

Gl. (4.6-48) ermittelte Ausdruck nun wie auch die zur Großmaschine gehörenden konstruktiven und Einstell-
daten in die Gl. (4.6-42) eingesetzt. Damit ergibt sich die wahre Flutgrenze der Großmaschine.

4.6.8.3 Auslegung nach Feststoffdurchsatz

In vielen Fällen tritt wegen der günstigen Zulaufbedingungen (hohe Kuchenpermeabilität durch grobes Korn und hohe Feststoffkonzentration) die Filtrationsgrenze gar nicht auf. Es geht lediglich um die Fähigkeit der Maschine, hohe Feststoffmengen durchschieben zu können. Natürlich geht bei solchen Hochleistungsmaschinen die Verweilzeit auf wenige Sekunden zurück, jedoch sei die erreichte Restfeuchte für die anstehende Betrachtung ausreichend.

Nehmen wir für verschieden große Maschinen an, dass sie geometrisch ähnlich sind, so folgt für jede um den Stufensprung i größere Maschine:

$$\begin{aligned} \text{Durchmesser} & D_{\text{scr},i} = D_{\text{scr}} \cdot i \\ \text{Hub} & L_{\text{str},i} = L_{\text{str}} \cdot i \\ \text{Kuchenhöhe} & H_{c,i} = H_c \cdot i \\ \text{Vorschubgrad} & \zeta_{\text{psh},i} = \zeta_{\text{psh}} = \zeta_{\text{max}} \approx 0,85 \end{aligned}$$

Der volumetrische Feststoffdurchsatz wächst damit proportional zu i^3 . Die Tab. 4.6-2 zeigt Werte der Bau-
größenabstufung einer Typenreihe von Schubzentrifugen.

Der Schubkraftbedarf geht mit i^3 bei gleichem C-Wert. Da die Umfangsgeschwindigkeit aus Festigkeits-
gründen konstant bleibt, fällt der C-Wert mit $C \sim D_{\text{scr}}^{-1}$ ab. Dies ergibt immer noch einen quadratisch mit der
Größe steigenden Schubkraftbedarf. So wird

$$F_{\text{psh}} = p_{\text{hyd}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{pst}}^2 \sim D_{\text{scr},i}^2 \quad (4.6-49)$$

Das Verhältnis des Hydraulikzylinderdurchmessers zum Trommeldurchmesser bleibt somit konstant. Nimmt
man für alle Maschinengrößen gleichen Hydraulikdruck an, so wird der benötigte Ölförderstrom um i^3 grö-
ßer.

Der Schubkraftbedarf ist proportional zu $D_{\text{scr}} \cdot \pi \cdot L_{\text{scr}} \cdot H_c \cdot \mu_{\text{scr}}$, damit bei Vergrößerung proportional zu i^3
bei gleichem C-Wert.

Betrachtet man den reinen volumetrischen Feststoffdurchsatz ohne irgendeine Begrenzung durch den Fil-
trationsvorgang, so wächst dieser ebenfalls mit i^3 .

Steht allerdings die Filtration limitierend im Vordergrund, so wird das Wachstumsgesetz überlagert durch die
Tatsache, dass $C \sim D_{\text{scr}}^{-1}$ ist; also wird in diesem Fall das Scale-Up-Gesetz reduziert auf i^2 . Dasselbe trifft
für den Schubkraftbedarf zu.

Tab. 4.6-2: Baureihendaten von Schubzentrifugen [MVM]

Typ	SZ 30	SZ 50	SZ 70	SZ 90	SZ 110	SZ 140
Trommeldurchmesser	300	500	700	900	1100	1400
Stufensprung i	1,67		1,40	1,29	1,22	1,27
Trommellänge $L_{\text{dr}} / \text{mm}$ $L_{\text{dr}}/D_{\text{dr}} = 0,7$; einstufig	210	350	490	630	770	980
Selbsteinstellende Kuchenhöhe $H_{c,\zeta} / \text{mm}$ bei $H_c/L_{\text{dr}} = 0,16$	20,2	33,6	47,0	60,5	73,9	94,1
Kuchenhöhe H_c / mm	33,6	56	78,4	100,8	123,2	156,8
Hub $L_{\text{str}} / \text{mm}$	25	43	60	77	94	120
Feststoffdurchsatz / $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ bei $\zeta_{\text{psh}} = 0,8$, $\varepsilon = 0,47$ und $f_{\text{psh}} = 1 \text{ Hz}$	1,2	5,8	15,8	33,5	61,1	126,3

