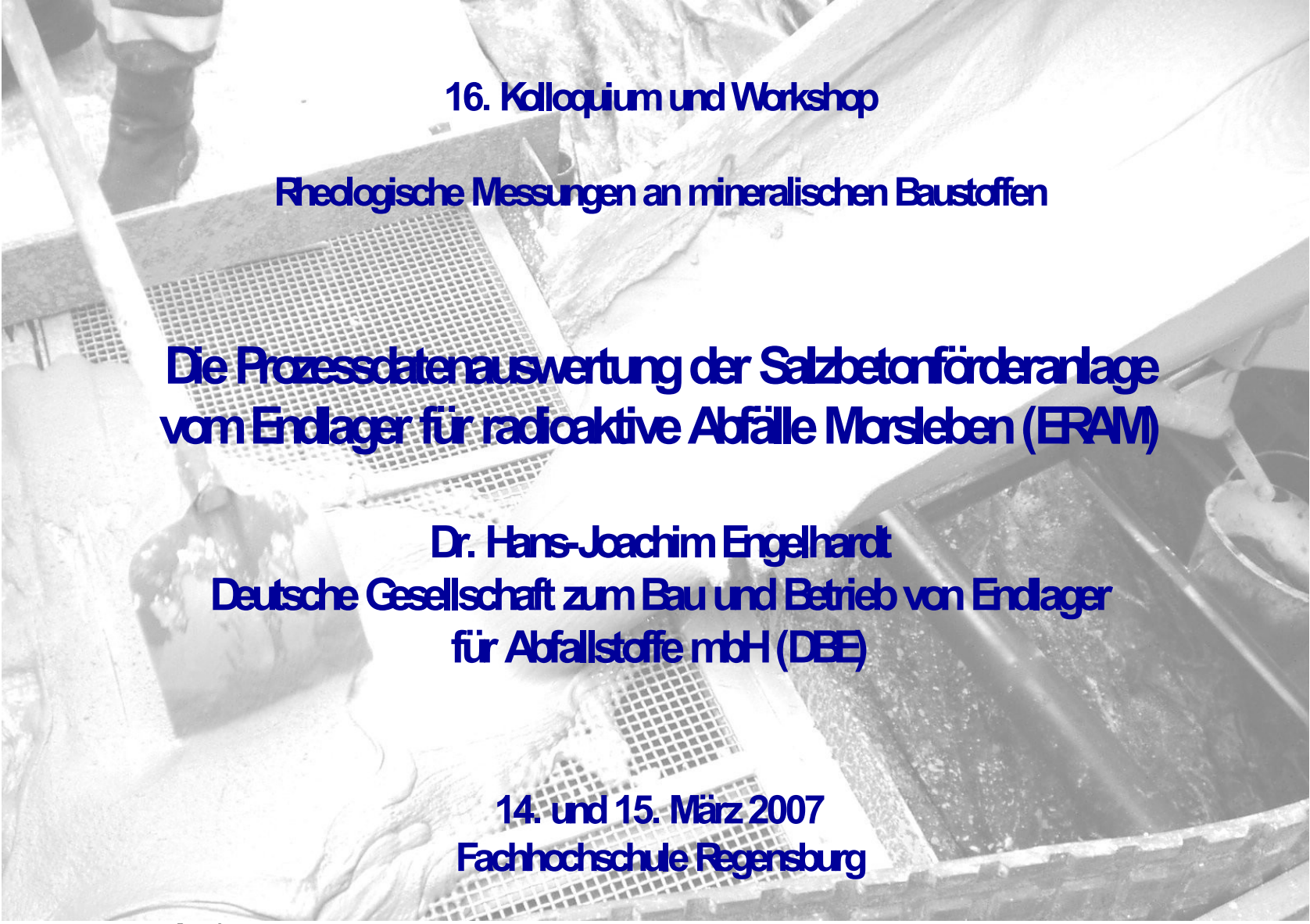




16. Kolloquium und Workshop

Rheologische Messungen an mineralischen Baustoffen

Die Prozessdatenauswertung der Salzbetonförderanlage vom Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

