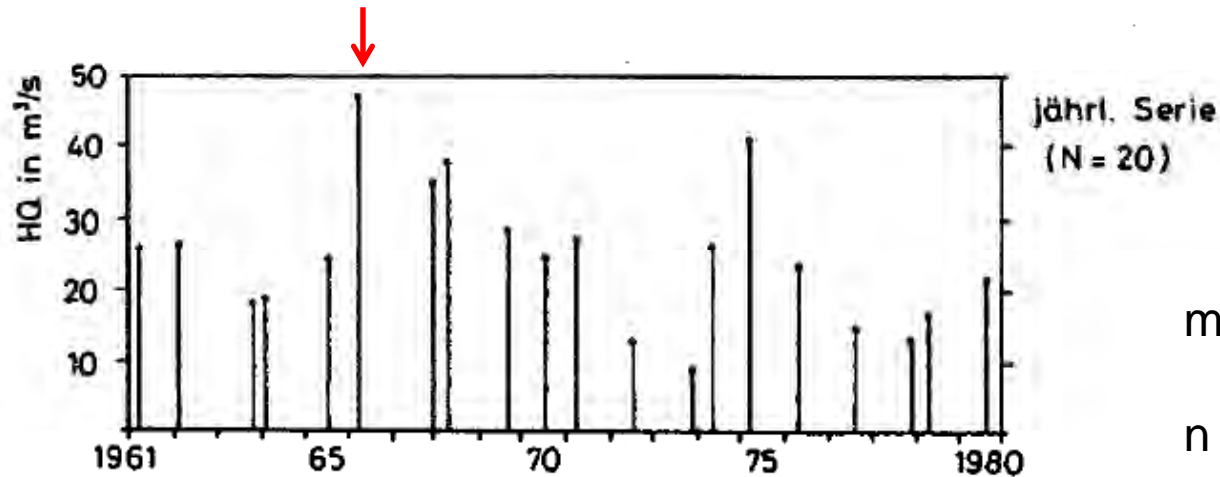
Grundgesamtheit ?



Auf Basis einer begrenzten Stichprobe (Messzeitreihe) soll auf die Verteilung einer Grundgesamtheit geschlossen werden, damit verlässlich in Bereiche hoher Wiederkehrintervalle (Jährlichkeit, z.B. HQ_{100}) extrapoliert werden kann

