

# **LARSIM-Anwenderworkshop**

## **Ermittlung der Gerinnewdaten**

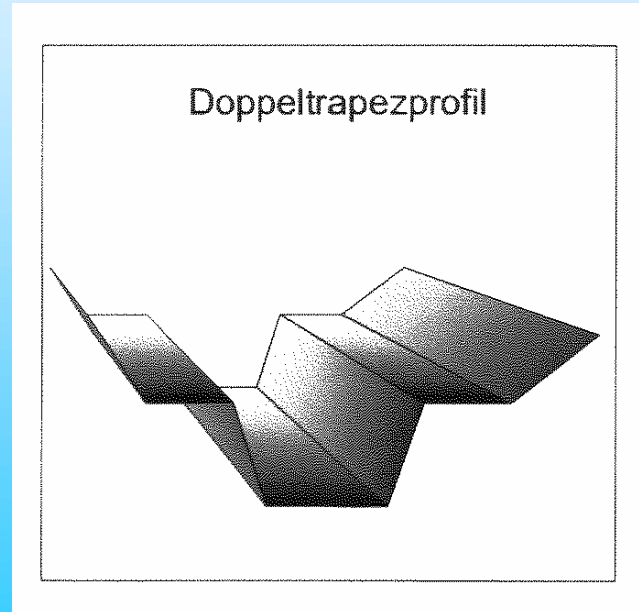
*Gerhard Krauter und Kai Gerlinger  
Ingenieurbüro Dr.-Ing. Karl Ludwig*

**01. Februar 2006**

# Ermittlung der Gerinnewdaten

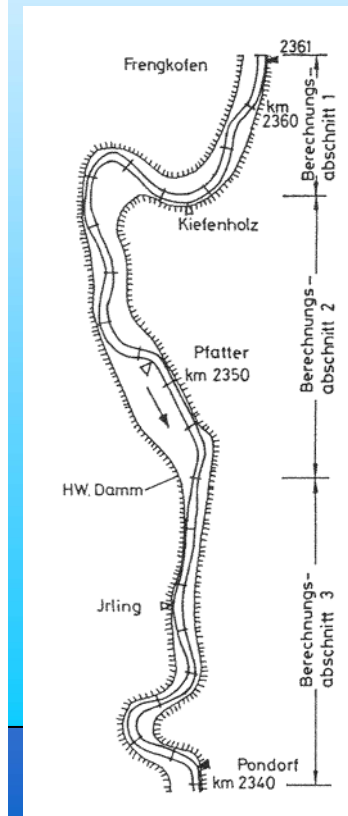
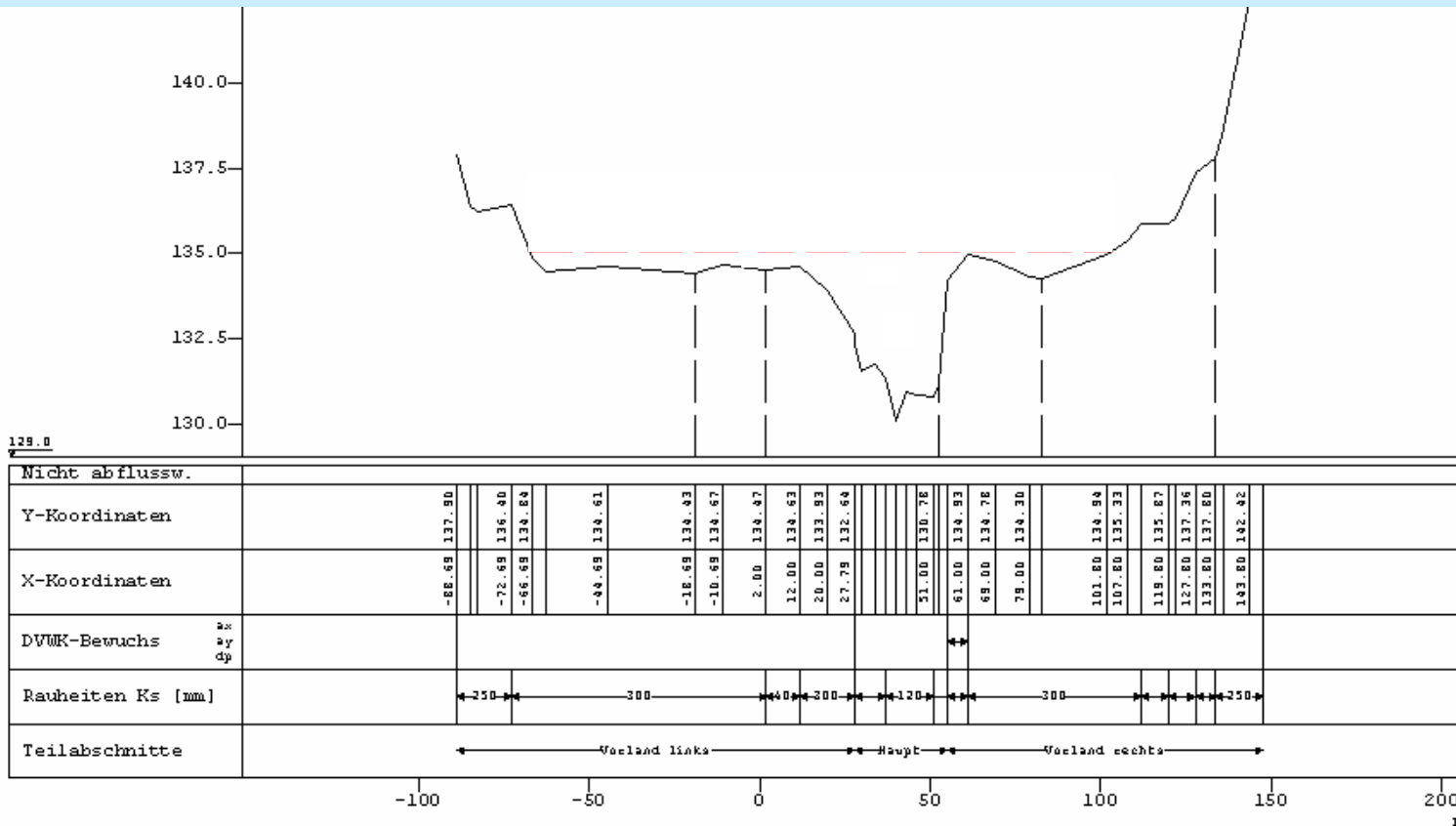
---

