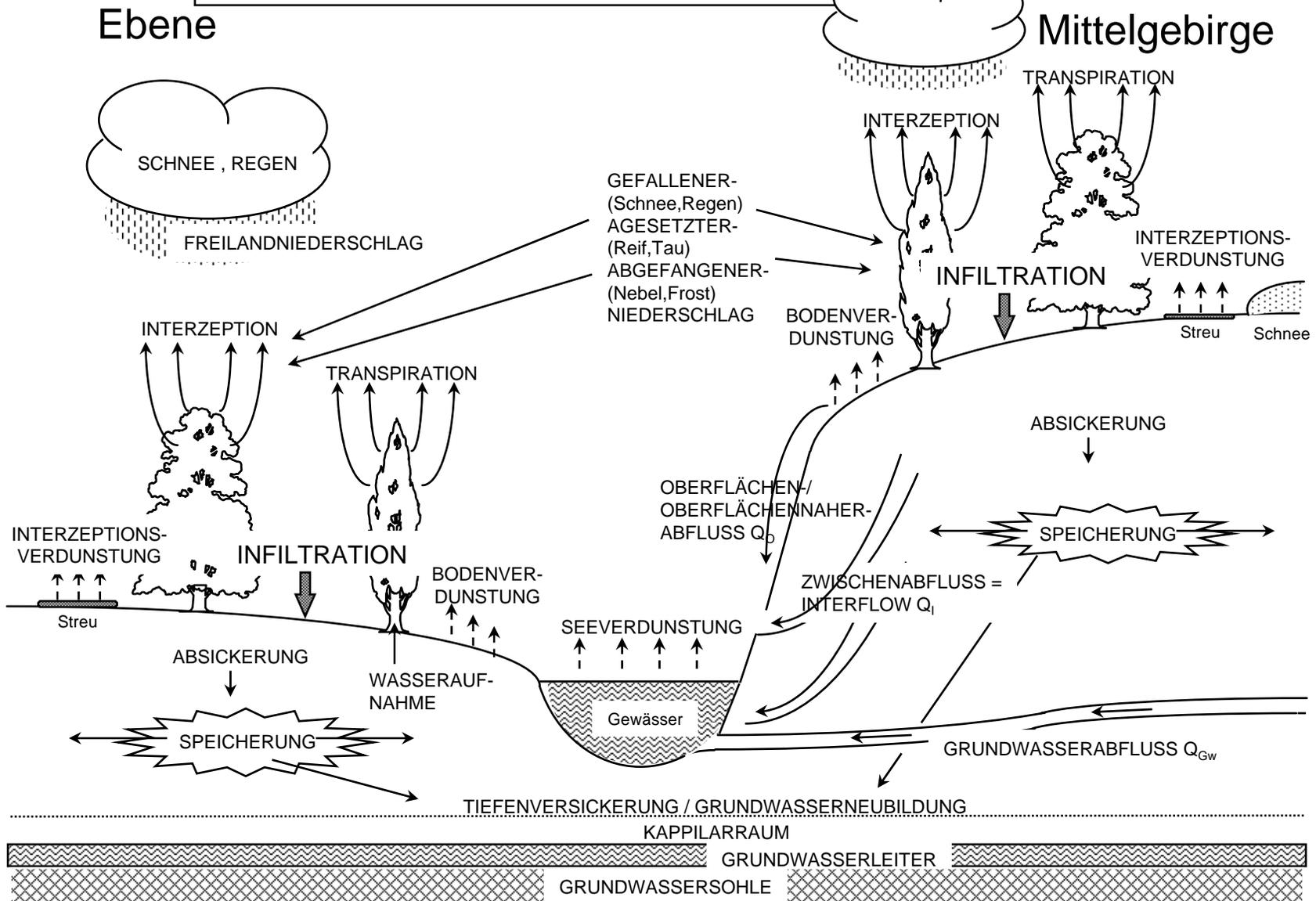


# Kreislaufkomponente Abfluss



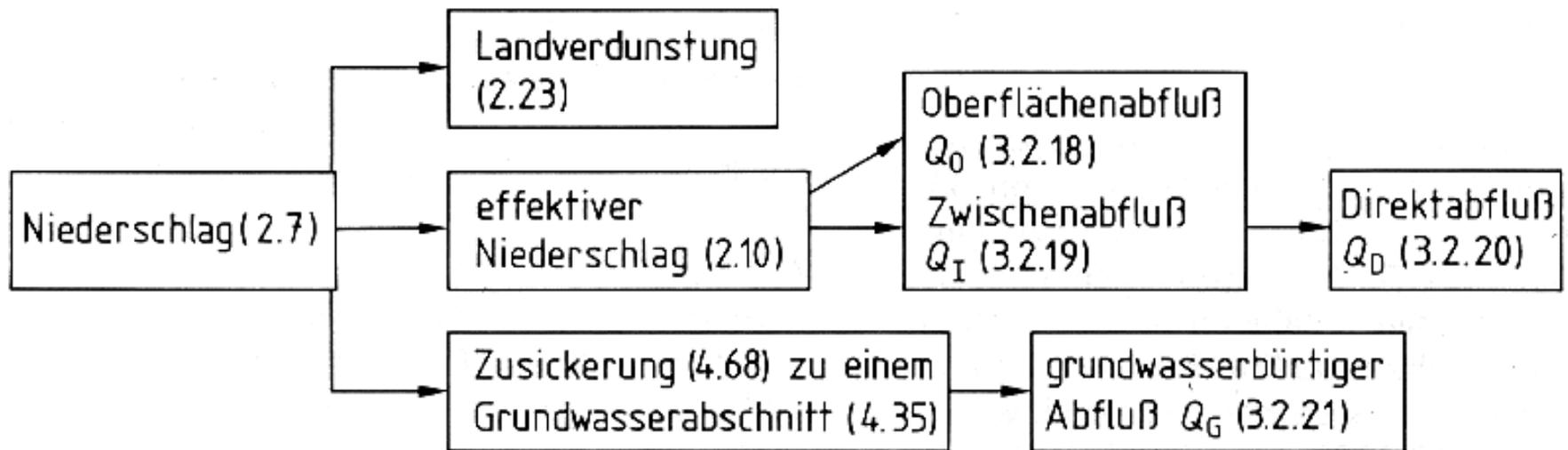


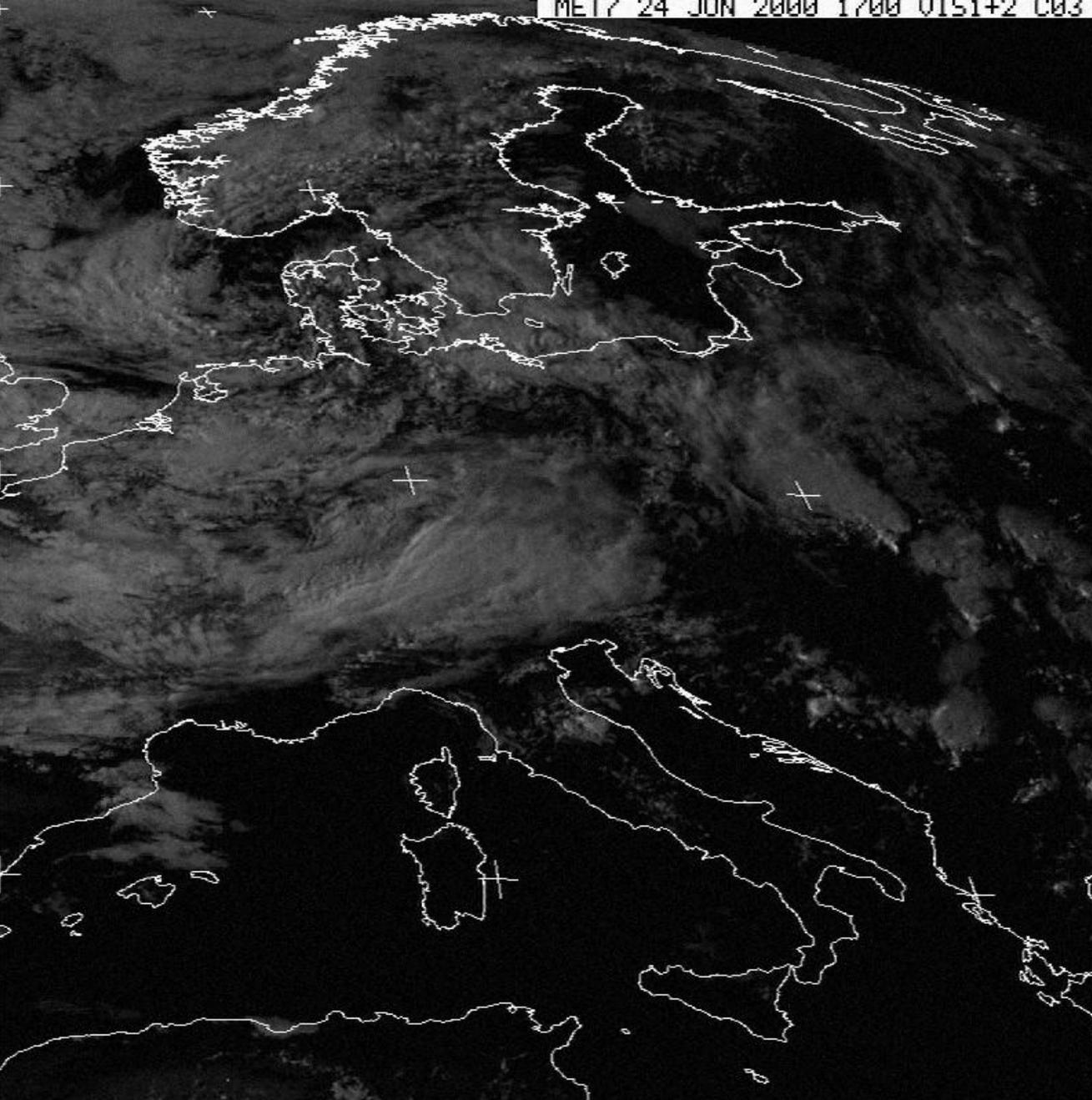
$Q_O$  = Oberflächenabfluss

$Q_I$  = Zwischenabfluss = Interflow (schwach verzögert)