Beispiel: 20-jährige Abflusszeitreihe

$$P(X > 48) = 1 / 21 = 4.7\% \sim HQ_{20}$$

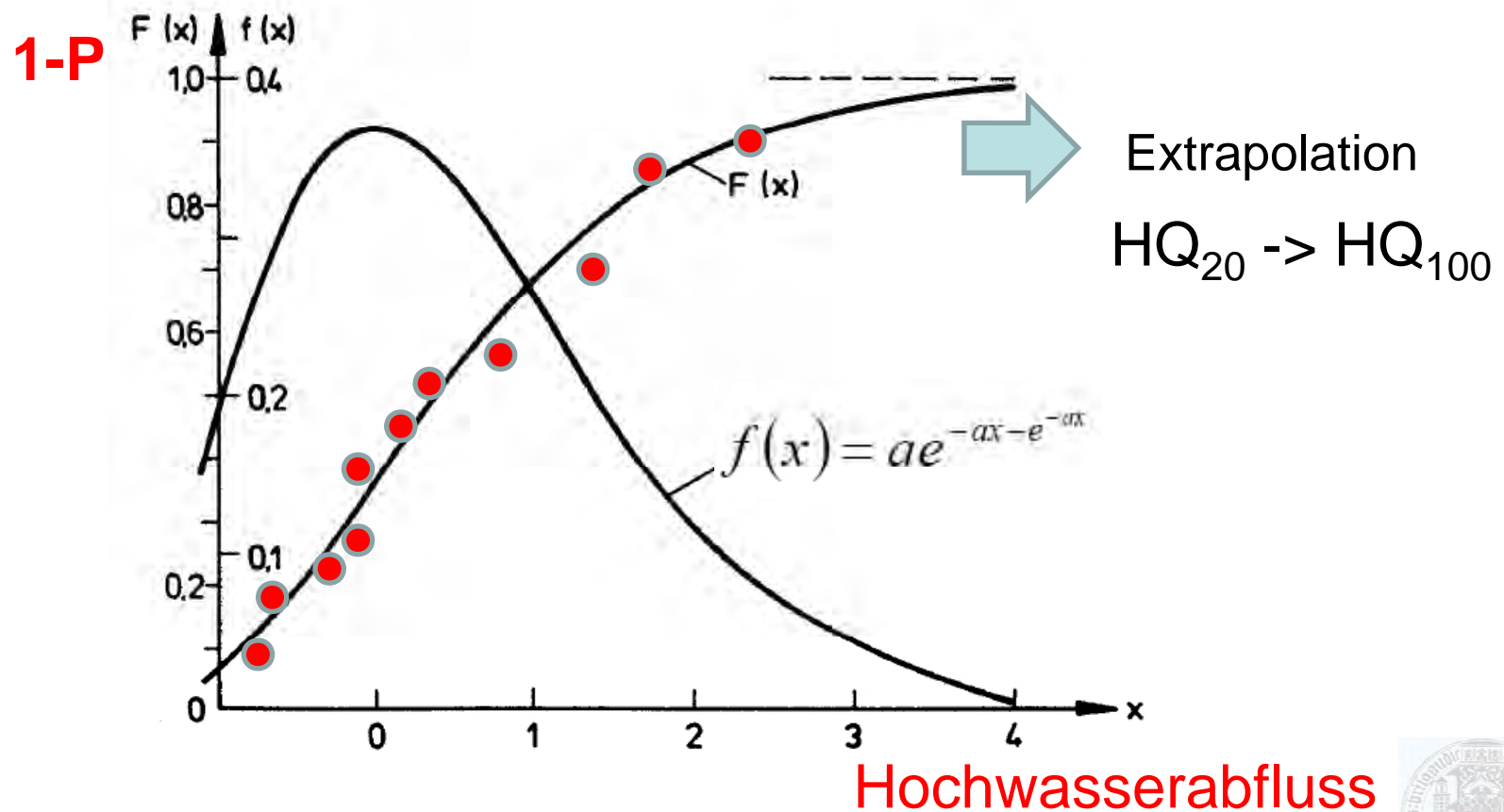


$$P(X \geq x_m) = \frac{m}{n+1}$$

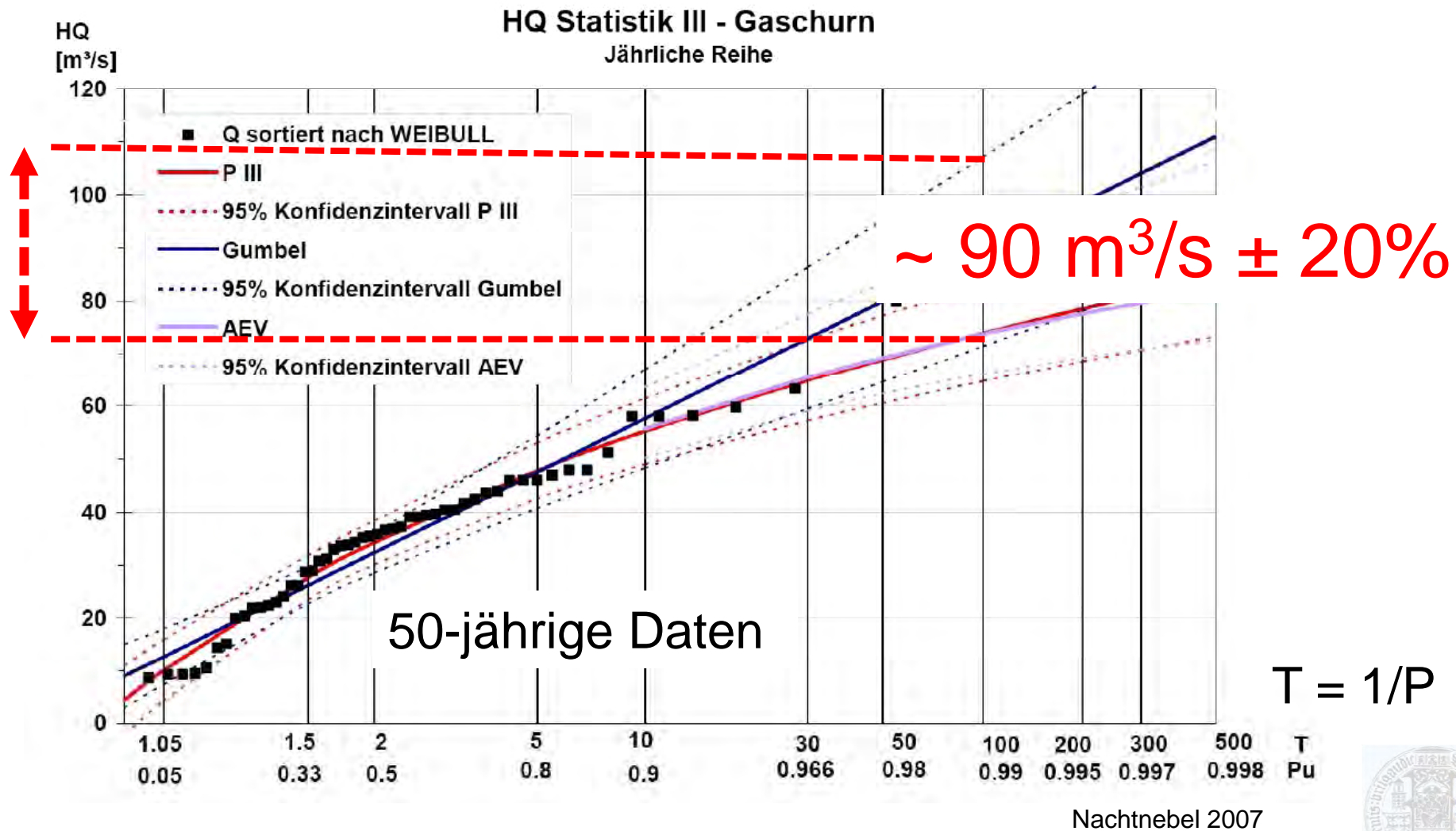
m = Rang in einer geordneten Liste
 n = Anzahl von Elementen
 x_m = Schwellenwert

- Die n Elemente werden der Größe nach geordnet, wodurch ihr Rang m festgelegt wird. Daraus werden die empirischen Wahrscheinlichkeiten über „plotting positions“ berechnet.