## 1. Profilschätzung vor Ort



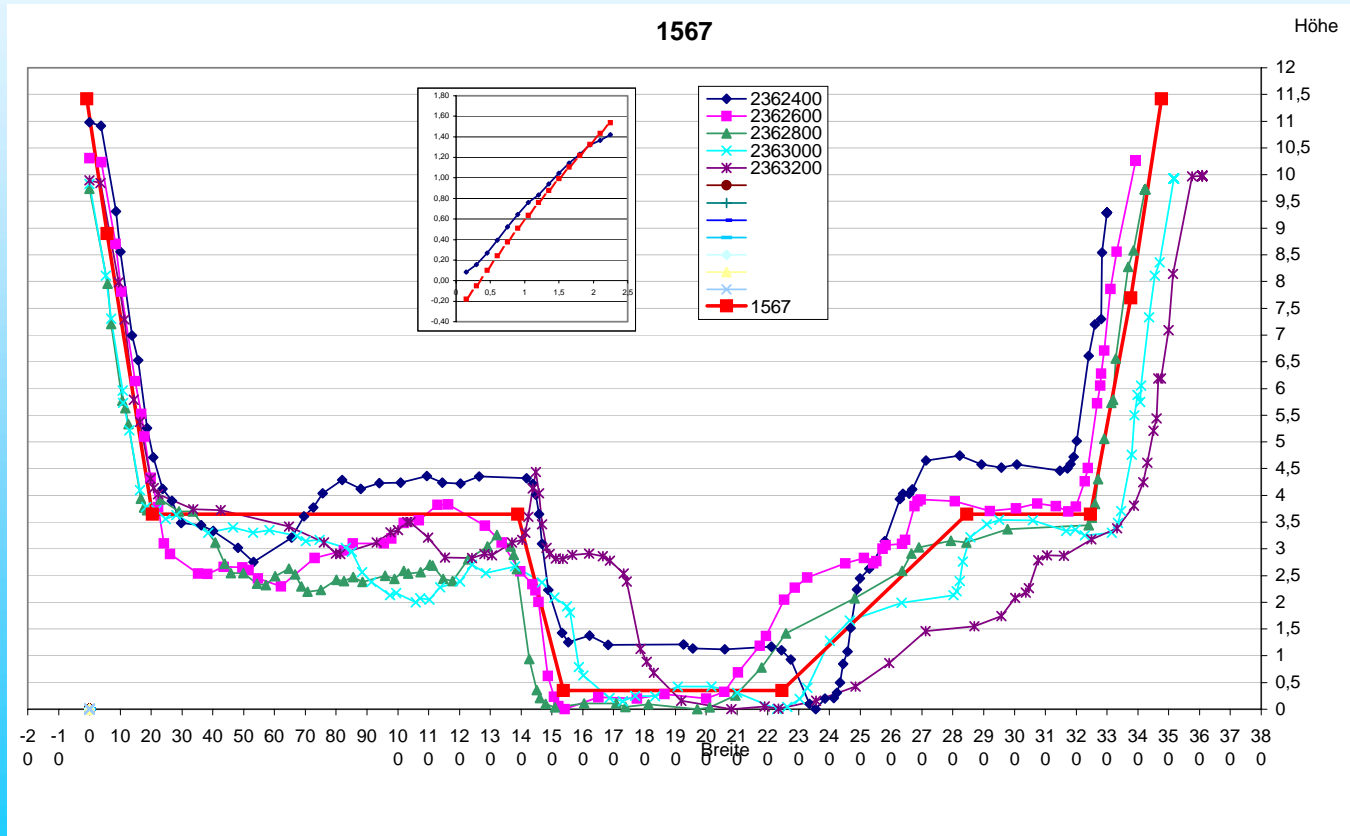
# Ermittlung der Gerinnewdaten

## 2. Ermittlung eines mittleren Profils aus vorhandenen Vermessungen



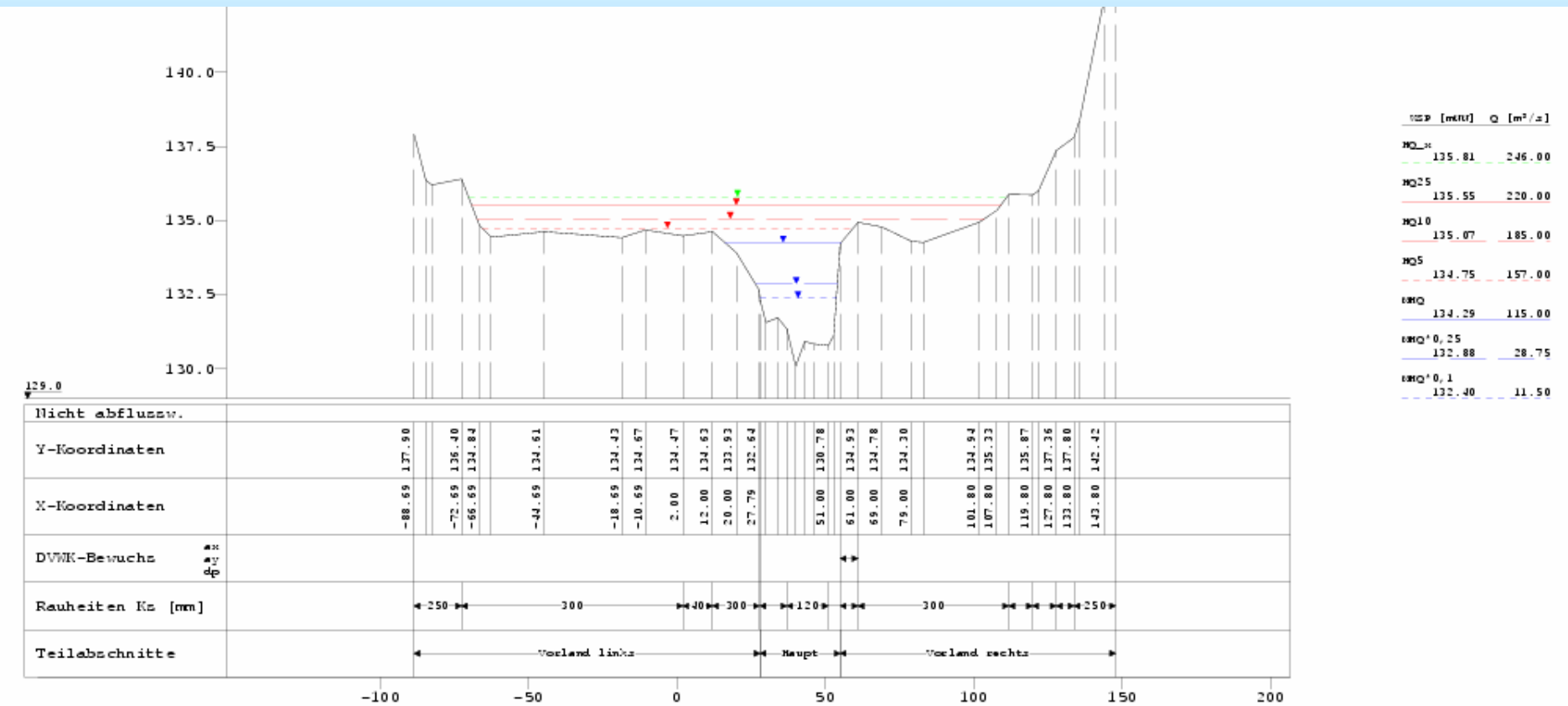
# Ermittlung der Gerinnewdaten

## 2. Ermittlung eines mittleren Profils aus vorhandenen Vermessungen



# Ermittlung der Gerinnewdaten

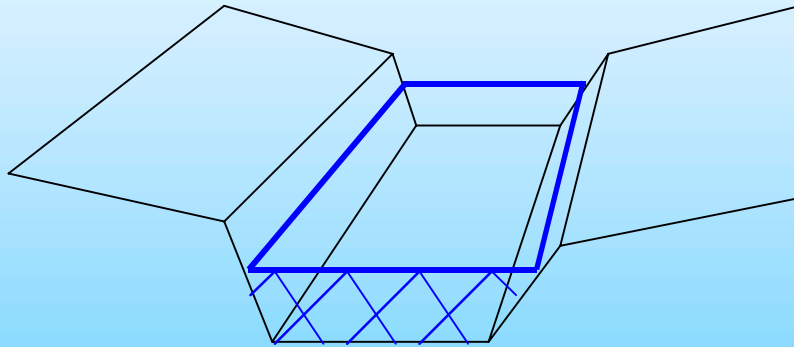
## 3. Verwendung von $dV/dQ$ -Beziehungen aus hydraulischen Berechnungen



# Ermittlung der Gerinnewdaten

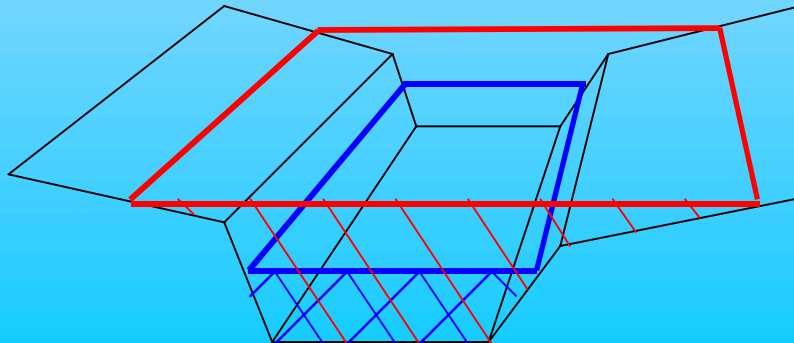
## 3. Verwendung von $dV/dQ$ -Beziehungen aus hydraulischen Berechnungen

Abfluss  $Q_1$  und Fläche  $A_1$  (mit Volumen  $V_1$  und mittl. Fliesstiefe  $h_1$ )



$$\frac{dV}{dQ} = \frac{V_2 - V_1}{Q_2 - Q_1}$$

Abfluss  $Q_2$  mit Fläche  $A_2$  (mit Volumen  $V_2$  und mittl. Fliesstiefe  $h_2$ )



# Ermittlung der Gerinnewdaten

## 3. Verwendung von $dV/dQ$ -Beziehungen aus hydraulischen Berechnungen

- Beispiel:

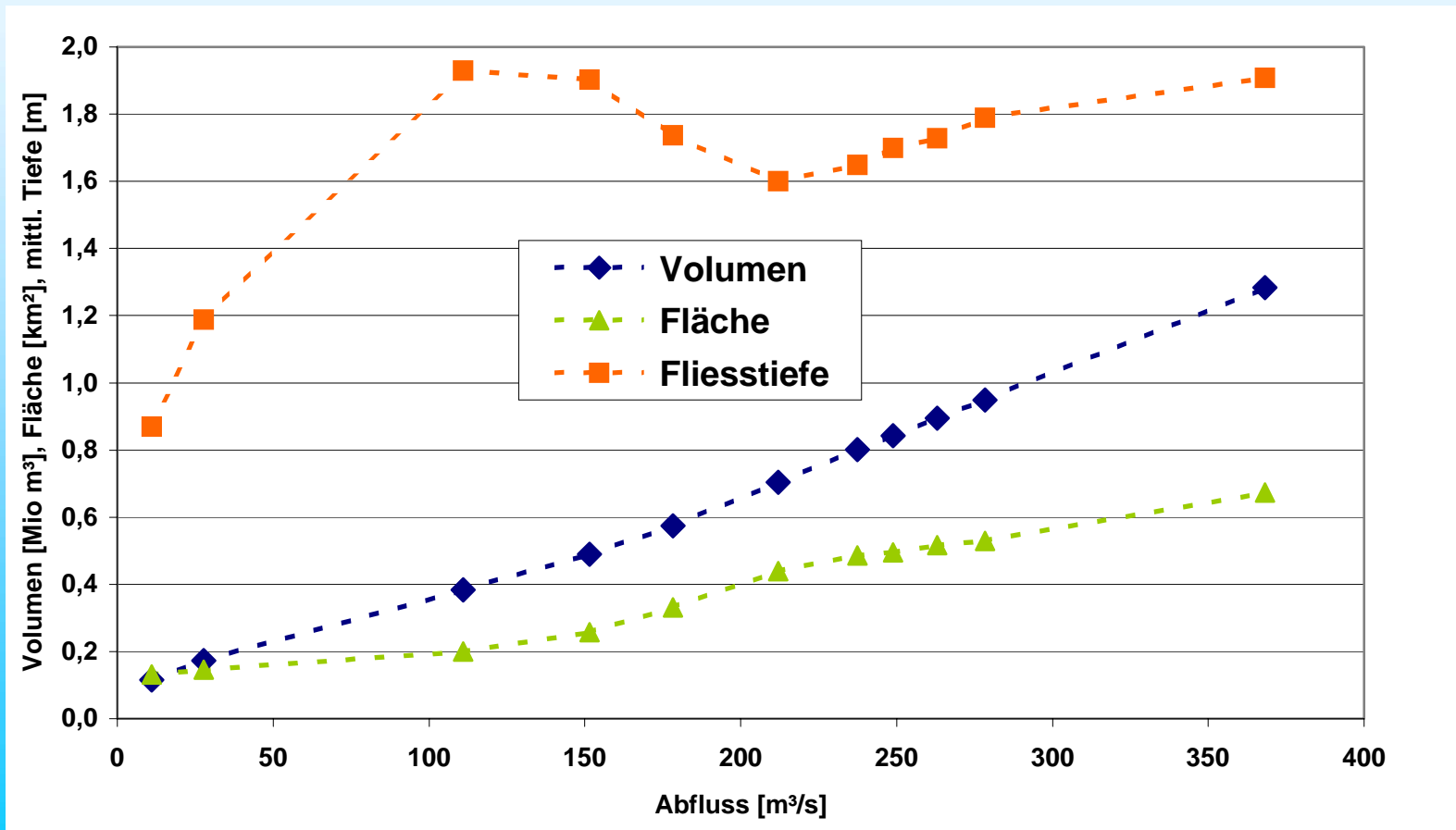
	Durchfluss	Volumen	Oberfläche	WSP-Dif.	$dV/dQ$	char. Länge
	[cbm/s]	[Mio. cbm]	[qkm]	[m]	[h]	[m]
MHQ*0.1	11,1	0,1148	0,1321	14,9		
MHQ*0.25	27,7	0,1725	0,1451	15,0	0,962	235,3
MHQ	111,0	0,3841	0,1991	14,9	0,706	496,8
HQ5	151,5	0,4902	0,2577	14,7	0,727	735,8
HQ10	178,2	0,5750	0,3309	14,7	0,884	877,6
HQ25	212,0	0,7030	0,4393	14,7	1,052	945,0
HQ_X	237,4	0,8015	0,4858	14,8	1,078	927,1
HQ50	248,8	0,8425	0,4959	14,8	0,991	866,9
HQ100	263,0	0,8939	0,5175	14,8	1,006	895,7
HQ200	278,4	0,9483	0,5301	14,8	0,987	897,0
HQextrem	368,2	1,2840	0,6728	15,1	1,037	970,7



# Ermittlung der Gerinnetdaten

## 3. Verwendung von $dV/dQ$ -Beziehungen aus hydraulischen Berechnungen

- Beispiel:





# Ermittlung der Gerinnetdaten

---

## 4. Gerinneschätzer

- **Morphologischer Ansatz von Leopold & Maddock (1953) und Zeller (1965) zur Abschätzung der Hauptbettiefen und -breiten. Ermittelt aus Korrelationsanalysen vieler Flüsse mit unterschiedlichen Einzugsgebietsgrößen.**



# Ermittlung der Gerinneedaten

## 4. Gerinneschätzer:

- **Morphologischer Ansatz: Abschätzung der mittleren Querprofilaten anhand der Flächengröße des Einzugsgebietes sowie des gerinne-bildenden Abflusses (hier: 2-jährlicher Hochwasserabfluss):**

$$T_H = A_t \cdot HQ_2^\alpha \qquad W_H = A_b \cdot HQ_2^\beta \qquad v_H = A_v \cdot HQ_2^\delta$$

**Dabei gilt nach dem Kontinuitätsgesetz:**

$$\alpha + \beta + \delta = 1 \quad \text{und} \quad A_t \cdot A_b \cdot A_v = 1$$

$T_H$	[m]	<b>Mittlere Tiefe des Hauptbettes</b>
$W_H$	[m]	<b>Mittlere Breite des Hauptbettes</b>
$v_H$	[m/s]	<b>Mittlere Fließgeschwindigkeit im Hauptbett</b>
$A_t, A_b, A_v$ :		<b>Koeffizienten</b>
$HQ_2$	[m <sup>3</sup> /s]	<b>Hochwasserscheitelabfluss mit zweijährlicher Wiederkehrzeit (gerinnebildender Abfluss)</b>
$\alpha, \beta, \delta$ :		<b>Exponenten</b>

