

Prozesswasser bei anaeroben Behandlungsanlagen



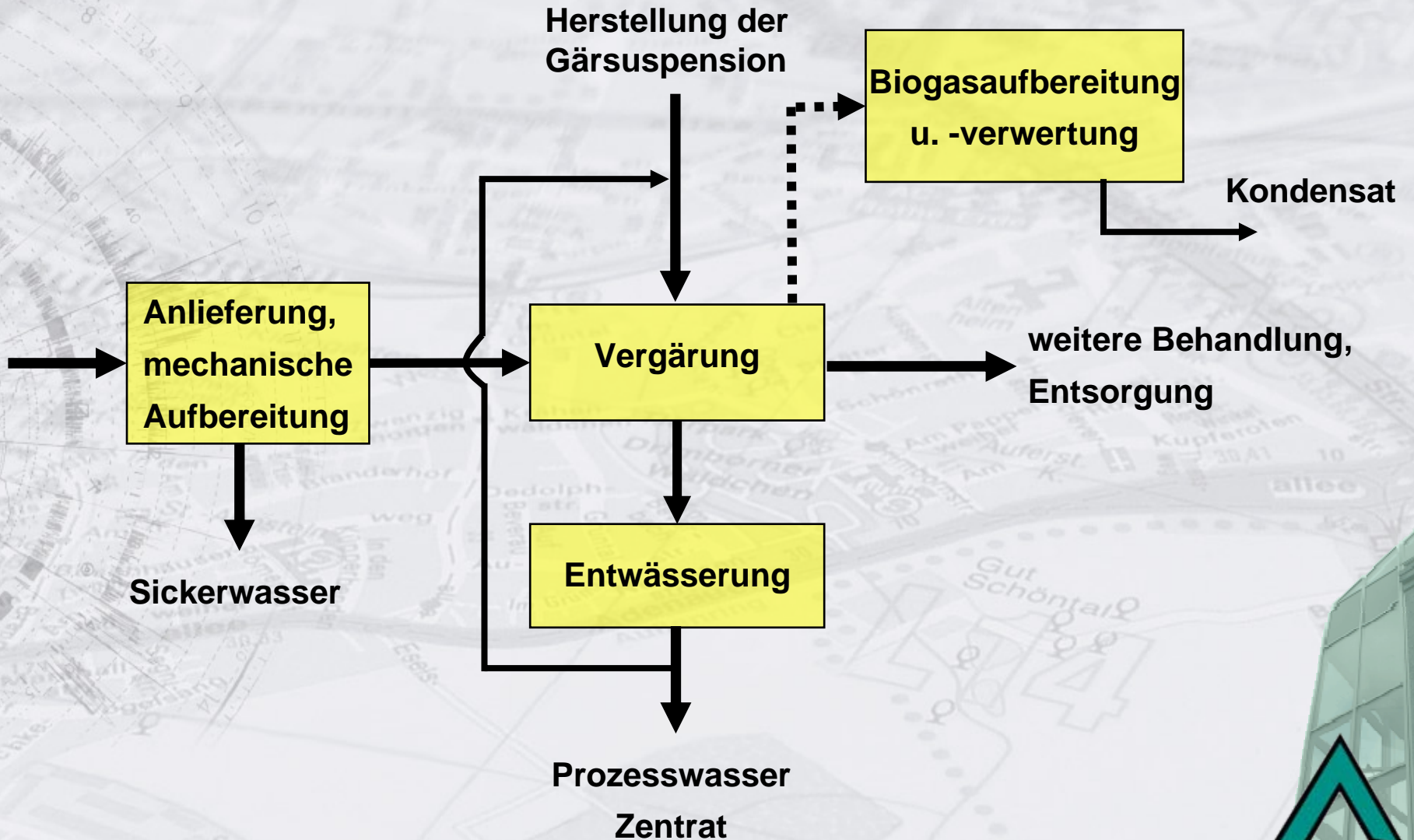
**Steinfurter Biogastagung
am 1. Juni 2007**

Dr.-Ing. Thomas Böning
Prof.-Dr. Ing. Manfred Lohse

Gliederung

1. Einleitung mit Darstellung der Prozesswasserströme
2. Prozesswassermenge
3. Zusammensetzung des Prozesswassers
4. Behandlungsmöglichkeiten
5. Fazit