$Q_G$  = Grundwasserabfluss (stark verzögert)

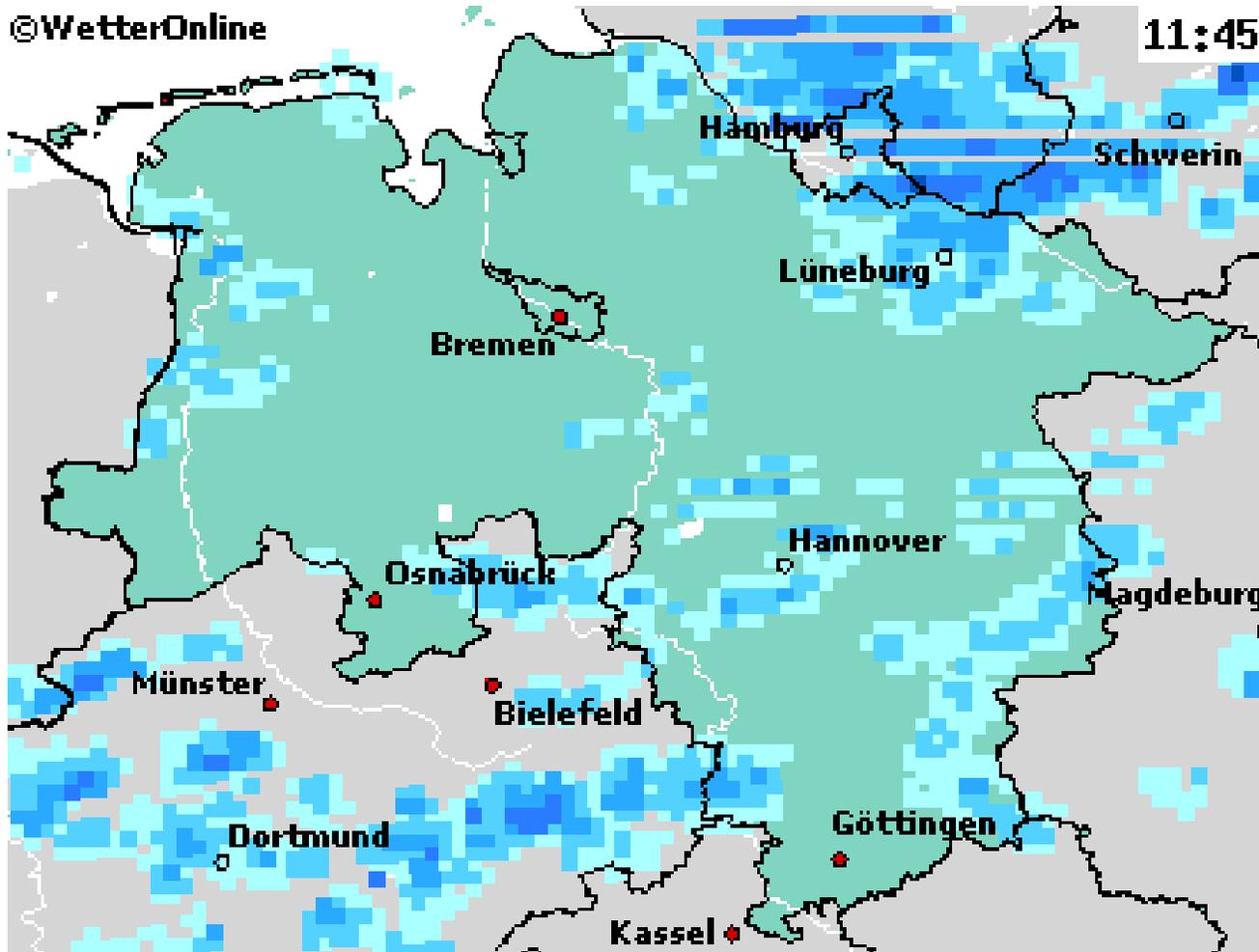
Dimension:  $m^3/s$  oder  $l/s$





Satellitenbild  
Mitteleuropa  
am 24.06.2000  
17.00 Uhr

Quelle:  
<http://www.wetteronline.de>



Niederschlag

sehr stark

stark

mäßig

leicht

Niederschlagsintensitäten aus RADAR – Messungen  
in Niedersachsen am 25.06.2000, 11.45 Uhr.

Quelle: <http://www.wetteronline.de>



## Regendaten

Die Niederschlagsradarbilder geben eine qualitative Aussage über den Niederschlag wieder. Die Daten werden mittels eines Radarverbundes vom Deutschen Wetterdienst gemessen. Der Verbund besteht aus 16 Dopplerradargeräten, die an den unten genannten Standorten in Deutschland stehen.

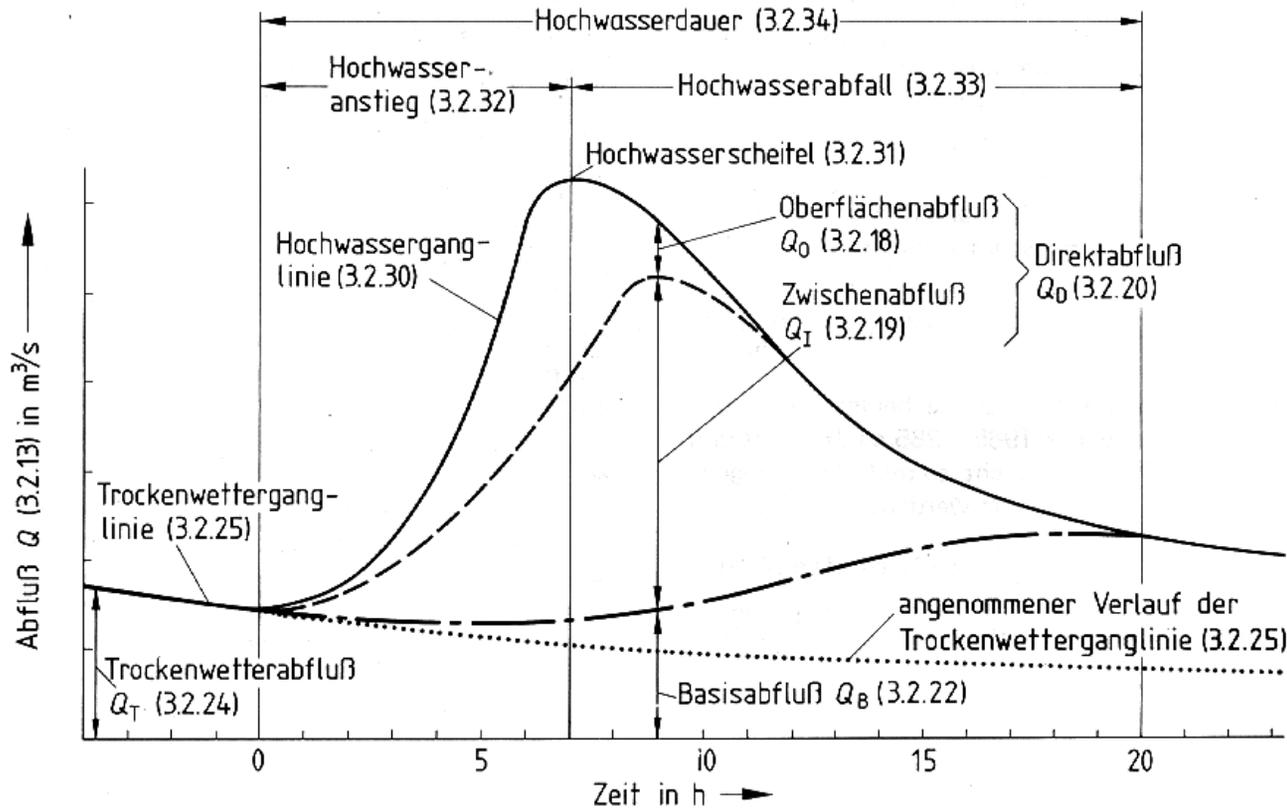
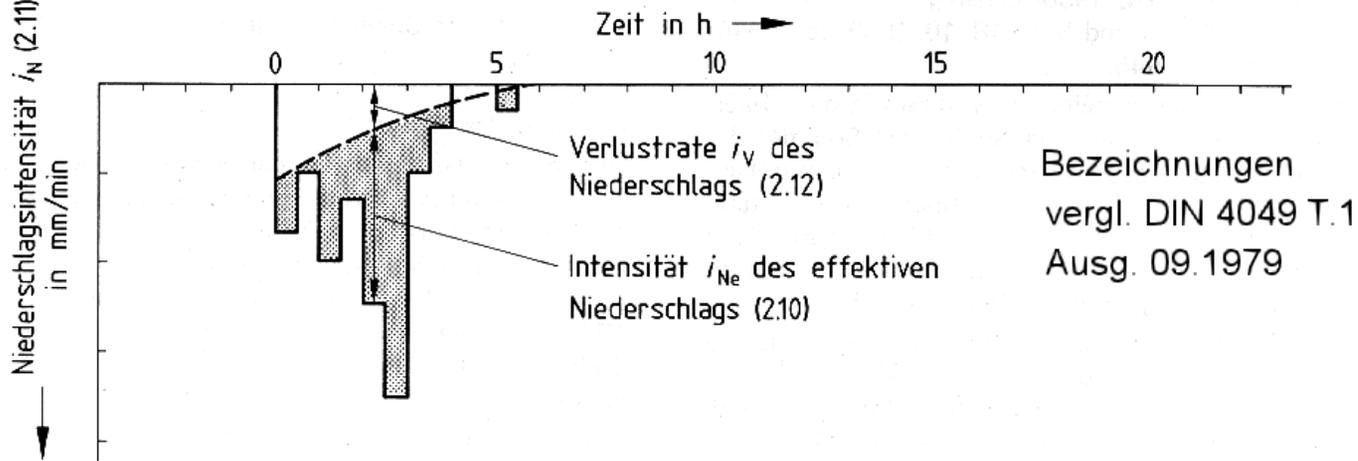
Diese Radarniederschlagsbilder sind fachlich nichtaufbereitete Rohdaten, deren Güte aufgrund der indirekten Messung des Niederschlags über die Radarreflektivitäten als rein *qualitativ* zu bewerten ist. Aussagekräftige, *quantitative* Niederschlagsangaben aus Radarniederschlagsmessungen werden durch Vergleiche mit den Niederschlagsmessungen der konventionellen Meßnetze in Nicht-Echtzeit gewonnen. Diese sog. *angeeichten Radarniederschlagsdaten* werden nicht routinemäßig erstellt.



