

IP Seltene Erden WS 2013/14

Thomas Gamse

Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn.

**Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik
Technische Universität Graz**

Inffeldgasse 25/C, A-8010 Graz
Tel.: ++43 316 873 7477
email: Thomas.Gamse@TUGraz.at



Herstellungsprozess Neodym

Abbau der Erze im Bergwerk

Abbau der Erze



Herstellungsprozess Neodym

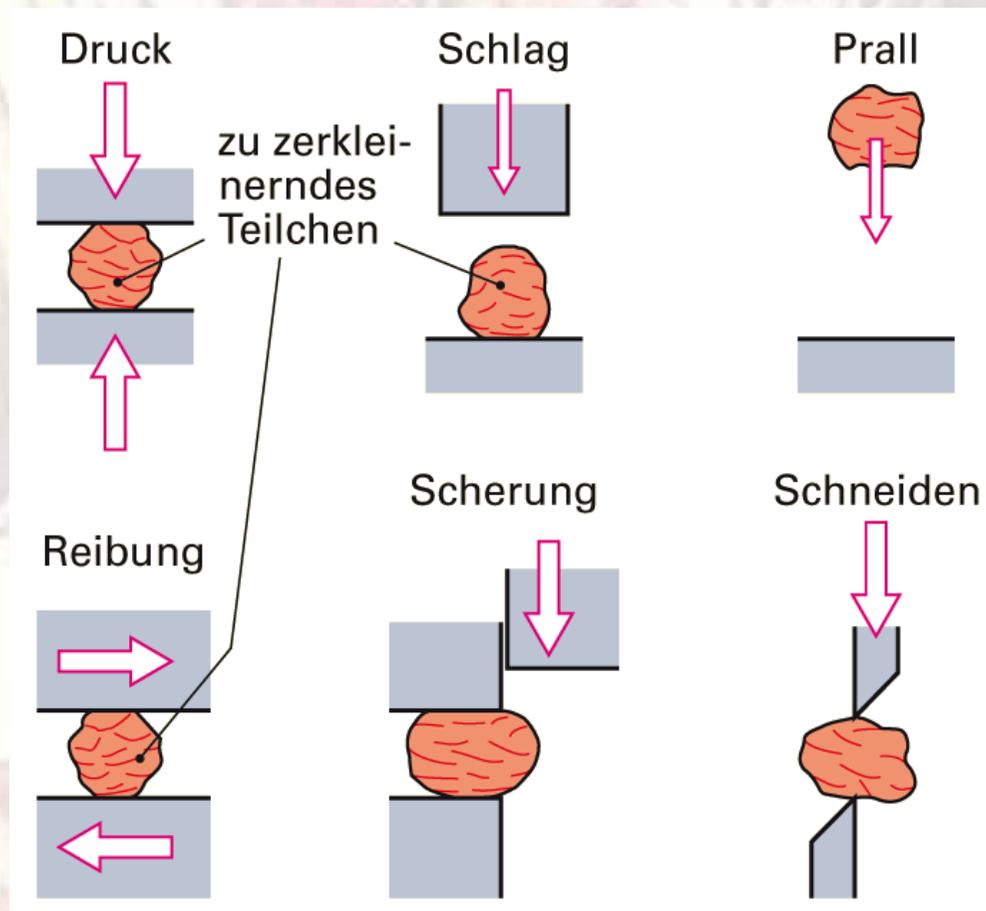
Abbau der Erze im Bergwerk



**Grobzerkleinerung
(Brecher)**

Grobzerkleinerung (Brecher)

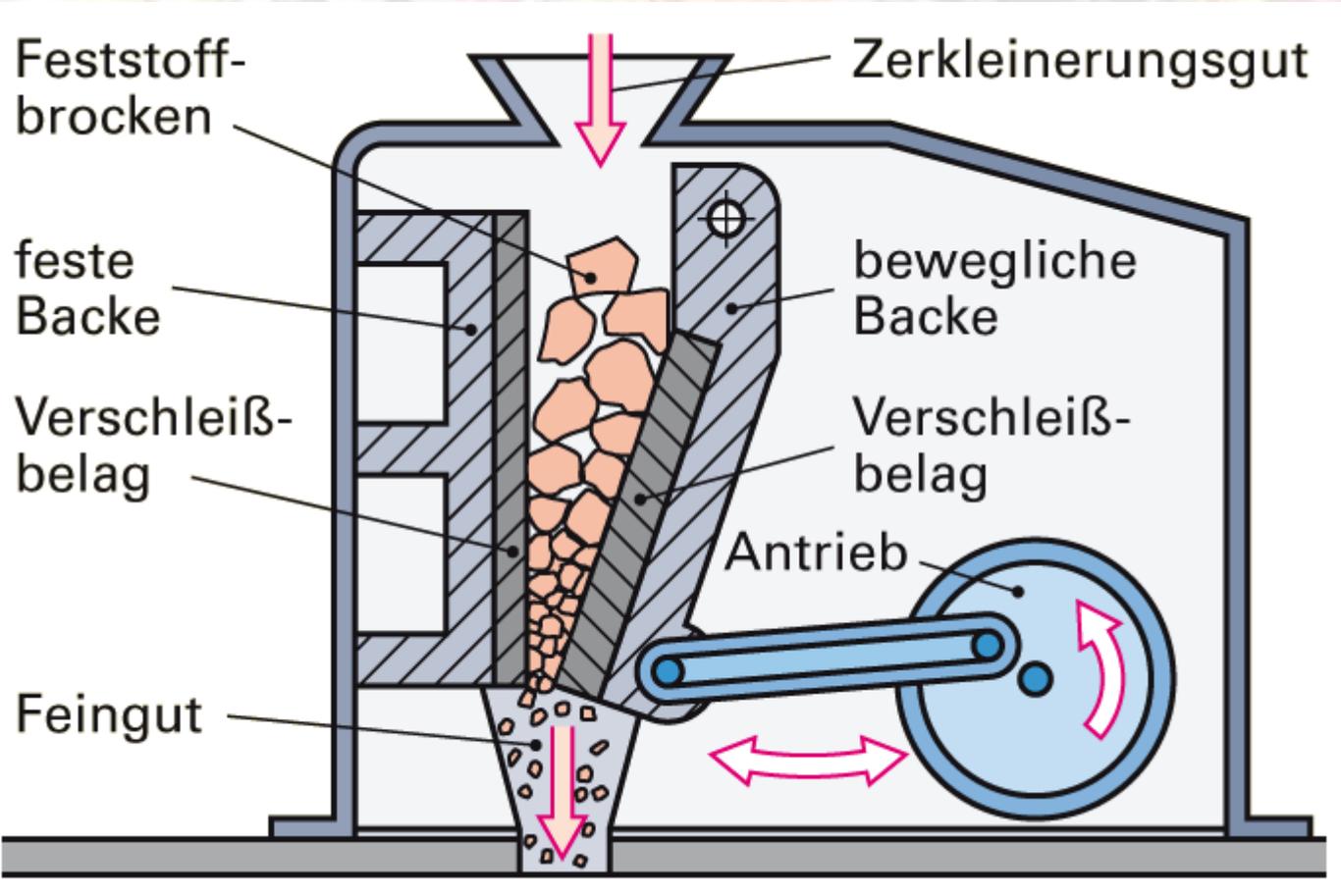
Beanspruchungsarten beim Zerkleinern



$$\text{Zerkleinerungsgrad } n = D / d$$

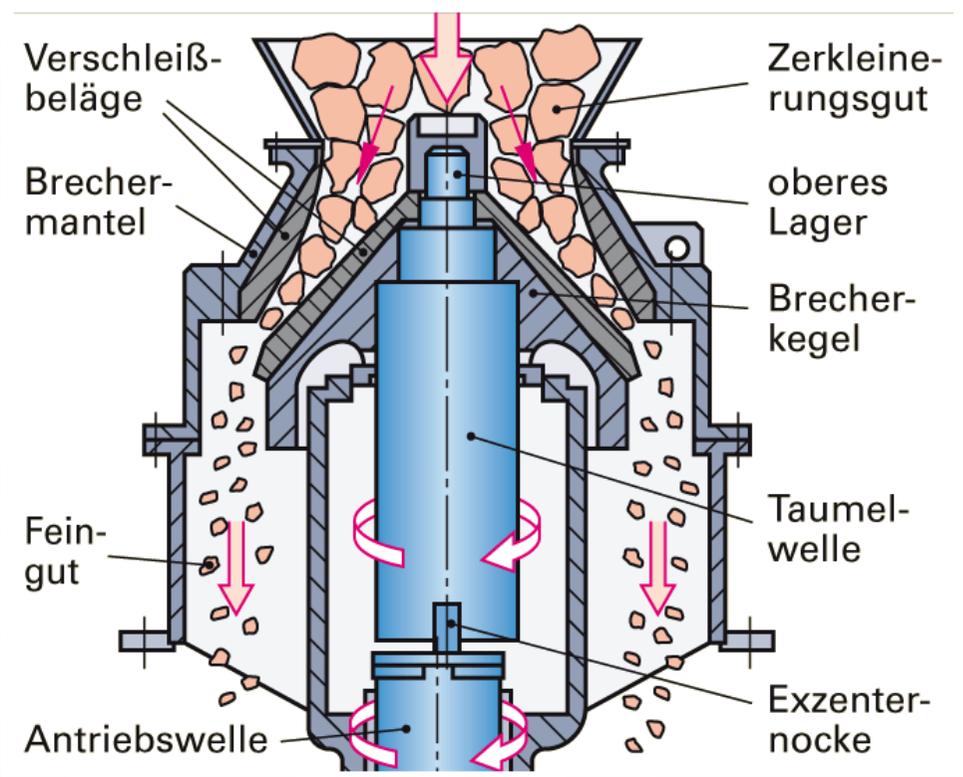
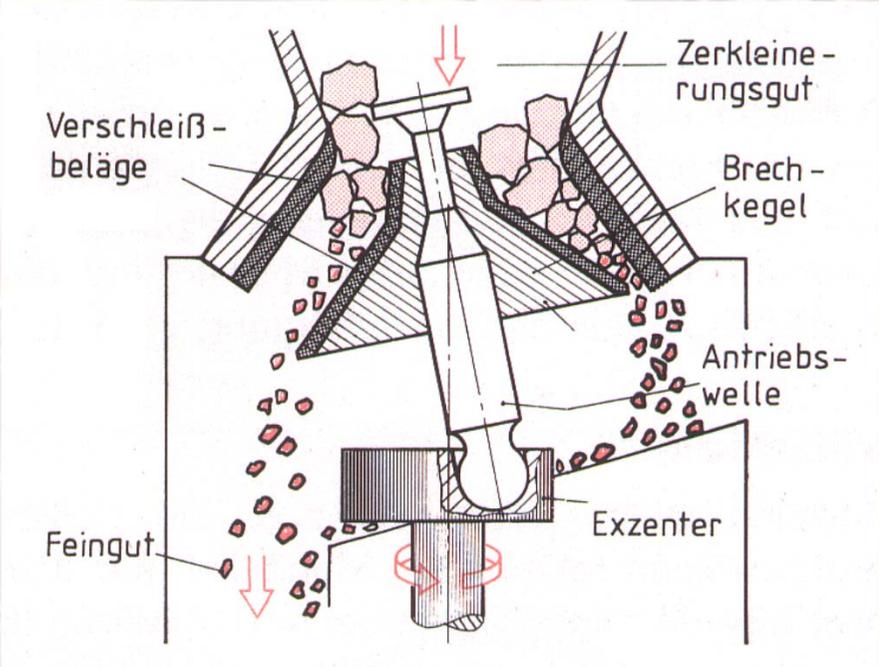
Grobzerkleinerung (Brecher)