Anpassung an die Gumbel- Verteilung (EV I)



Unsicherheitsbereiche HQ₁₀₀



Unsicherheiten bei der Hochwasserabschätzung: Messung – Extremwertstatistik – Übertragung

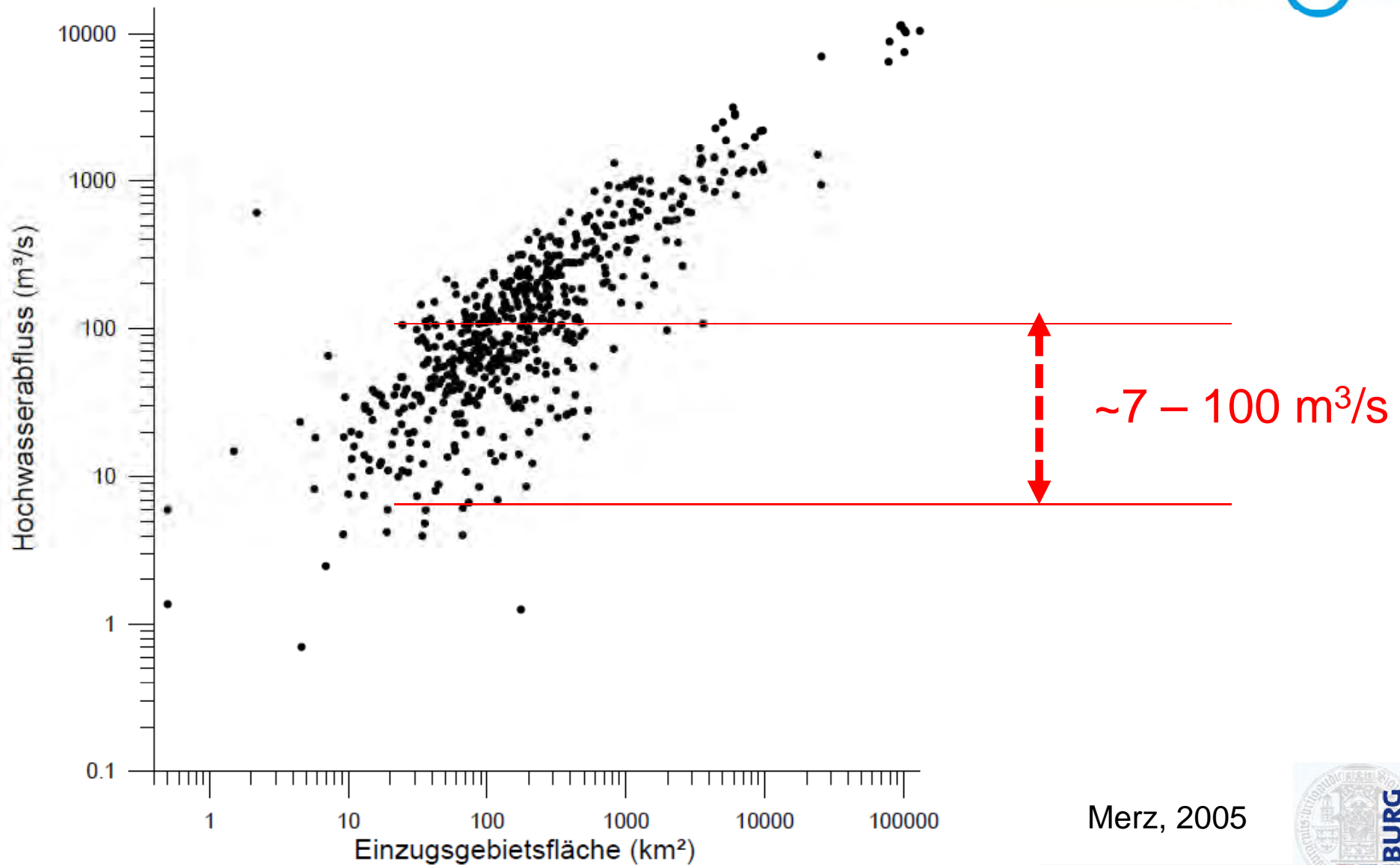
1. Einführung
2. Abflussmessung
3. Extremwertstatistik
- 4. Übertragung**
5. Situation im Hexental

Und wenn man keine Daten hat?