Aus verschiedenen Gründen rein technischer Art ist keine lückenlose Verfügbarkeit gewährleistet. Die Auflösung des Niederschlagsradarbildes beträgt vier km mal vier km und die zeitliche Auflösung beträgt 15 Minuten. Die *Intensitäten* werden in sieben Radarreflektivitätsklassen aufgelöst.

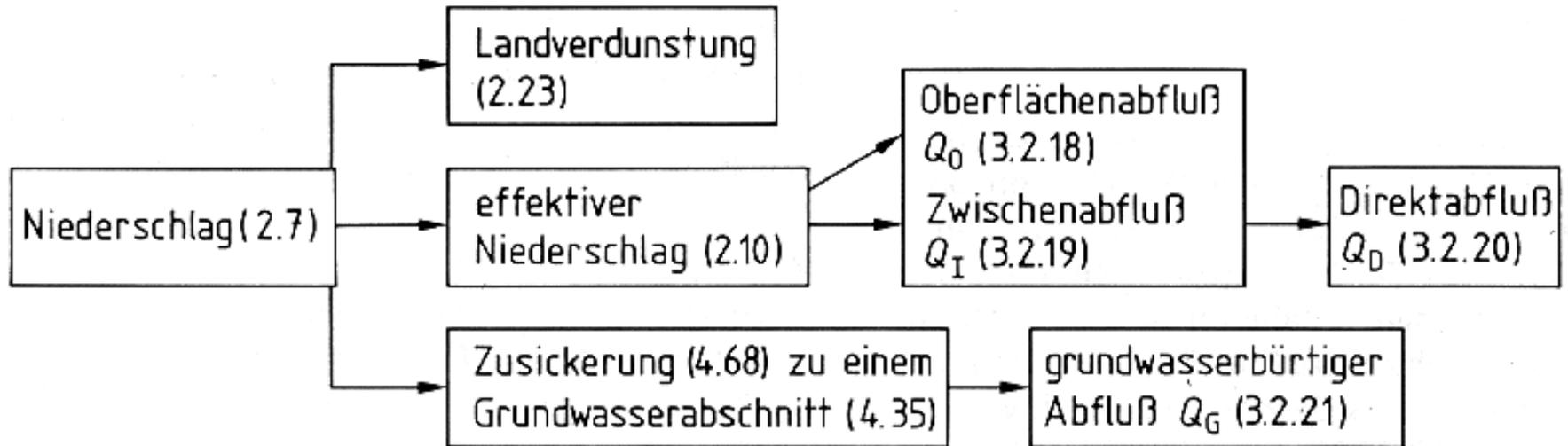


WMO-Nr.	Name	Krz	Breite	Länge
10147	Hamburg	HAM	53° 37' 19"	9° 59' 49"
10170	Rostock	ROS	54° 10' 26"	12° 3' 34"
10204	Emden	EMD	53° 20' 22"	7° 1' 30"
10338	Hannover	HAN	52° 27' 50"	9° 41' 53"
10356	Ummendorf	UMD	52° 9' 48"	11° 10' 36"
10384	Berlin	BLN	52° 28' 45"	13° 23' 19"
10410	Essen	ESS	51° 24' 26"	6° 58' 4"
10434	Flechtdorf	FLD	51° 20' 11"	8° 51' 17"
10557	Neuhaus	NEU	50° 30' 0"	11° 8' 12"
10605	Neuheilenbach	NHB	50° 06' 40"	06° 32' 56"
10637	Frankfurt	FRA	50° 3' 8"	8° 34' 4"
10738	Stuttgart	STU	48° 41' 31"	9° 11' 31"
10780	Eisberg	EIS	49° 32' 29"	12° 24' 17"
10832	Türkheim	TUR	48° 35' 08"	09° 46' 54"
10871	München	MUC	48° 20' 14"	11° 36' 46"
10908	Feldberg/Schw.	FBG	47° 52' 33"	8° 0' 17"





Die *Abflussbildung* ist die Beschreibung der Umwandlung des gesamten gefallenen Niederschlages in die Anteile, die zum Abfluss gelangen.



Als *Abflusskonzentration* wird die modellmäßige Beschreibung des Vorganges bezeichnet, der mit dem Auftreffen der Wassertropfen auf Pflanzen- oder Bodenoberflächen beginnt und mit deren Eintritt in das Gewässer abgeschlossen ist.

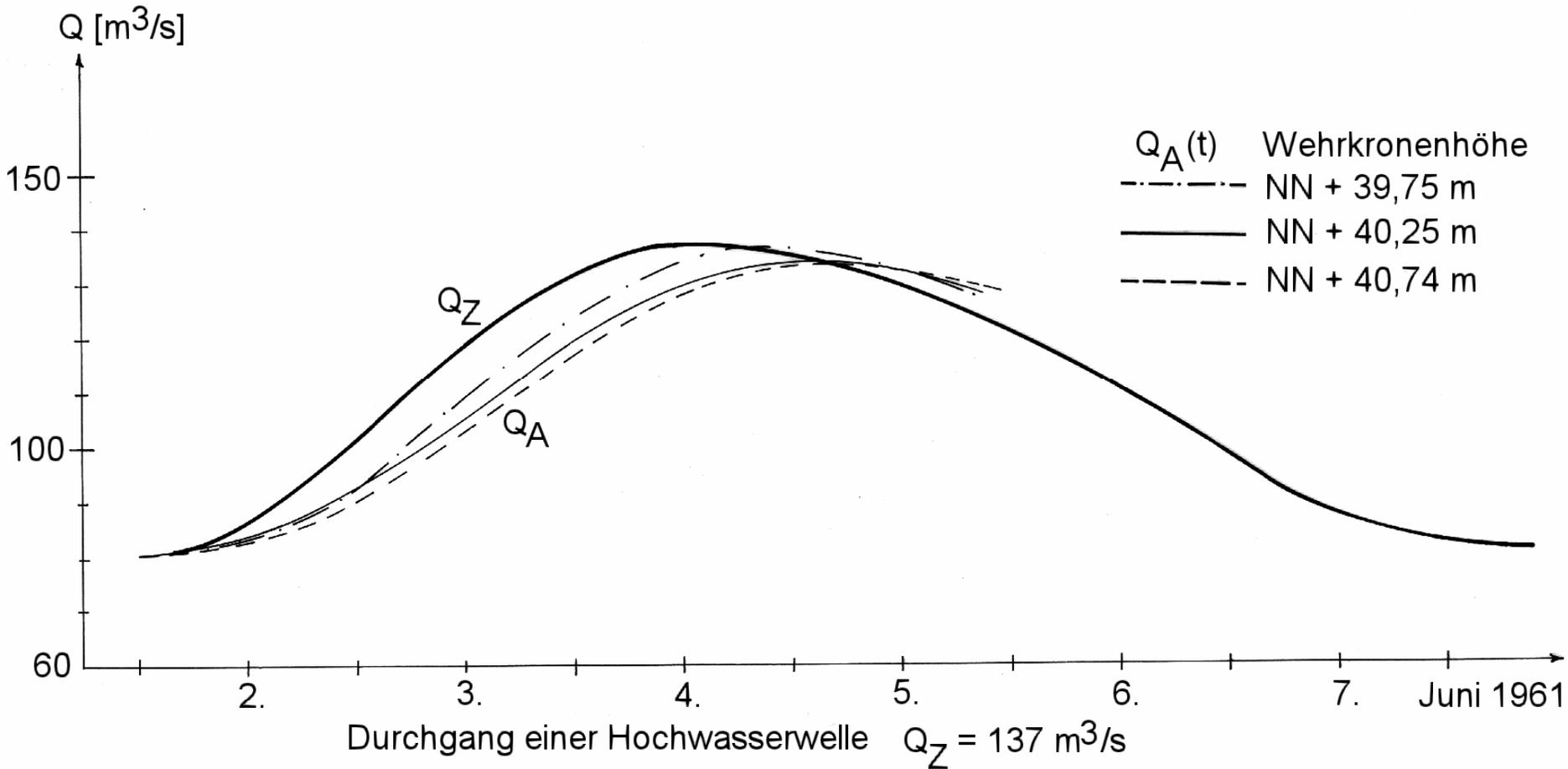


Dabei wird unterschieden nach *Translation* und *Retention*.