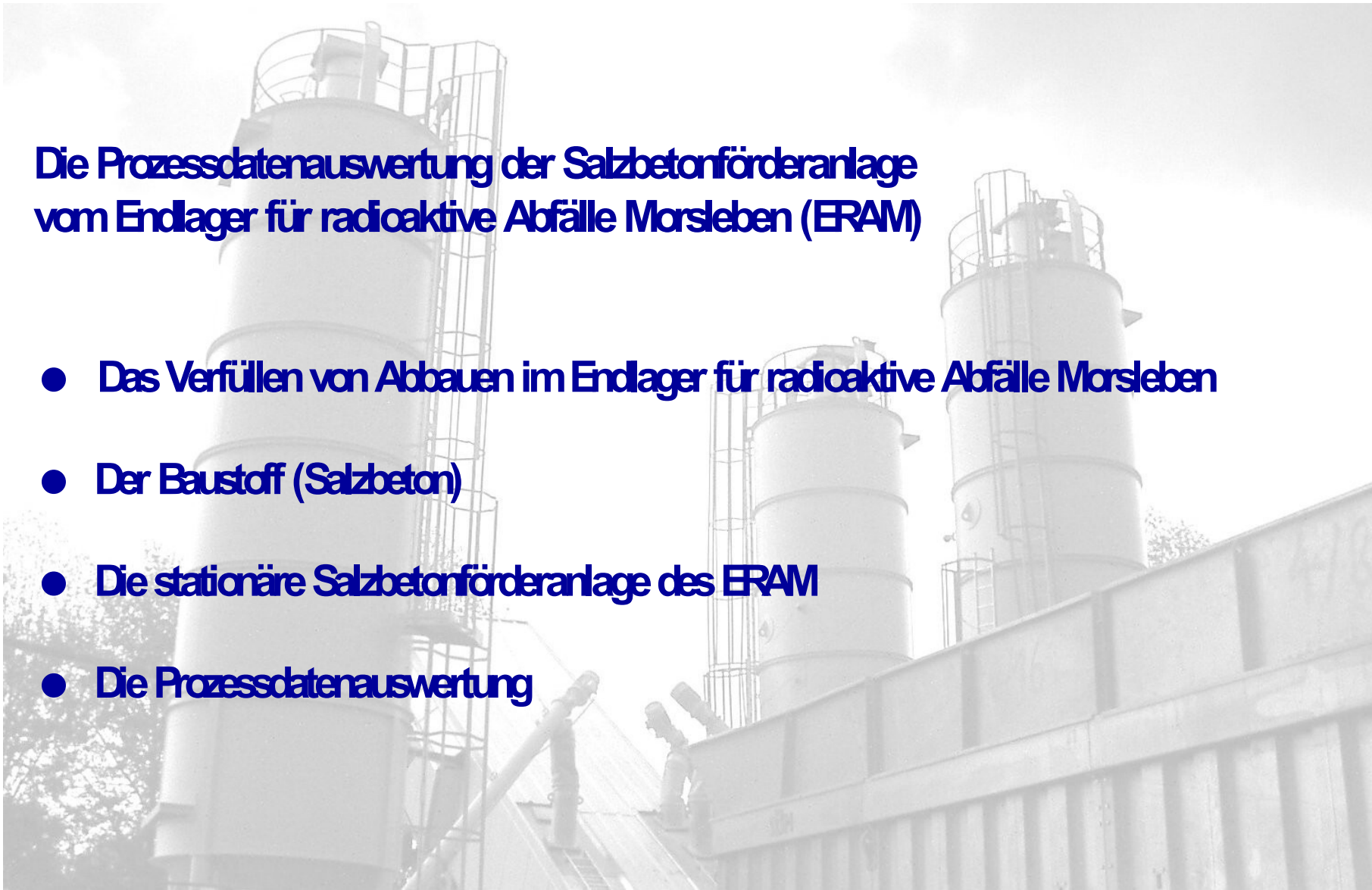
Dr. Hans-Joachim Engelhardt

**Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlager
für Abfallstoffe mbH (DBE)**

14. und 15. März 2007

Fachhochschule Regensburg

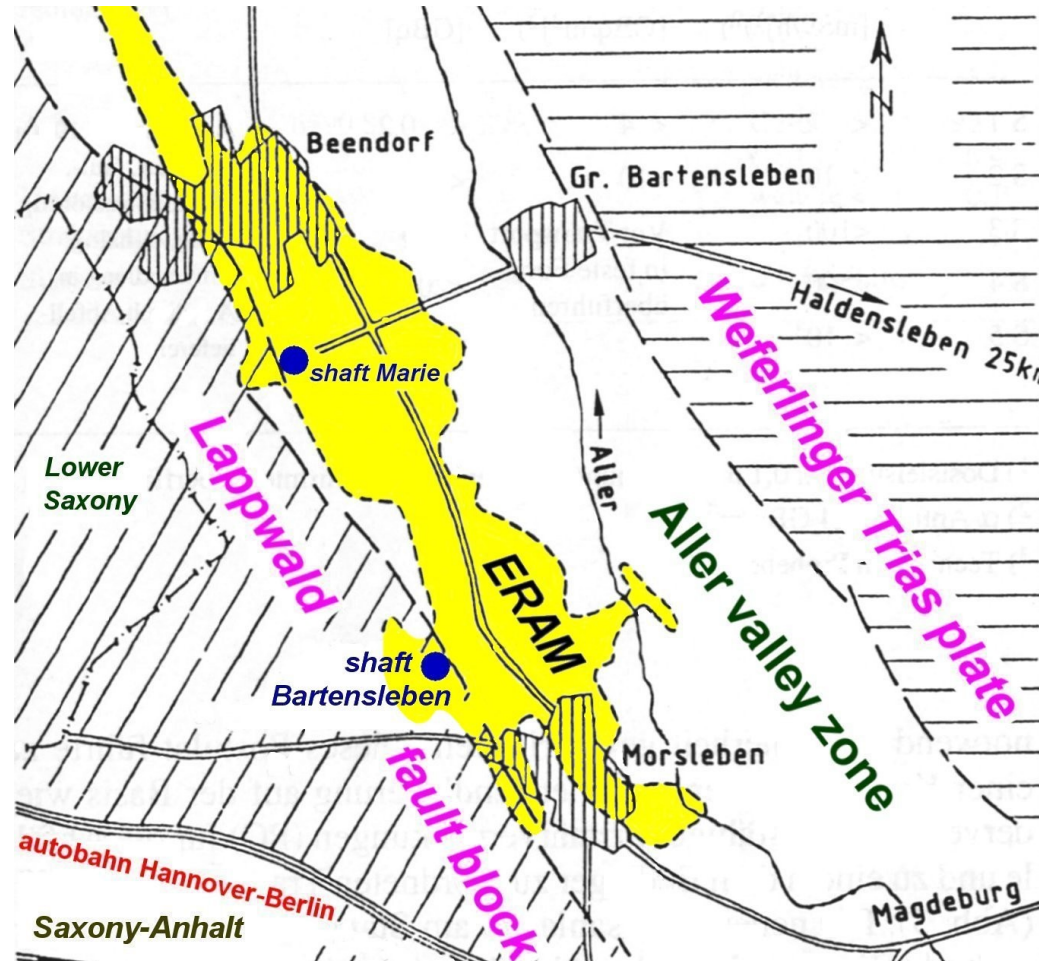
www.dbe.de



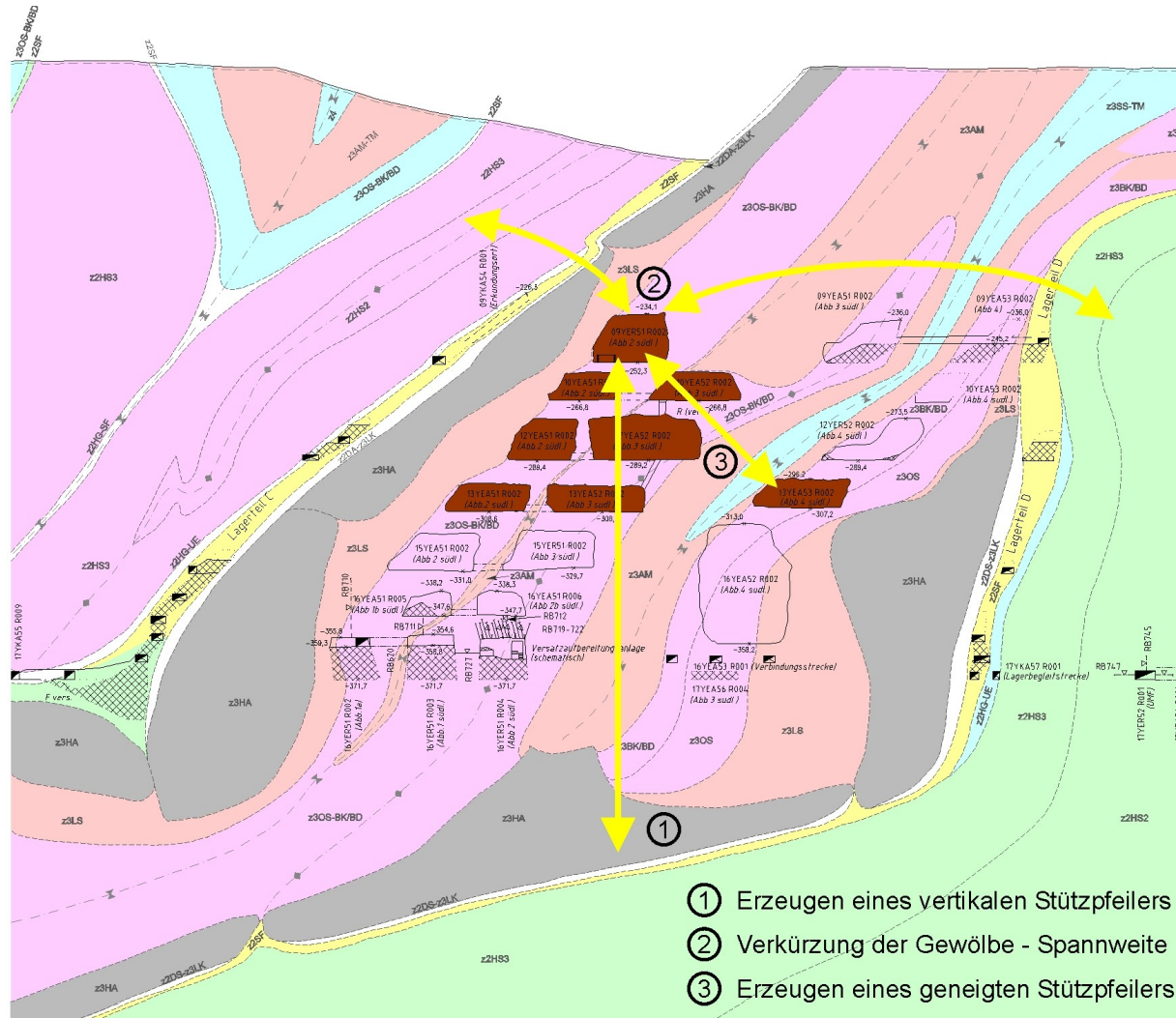
Die Prozessdatenauswertung der Salzbetonförderanlage vom Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)

- Das Verfüllen von Abbauen im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
- Der Baustoff (Salzbeton)
- Die stationäre Salzbetonförderanlage des ERAM
- Die Prozessdatenauswertung