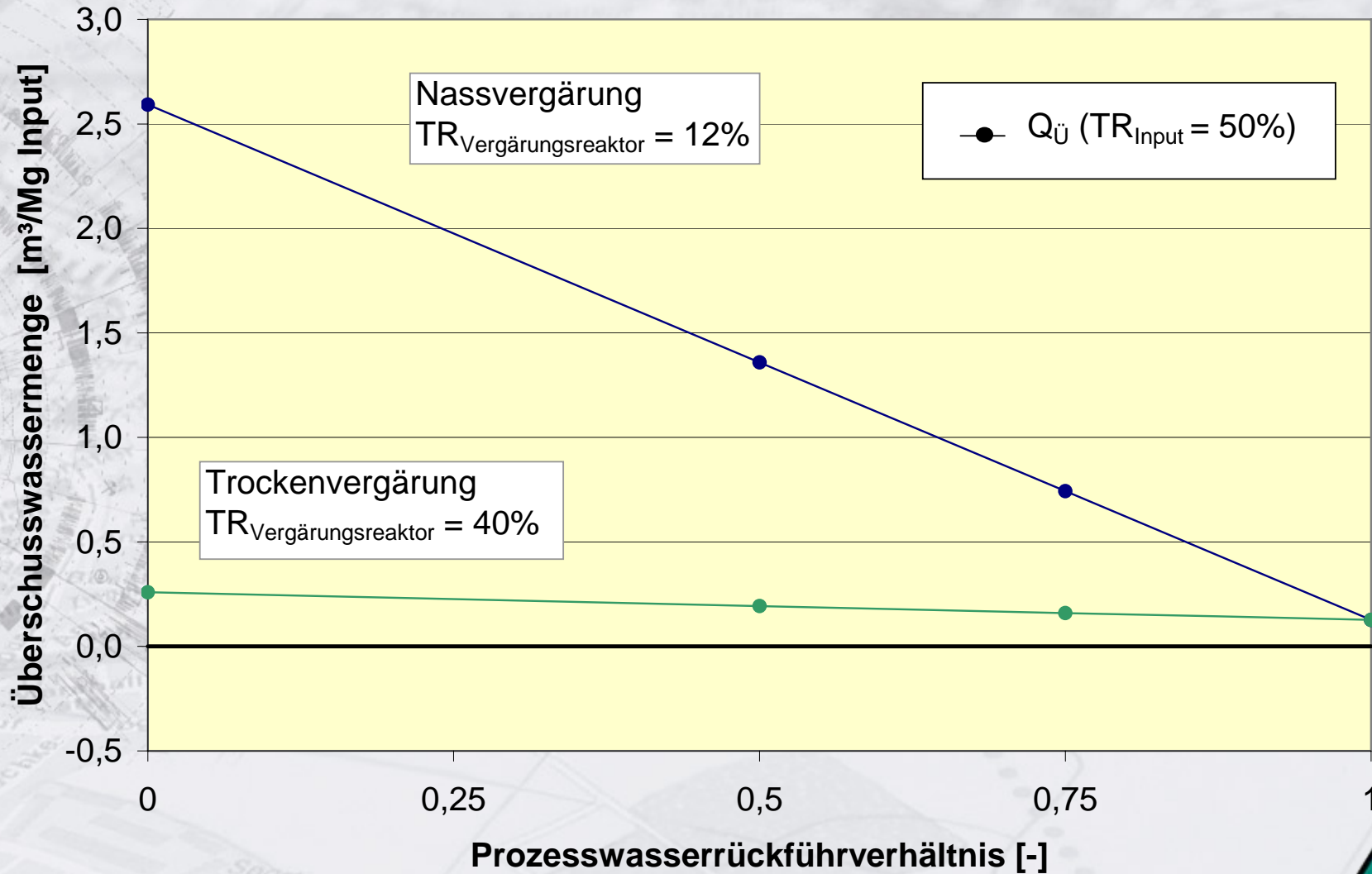
Prozesswasserströme



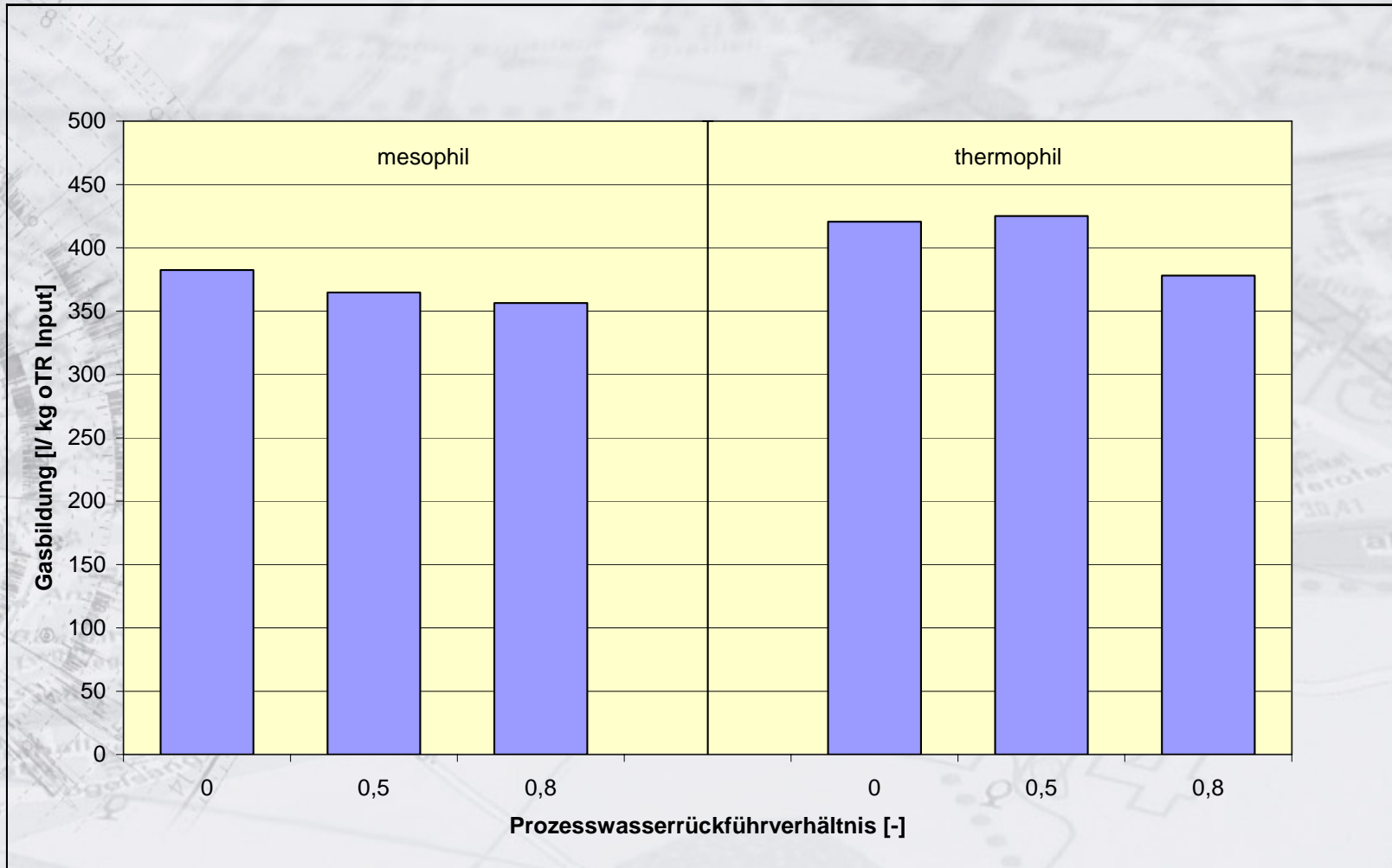
Überschusswasseranfall aus Bioabfallvergärungsanlagen (Tidden et al., 1999)