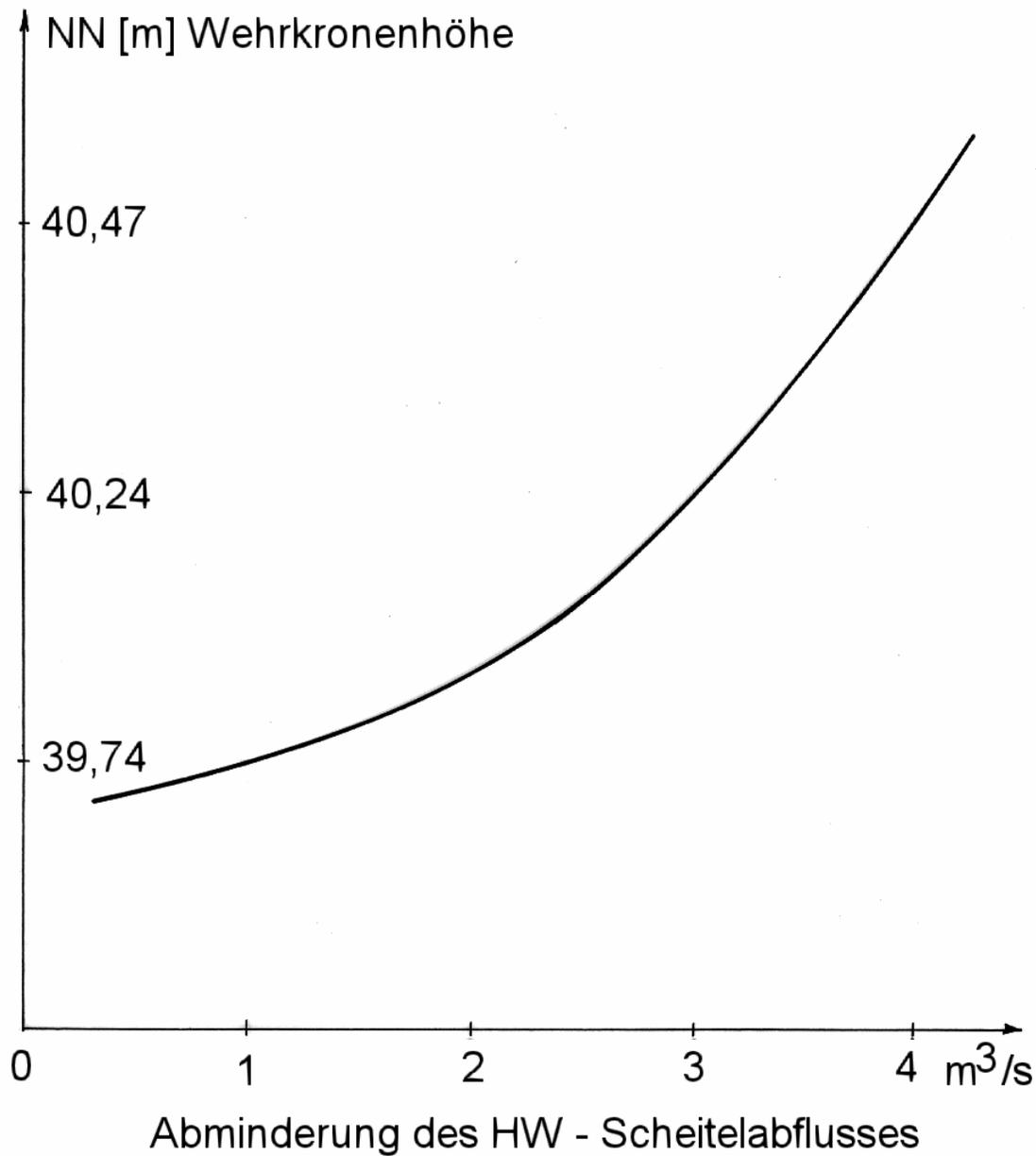
Translation: gekennzeichnet durch die Zeit, die der Abfluss  $Q_0$  bzw.  $Q_1$  auf seinem Wege bei *gleichförmiger* Geschwindigkeit braucht. Dabei bleibt die Form der Funktion  $Q(t)$  erhalten.

Retention: Dämpfung eines instationären Abflussvorganges in der Art, dass beim Einlaufen in einen Speicher (Bodenspeicher, Fluss oder See) eine *Vergleichmäßigung* über der Zeit auftritt. (Der Scheitelabfluss z.B. einer HW-Welle ( $Q(t)$ ) wird reduziert.)

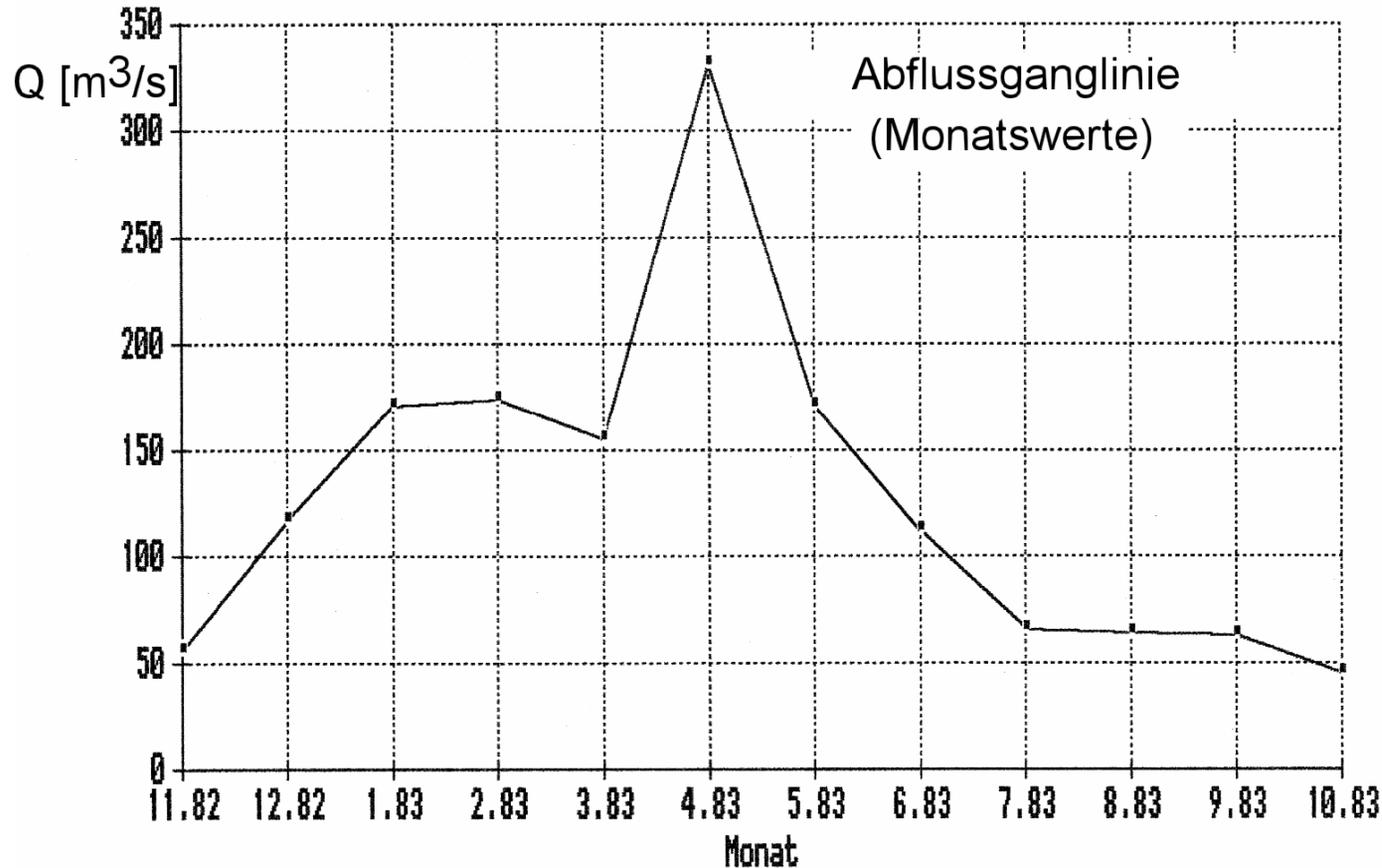
Für wasserbauliche Maßnahmen stellt die *Abflussganglinie*  $Q = f(t)$  an einem Kontrollpunkt eine wichtige wasserwirtschaftliche Grundlage dar.



Wirkung der Retention an einem Wehr:  
Verformung der Funktion  $Q(t)$  durch den Staauraum.



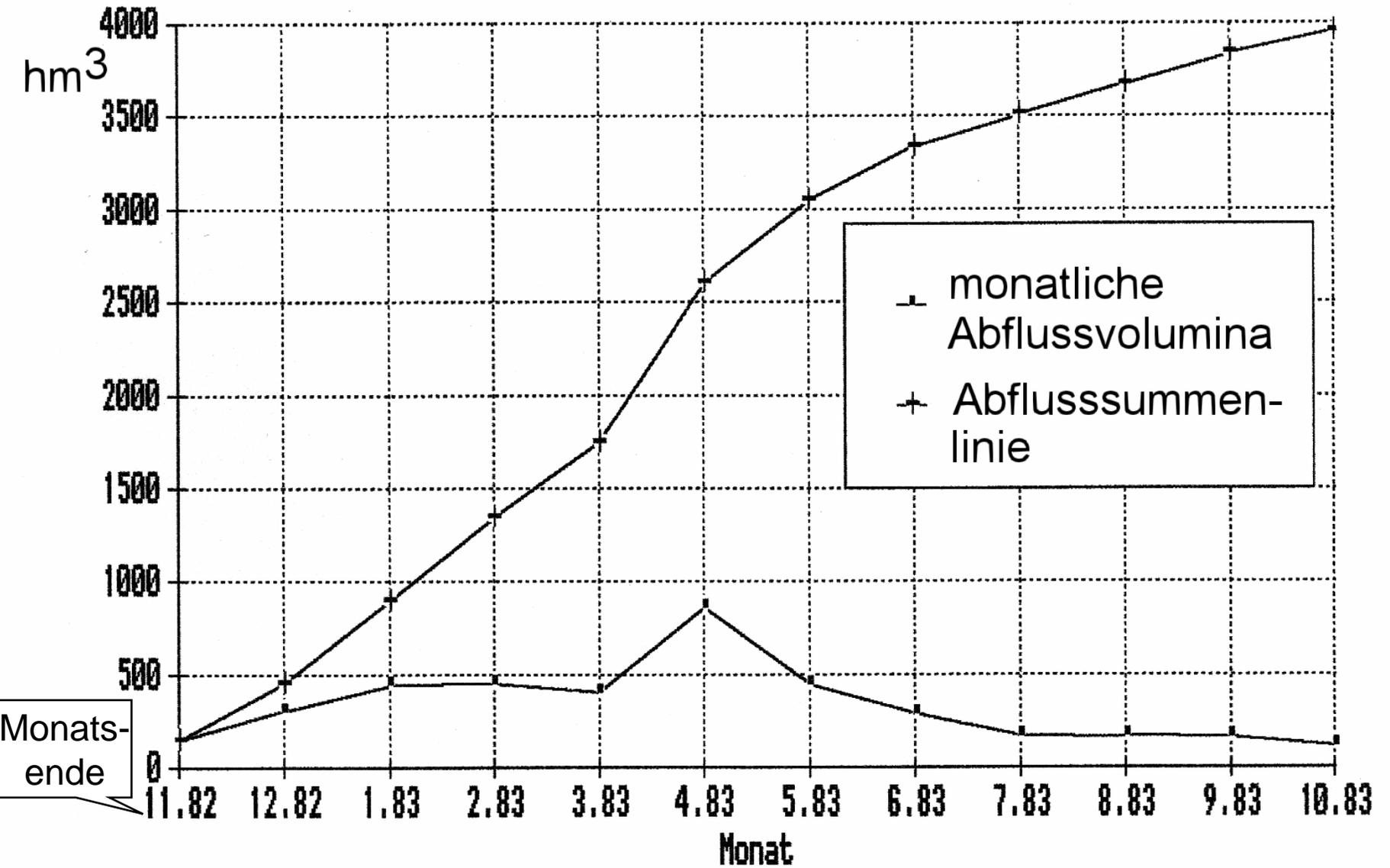
Zunahme der  
Retentionswirkung  
mit der Wehrkronen-  
höhe