Backenbrecher



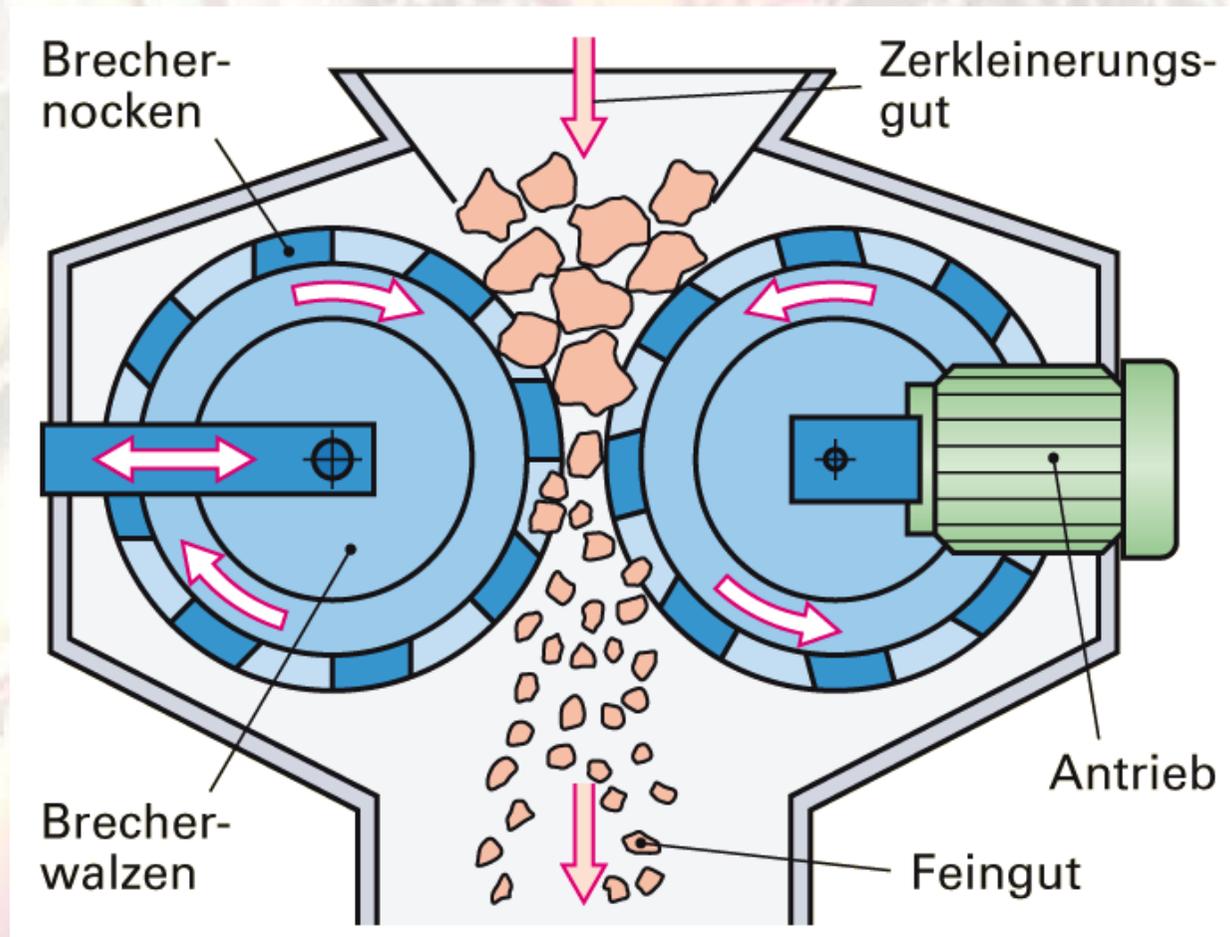
Grobzerkleinerung (Brecher)

Backenbrecher
Kegelbrecher



Grobzerkleinerung (Brecher)

Backenbrecher
Kegelbrecher
Walzenbrecher



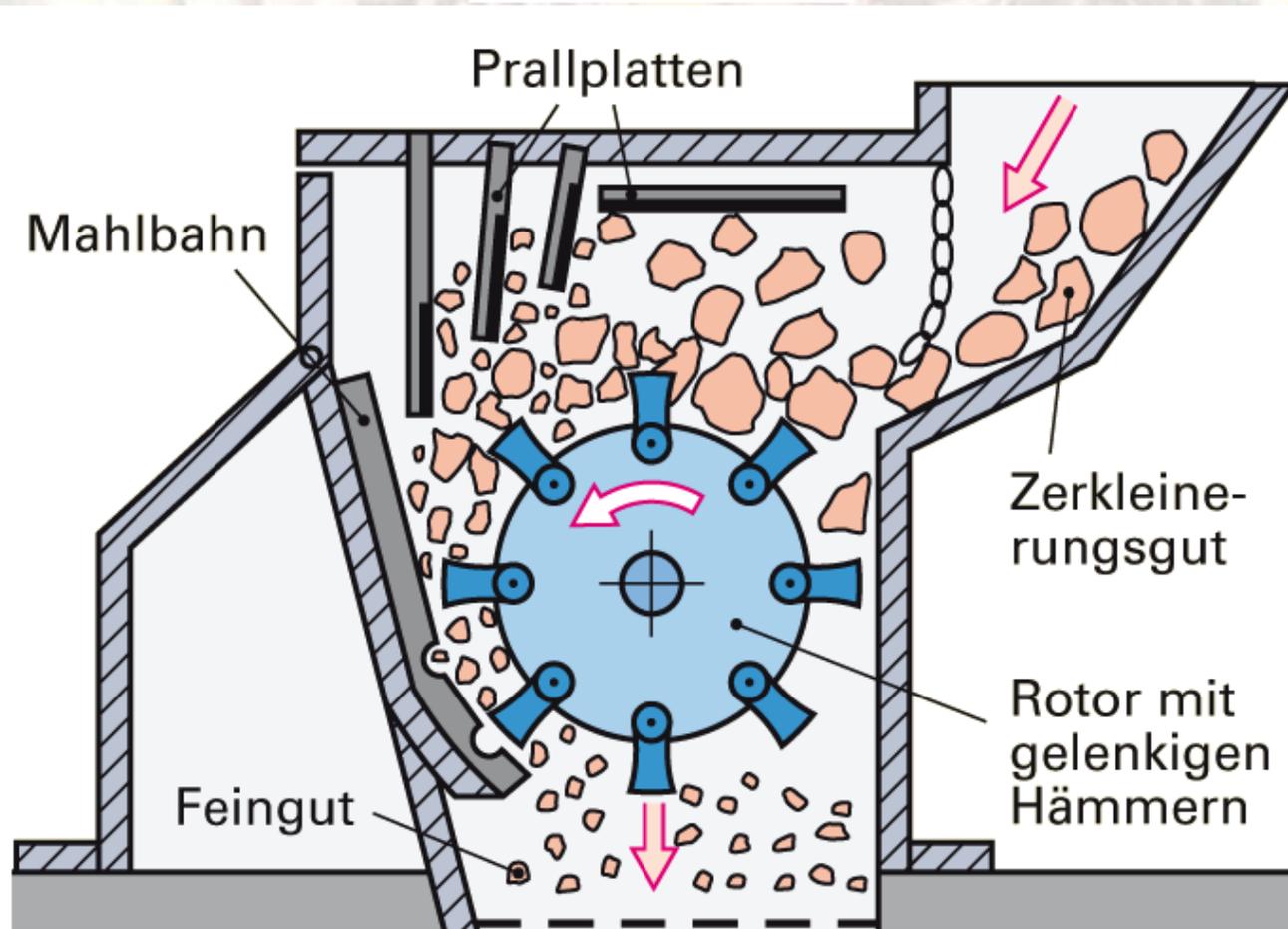
Grobzerkleinerung (Brecher)