Lage und Umriss des ERAM



Querschnitt Zentralteil Bartensleben

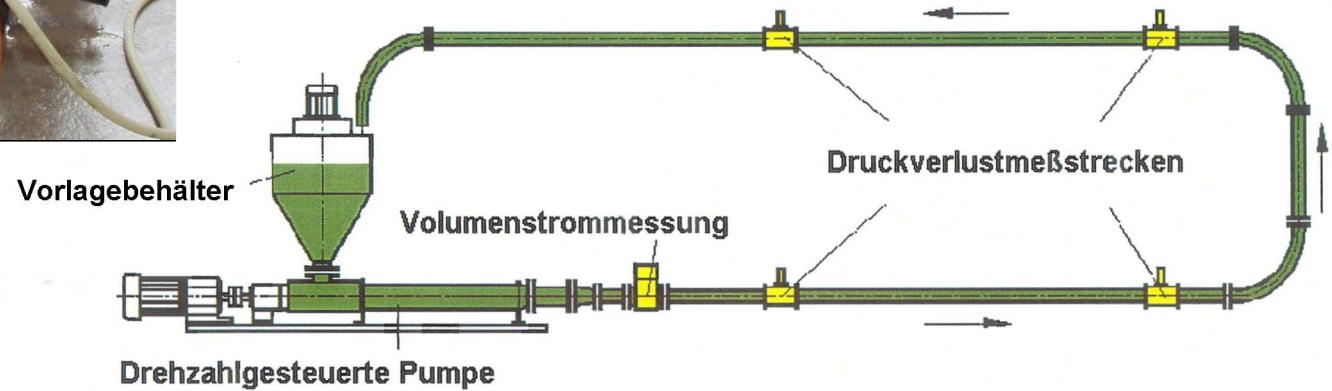


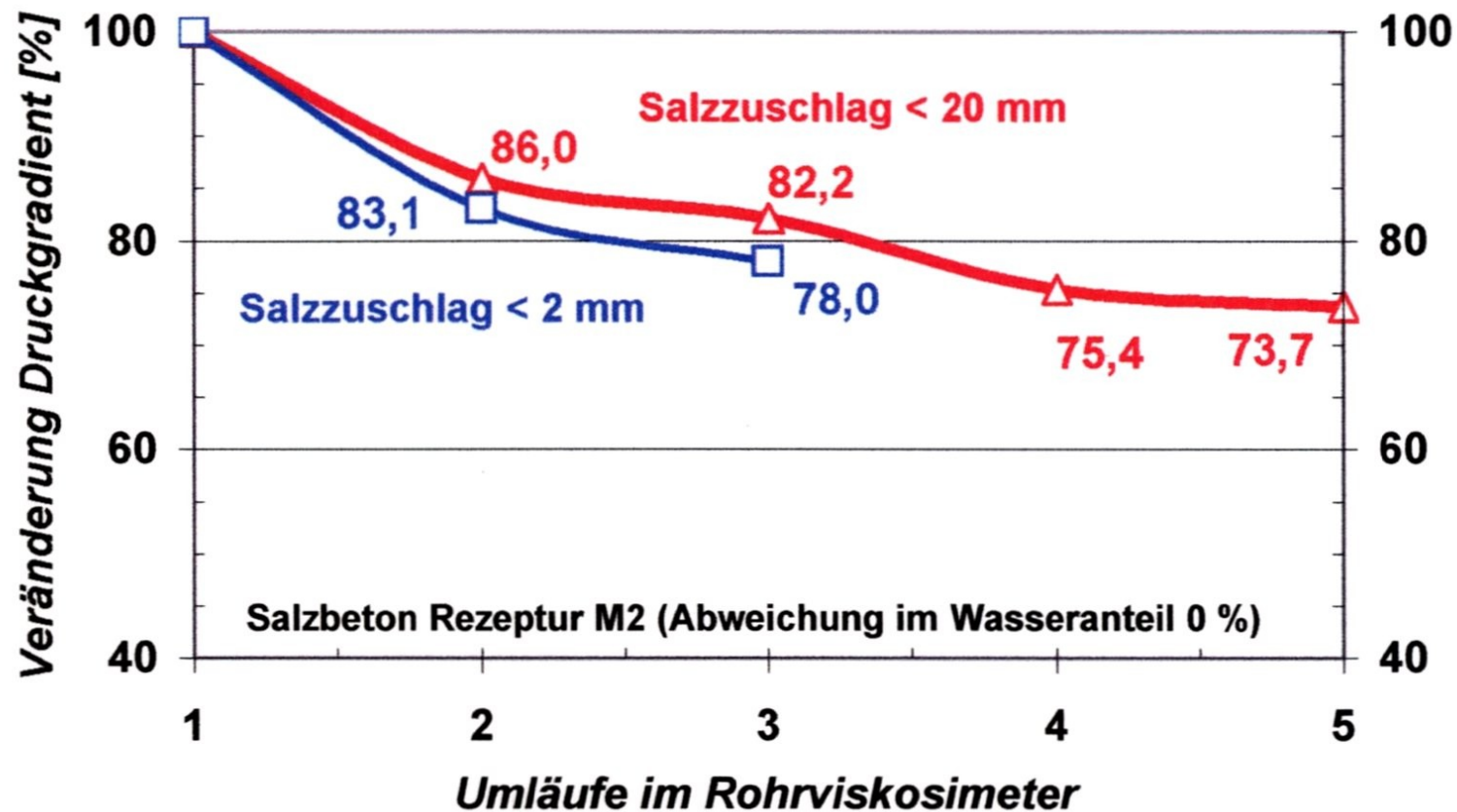


Referenzmaterial Salzbeton M2

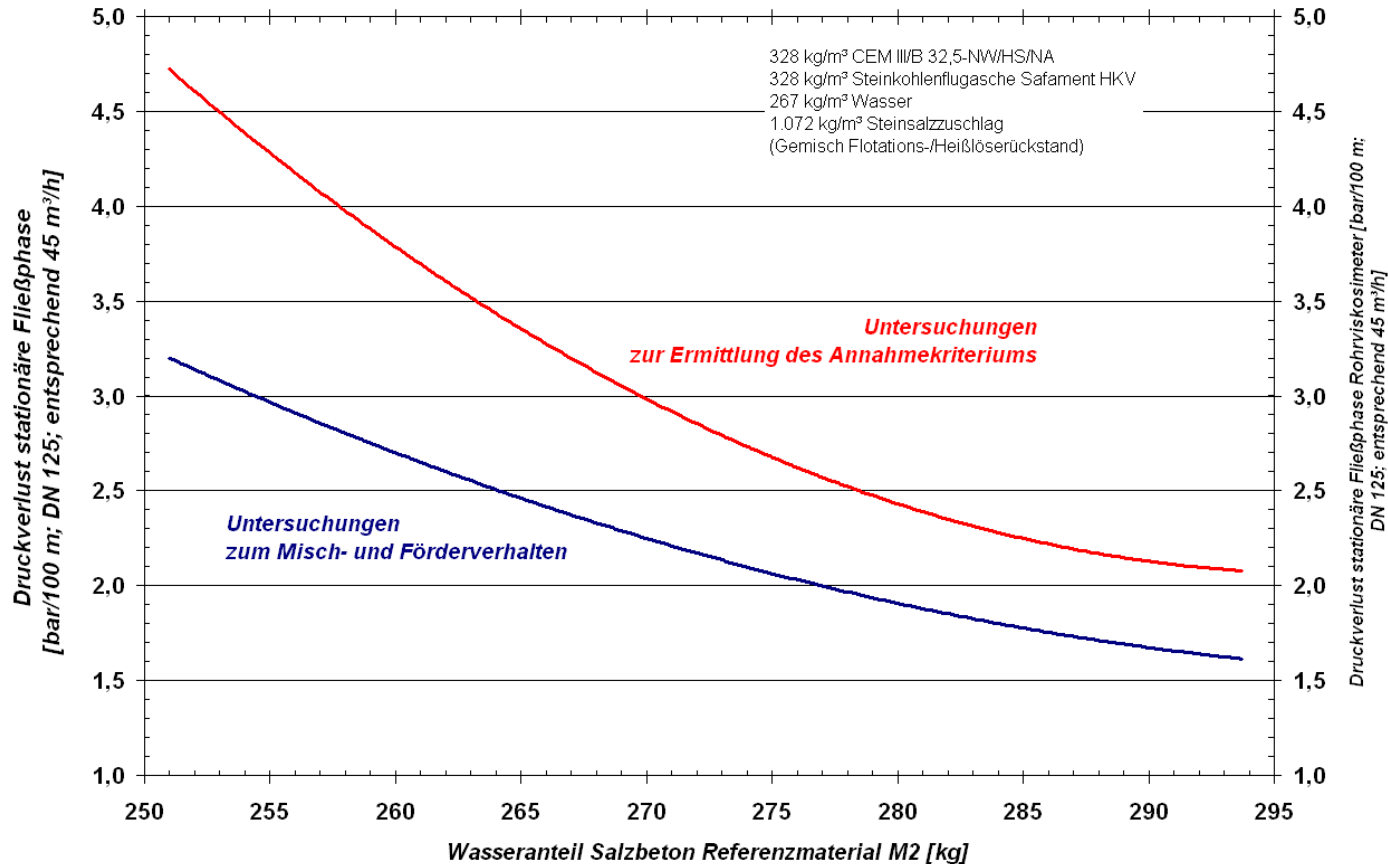
Zement	CEM III/B 32,5-LH/HS/NA	328 kg/m ³	16,4 Massen-%