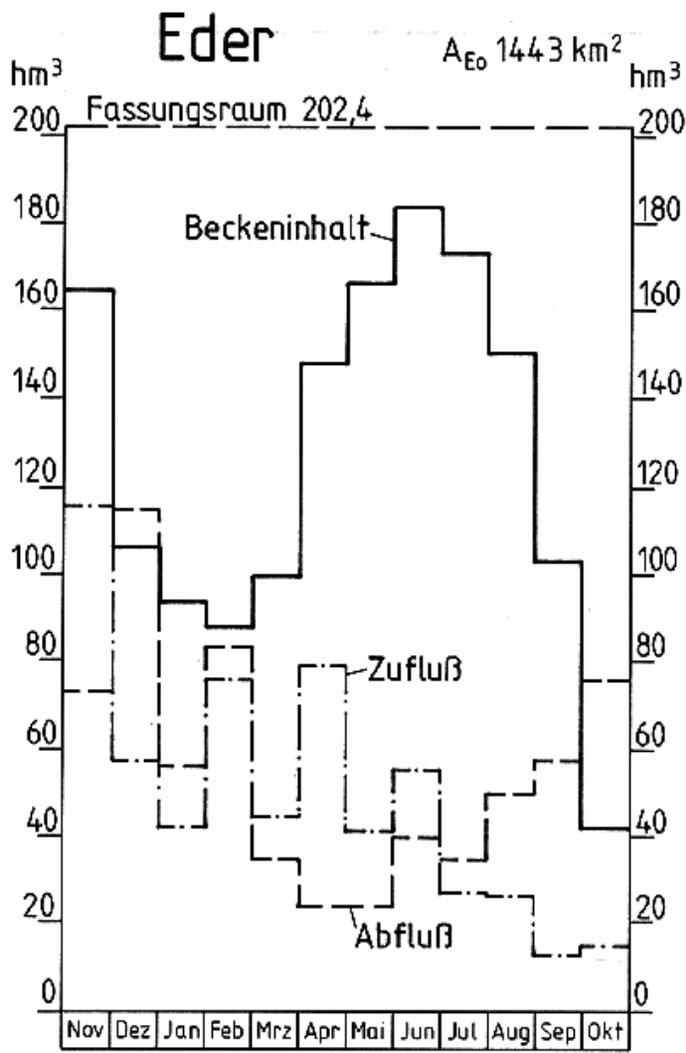


Aus den mittleren Monatsabflüssen ergeben sich Abflussvolumina pro Monat

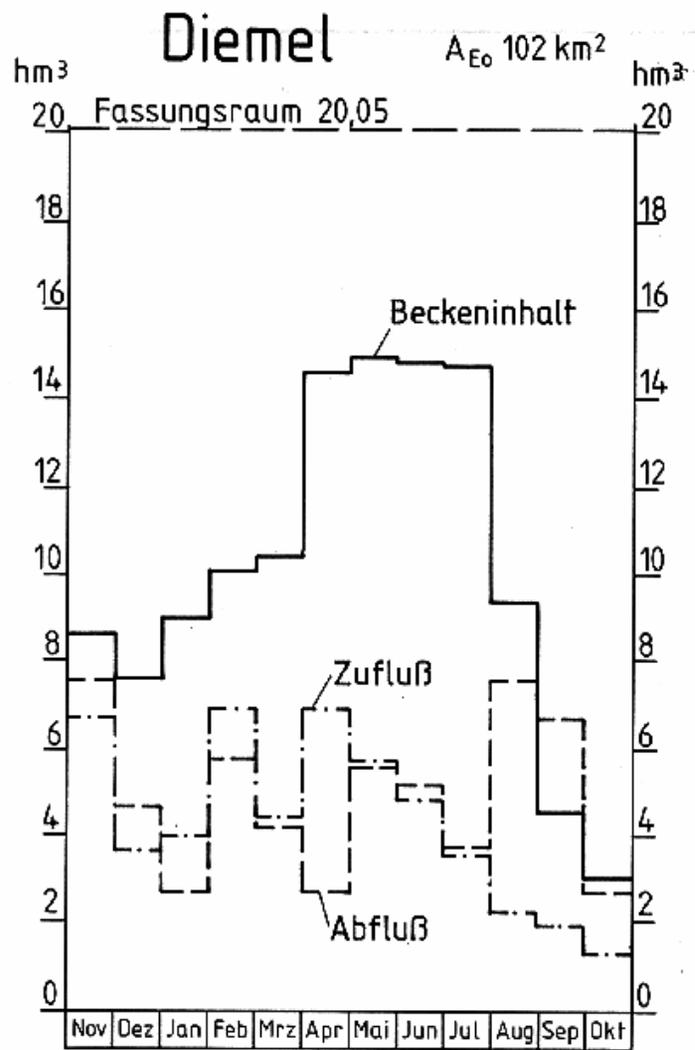
$$V[m^3] = Q \cdot \frac{m^3}{s} \cdot \frac{3600s}{h} \cdot \frac{24h}{d} \cdot \frac{30d}{Mon} = 2,592 \cdot 10^6 \cdot Q \frac{m^3}{Mon}$$

$$V[hm^3] = 2,592 \cdot Q \frac{hm^3}{Mon}$$





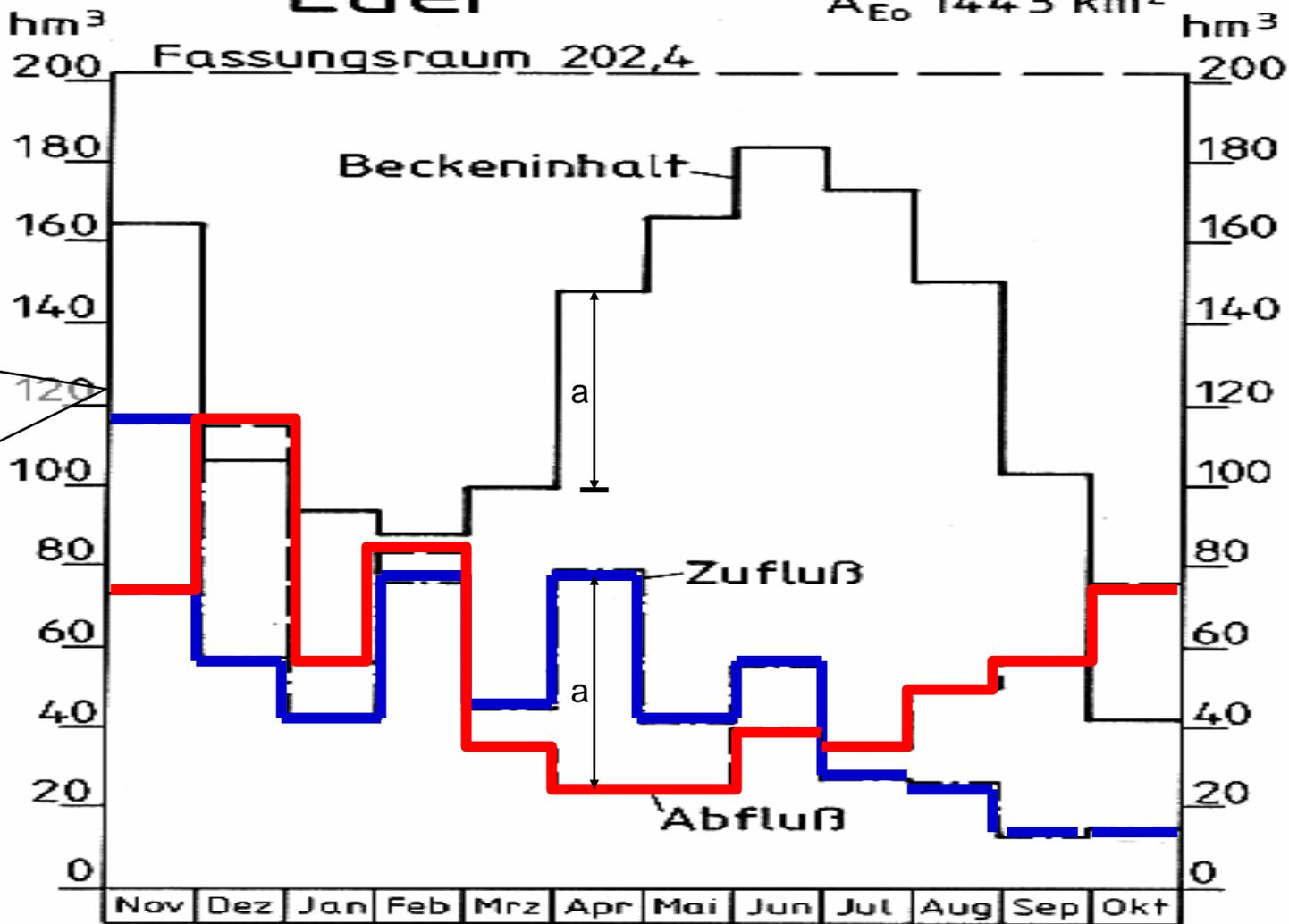
Einzelwerte in $\text{hm}^3$ am Monatsende	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
Beckeninhalt	165,6	106,9	93,8	87,0	98,6	148,3	167,4	184,1	174,7	150,7	104,2	42,1
Zufluß aus $A_{Eo}$	117,3	57,6	42,1	76,2	44,8	79,0	41,8	56,3	26,5	25,6	12,0	14,6
Speicherung	44,5	-	-	-	11,6	49,7	19,1	16,7	-	-	-	-
Zuschuß	-	58,7	13,1	6,8	-	-	-	-	9,4	24,0	46,5	62,1
Abfluß	72,8	116,3	55,2	83,0	33,2	29,3	22,7	39,6	35,9	49,6	58,5	76,7