Liegen in einem Gebiet keine Messdaten vor, so müssen aus gemessenen Gebieten mit ähnlichen Eigenschaften Hochwasserabschätzungen übertragen werden.

-> Regionalisierung

Maximal beobachteter Abfluss in Österreich

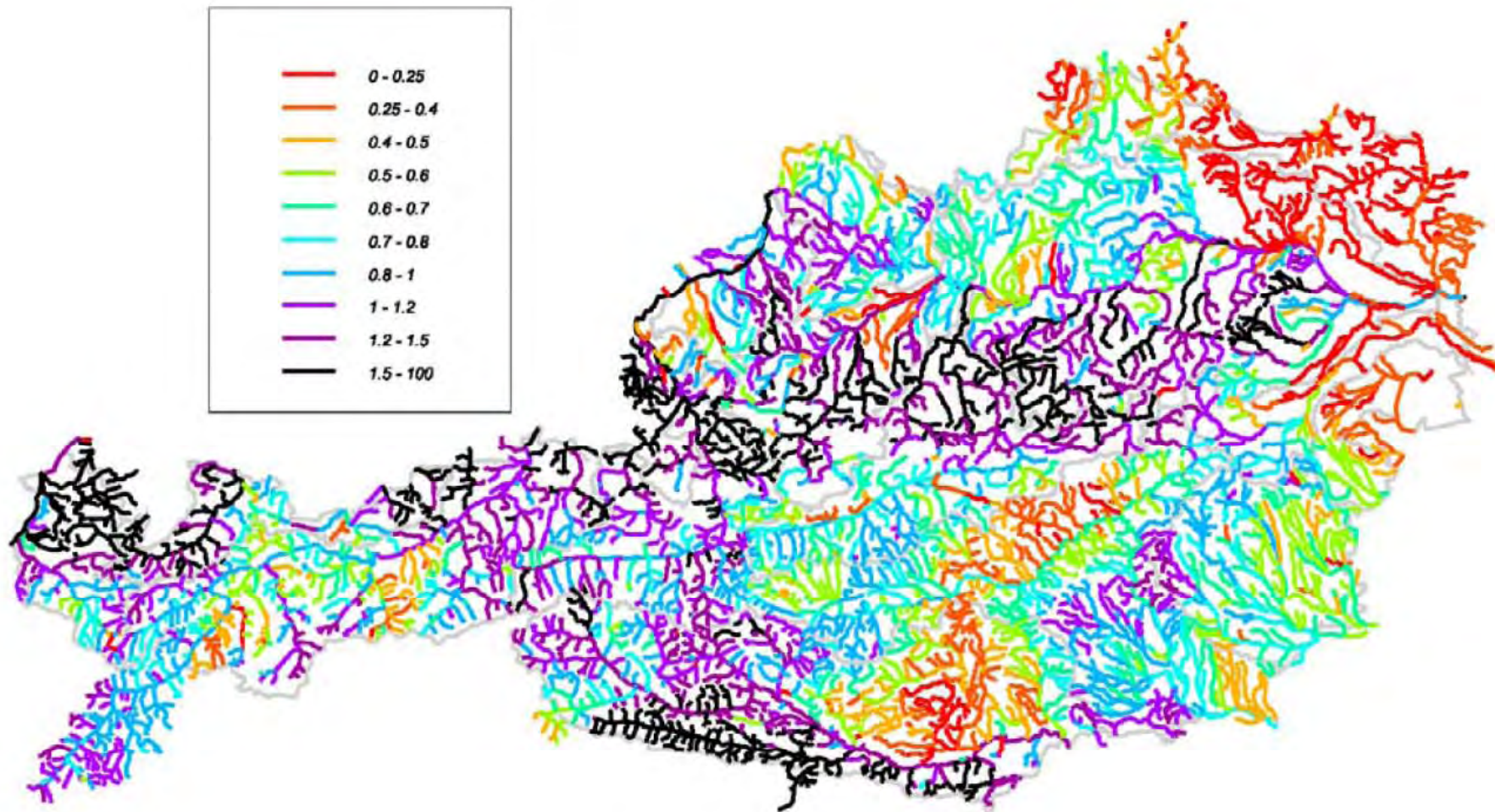


Merz, 2005



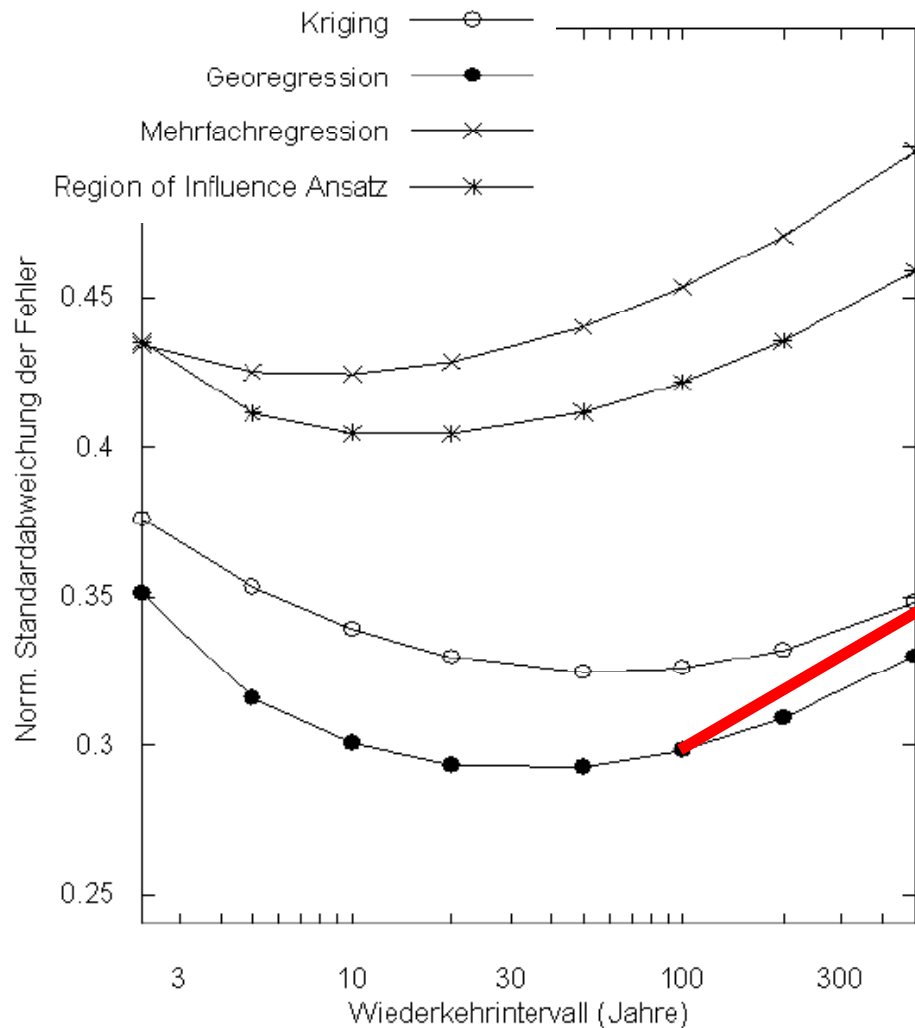
Maximal beobachteter Abfluss (m³/s) für 570 österreichische Pegel der Jahre 1871 bis 2005.