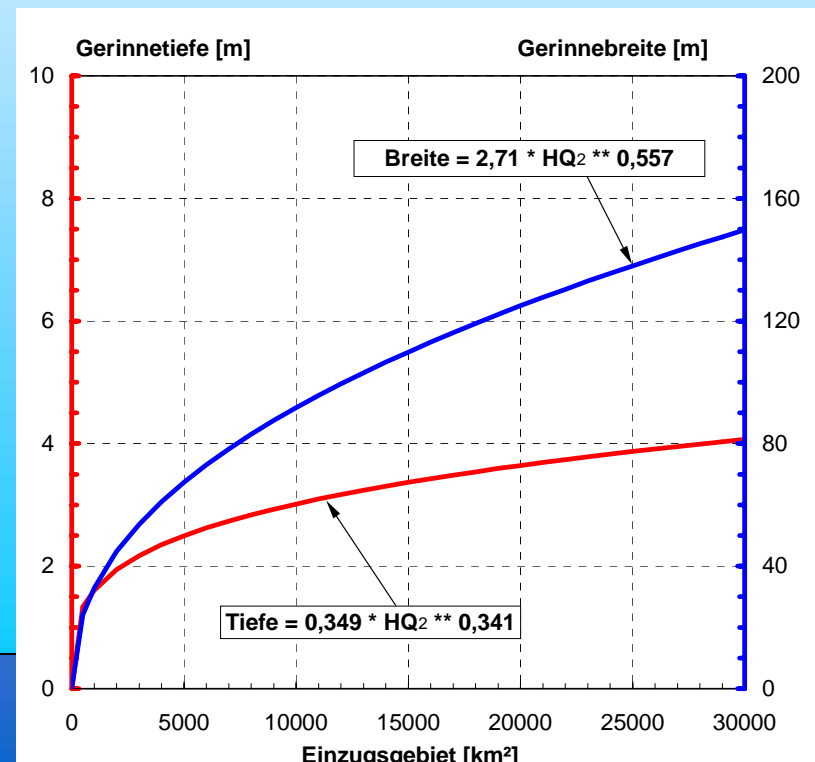


# Ermittlung der Gerinneedaten

## 4. Gerinneschätzer:

- Von Allen et al. (1994) wurden die Exponenten bzw. Koeffizienten für die Formel anhand von 674 Querprofilen unterschiedlicher Flüsse in den USA ermittelt.
- Vorlandbreiten werden gleich der Sohlbreite des Hauptbetts gesetzt.
- Böschungsneigung für das Hauptbett  $s = 1,5$  und Böschungsneigung für die Vorländer von 4,0 (Breite Böschung/Höhe Böschung)

Mittlere Wassertiefe	$T_H = 0,349 \cdot HQ_2^{0,341}$
Mittlere Sohlbreite	$W_H = 2,71 \cdot HQ_2^{0,557}$



# Einschränkungen des Gerinneschätzers

---

- Der Gerinneschätzer nach Allen et al. liefert gefälleunabhängig für kleine Gerinne Fließgeschwindigkeiten von ca. 1 m/s und für große Gerinne Fließgeschwindigkeiten von maximal 2,5 m/s.
- Entsprechend resultieren unrealistische Geschwindigkeitsbeiwerte nach Manning-Strickler für (kleine Gefälle -> große Stricklerbeiwerte, große Gefälle -> sehr kleine Stricklerbeiwerte)



# Einschränkungen des Gerinneschätzers

- Berechnung des Abflusses für die benetzten Querschnitte unter Annahme eines stationär gleichförmigen Abflusses in der Gewässerteilstrecke nach der Beziehung von Manning-Strickler:

$$Q_n = A_n \cdot EK \cdot K_S \cdot \left( \frac{A_n}{U} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

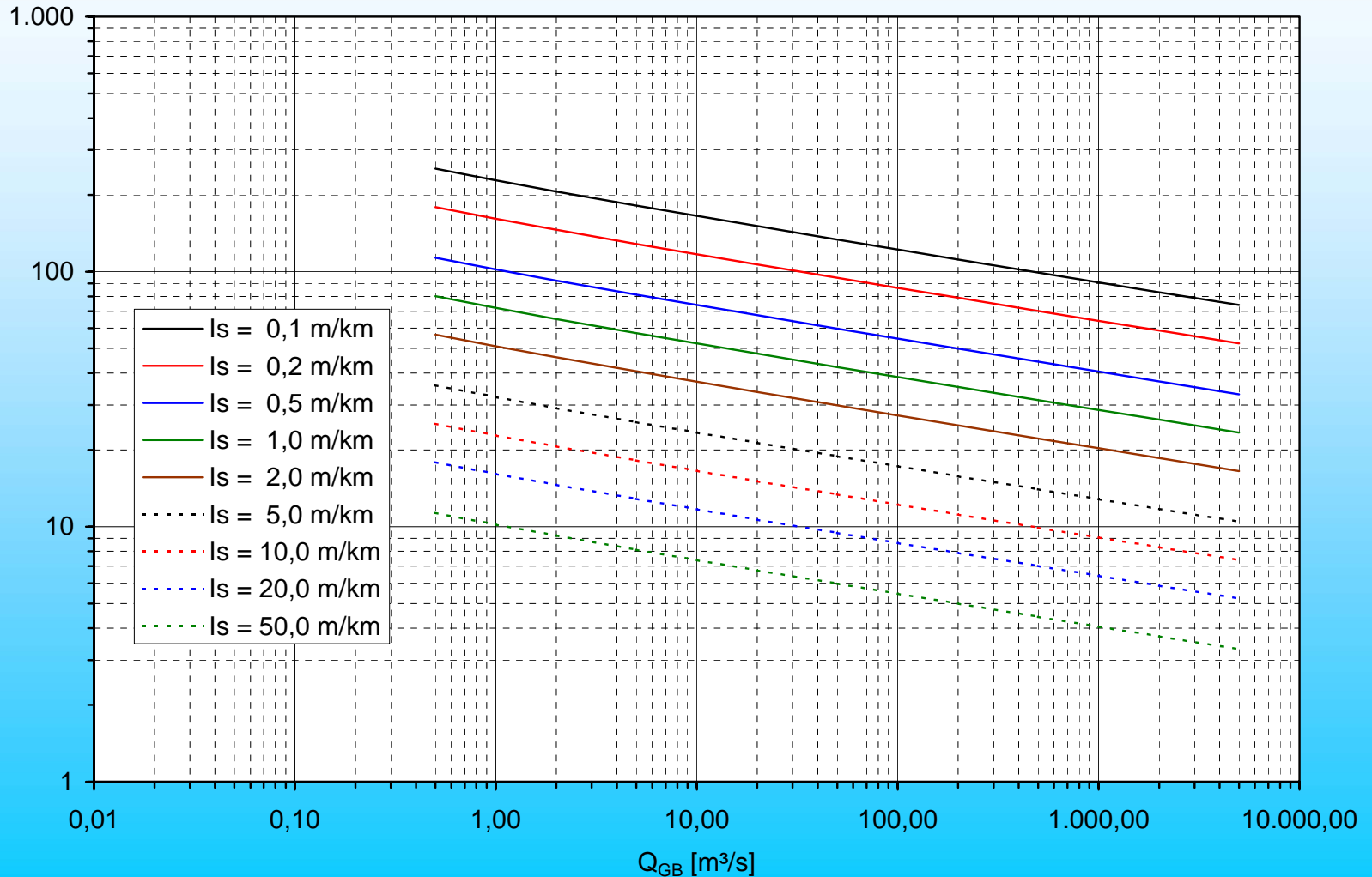
<b>Q</b>	<b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>Stationär gleichförmiger Abfluss nach Manning-Strickler</b>
<b>A</b>	<b>[m<sup>2</sup>]</b>	<b>Benetzter Querschnitt des Flussprofils</b>
<b>n</b>	<b>[-]</b>	<b>Index für den Wasserstand im Gewässerprofil</b>
<b>EK</b>	<b>[-]</b>	<b>Mögliche Kalibrierungsgröße in LARSIM zur Modifizierung der Rauigkeitsbeiwerte</b>
<b>K<sub>S</sub></b>	<b>[m<sup>1/3</sup>/s]</b>	<b>Geschwindigkeitsbeiwert nach Manning-Strickler</b>
<b>U</b>	<b>[m]</b>	<b>Benetzter Umfang des Flussprofils</b>
<b>I</b>	<b>[-]</b>	<b>Gefälle der Flussstrecke</b>