Backenbrecher
Kegelbrecher
Walzenbrecher



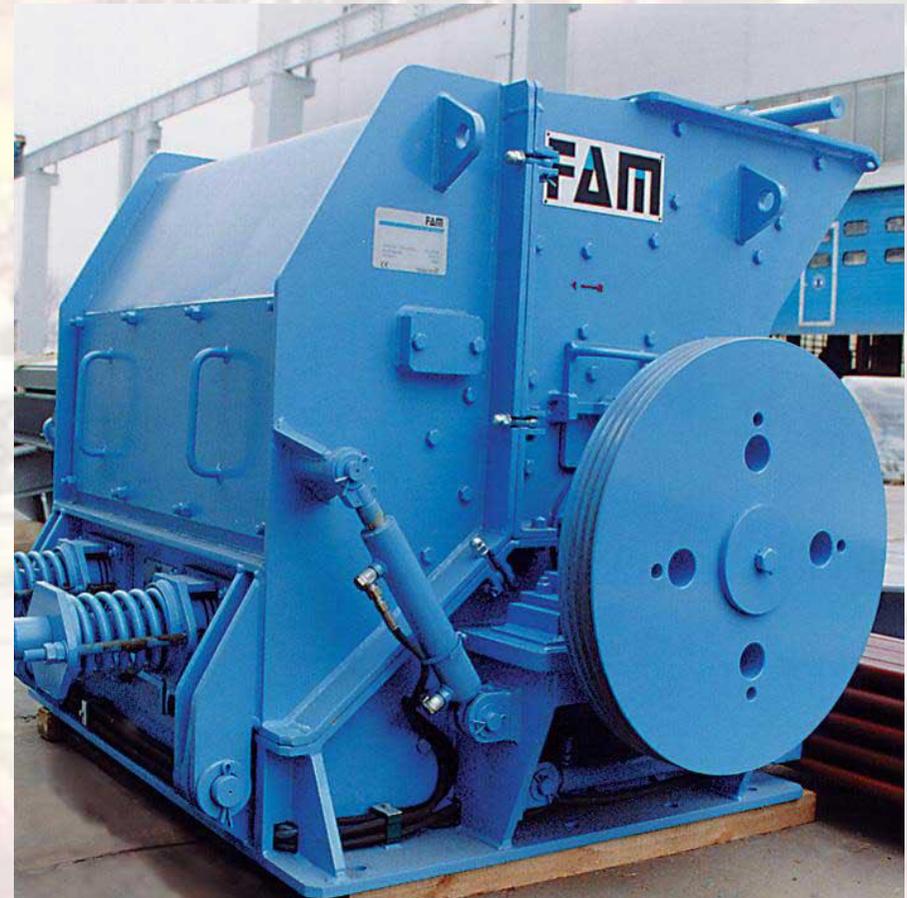
Grobzerkleinerung (Brecher)

Backenbrecher
Kegelbrecher
Walzenbrecher
Hammerbrecher



Grobzerkleinerung (Brecher)