Regionalisierung HQ 100



100-jährliche Abflusspende ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$), normiert auf 100km^2

Merz, 2005



- Man nimmt jeweils ein gemessenes Gebiet heraus,
- schätzt dieses durch die anderen und
- vergleicht das Ergebnis mit den Messwerten.

~ 95% der Werte
(Konfidenzintervall 0.95)
liegen in einem
Bereich $\pm 60\%$ um das
lokal ermittelte HQ_{100}

$\pm 60 + X$: bestes Verfahren,
Nur Spitzen werden
abgeschätzt, keine Volumina

Zusammenfassung der Unsicherheiten

Messung im Gerinne: $\sim \pm 2.5\%$

+

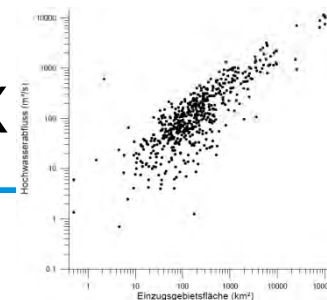
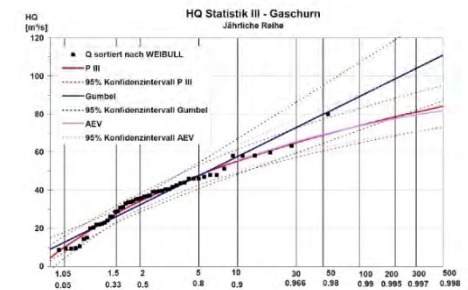
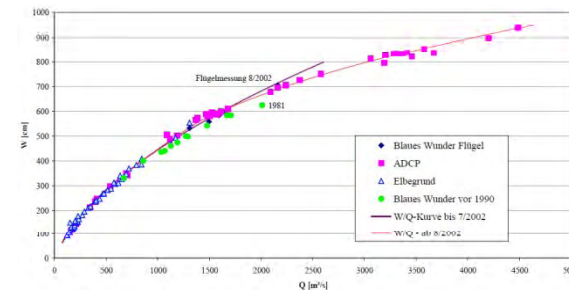
P-Q-Beziehung: $\sim \pm 10-15\%$

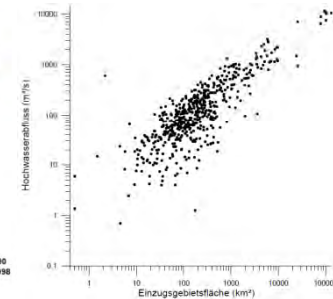
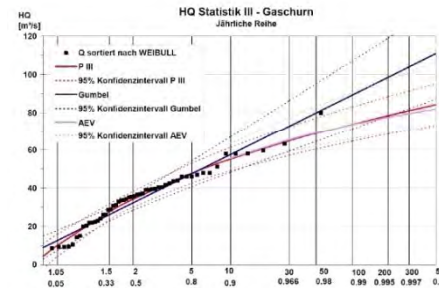
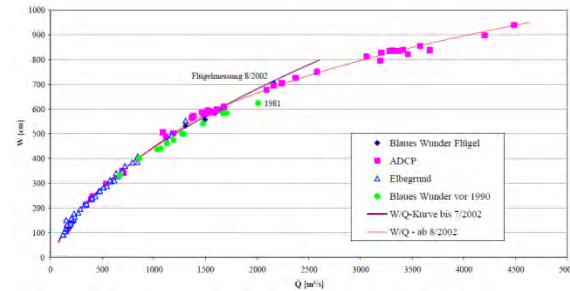
+

Ermittlung von HQ_{100}
aus Messdaten: $\sim \pm 20\%$

+

Übertragung von HQ_{100}
über Regionalisierung: $\sim \pm 60\% + X$





Ermittlung nicht trivial, da einzelne Unsicherheiten nicht unabhängig voneinander sind.

Sehr grob:

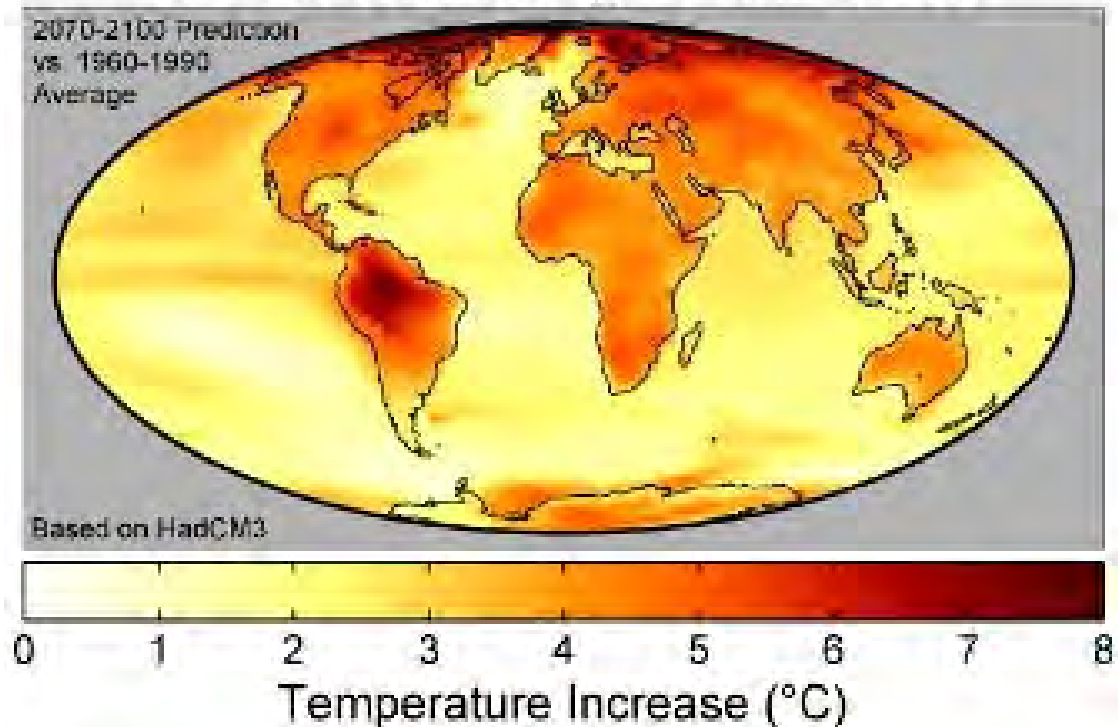
$$U_{ges} = \sqrt{0.025^2 + 0.15^2 + 0.2^2 + 0.6^2}$$

$$U_{ges} = 0.65 \approx \pm 65\% + X$$



Und: das alles gilt nur in einem stationären System!