Steinkohlenflugasche	DIN EN 450	328 kg/m ³	16,4 Massen-%
Steinsalzzuschlag	„Salzgrus“	1.072 kg/m ³	53,8 Massen-%
Wasser		267 kg/m ³	13,4 Massen-%
Summe		1.995 kg/m ³	100,0 Massen-%

DMT-Rohrviskosimeter





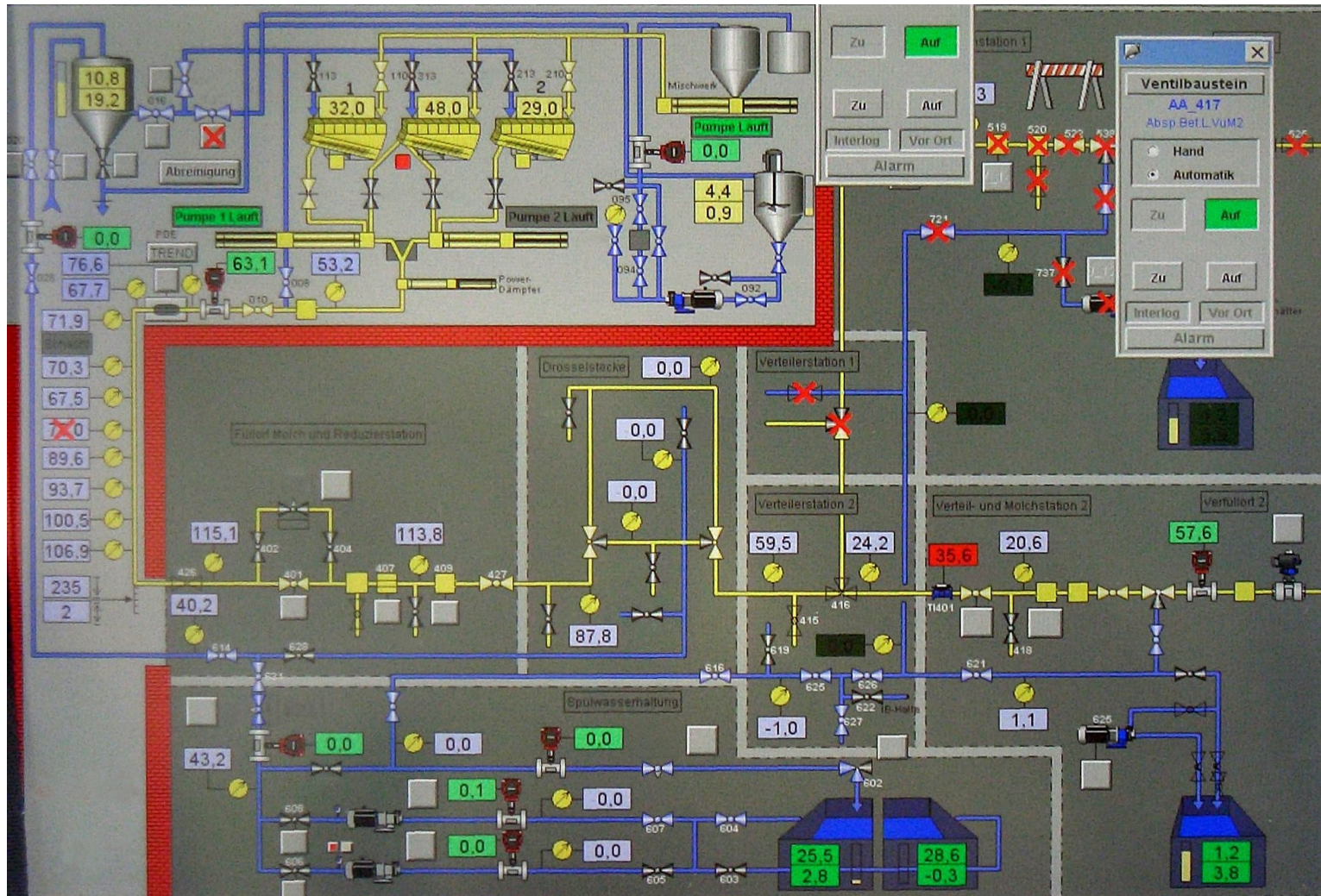
Variation des Wasseranspruches: Referenzmaterial Salzbeton M2