Backenbrecher
Kegelbrecher
Walzenbrecher
Hammerbrecher

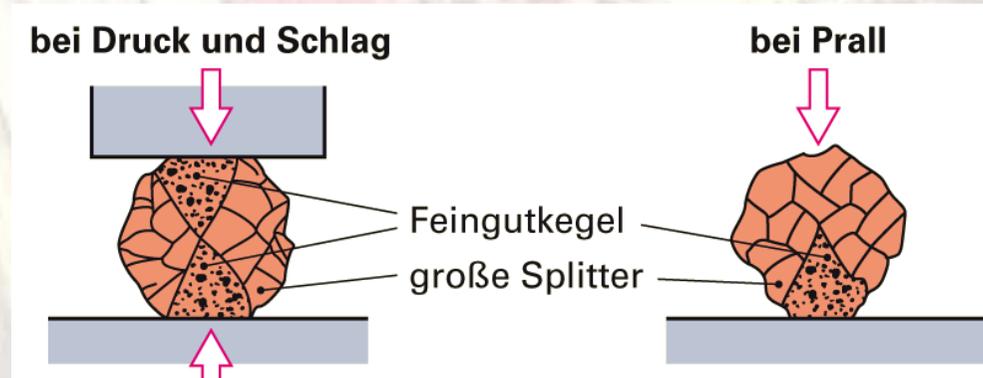


Herstellungsprozess Neodym

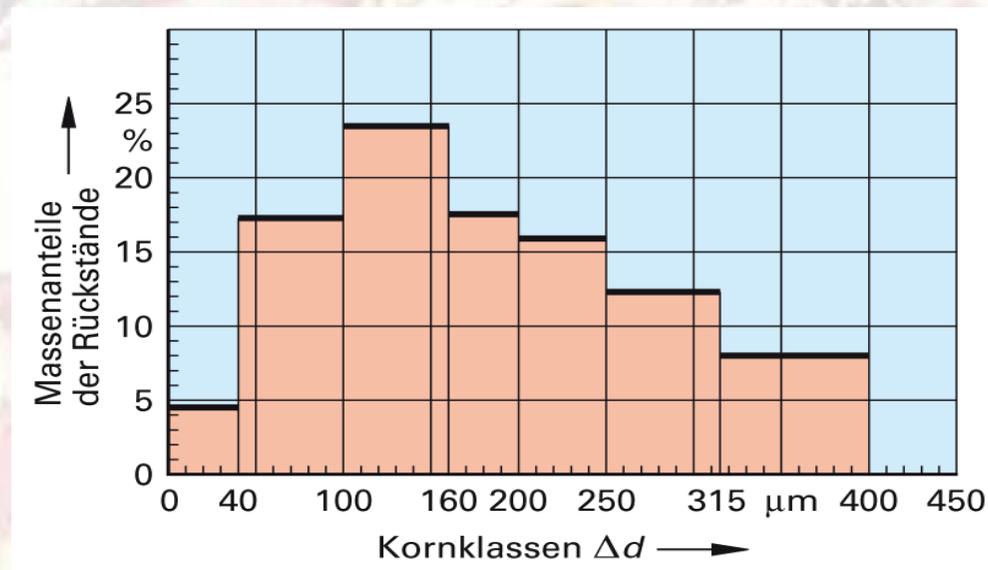


Klassieren

Bruchvorgang

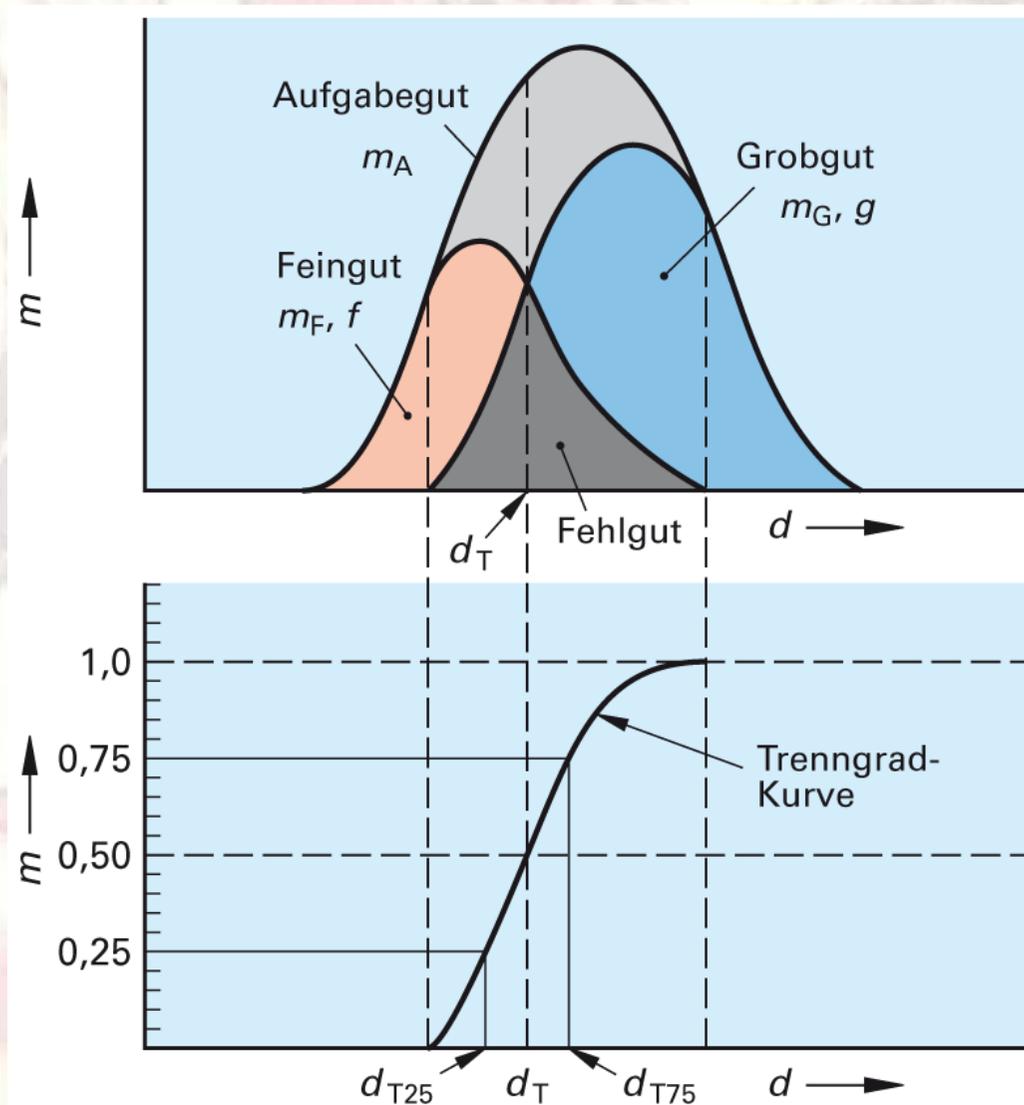


Verteilungsdichtediagramm



Klassieren

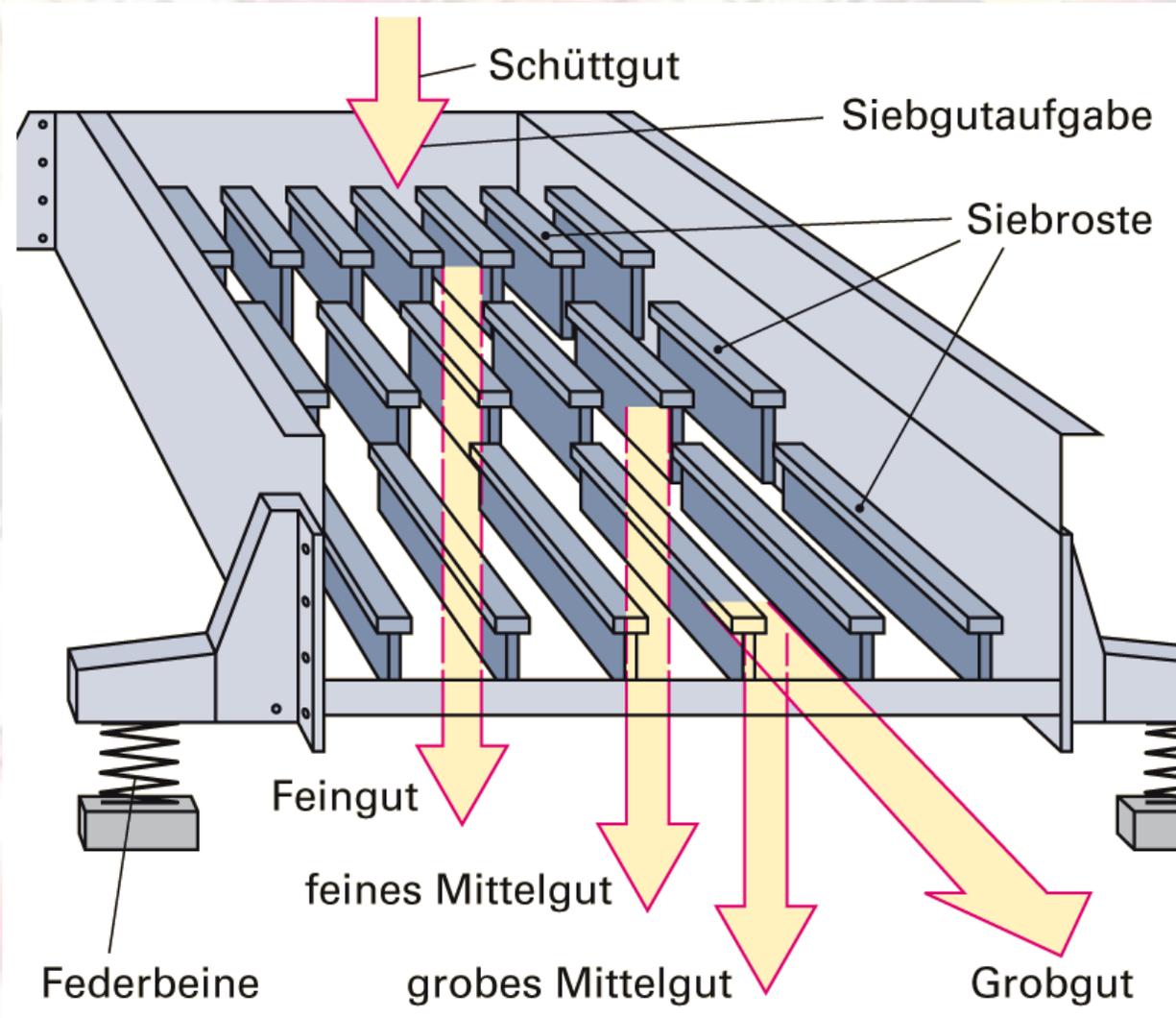
Trenngrad, Trennschärfe



Klassieren Grobgrut

Siebmaschinen

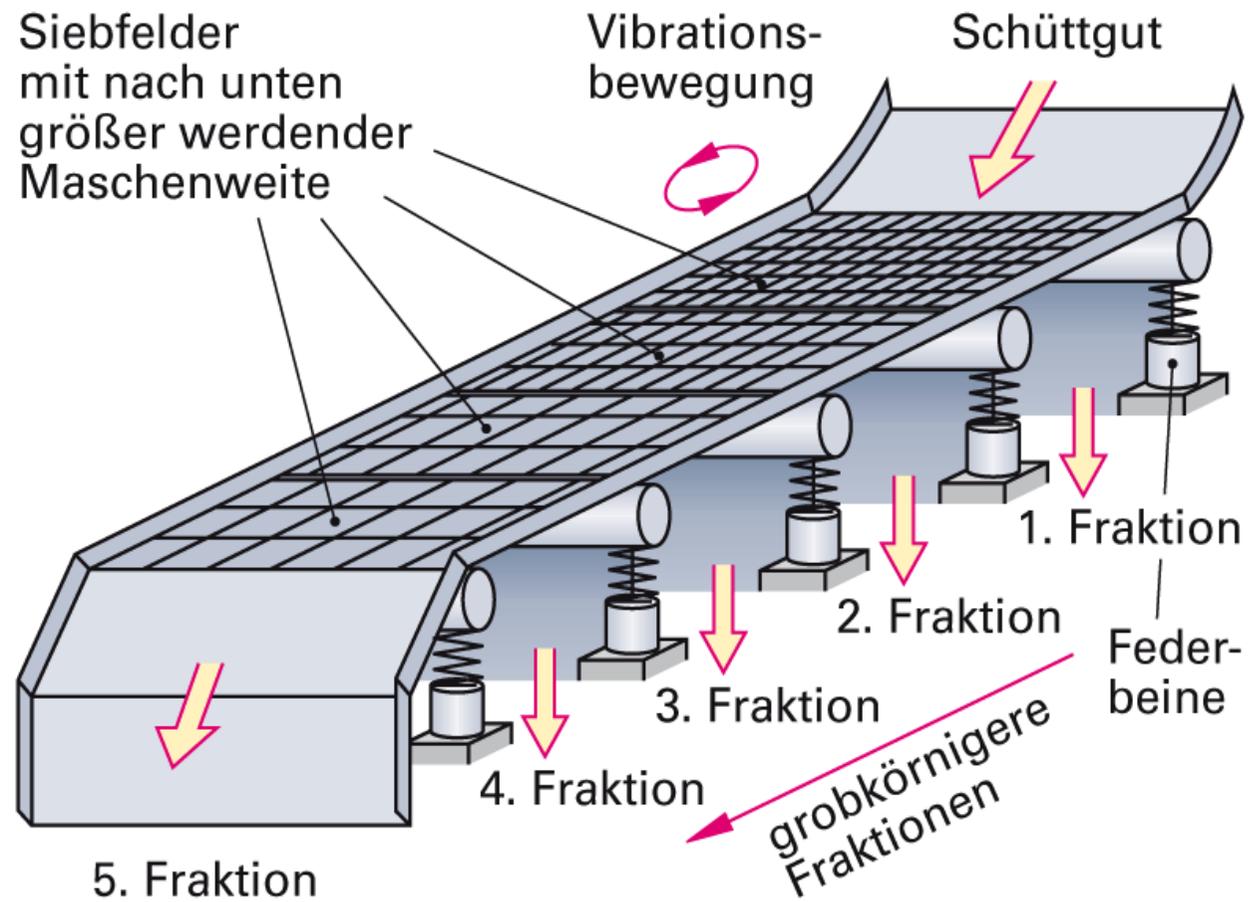
Siebrost



Klassieren Grobgrut

Siebmaschinen

Siebrost