Verfahren	Minimalwert	Mittelwert aus 17 Anlagen	Maximalwert
	[l/Mg]	[l/Mg]	[l/Mg]
Trockenvergärung	300	513	1.030
Nassvergärung	259	553	1.000
Summe aller Anlagen	259	538	1.030

Überschusswassermenge bei Vollstromvergärungen



Gaserträge bei unterschiedlicher Prozesswasseraufführung



Zusammensetzung von Prozesswässern aus Biogasvergärungsanlagen

Parameter		Kautz, 1995	Kübler, 1996	Böning, 1999		Graja, 1999	Stegmann, 1999	Gallert, 2002 ³⁾	Zusammen- fassung
				1)	2)				
Abf. Stoffe	[g/l]	4,8 - 15,7	9,6 - 20,2	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	4,8 - 20,2
CSB _{ges}	[g/l]	3,03 - 28,6	7,3 - 28,3	2,5 - 5	5,7 - 10,9	9,4 - 14,3	2,4 - 31	4,5 - 5,8	2,4 - 31
CSB _{gelöst}	[g/l]	2,2 - 2,5	2,2 - 4,9	0,9 - 3,5	1,8 - 5,8	4,1 - 9	k. A.	4,1 - 5,3	0,9 - 9
BSB ₅	[g/l]	0,7 - 10,1	1,7 - 7,1	0,9 - 1,1	1,7 - 2,4	1,8 - 8	0,2 - 15,3	1,9	0,2 - 15,3
N _{ges}	[g/l]	k. A.	k. A.	0,4 - 1,5	0,6 - 2,3	1 - 1,8	0,4 - 3,1	0,9	0,4 - 3,1
NH ₄ -N	[g/l]	0,23 - 2	0,51 - 2,6	0,3 - 1,5	0,5 - 1,7	0,5 - 1,3	0,2 - 1,2	0,7	0,2 - 2,6
P _{ges}	[mg/l]	101 - 320	k. A.	24 - 40	55 - 76	10 - 24	3,4 - 34	k. A.	3,4 - 320
AOX	[mg/l]	0,4 - 3,2	0,4 - 8,2	0,5 - 2,9	0,5 - 4,8	< 2	0,1 - 0,2 ⁴⁾	k. A.	0,1 - 8,2
Cu	[mg/l]	0,1 - 4,4	1,5 - 4,1	0,1 - 3,5	1,1 - 4,1	0,002 - 0,03	0,007 - 0,06 ⁴⁾	k. A.	0,002 - 4,4
Zn	[mg/l]	2 - 46	3,5 - 12,9	0,4 - 17	5,1 - 19	0,1 - 0,3	k. A.	k. A.	0,1 - 46

- 1) Presswasser einer mesophil betriebenen Bioabfallvergärungsanlage
- 2) Presswasser einer thermophil betriebenen Bioabfallvergärungsanlage
- 3) Entwässerung mittels Dekanter und Flockungshilfsmittelzugabe
- 4) im Permeat der Ultrafiltration gemessen

Untersuchungen zur Prozesswasserzusammensetzung - Versuchsanlage und Versuchsprogramm -

▶ Quasikontinuierliche Versuche

- Einfluss des Temperaturniveaus und Prozesswasserrückführverhältnisses
- Einfluss des Trockensubstanzgehaltes im Vergärungsprozess



▶ Versuchseinstellungen (Reaktoren $V = 125 \text{ l}$)