Einzelwerte in $\text{hm}^3$ am Monatsende	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
Beckeninhalt	8,57	7,58	8,95	10,10	10,40	14,80	14,98	14,86	14,79	9,39	4,55	3,05
Zufluß aus $A_{Eo}$	6,75	3,69	4,00	6,97	4,45	7,02	5,81	4,83	3,56	2,14	1,84	1,31
Speicherung	-	-	1,37	1,15	0,30	4,40	0,18	-	-	-	-	-
Zuschuß	0,89	0,99	-	-	-	-	-	0,12	0,07	5,40	4,84	1,50
Abfluß	7,56	4,68	2,63	5,82	4,15	2,62	5,63	4,95	3,63	7,54	6,68	2,81

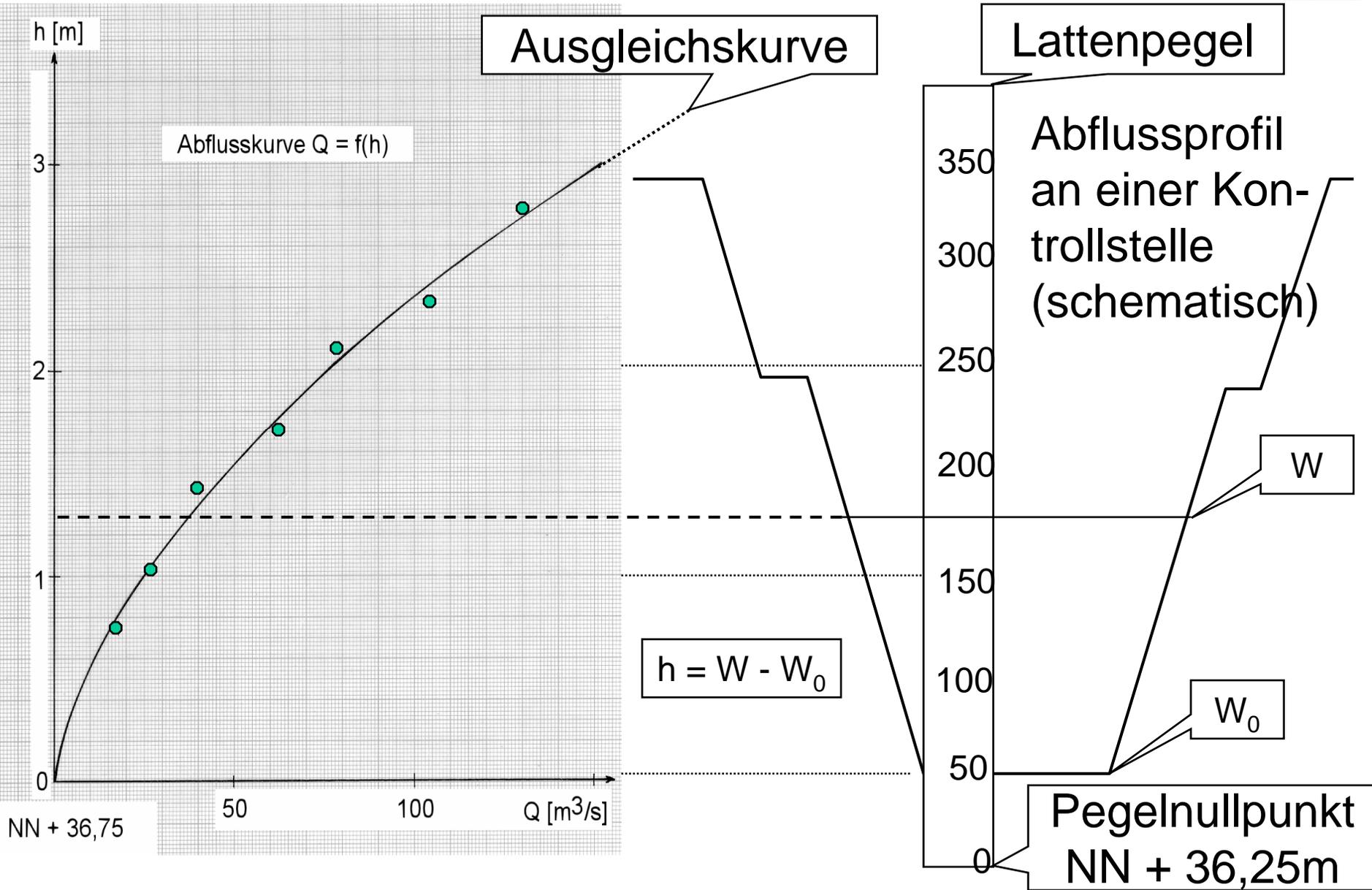
# Eder

$A_{Eo} 1443 \text{ km}^2$



Anfangs-  
füllung:  
165,6-44,5  
= 121,1hm<sup>3</sup>

Einzelwerte in hm <sup>3</sup> am Monatsende	Beckeninhalt	Zufluß aus $A_{Eo}$	Speicherung	Zuschuß	Abfluß
Nov	165,6	117,3	44,5	-	72,8
Dez	106,9	57,6	-	58,7	116,3
Jan	93,8	42,1	-	13,1	55,2
Feb	87,0	76,2	-	6,8	83,0
Mrz	98,6	44,8	11,6	-	33,2
Apr	148,3	79,0	49,7	-	29,3
Mai	167,4	41,8	19,1	-	22,7
Jun	184,1	56,3	16,7	-	39,6
Jul	174,7	26,5	-	9,4	35,9
Aug	150,7	25,6	-	24,0	49,6
Sep	104,2	12,0	-	46,5	58,5
Okt	42,1	14,6	-	62,1	76,7