Vibrationssiebbahn



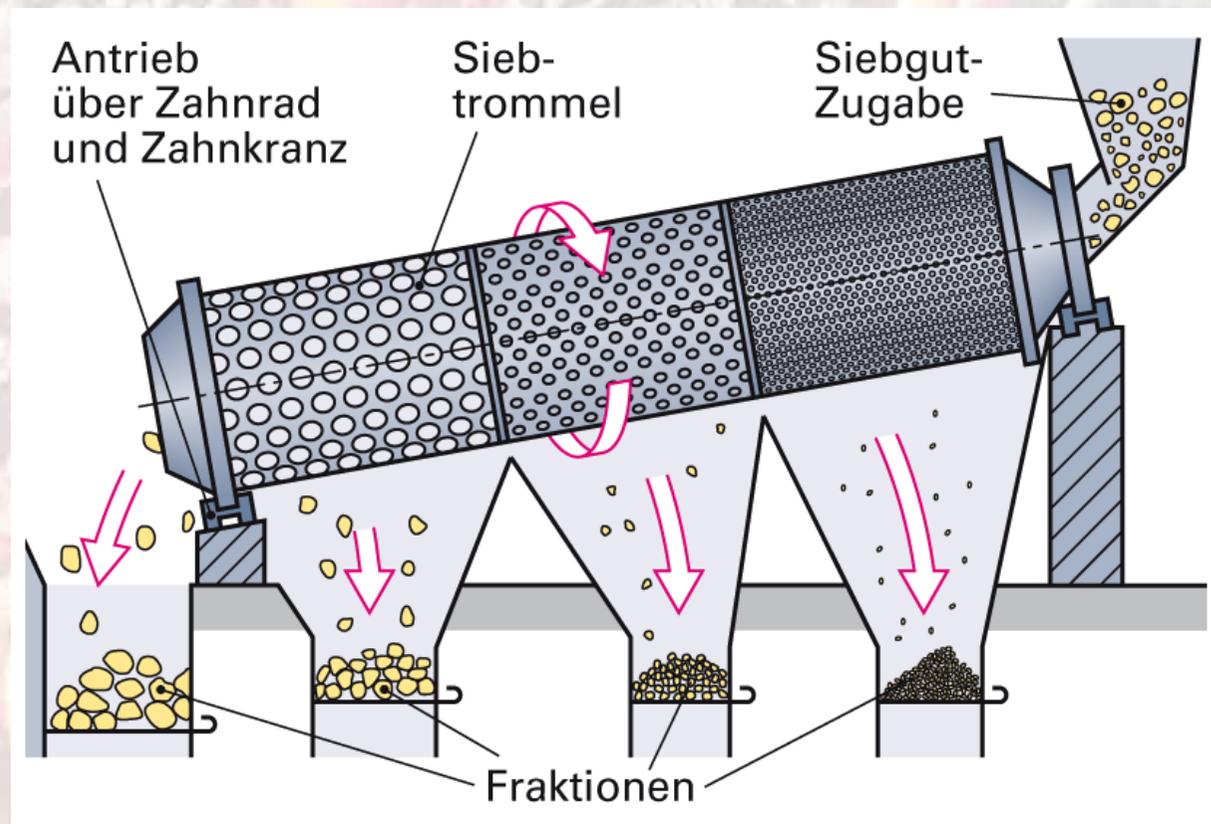
Klassieren Grobgut

Siebmaschinen

Siebrost

Vibrationssiebbahn

Trommelsiebmaschine



Klassieren Grobgut

Siebmaschinen

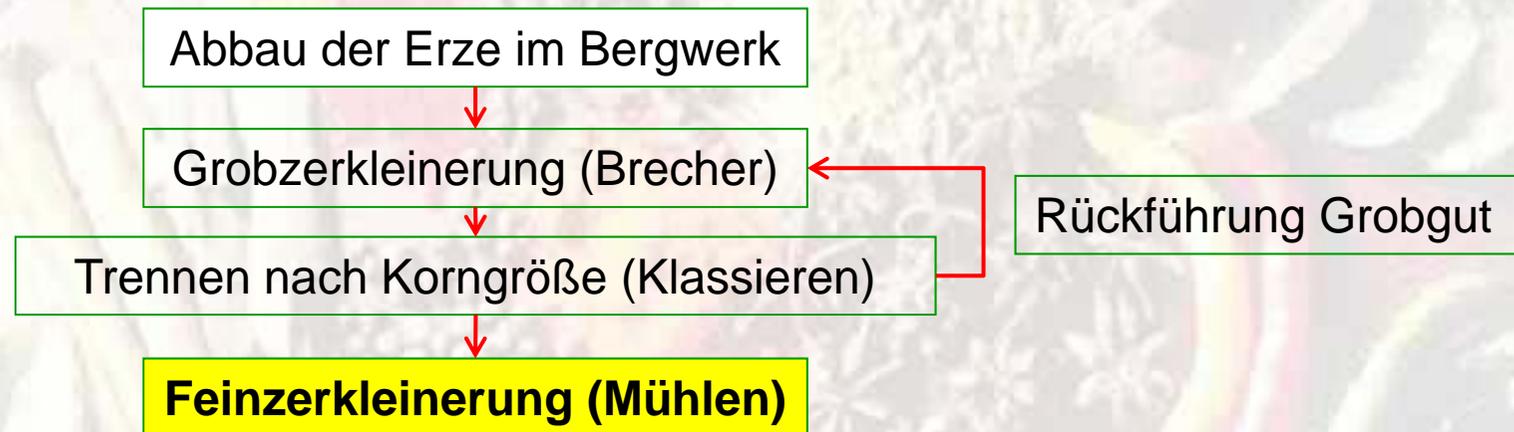
Siebrost

Vibrationssiebbahn

Trommelsiebmaschine

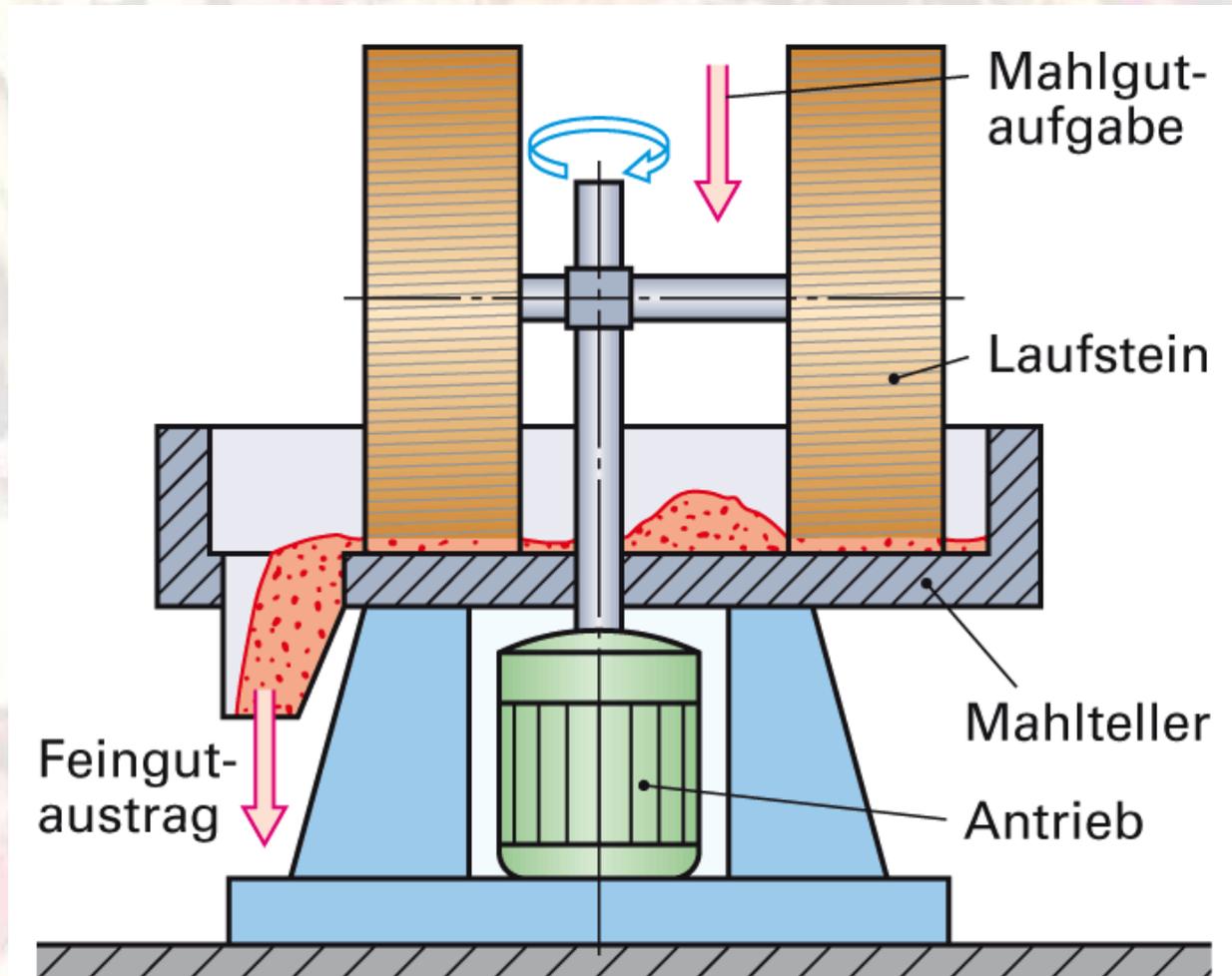


Herstellungsprozess Neodym



Feinzerkleinerung (Mühlen)

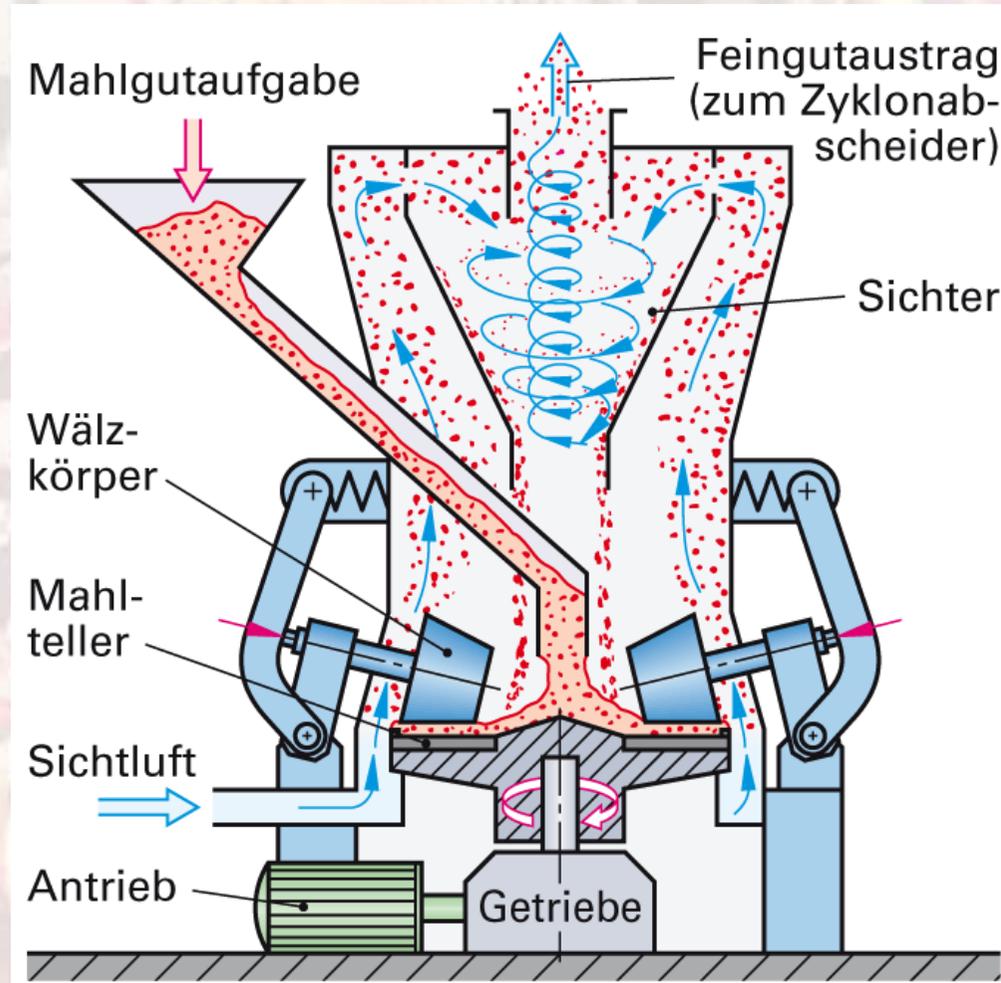
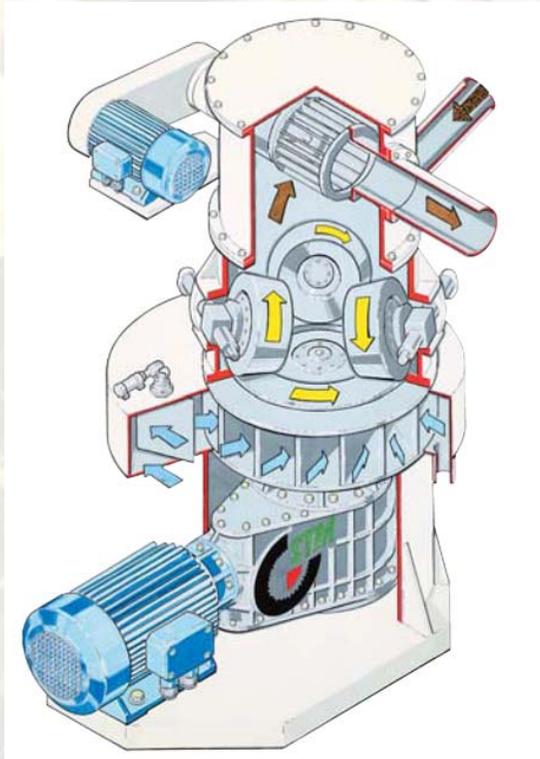
Kollergang