Fließgesetzparameter (τ_0 , K, n) sowie berechnete Druckverluste

τ_0	K	n	DN 100	DN 125	DN 150
14,57	3,02	0,75	5,55	2,93	1,79
10,07	2,98	0,74	5,04	2,62	1,57
8,97	2,07	0,83	4,93	2,44	1,42
8,45	1,49	0,83	3,89	1,94	1,13
11,73	1,55	0,79	3,59	1,89	1,17
7,38	1,31	0,80	3,03	1,55	0,92
20,88	3,46	0,75	6,71	3,58	2,22
10,66	3,62	0,70	5,22	2,78	2,00
12,73	3,83	0,77	7,49	3,79	2,22
9,07	3,58	0,75	6,16	3,13	1,84
5,67	2,97	0,72	5,54	2,61	1,44
5,50	1,55	0,86	4,52	2,13	1,18
5,63	2,02	0,78	4,03	2,01	1,16
6,38	1,64	0,82	3,94	1,94	1,11

Oberfläche des Prozessleitsystems (PSL Bedienoberfläche)





www.dbe.de



www.dbe.de



www.dbe.de



www.dbe.de

Ziel der Online-Prozessdatenauswertung

Prüfung des Annahmekriteriums

(Grenzwert spezifischer Druckverlust bezogen auf DN 125-Rohrleitung und Förderrate 45 m³ /h)

Identifizierung kurzfristiger Änderungen des Druckverlustes vom angelieferten Salzbeton

Identifizierung „kritischer Druckverluste“ des Salzbetons
(Abriss der Baustoffsäule in der Schachtleitung)

Ausgangsdaten der stationären Förderanlage

- Druckwerte der Messsensoren
- Rohrdurchmesser
- Förderrate

Datenverarbeitung

Berechnung der Druckverluste, z.B. CP001–CP002 (über Tage)

Prüfung auf Plausibilität (z.B. $p_{CP001} > p_{CP002} > 0$)

Berechnung der Schubspannungen

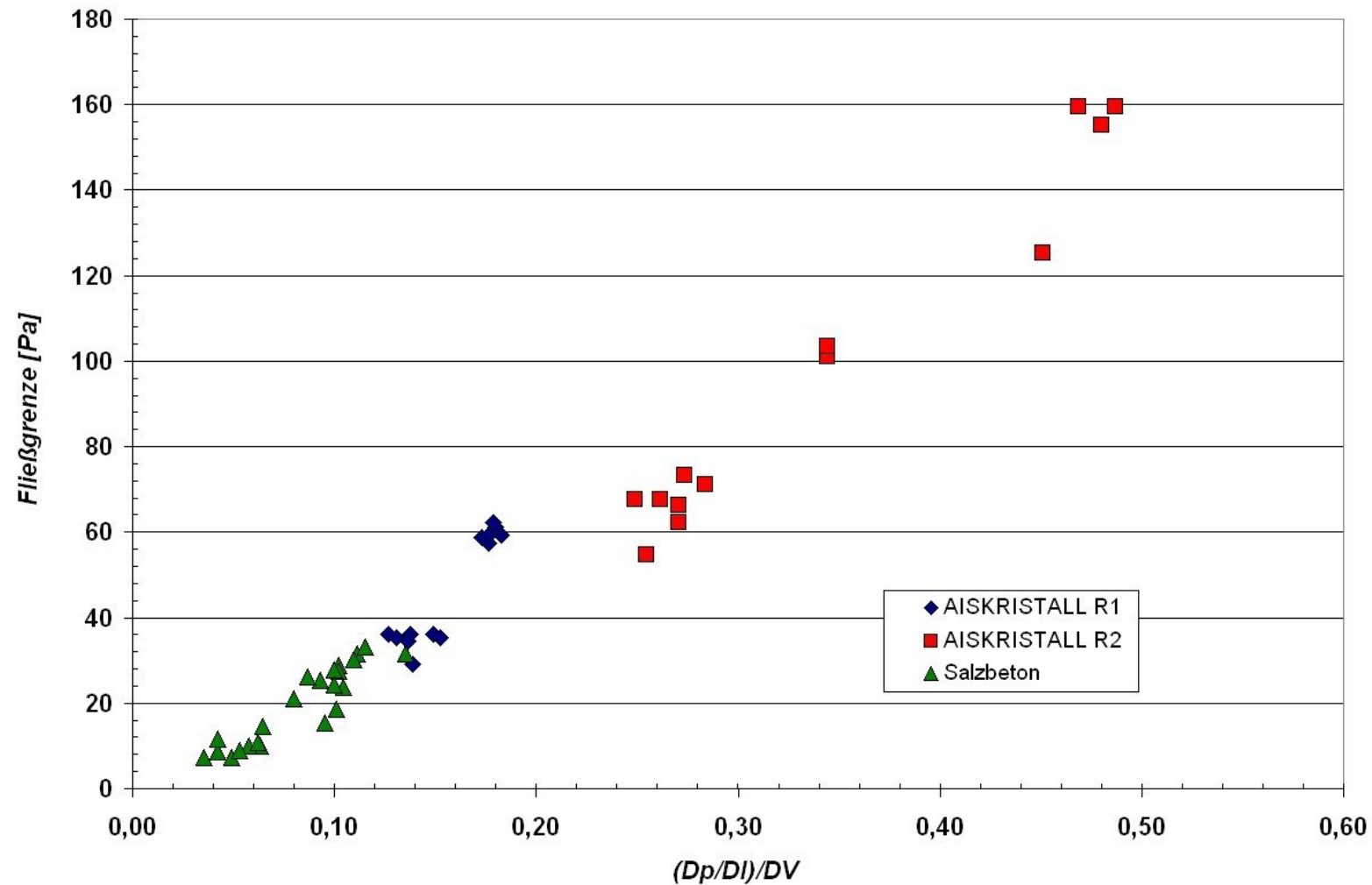
Berechnung des spezifischen Druckverlustes (DN 125, 45 m³ / h)