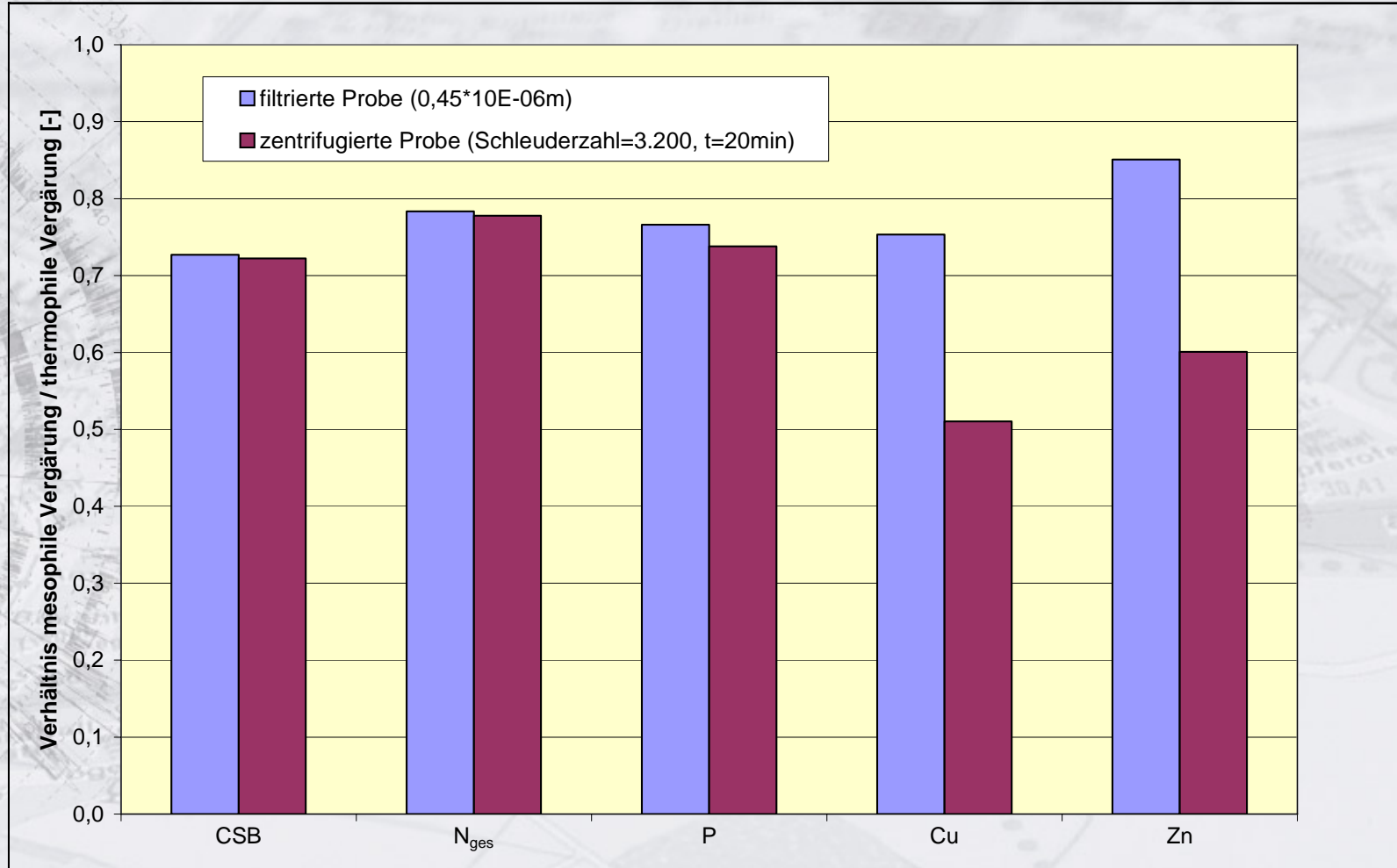
- Hydraulische Verweilzeit: 20 d
- oTR-Raumbelastung: Nassvergärung: $2,5\text{-}3,2 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$
Trockenvergärung: $6,6 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$
- TR-Gehalt im Reaktor: Nassvergärung: 12 %
Trockenvergärung: 30 %
- Prozesstemperatur: 35 °C bzw. 55 °C

Einfluss des Temperaturniveaus auf die Prozesswasserzusammensetzung

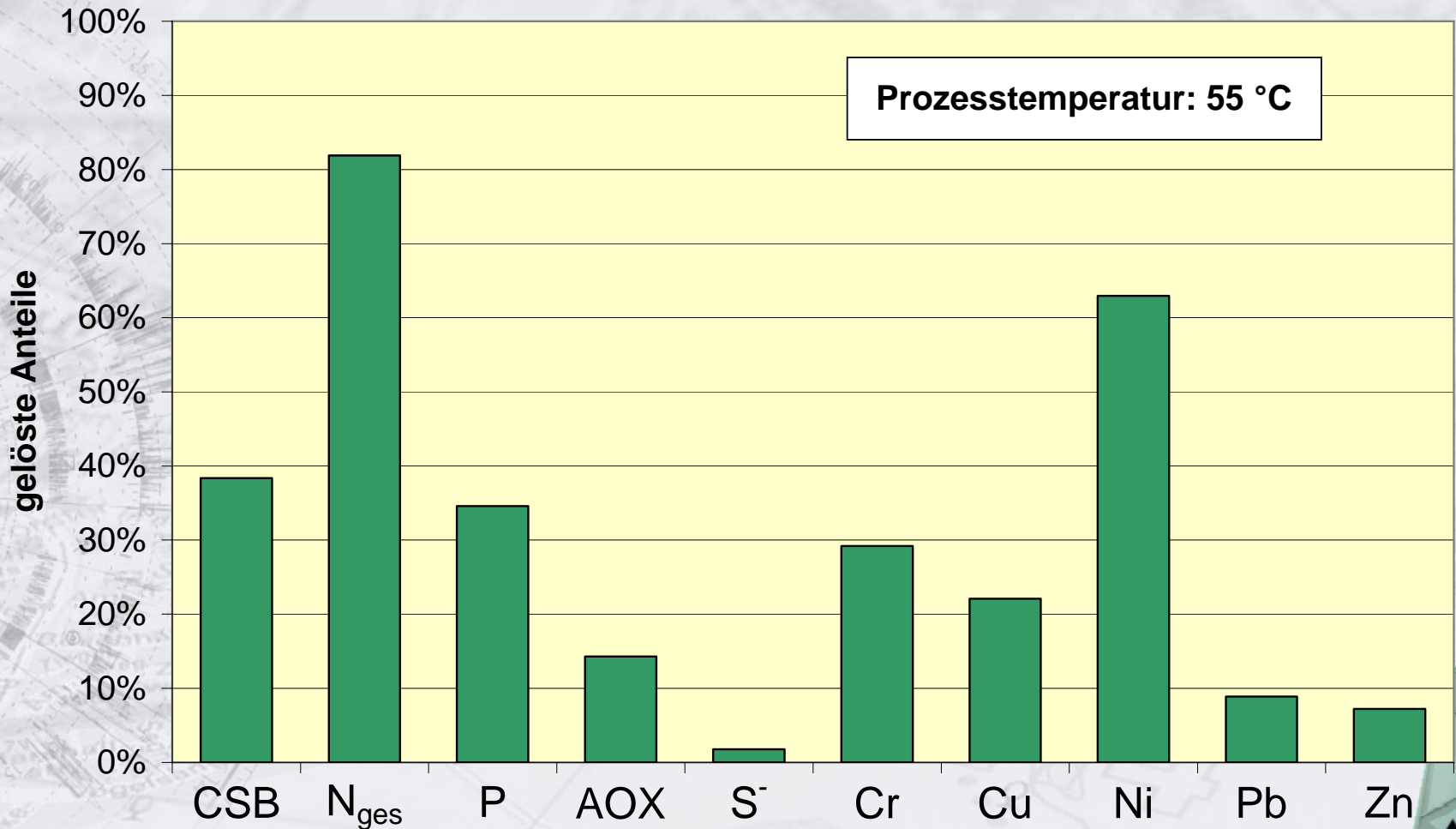
		mesophil	thermophil	Anforderungen AbwV, Anhang 23, vor Vermischung
		zentrifugiert (SZ: 3.200)	zentrifugiert (SZ: 3.200)	
CSB	[mg/l]	1.150 – 5.190	2.350 – 6.644	400
AOX	[mg/l]	0,04 - 0,43	0,06 - 0,54	0,5
Cr	[mg/l]	0,07 - 0,09	0,15 - 0,17	0,5
Cu	[mg/l]	0,06 - 0,25	0,09 - 0,51	0,5
Ni	[mg/l]	0,16 - 0,17	0,13 - 0,26	1
Pb	[mg/l]	0,24 - 0,31	0,58 - 0,61	0,5
Zn	[mg/l]	2,3 - 2,9	3,4 - 4,8	2
S ²⁻	[mg/l]	2,1 - 4,0	1,6 - 4,3	1