Feinzerkleinerung (Mühlen)

Kollergang

Rollenwählmühle

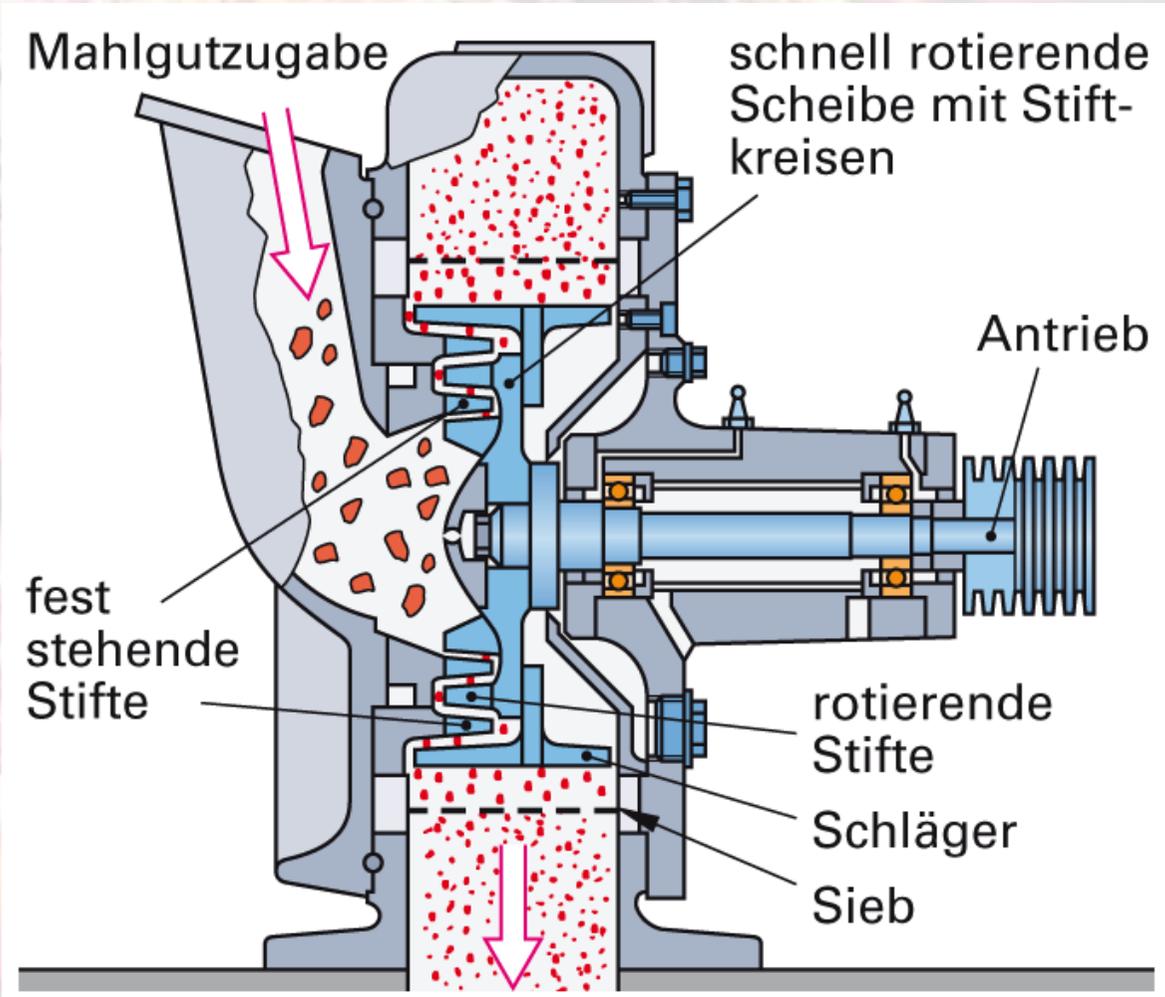


Feinzerkleinerung (Mühlen)

Kollergang

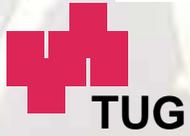
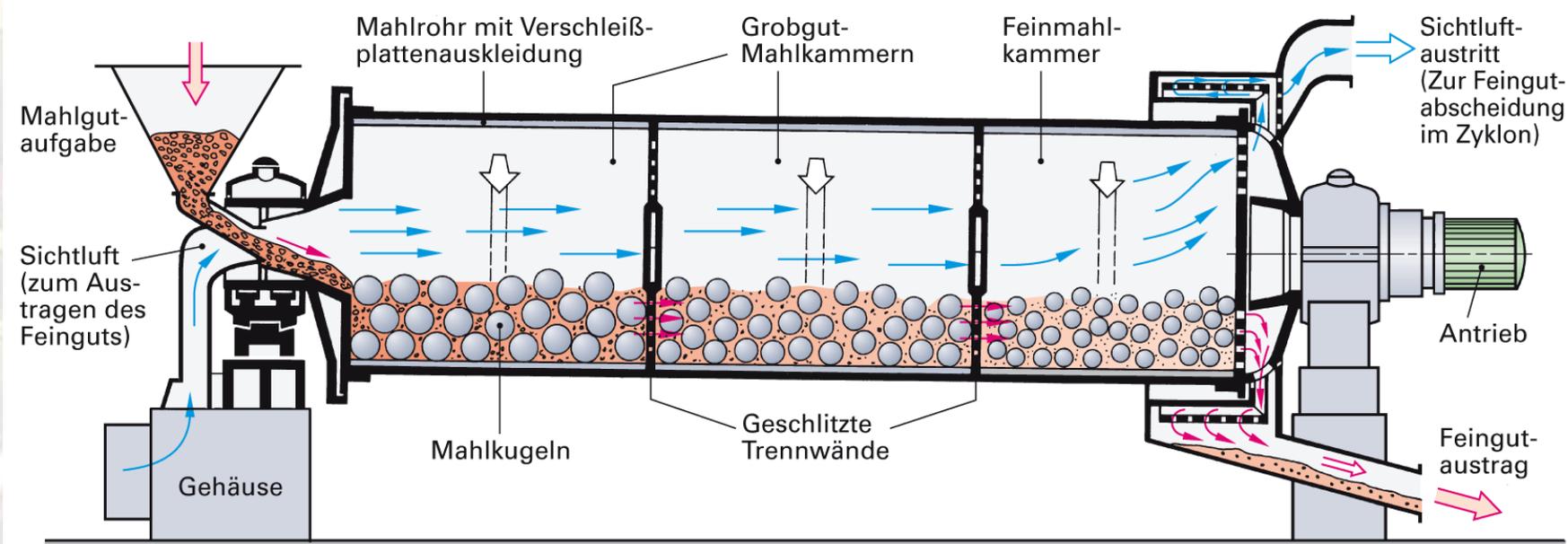
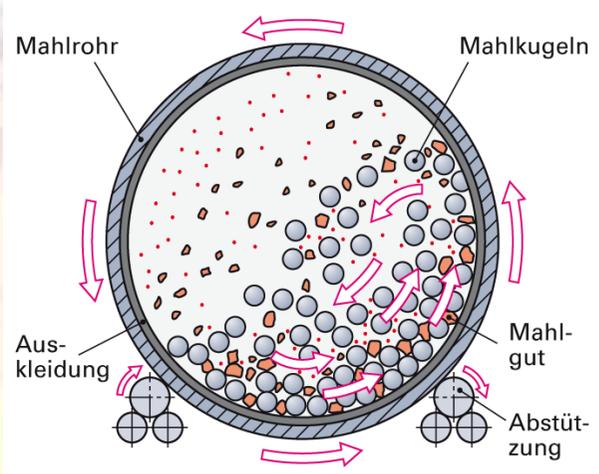
Rollenwälzmühle

Stiftmühle



Feinzerkleinerung (Mühlen)

- Kollergang
- Rollenwälmühle
- Stiftmühle
- Kugelmühle



Feinzerkleinerung (Mühlen)