Global Warming Predictions



www.pelicanweb.org/

Wir können eigentlich nicht aus der Vergangenheit in die Zukunft schliessen!

Unsicherheiten bei der Hochwasserabschätzung: Messung – Extremwertstatistik – Übertragung

1. Einführung
2. Abflussmessung
3. Extremwertstatistik
4. Übertragung
- 5. Situation im Hexental**

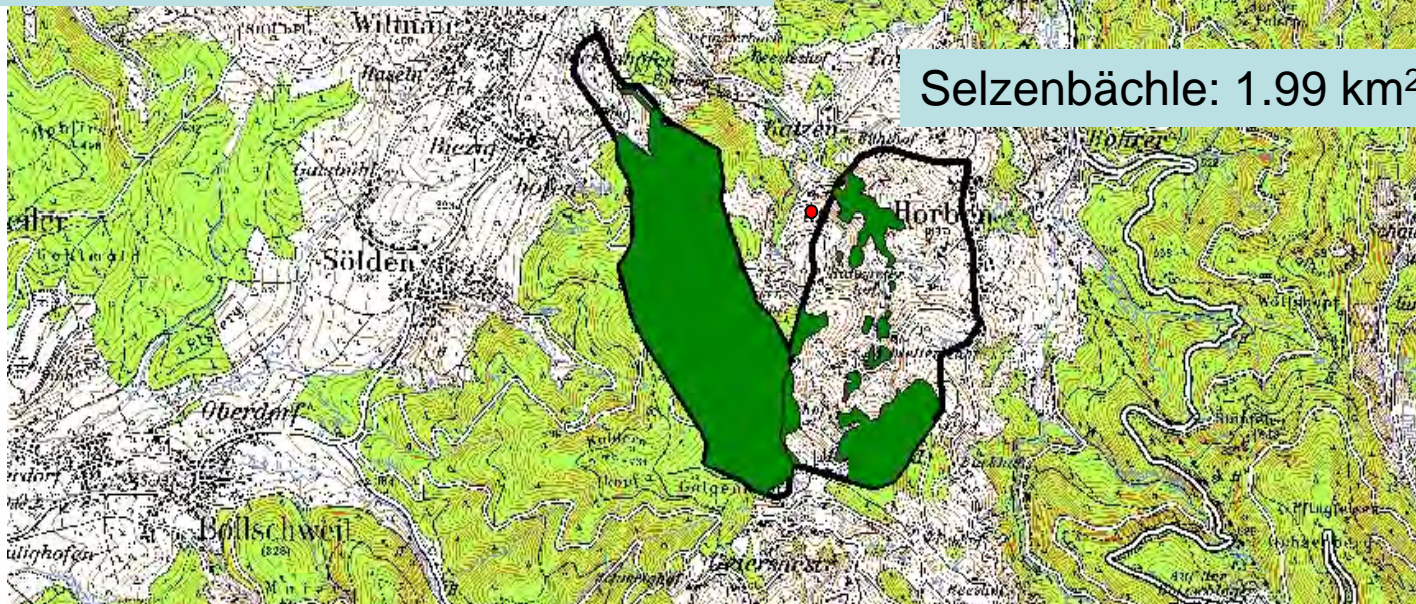


Bestehende Messdaten im Hexental

Diplomarbeit Gunter Adolph, Sommer 2004

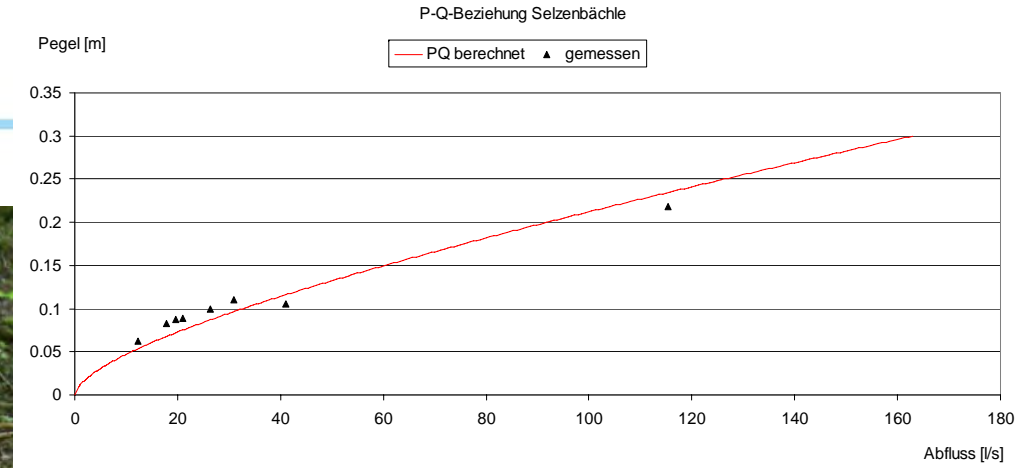
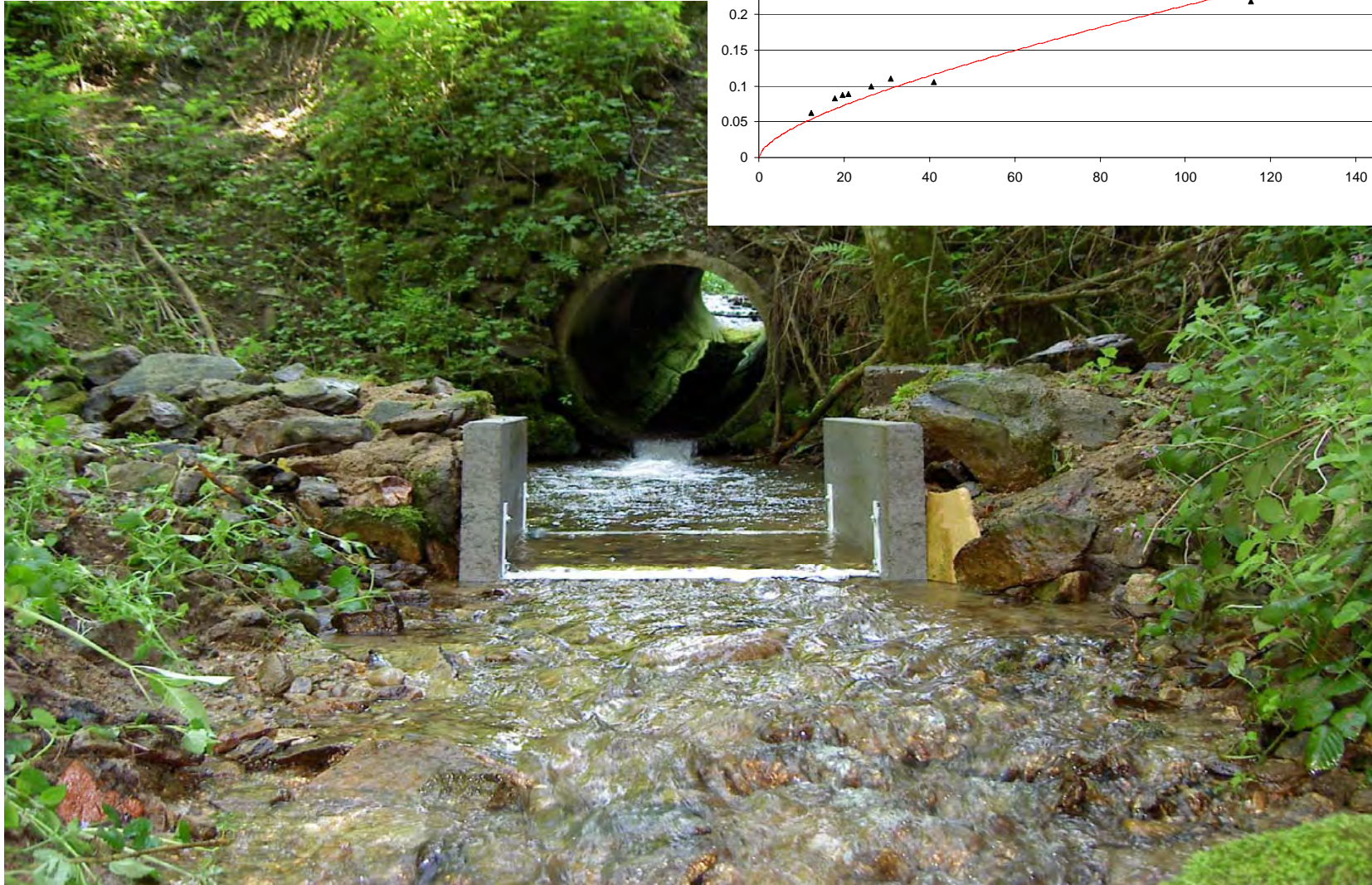