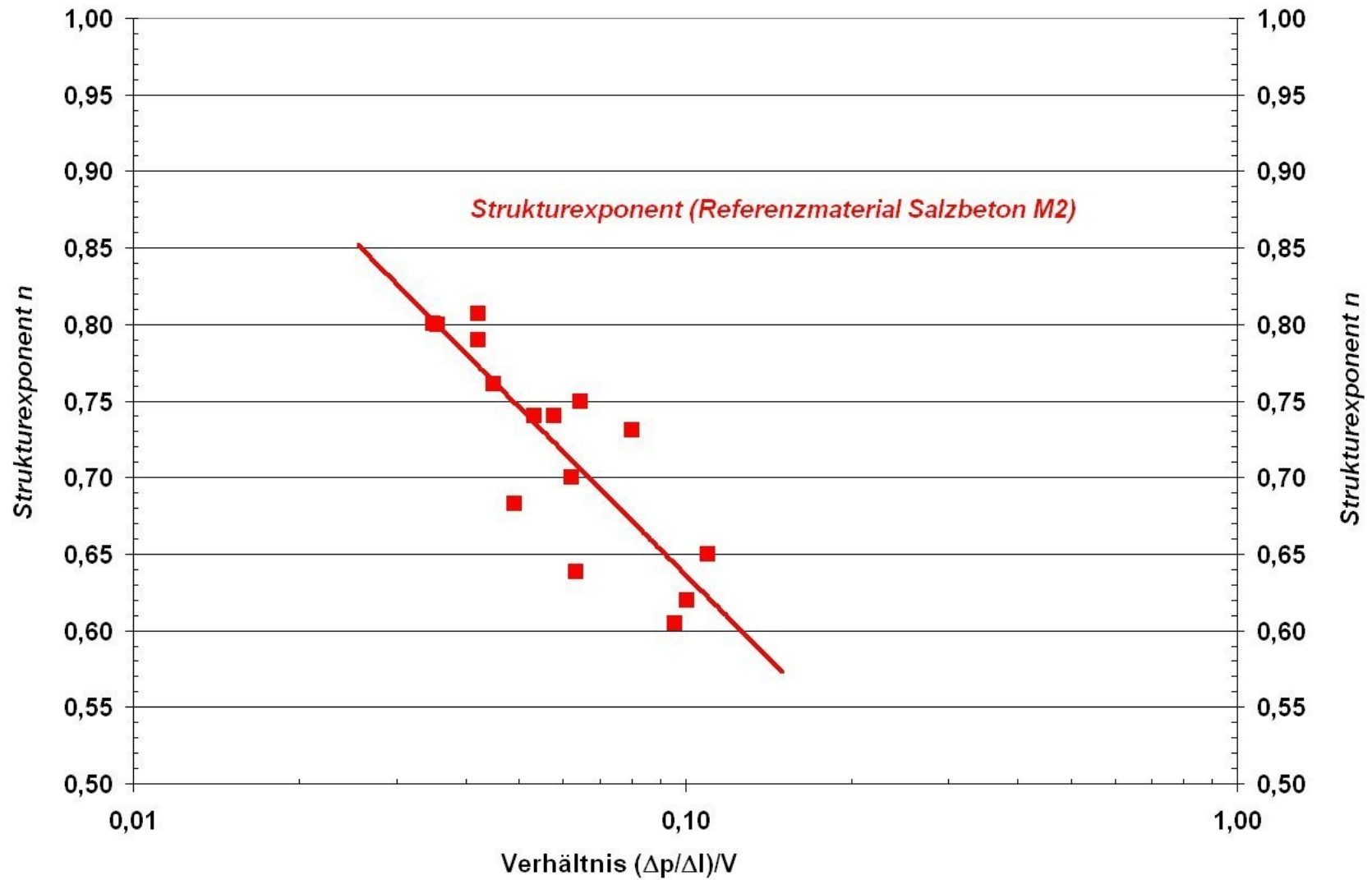
Fließgesetz nach Herschel-Bulkley

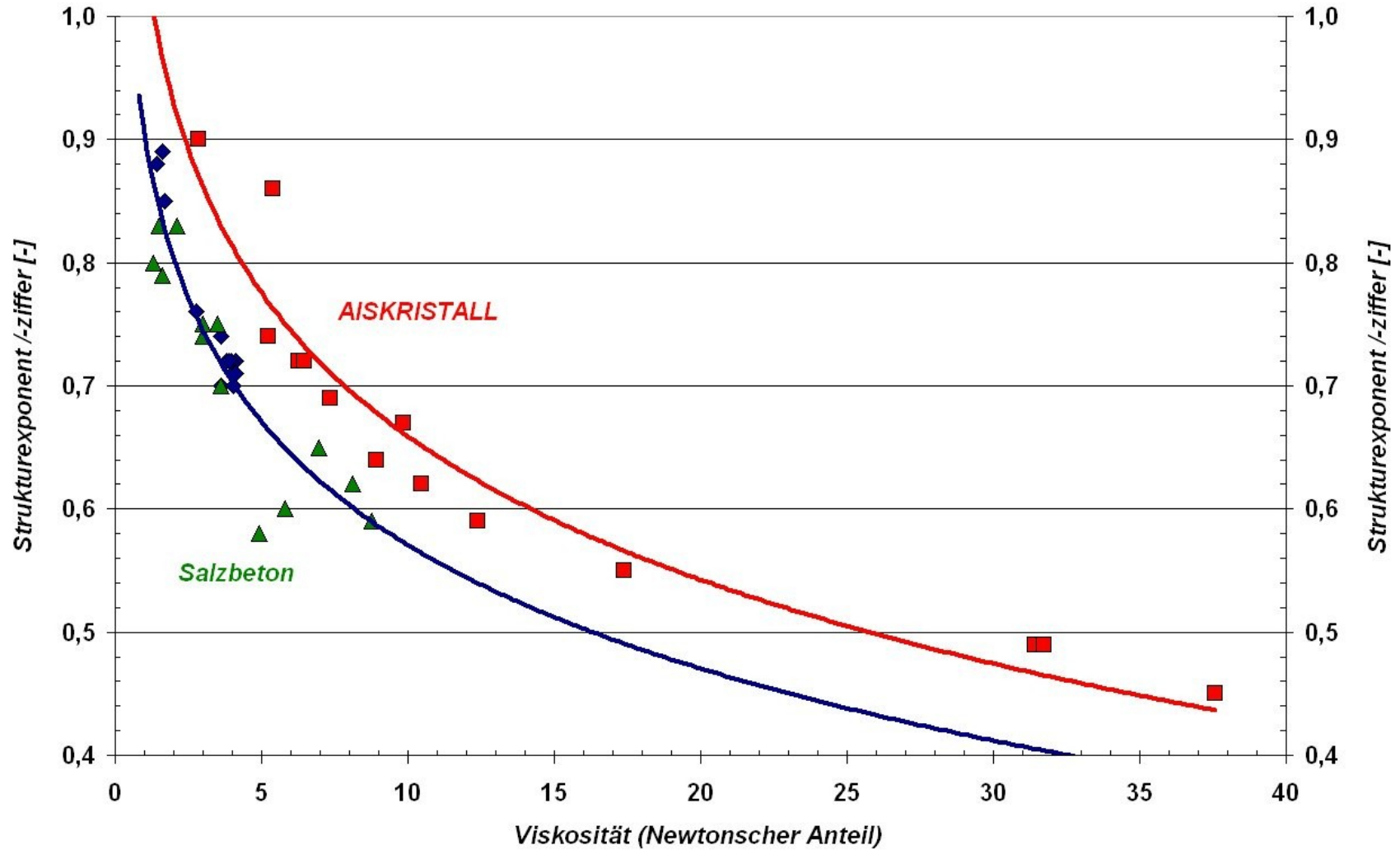
$$\tau = \tau_0 + K^* \gamma^n$$

mit τ : Schubspannung
 τ_0 : Fließgrenze bzw. Anfangs- oder Mindestschubspannung
 K : Viskosität (Newtonscher Anteil)
 n : Strukturexponent bzw. -ziffer

$$\Delta p / \Delta l = 4 / D^* (\tau_0 + K^* \gamma^n)$$







Bestimmung der Fließgesetzparameter bei unterschiedlichen Druckverlusten und Förderraten im DMT-Rohrviskosimeter

Ermittlung der funktionalen Zusammenhänge von Fließgrenze, HB-Viskosität und Struktorexponent vom Verhältnis $(\Delta p / \Delta l) / V$

$\Delta p / \Delta l$: Druckverlust bzw. –gradient bezogen auf eine definierte Rohrleitungslänge (100 m)

V: Förderrate

Schubspannung in den übertägigen Messstrecken $\tau_{\text{ÜT}}$

$$\tau_{\text{ÜT}} = \tau_0 + K \bullet \gamma_{\text{ÜT}}^n$$

τ_0 : Fließgrenze des Salzbetons

K : Viskosität (Newtonscher Anteil)

n : Strukturexponent bzw. -ziffer

Fließgesetzparameter ergeben sich als Funktion von $(\Delta p / \Delta l) / V$