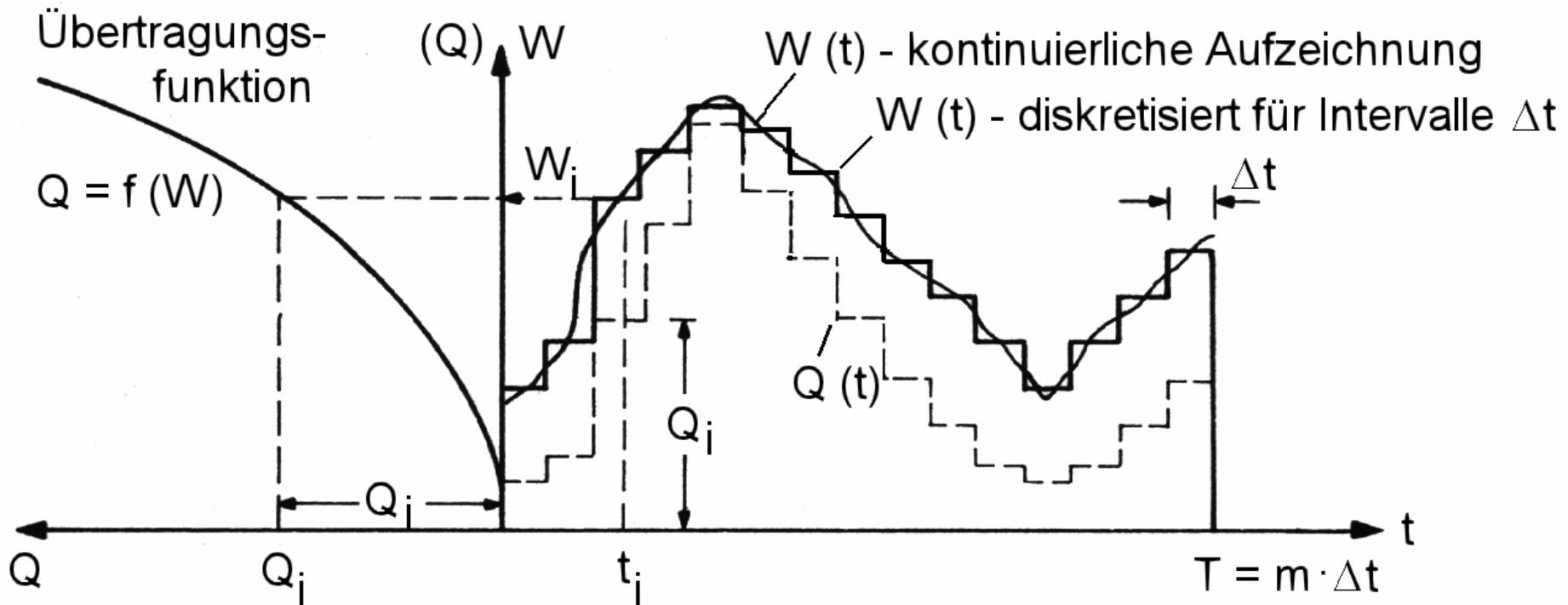


## Wasserstand - Abfluss - Beziehung

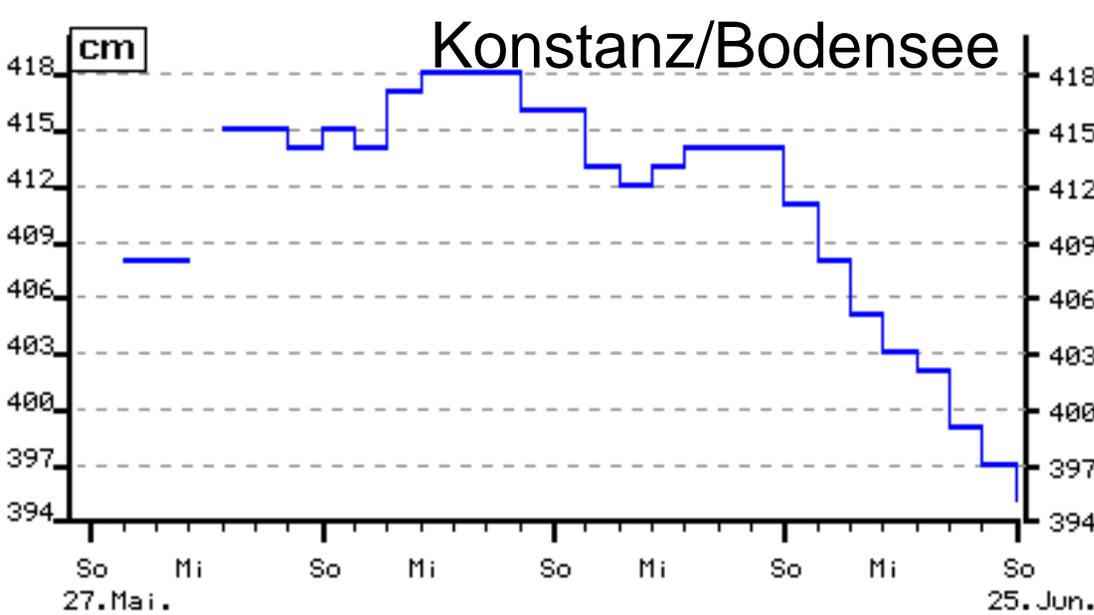
In einem befestigten (ausgekleideten) Durchflussprofil eines Gerinnes werden bei verschiedenen Wasserständen Durchflussmessungen (ggf. mit einem Schwimmflügel) durchgeführt. Die gewonnene Beziehung  $Q = f(h)$  bzw.  $Q = f(W)$  wird *Abflusskurve* genannt. Dabei bezeichnet  $W$  die Pegelablesung, die zur momentanen Wassertiefe  $h$  des Profils gehört. Wenn  $W_0$  die Pegelablesung in der Sohle bezeichnet, gilt  $h = W - W_0$ .

Falls jahreszeitlich Änderungen der Rauhigkeit im Fließquerschnitt (durch Verkrautung) auftreten, folgt daraus eine starke Streuung der Messwerte. Näheres vergl. MANIAK (1992).

Die an einer Kontrollstelle eines Einzugsgebietes registrierte Wasserstandsganglinie  $W = f(t)$  kann mit der Abflusskurve (Übertragungsfunktion) in die Abflussganglinie  $Q(t)$  umgesetzt werden.

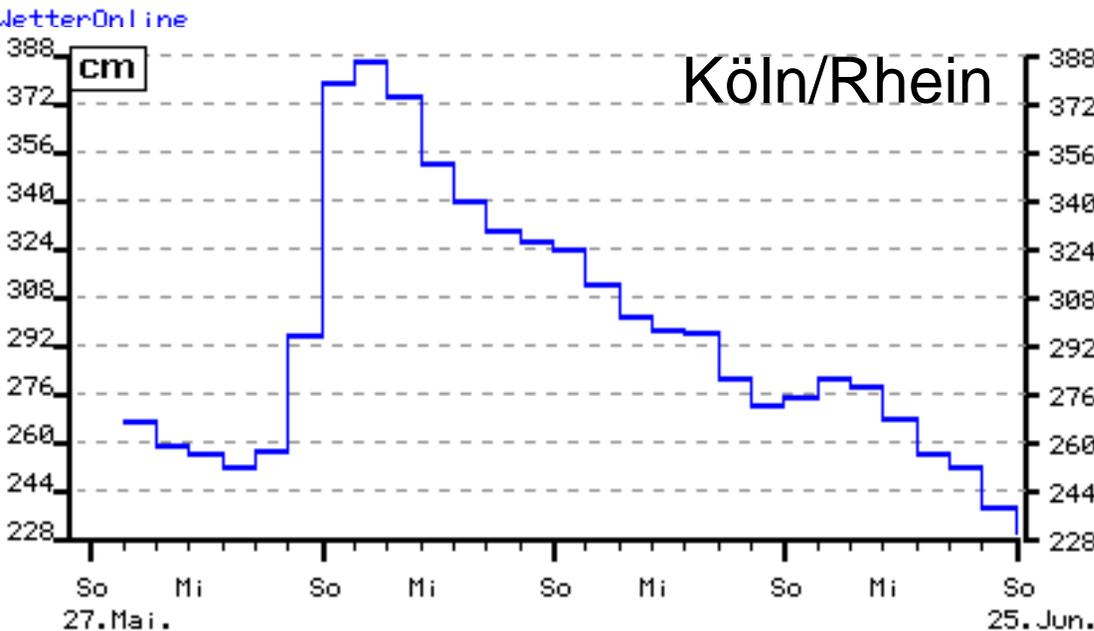


Dazu kann die als kontinuierliche Aufzeichnung (Analogschrieb oder Analogsignal) vorliegende Wasserstandsganglinie zunächst digitalisiert werden (Abtastung mit Zeitintervall  $\Delta t$ ). Für diskrete Wasserstandswerte  $W_i$  werden dann unter Verwendung der Abflusskurve  $Q(W)$  diskrete Abflusswert  $Q_i$  gefunden.



Wasserstände im Zeitraum  
27.05. bis 25.06.2000  
an den Pegeln  
Konstanz/Bodensee und  
Köln/Rhein  
Quelle:

<http://www.wetteronline.de>

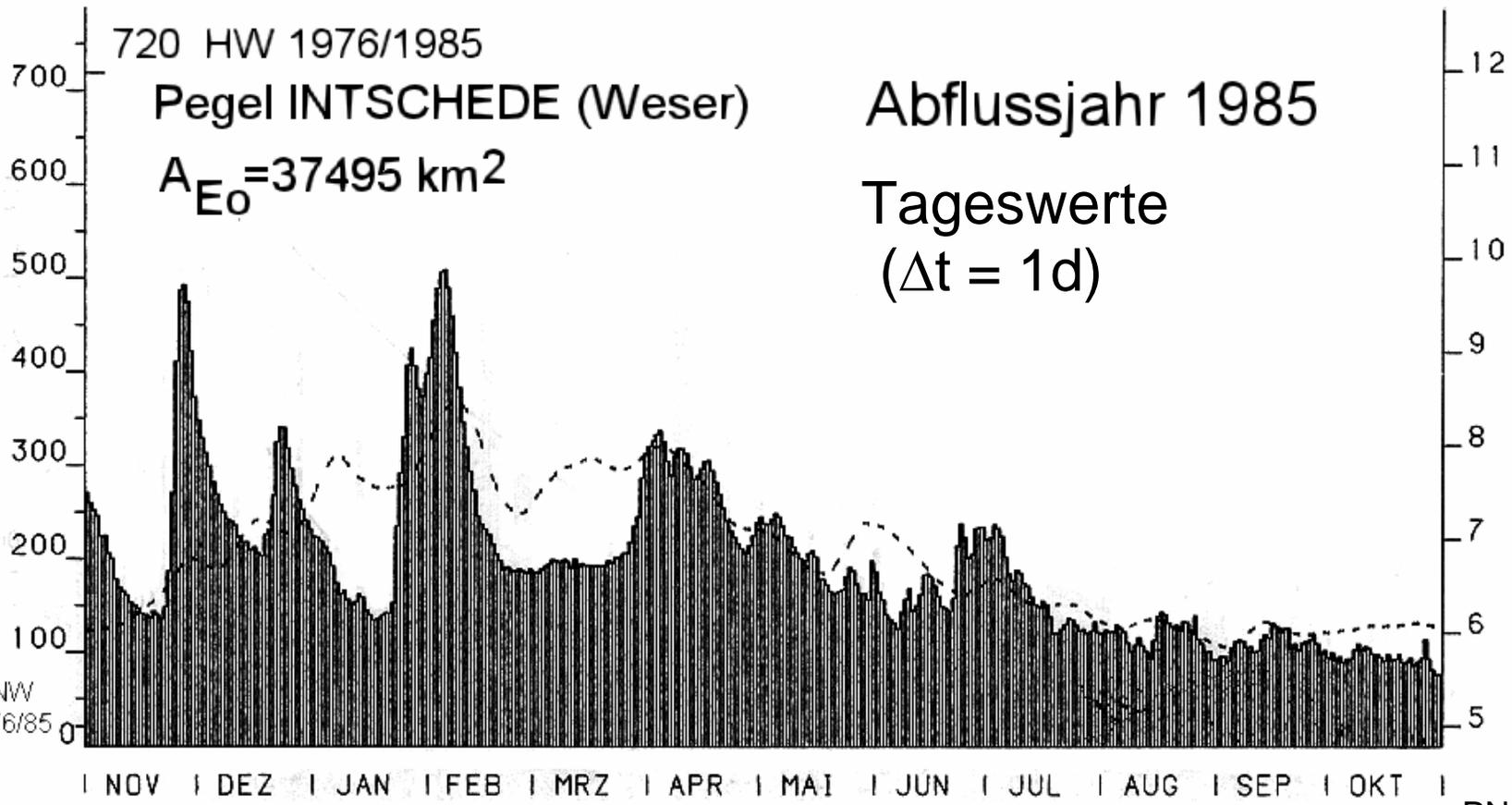


Zur Rückhaltwirkung des  
Bodensees.