Engebächle (Stöckenhöfe): 1.72 km²

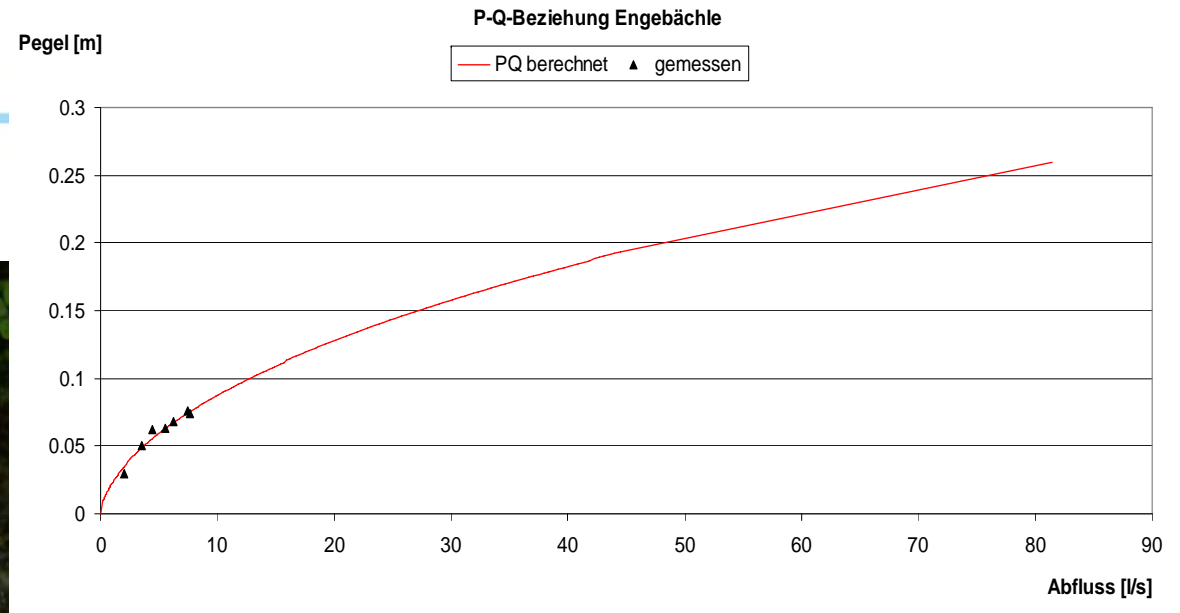


Selzenbächle: 1.99 km²

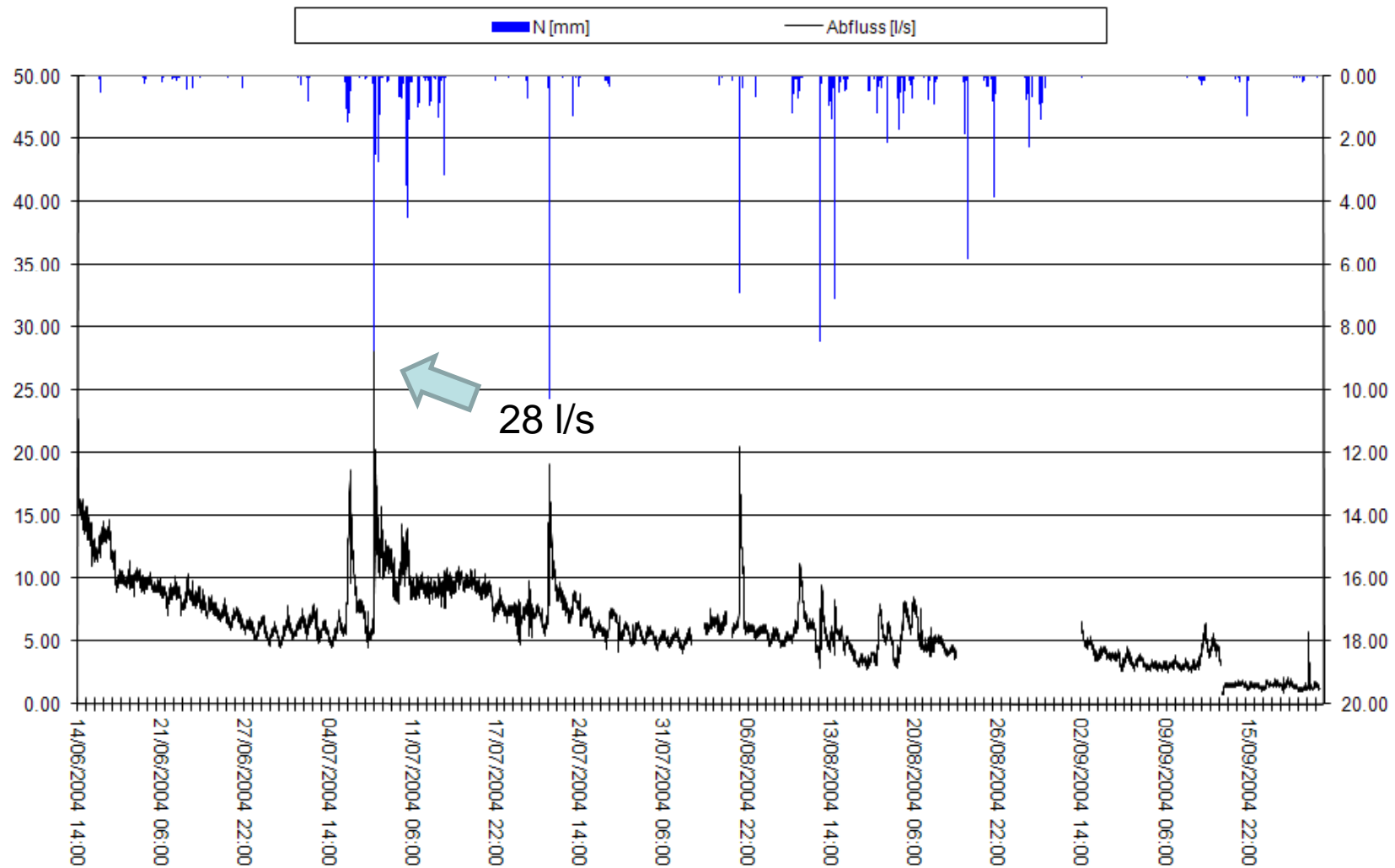
Pegel Selzenbächle



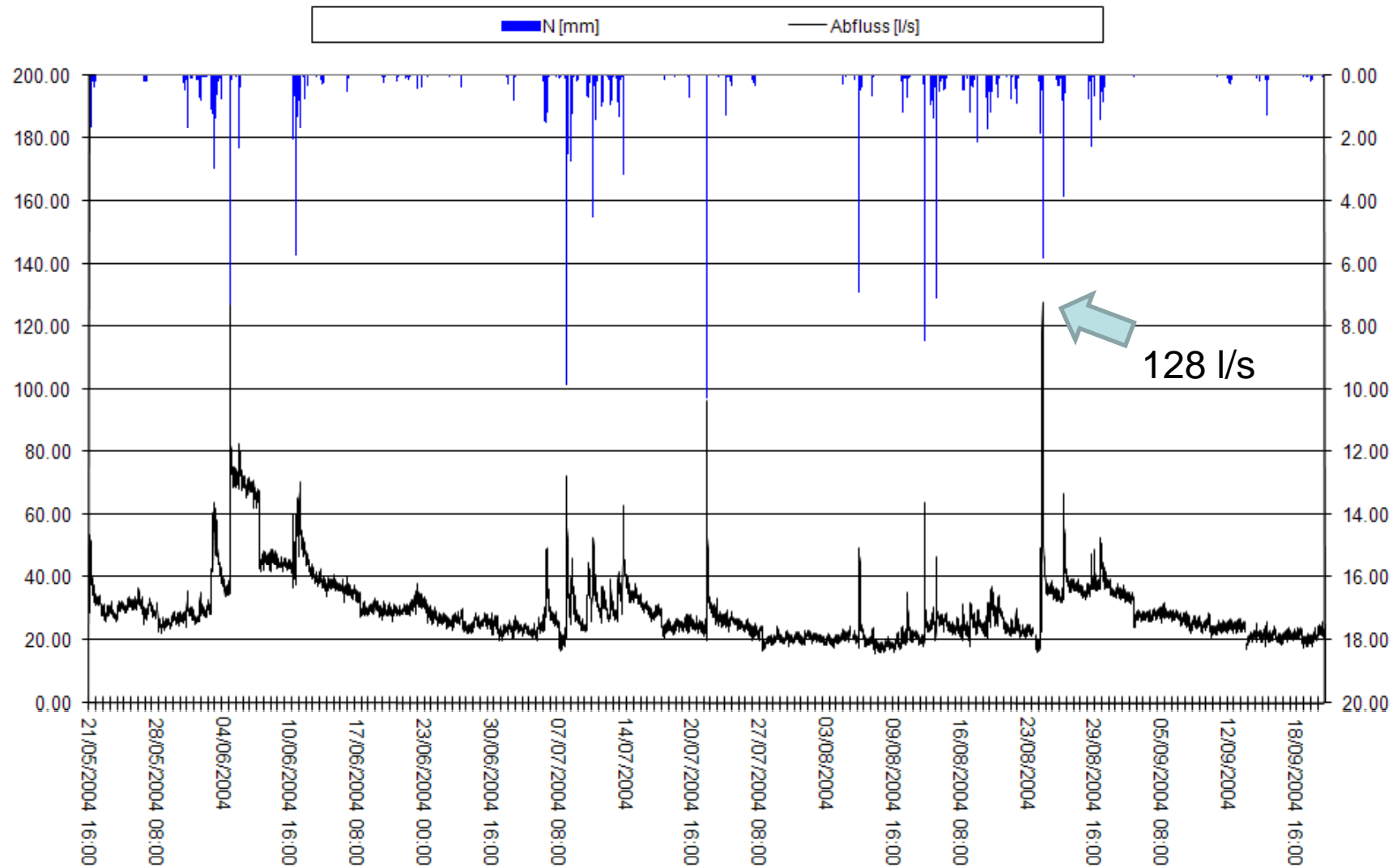
Pegel Engebächle



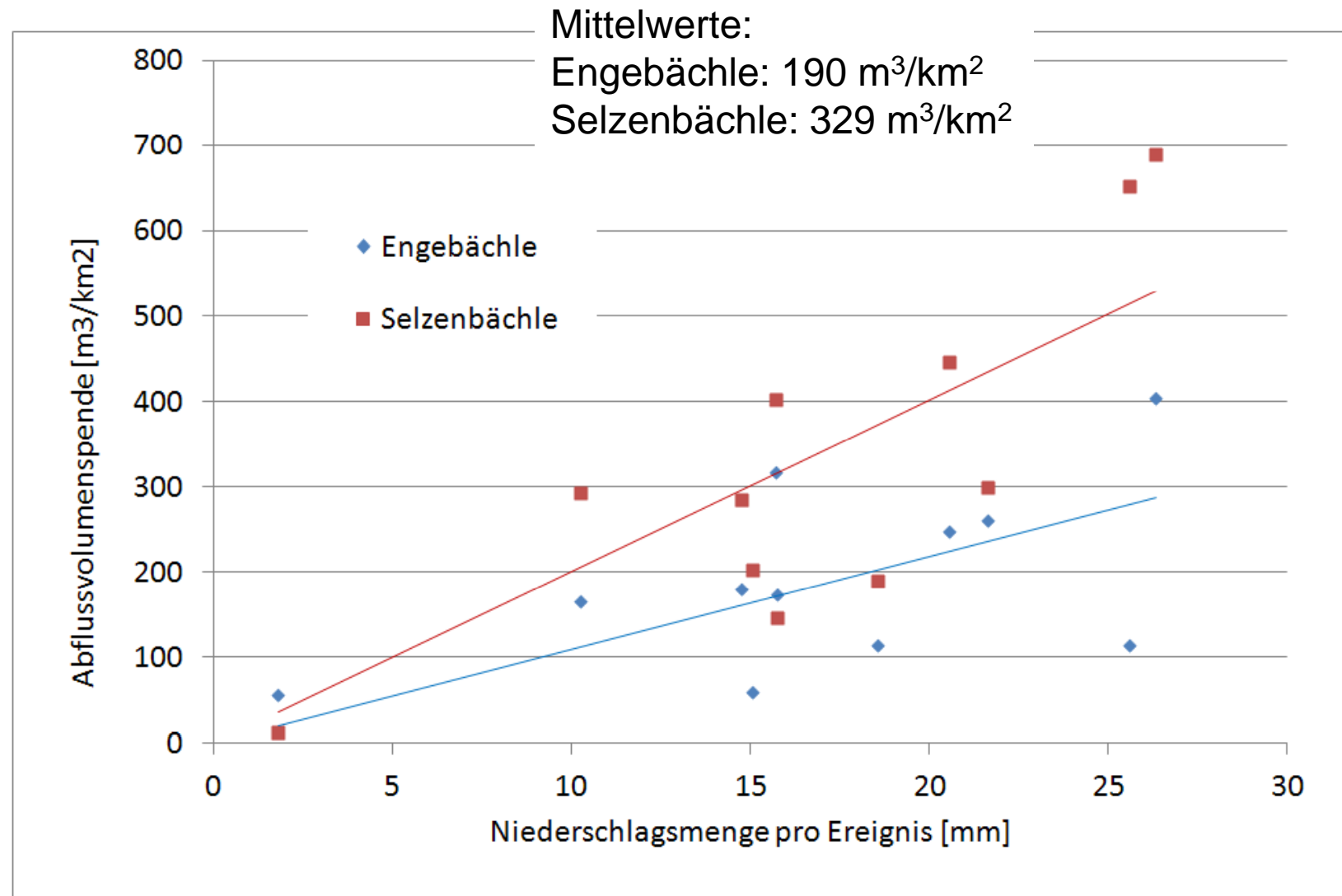
Engbächle (Stöckenhöfe)



Selzenbächle



Vergleich normierte Abflussvolumina



Sommer 2005



Neuaufbau Pegel Selzenbächle: 1.99 km²



Verlegung Pegel Engebächle (Wald): 1.53 km²



Pegelstände am 25.07.2005, früher Nachmittag

Pegel Selzenbächle: 1.99 km²

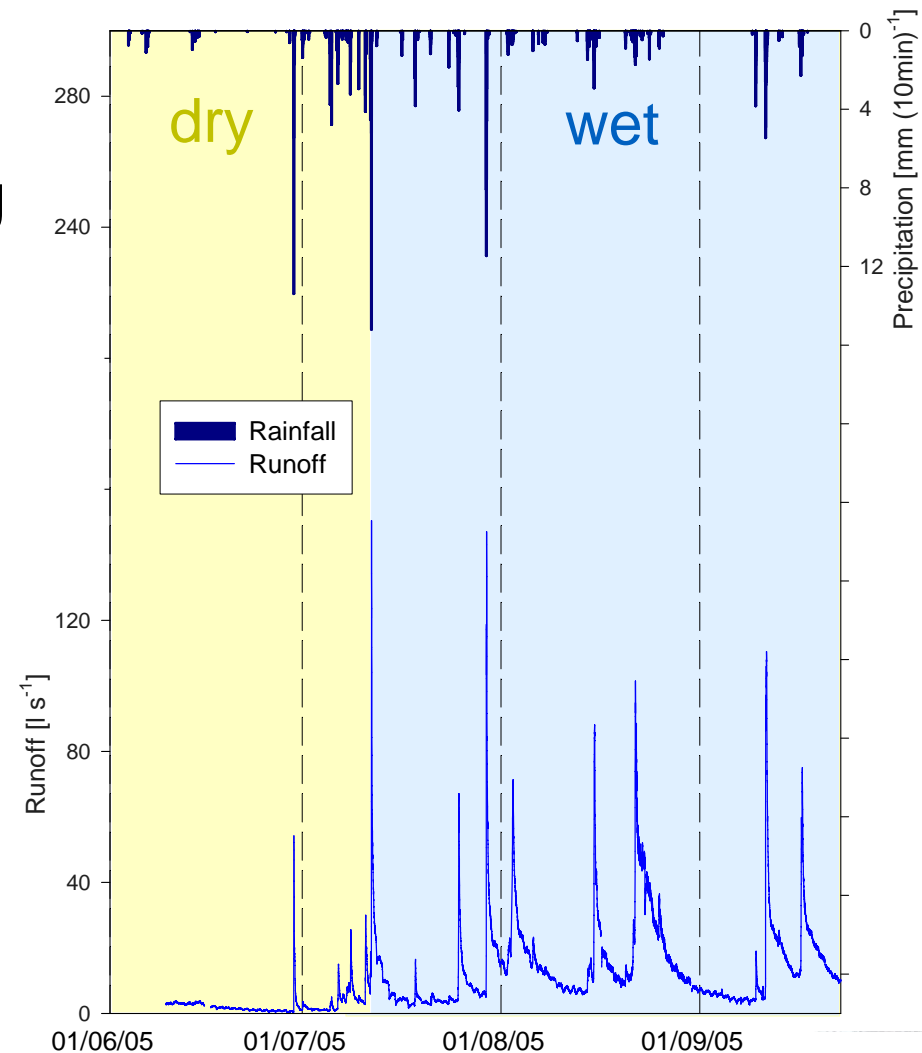
Pegel Engebächle (Wald): 1.53 km²



Gundsätzlich sind die Datenreihen zu kurz für eine traditionelle HW-Untersuchung

Aber: kurze Daten sind besser als keine Daten.

Unterschied
Enggebächle / Selzenbächle
dient zur Plausibilisierung
des hydrologischen
Gutachtens



Zusammenfassung

Hochwasserjährlichkeit ist eine theoretische, statistische Größe, die nicht ohne Unsicherheit zu haben ist.

Diese Unsicherheit kann in beide Richtungen gehen und sollte politischen Entscheidungsträgern bewusst sein.

Aktuell erfolgt eine Plausibilitätskontrolle des hydrologischen Gutachtens anhand der (begrenzten) Messdaten.



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