Kollergang

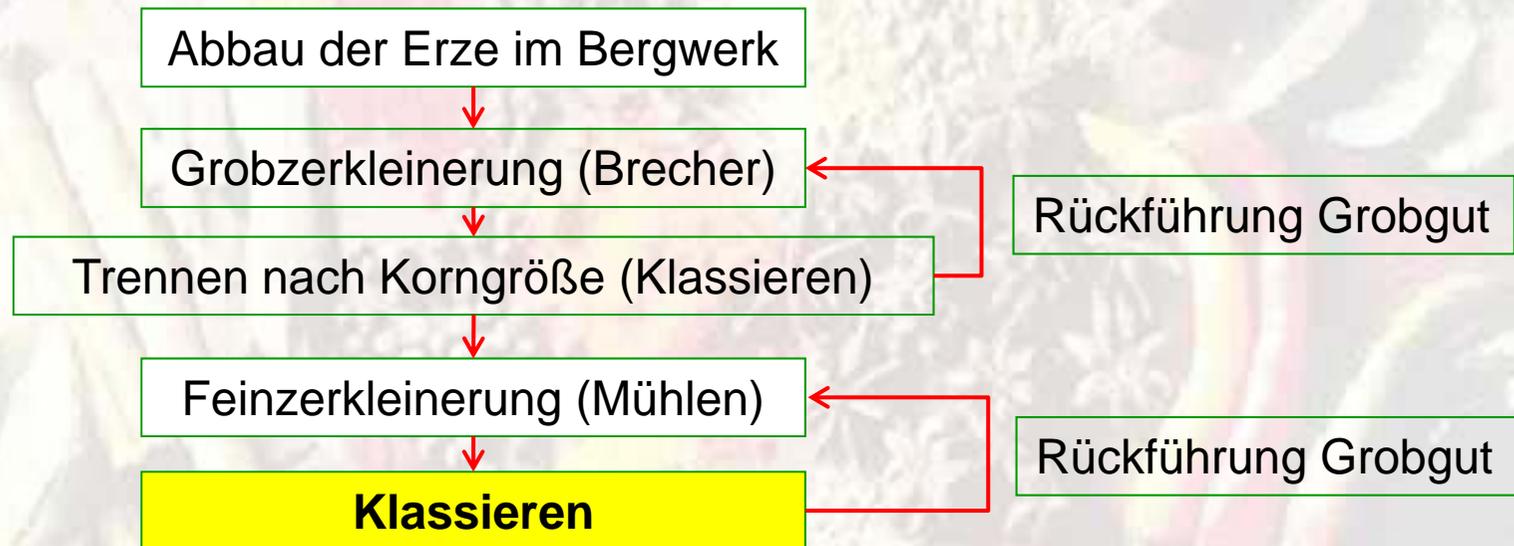
Rollenwälmühle

Stiftmühle

Kugelmühle



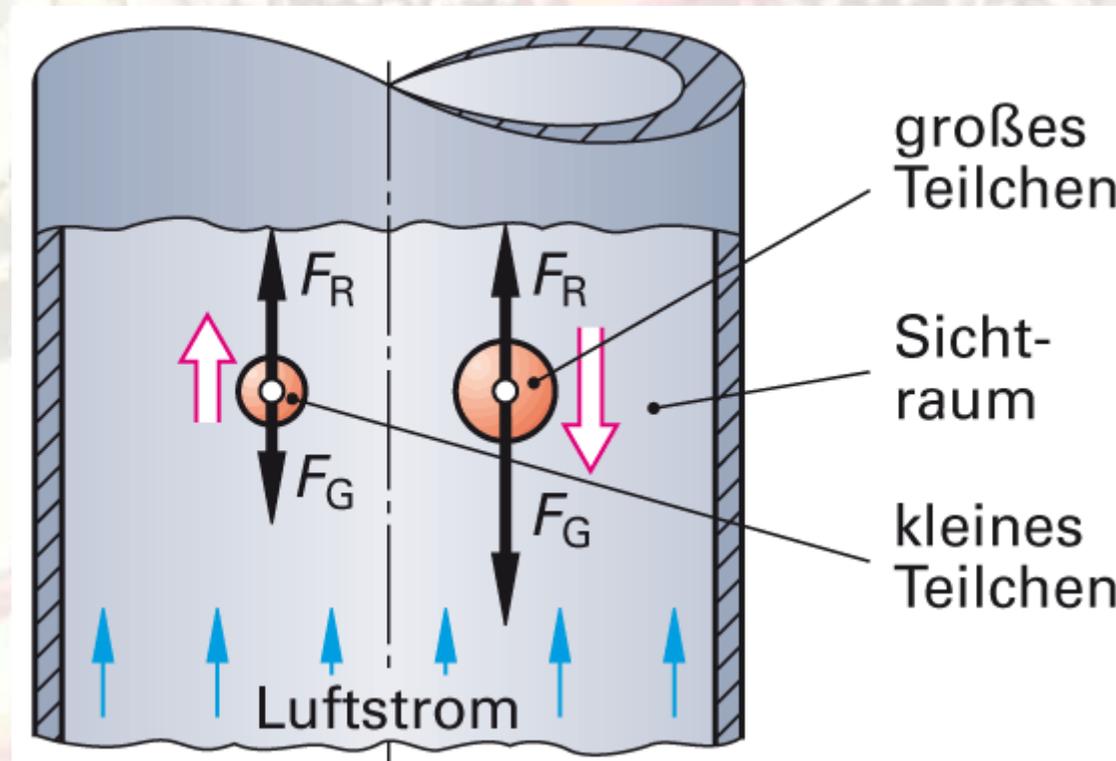
Herstellungsprozess Neodym



Klassieren Feinstoffe

Sichten (Windsichten) = Klassieren eines Haufwerkes mittels Luftstrom

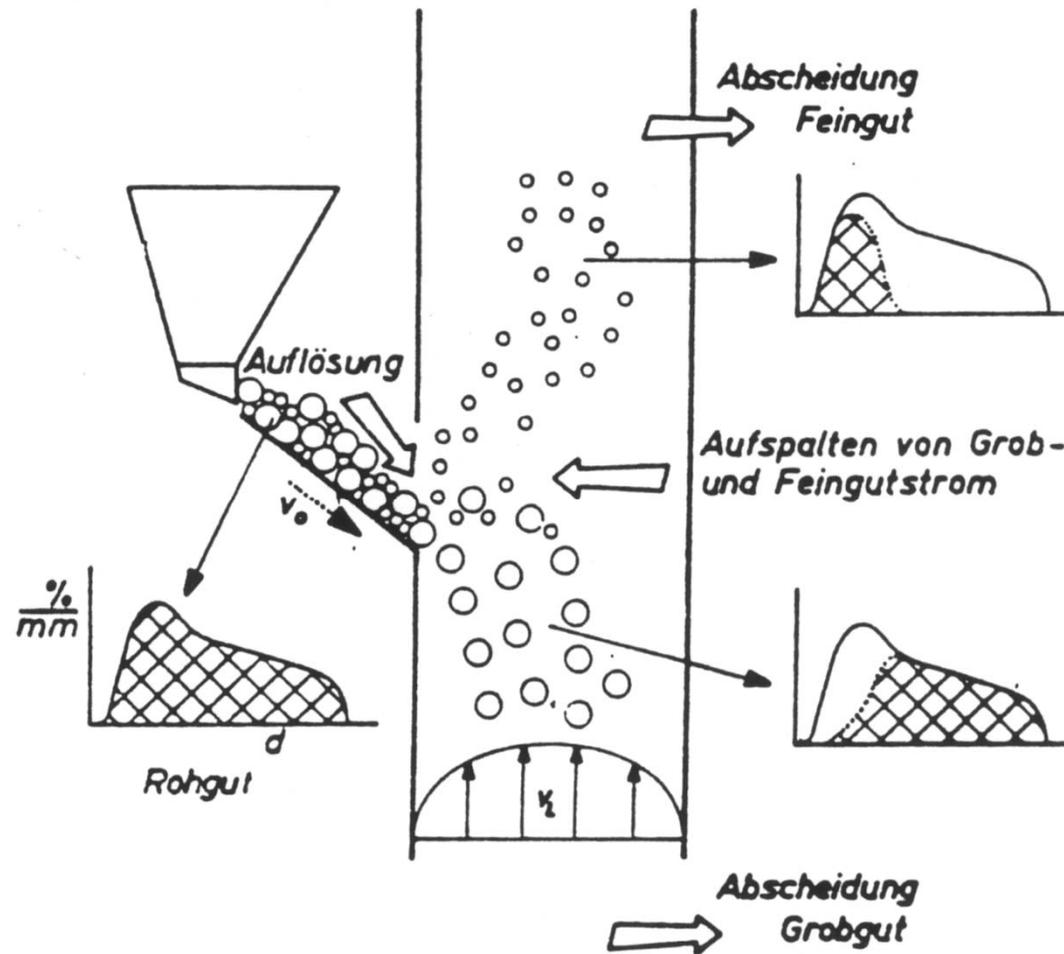
Kräftegleichgewicht
zwischen **Schwerkraft** und **Auftriebskraft**