Ergebnis: Belastung der Prozesswässer thermophiler Vergärungen ist um ca. 20 % höher als die mesophiler Prozesse.

Verhältnis der Prozesswasserbelastung von mesophiler und thermophiler Nassvergärung



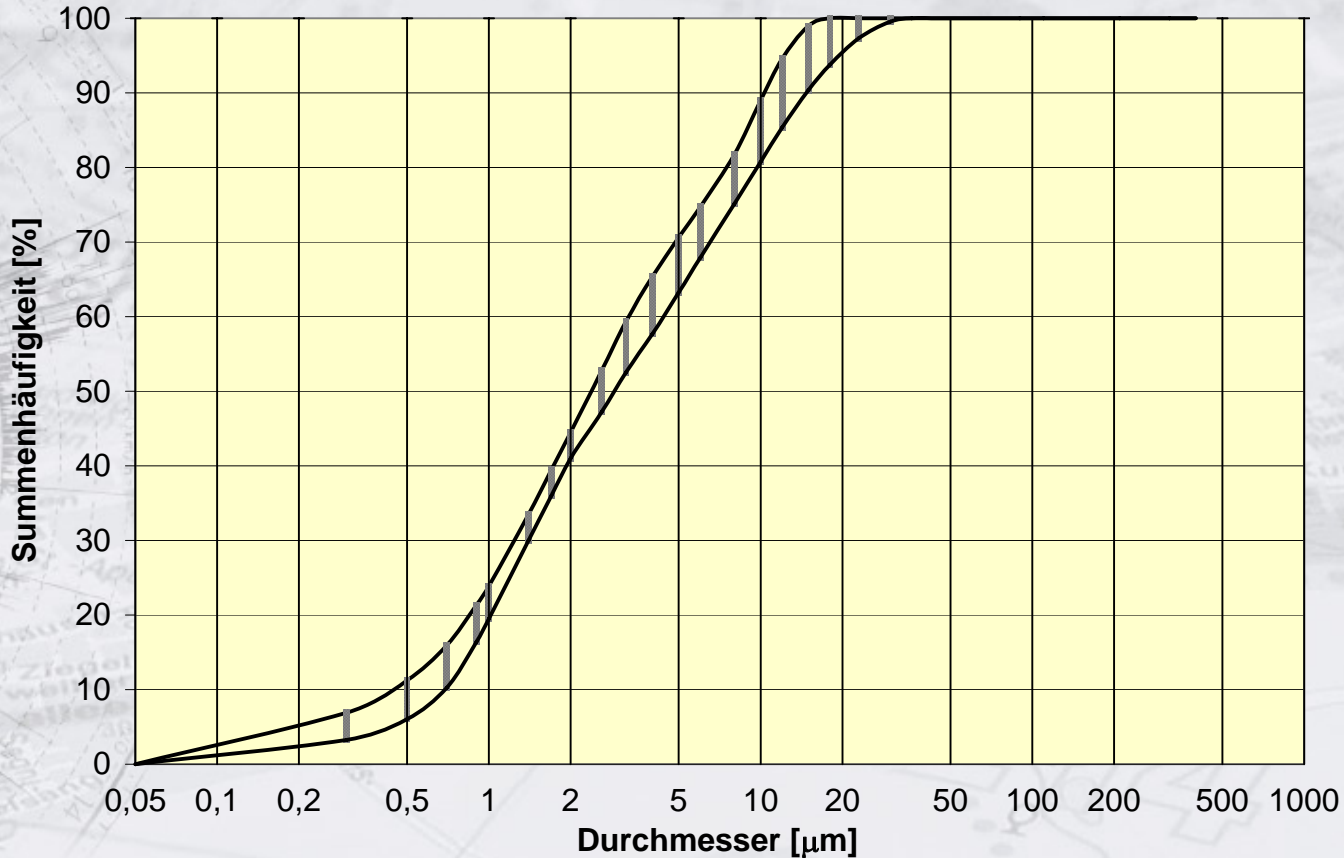
Gelöster Anteil der Frachten



Ergebnis: Die Schwermetall- und Sulfidkonzentrationen sowie die AOX-Werte liegen weitgehend partikulär vor.