# Einschränkungen des Gerinneschätzers

Zusammenhang gerinnebildender Abfluss zu Strickler-Beiwert für

$k_{st}$  [m<sup>1/3</sup>/s] unterschiedliche Gefälle (zum Vergleich: Spree 1m/km, Wutach 18m/km)



# Einschränkungen des Gerinneschätzers

---

- **Derzeit: Stricklerbeiwerte nicht nach Allen et al., sondern konstanter Wert von  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .**
- **Dadurch stimmt aber der vorgegebene, gerinnebildende Durchfluss nicht mehr mit dem bordvollen Durchfluss überein.**



# Verbesserung des Gerinneschätzers

---

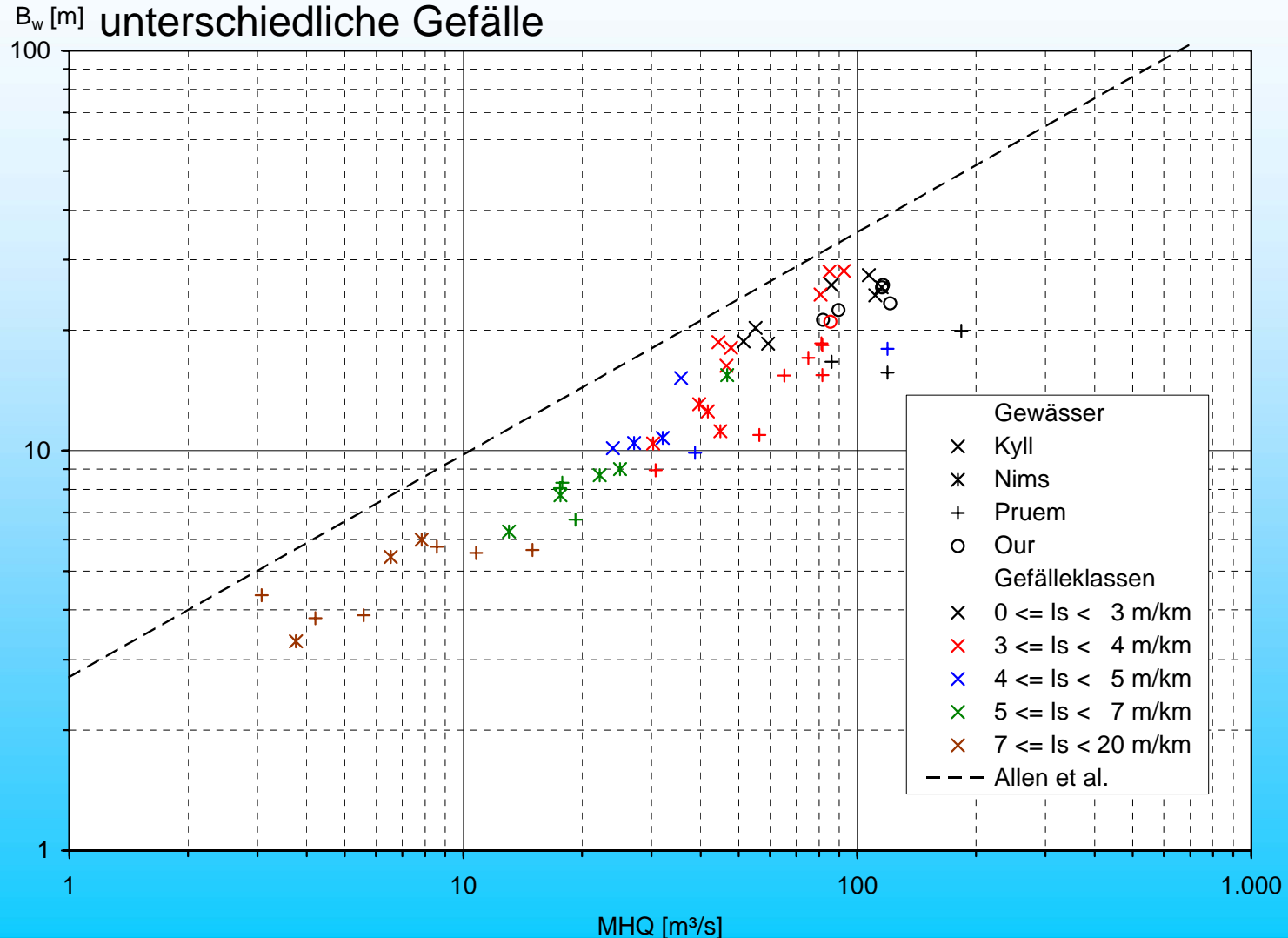
- WHM Rheinland-Pfalz: Einbau von  $dV/dQ$ -Beziehungen für Kyll, Nims, Prüm und Our (Gesamtlänge ca. 320 km).
- Vorhanden: durchflossene Flächen, Wasserspiegelbreiten und -höhen aus Wasserspiegellagenberechnungen für unterschiedliche  $Q$ .
- Unterteilung der Gesamtstrecke in insgesamt 56 Abschnitte mit „mittleren“ Gerinneprofilen und Gefällen