Entsprechende Schubspannung in einer DN 125-Rohrleitung bei einer Förderrate von 45 m³ /h

$$\begin{aligned}\tau_{45} &= \tau_0 + K \cdot \gamma_{45}^n \\ &= \tau_0 + K \cdot (3131^{(1/3)} \cdot (3 + 1/n))^n\end{aligned}$$

τ_0 : Fließgrenze des Salzbetons

K: Viskosität (Newtonscher Anteil)

n: Strukturexponent bzw. -ziffer

Berechnung des spezifischen Druckverlustes vom Salzbeton in der übertägigen Messstrecke

$$\Delta P / \Delta l_{\text{ÜT}}^{\text{norm}} = D_{\text{ÜT}} / 0,125 \cdot \tau_{45} / \tau_{\text{ÜT}} \cdot \Delta P / \Delta l_{\text{ÜT}}$$

$\Delta P / \Delta l_{\text{ÜT}}^{\text{norm}}$: Druckverlust bezogen auf 100 m
DN 125-Rohrleitung und eine Förderrate von 45 m³ /h

$D_{\text{ÜT}}$: tatsächlicher Durchmesser der Rohrleitung (0,122 m)

$\Delta P / \Delta l_{\text{ÜT}}$: Druckverlust/-gradient in der Messstrecke

www.dbe.de

berechnet für 100 m Rohrleitungslänge

Prozessdatenauswertung

Grenzwertüberwachung

	unterer Grenzwert		oberer Grenzwert
über Tage (1)	2,5	4,658	9
über Tage (2)	2,5	4,773	9
unter Tage	2,5	4,407	8

Berechnung erfolgt, Wert sicher