Partikelgrößenverteilung

- ▶ Eingesetztes Verfahren: Laserbeugung



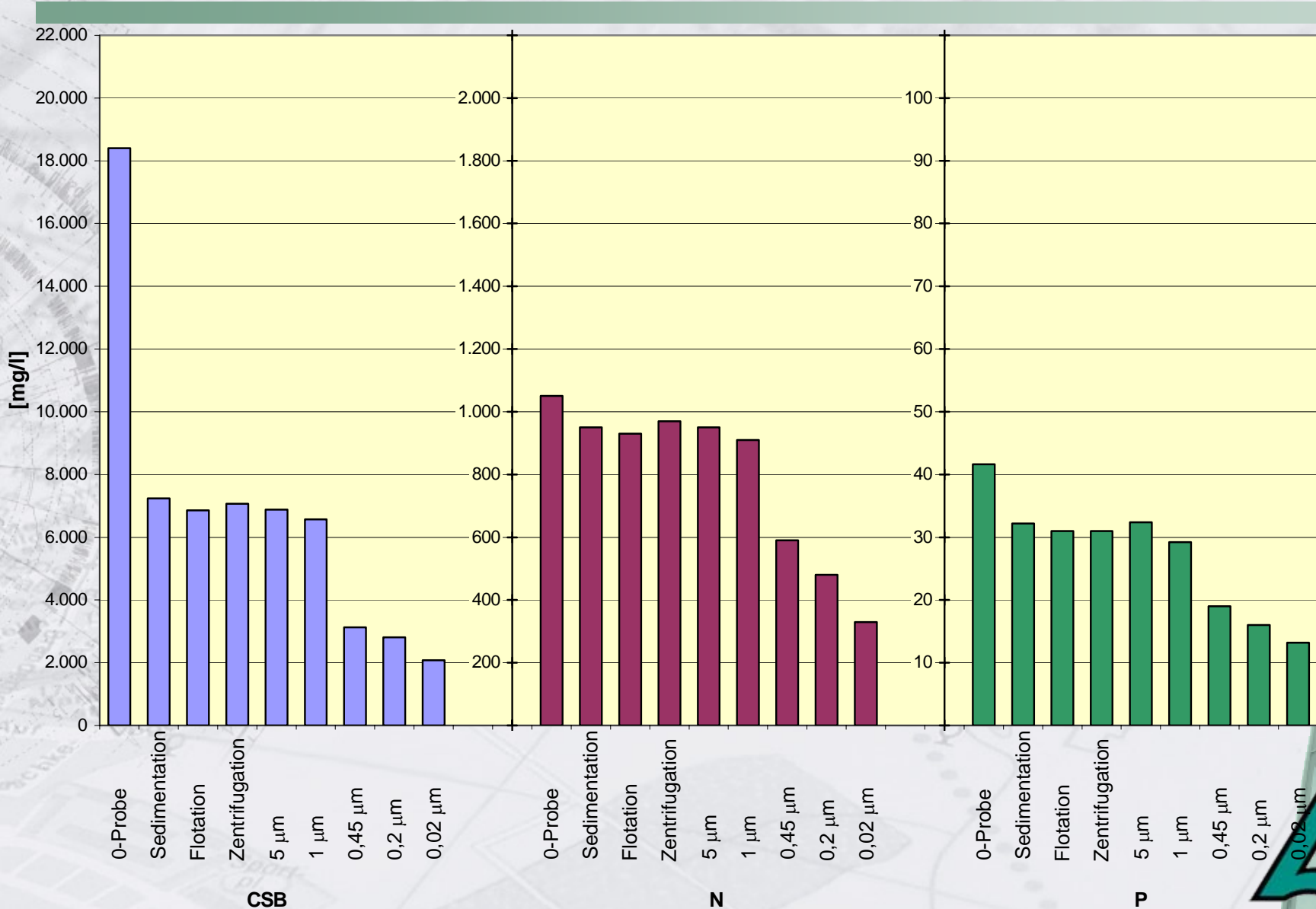
Ergebnis: Ca. 20 % der Partikel haben einen Durchmesser $< 1 \mu\text{m}$, 5 bis 10 % einen Durchmesser $< 0,5 \mu\text{m}$.

Untersuchungen zur Prozesswasserbehandlung

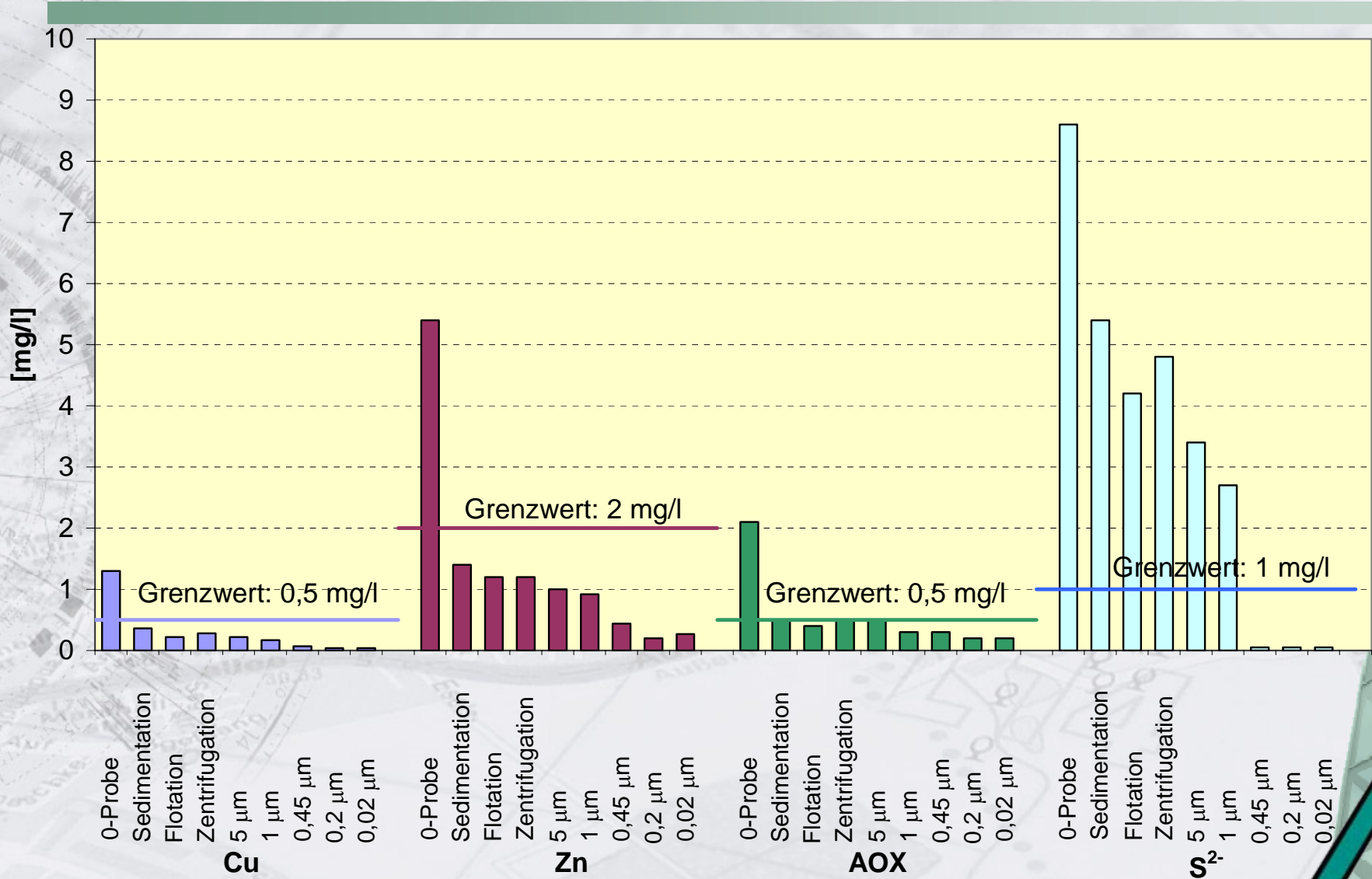
▶ Versuche zum Feststoffrückhalt mittels Flockung in Kombination mit folgenden Verfahren zur Feststoffabtrennung:

- Sedimentation
- Zentrifugation
- Hydrozyklonierung
- Flotation
- Filtration, Membranfiltration

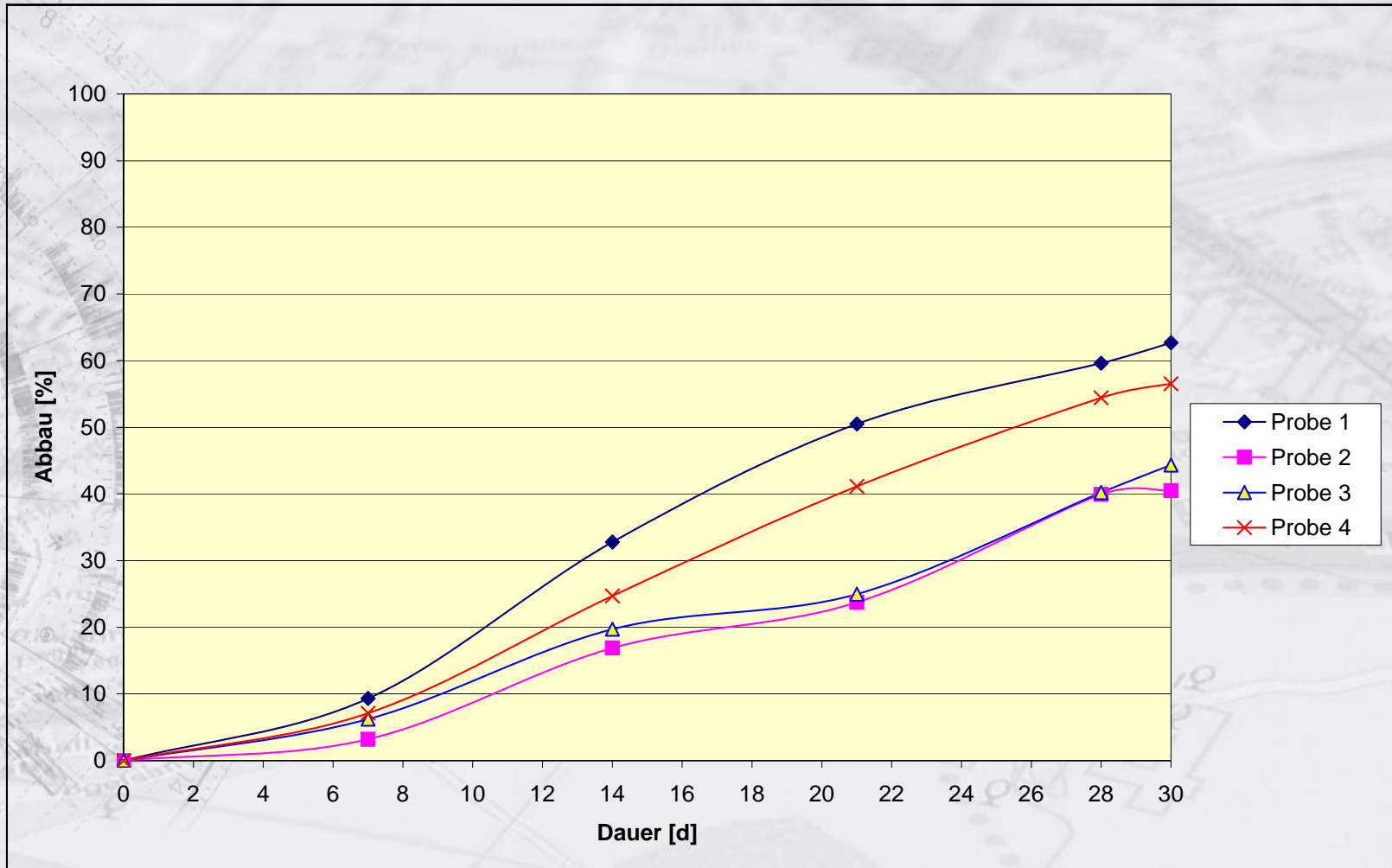
Ergebnisse der Versuche zur Feststoffentfernung