PNP + cm Wasserstände

NN + m



Wasserstandsganglinie am Pegel Inschede (elektr. Schwimmer-Schreibpegel). Unterhalb der Einmündung der Aller;  $A_{E0}$  weicht von der topographischen Karte ab. Aufzeichnungen seit 01.07.1856

Q [m<sup>3</sup>/s] Abflüsse

Abflussspenden q [l/s km<sup>2</sup>]



(Tagesmittel, Dauerlinien)

Pegel INTSCHEDE (Weser)

Abflussjahr 1985

$A_{E0} = 37495 \text{ km}^2$

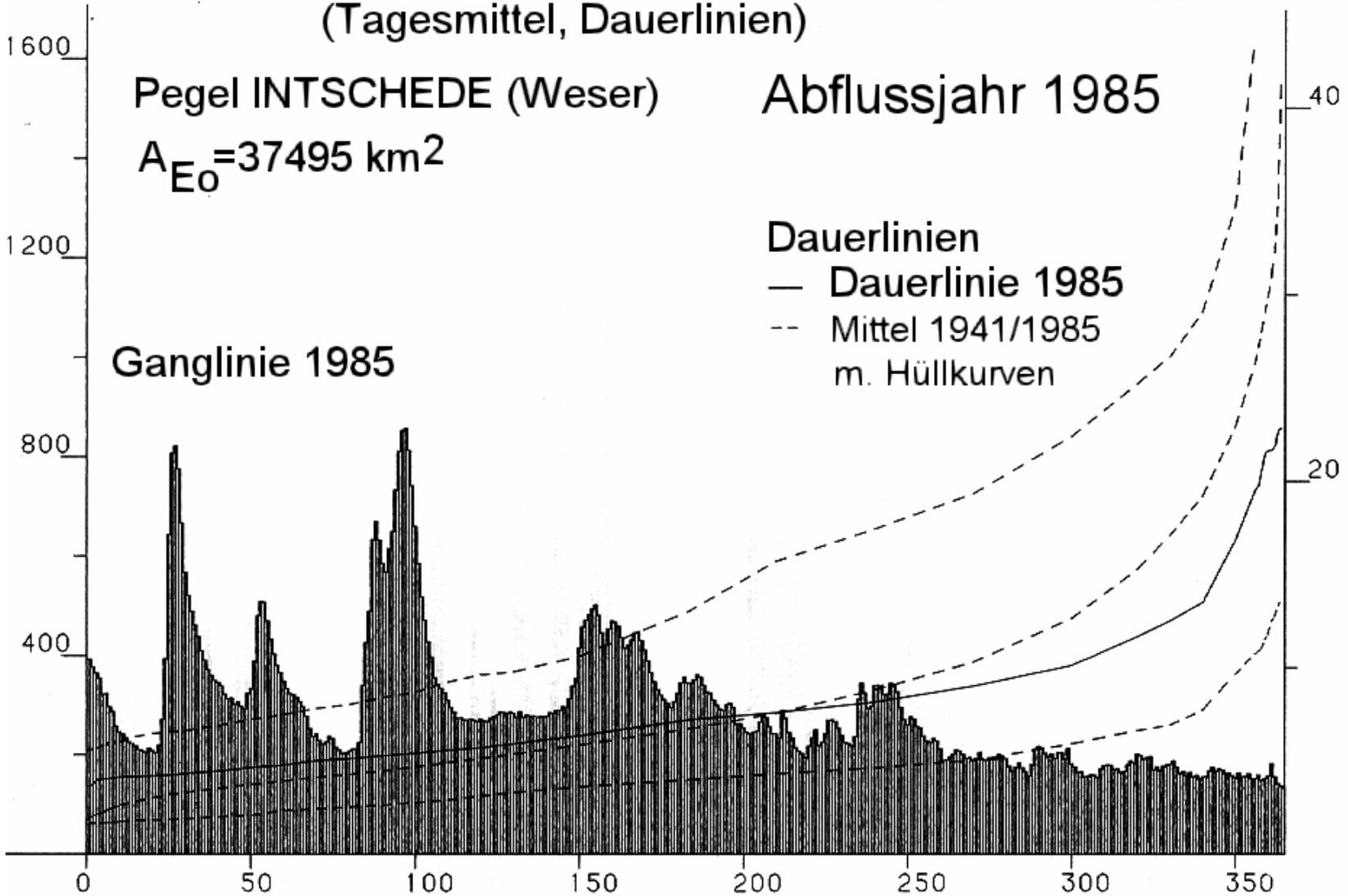
Dauerlinien

— Dauerlinie 1985

-- Mittel 1941/1985

m. Hüllkurven

Ganglinie 1985



Unterschreitungsdauer [Tage]

| NOV | DEZ | JAN | FEB | MRZ | APR | MAI | JUN | JUL | AUG | SEP | OKT |



Abfluss aus einem Einzugsgebiet gekennzeichnet durch

- Abflussverhältniszahl  $a = h_A / h_N$
- Abflussspende

Die Abflussspende eines Einzugsgebietes ist  $q \left[ \frac{l}{s \cdot km^2} \right] = \frac{Q}{A_{E0}}$

Beispiel:

$Q = 400 \text{ m}^3/\text{s}$  bezogen auf das Einzugsgebiet  $A_{E0} = 37495 \text{ km}^2$

$$q \left[ \frac{l}{s \cdot km^2} \right] = \frac{400 \cdot m^3}{s \cdot 37495 \cdot km^2} \cdot \frac{1000 \cdot l}{m^3} = 10,67 \frac{l}{s \cdot km^2}$$

Abflussspenden nach Wind (Schätzwerte):

Einzugsgebiet	MNq		Mq		MHq	
	von	bis	von	bis	von	bis
Flachland	0,5	2	4	8	8	50
Hügelland	1	2	5	12	80	200
Mittelgebirge	2	4	6	16	200	1000
Hochgebirge	4	10	10	30	800	4000



Gibt es für einen Ort an einem Gerinne, an dem eine wasserbau-liche Maßnahme durchgeführt werden soll, keine Pegelbeobach-tungen, können die bekannten Abflüsse  $Q_b$  eines beobachteten Gebietes  $A_b$  im Verhältnis der Einzugsgebiete übertragen werden:

$$Q_u = Q_b \cdot \frac{A_u}{A_b}$$

Charakteristik des hydrologischen Längs-schnittes ist zu beachten.

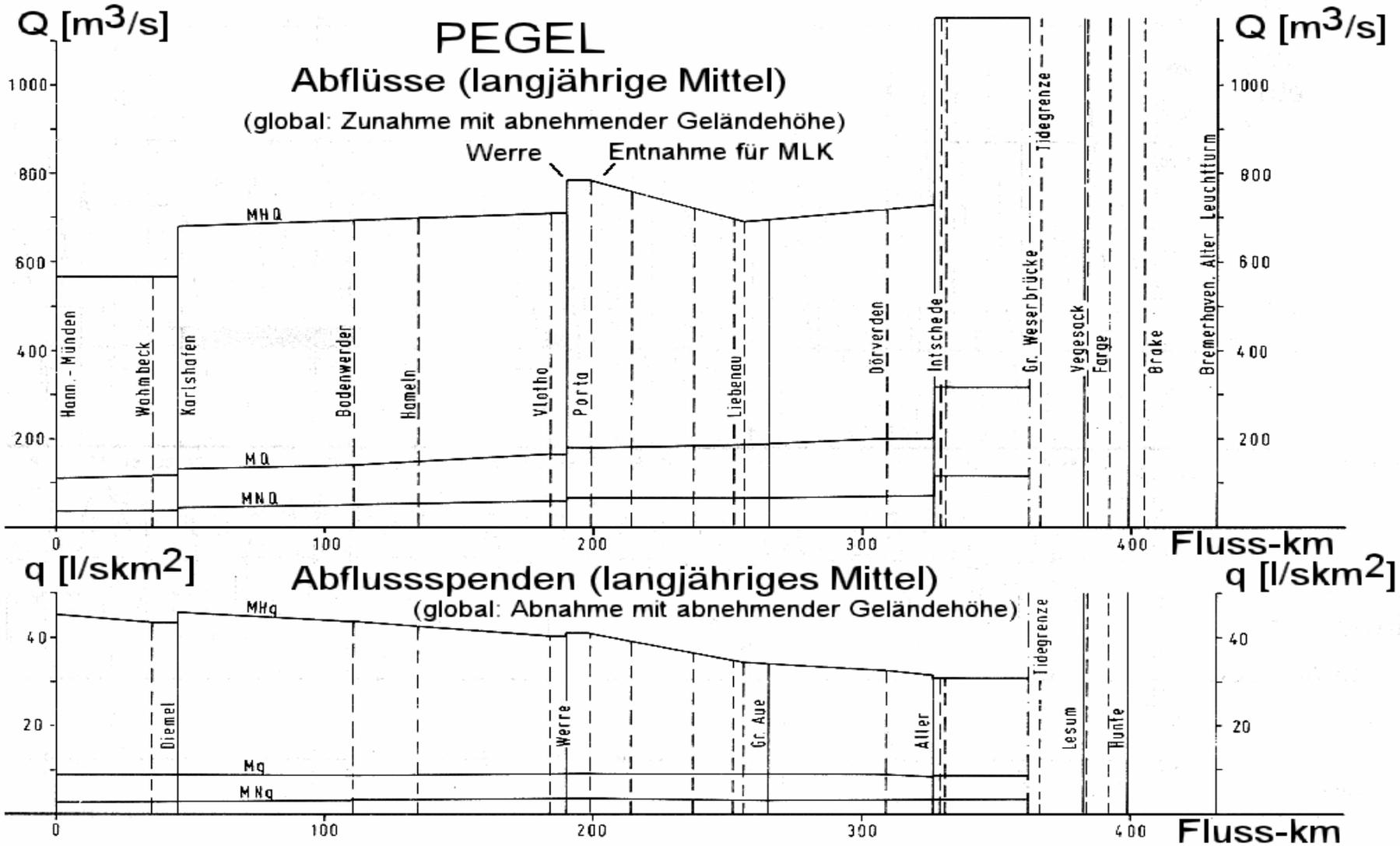
Als Maximalabflüsse nach Hofbauer:

$$HHQ = 60 \cdot \sqrt{A_E / A_E^*} \text{ in } m^3/s$$

Einzugsgebiet	$A_E^*$ in $km^2$	
	von	bis
Gebirge	2	4
Hügelland	4	8
Flachland	8	16



# Hydrologischer Längsschnitt der Weser



n. BfG Koblenz