Die Verweilzeit bleibt bei dieser Betrachtung bei allen Maschinen konstant ($L_{\text{scr}} \sim i$ und $L_{\text{str}} \cdot \zeta_{\text{psh}} \sim i$), je-
doch steigt die Kuchendicke mit i und es sinkt der C-Wert. Dies wirkt sich auf den Kinetikparameter wie folgt
aus:

$$\lambda = \frac{\eta_L \cdot H_c \cdot i}{\rho_L \cdot g \cdot \frac{C}{i} \cdot x_{50,3}^2 \cdot \underbrace{\frac{L_{scr} \cdot i}{L_{str} \cdot f_{psh} \cdot i}}_{= t_{res}}} = \frac{\eta_L \cdot H_c}{\rho_L \cdot g \cdot \frac{C}{i} \cdot x_{50,3}^2 \cdot t_{res}} \sim i^2 \quad (4.6-50)$$

d.h. die Entfeuchtung läuft bei größeren Maschinen weniger weit ab, das Produkt bleibt feuchter. Die hier nicht betrachtete Filtrationskapazität, die nach der Filtergleichung (Gl. (4.6-51))

$$\dot{V} \sim D_{scr} \cdot i \cdot \zeta_{psh} \cdot L_{str} \cdot i \cdot \frac{C}{i} \quad (4.6-51)$$

nur mit i steigt, zeigt, dass größere Maschinen, die zwar volumetrisch mit i^2 mehr durchsetzen können, filtrationstechnisch stark, d.h. mit i^{-1} ins Defizit geraten. Daraus erklärt sich, dass große Schubzentrifugen wirklich nur mit grobem Korn betrieben werden sollen.

Findet man bei einer Pilotmaschine von $D_{scr} = 30$ cm die Filtrationsgrenze bei $\zeta_{psh} = 0,85$ z.B. bei $100 \mu\text{m}$ mittlerem Korndurchmesser, so muss für die 1 m-Maschine (Faktor $i = 3,33$) wegen

$$\frac{x_{50,ind}}{x_{50,pil}} = \sqrt{\frac{p_{c,ind}}{p_{c,pil}}} = \sqrt{i} = \sqrt{\frac{100}{30}} = \sqrt{3,33} \approx 1,82 \quad (4.6-52)$$

ein Korn von

$$x_{50,ind} = \sqrt{i} \cdot x_{50,pil} \approx 182 \mu\text{m}$$

gefordert werden.

Die größten Exemplare einer Baureihe, vor allem $D_{scr} > 100$ cm, können von dieser Ähnlichkeitsbetrachtung aus mehreren Gründen abweichen:

1. Der Hubweg wird meist nicht mehr mitvergrößert.
2. Die Trommellänge bleibt unter dem Verhältnis der Baureihe.
3. Die Drehzahl wird aus maschinendynamischen Gründen etwas tiefer angesetzt.

Dadurch sinkt sowohl der Durchsatz als auch der Kinetikablauf; solche Maschinen sind dann nur noch extrem grobem Korn und niederen Reibwerten vorbehalten. Hier überschneiden sich dann die Bereiche der Schubzentrifuge mit denen der Schwing- und Taumelzentrifugen.

4.6.9 Kritische Betrachtung

Die vorstehenden Überlegungen haben gezeigt, dass bei der Schubzentrifuge - wie bei keiner anderen Zentrifuge - die mechanischen Eigenschaften des Produkts, wie innerer Reibwert, Siebreibwert, Scherungsvorgänge im Kuchen und der damit verbundenen Partikelzerstörung, mit den Filtrations- und Entfeuchtungsvorgängen verbunden sind. Ein erfolgreicher Dauerbetrieb hängt sehr stark von den konstanten Produkteigenschaften ab.

Es empfiehlt sich, bei der Auslegung nicht zu nahe an die Filtrationsgrenze zu gehen, da sonst kleinste Produktänderungen, wie sie beispielsweise bei Kristallisationsvorgängen unvermeidlichen Schwankungen unterworfen sind, einen stabilen Betrieb gefährden.

Die sicherste Methode, die Schubzentrifuge störungsfrei zu betreiben, ist die höchstmögliche Voreindickung der Suspension, siehe Kap. 4.8. Im Grenzfall der Speisung mit einer „Suspension“, welche die Aufgabezone nicht mehr mit überschüssiger freier Flüssigkeit belastet, entfällt dieses Problem der Flutgefahr völlig. Dies ist der Fall der Einspeisung eines Filterkuchens (mittels einer Transportschnecke) mit einer Sättigung von 100 % oder niedriger, siehe Kap. 4.8.1 und Kap. 4.9.3.2. In diesem Fall kann die Schubzentrifuge auch im Bereich noch feinerer Partikelgrößen eingesetzt werden.