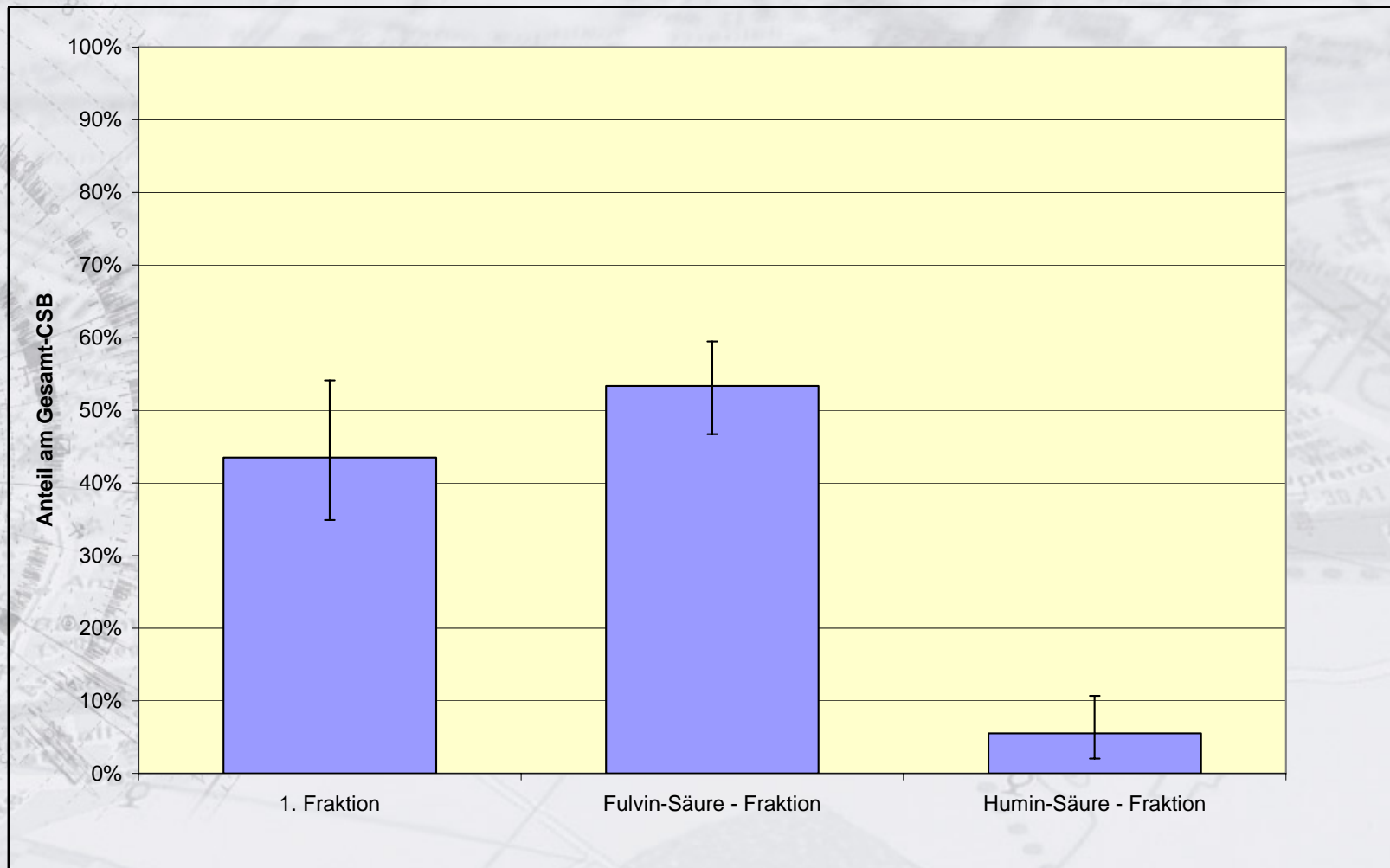
Ergebnisse der Vergleichsuntersuchungen



Ergebnisse der Untersuchung zur biologischen Abbaubarkeit



Anteil von Huminstoffen an $CSB_{gelöst}$



Zusammenfassung (1)

- ▶ Bei Vergärungen muss je nach Prozessführung mit Überschusswasser von 200 bis 700 l/Mg Inputmaterial gerechnet werden.
- ▶ Bei Nassvergärungen sind ab einem Prozesswasser-rückführverhältnis von ca. 0,9 (mesophile Betriebsweise) und von ca. 0,75 (thermophile Betriebsweise) Hemmungserscheinungen im Wesentlichen aufgrund der NH_3 -Konzentrationen nicht auszuschließen.
- ▶ Die Belastung der Prozesswässer von thermophilen Vergärungen ist um ca. 20 % höher als die Prozesswasserbelastung mesophiler Prozesse.

Zusammenfassung (2)

- ▶ Konzentrationen werden weitgehend durch partikuläre Anteile bestimmt.
- ▶ Die im Prozesswasser enthaltenen Feststoffe haben eine Korngröße unter $20\ \mu\text{m}$. Bei ca. 20 % liegt die Korngröße unterhalb von $1\ \mu\text{m}$.
- ▶ Durch Flockung und anschließende Flotation können sowohl die CSB-Werte als auch die Schwermetallkonzentrationen und i. d. R. auch die AOX-Werte deutlich vermindert werden.
- ▶ Die biologische Abbaubarkeit des Prozesswassers liegt bei ca. 50 %.

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**

Referent: Dr.-Ing. Thomas Böning
Institut für Abfall, Abwasser, Site und Facility Management e.V.
Beckumer Strasse 36
59229 Ahlen
www.infa.de