# Verbesserung des Gerinneschätzers

Zusammenhang gerinnebildender Abfluss zu Wasserspiegelbreiten für unterschiedliche Gefälle



# Verbesserung des Gerinneschätzers

- Neue Regressionsbeziehungen:

$$B_w = 1,696 \pm 0,166 Q_{MHQ}^{0,552 \pm 0,026} \quad \text{Moseldaten}$$

$$= 2,710 Q_{GB}^{0,557} \quad \text{Allen et al.}$$

$$T_m = 0,328 \pm 0,028 Q_{MHQ}^{0,388 \pm 0,022} \quad \text{Moseldaten}$$

$$= 0,349 Q_{GB}^{0,341} \quad \text{Allen et al.}$$



# Verbesserung des Gerinneschätzers

- Berechnung der Gerinnegeometrie: Extrapolation der Regressionsbeziehungen ergibt für kleine Gefälle und kleine gerinnebildende Durchflüsse bezogen auf die entsprechende durchflossenen Flächen einen für ein Trapezprofil zu großen hydraulischen Radius
- Auf Grund mehrerer Beziehungen zwischen einer vorgegebenen Fläche  $A$  und dem maximal möglichen hydraulischen Radius  $R_{\max}$ , der Froudezahl und der max. Böschungsneigung werden  $A$  und  $R$  korrigiert:

$$T_{s,korr,2} = \frac{A_{korr,2}}{B_{m,korr,2}}$$

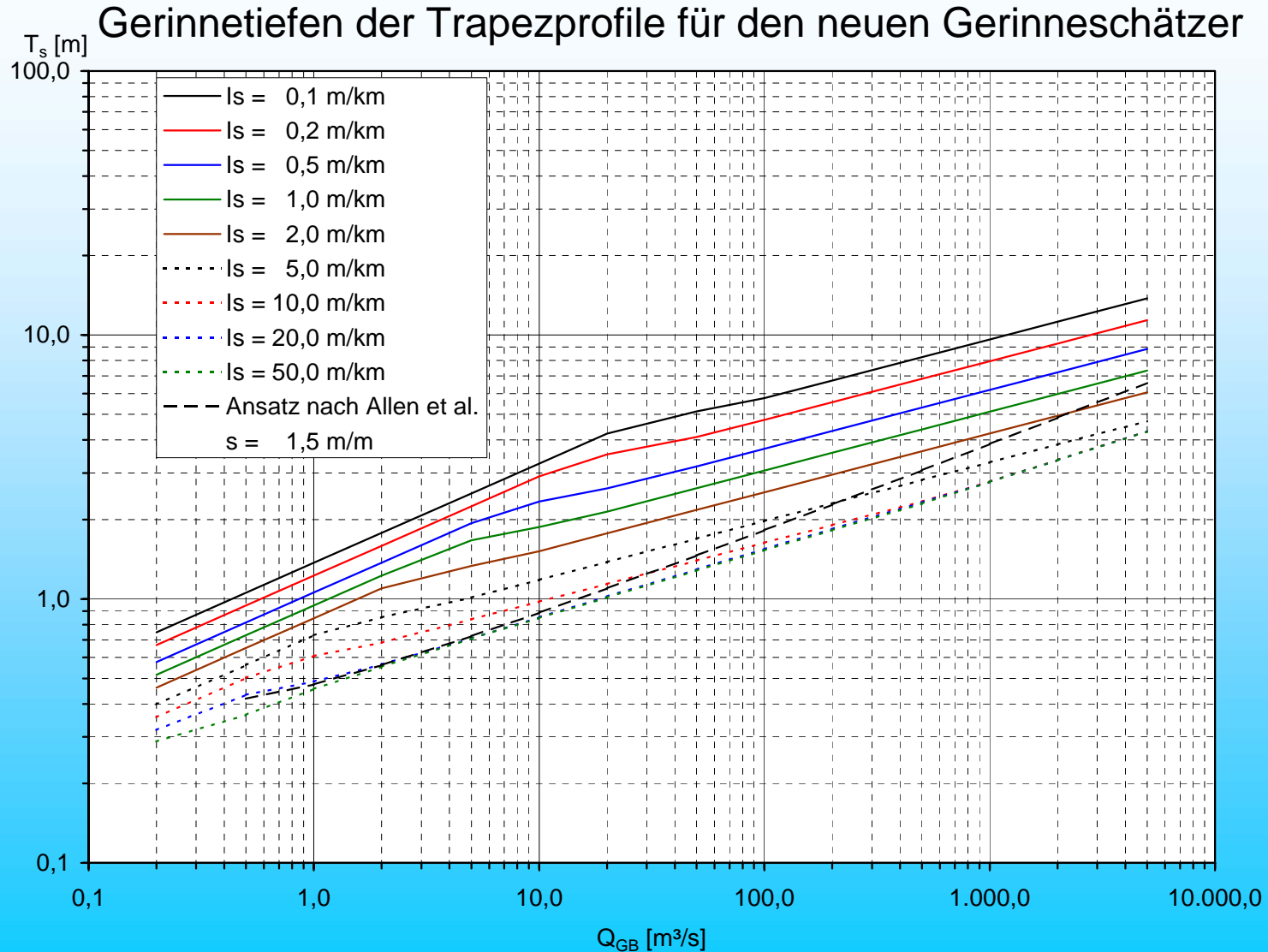
$$s_{korr,2} = \frac{B_w - B_s}{2T_{s,korr,2}}$$

$$R_{korr,2} = \frac{A_{korr,2}}{B_s + 2T_{s,korr,2} \sqrt{1 + s_{korr,2}^2}}$$

$$k_{st} = \frac{Q_{GB}}{A_{korr,2} R_{korr,2}^{2/3} \sqrt{I/1.000}}$$

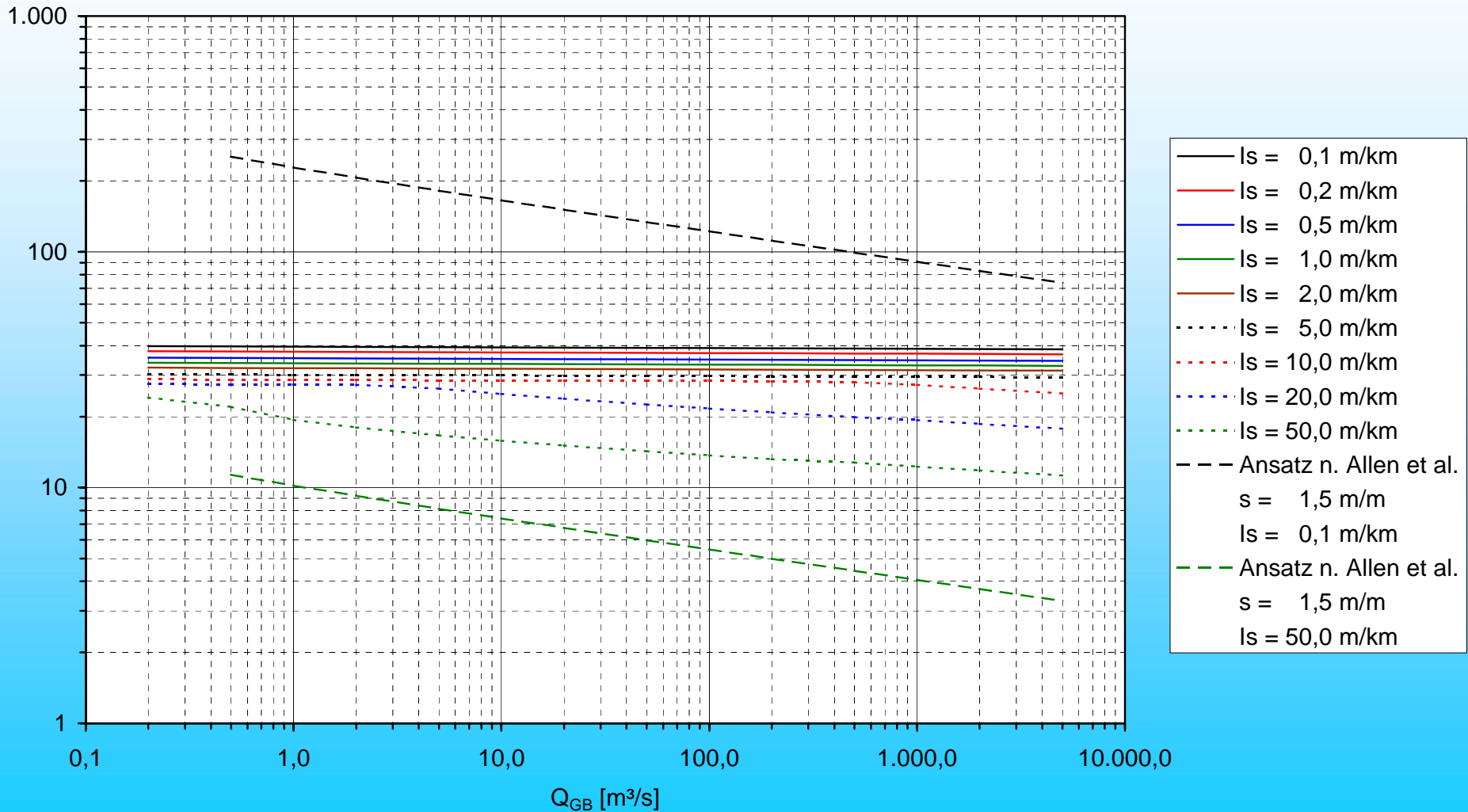


# Verbesserung des Gerinneschätzers



# Verbesserung des Gerinneschätzers

$k_{st}$  [m<sup>1/3</sup>/s] Stricklerbeiwerte der Trapezprofile für den neuen Gerinneschätzer



# Verbesserung des Gerinneschätzers

Zum Vergleich: Stricklerbeiwerte natürlicher Gerinne:

	st [ $m^{1/3}/s$ ]
Erdkanäle in festem Material, glatt	60
Erdkanäle in festem Sand mit etwas Ton oder Schotter	50
Erdkanäle mit Sohle aus Sand und Kies mit gepflasterten Böschungen	45–50
Erdkanäle aus Feinkies, etwa 10/20/30 mm	45
Erdkanäle aus mittlerem Kies, etwa 20/40/60 mm	40
Erdkanäle aus Grobkies, etwa 50/100/150 mm	35
Erdkanäle aus scholligem Lehm	30
Erdkanäle, mit groben Steinen angelegt	25–30
Erdkanäle aus Sand, Lehm oder Kies, stark bewachsen	20–25
Natürliche Flußbetten mit fester Sohle, ohne Unregelmäßigkeiten	40
Natürliche Flußbetten mit mäßigem Geschiebe	33–35
Natürliche Flußbetten, verkrautet	30–35
Natürliche Flußbetten mit Geröll und Unregelmäßigkeiten	30
Natürliche Flußbetten, stark geschiebeführend	28
Wildbäche mit grobem Geröll (kopfgroße Steine) bei ruhendem Geschiebe	25–28
Wildbäche mit grobem Geröll, bei in Bewegung befindlichem Geschiebe	19–22