Klassieren Feinstoffe

Sichten (Windsichten) = Klassieren eines Haufwerkes mittels Luftstrom

Steigrohrsichter



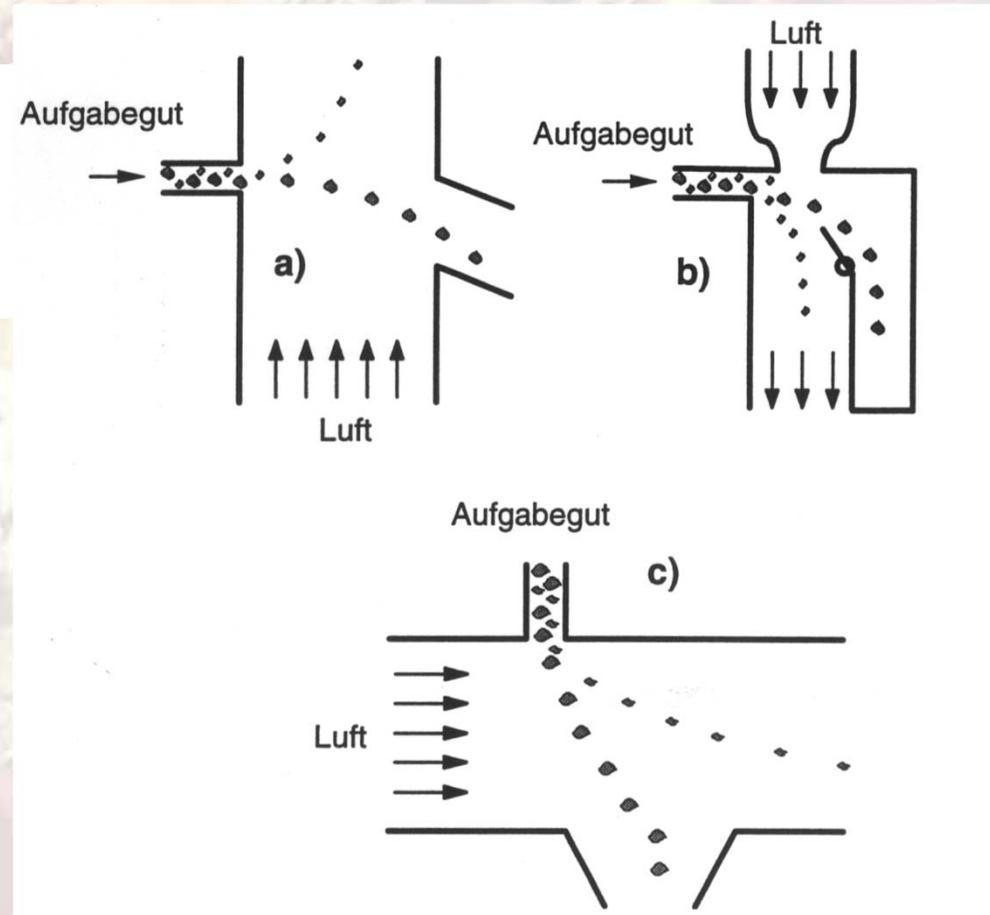
Klassieren Feinstoffe

Sichten (Windsichten) = Klassieren eines Haufwerkes mittels Luftstrom

Steigrohrsichter

Querstromsichtertypen:

- a.) Steigrohr mit Querstromführung
- b.) Strahl-Sichter
- c.) horizontaler Querstromsichter



Klassieren Feinstoffe

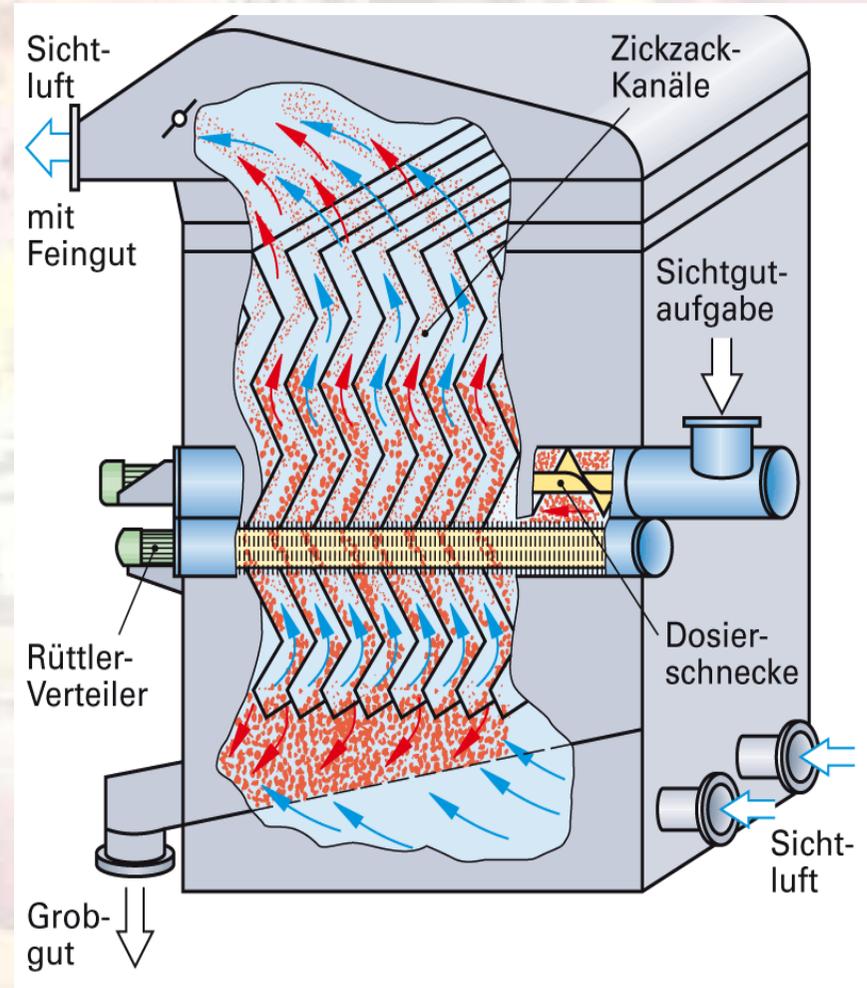
Sichten (Windsichten) = Klassieren eines Haufwerkes mittels Luftstrom

Steigrohrsichter

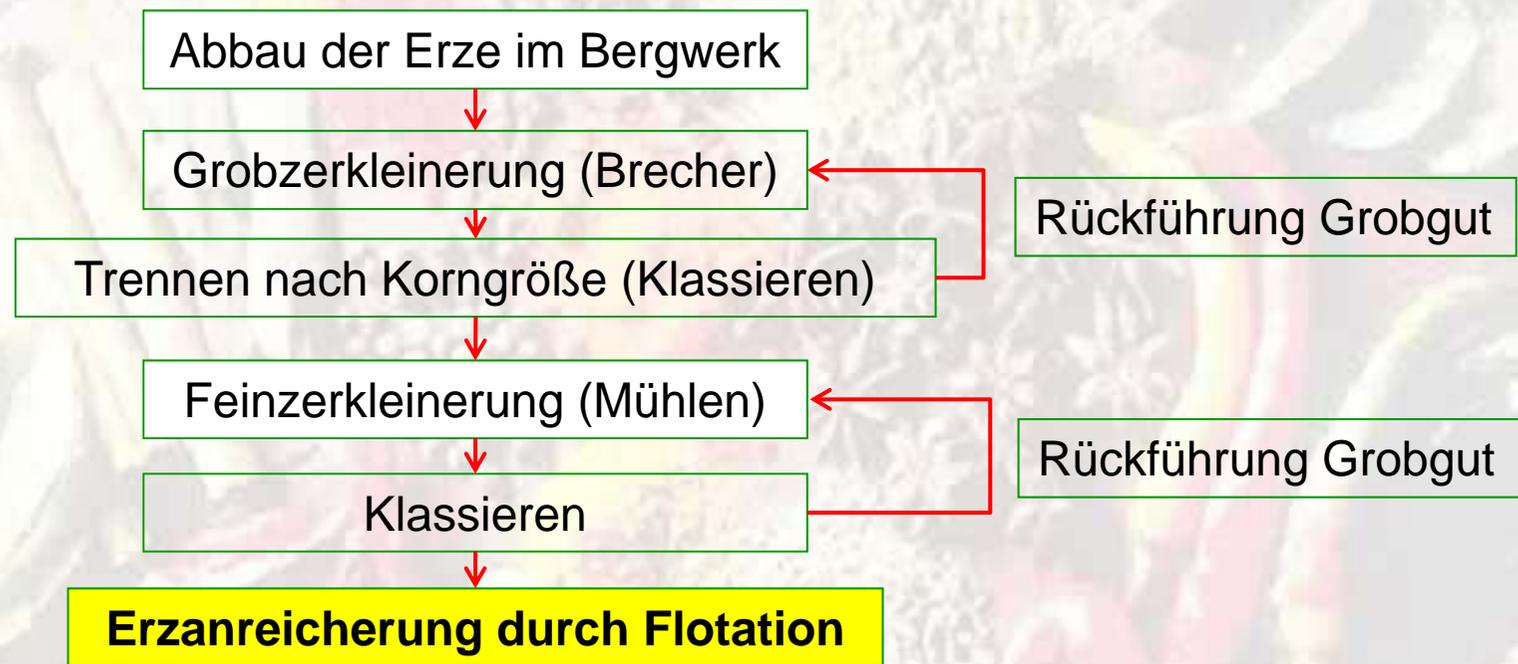
Querstromsichtertypen:

- a.) Steigrohr mit Querstromführung
- b.) Strahl-Sichter
- c.) horizontaler Querstromsichter

Zickzacksichter

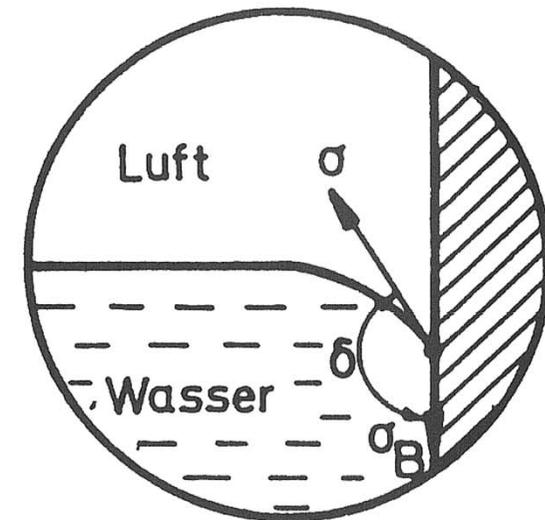
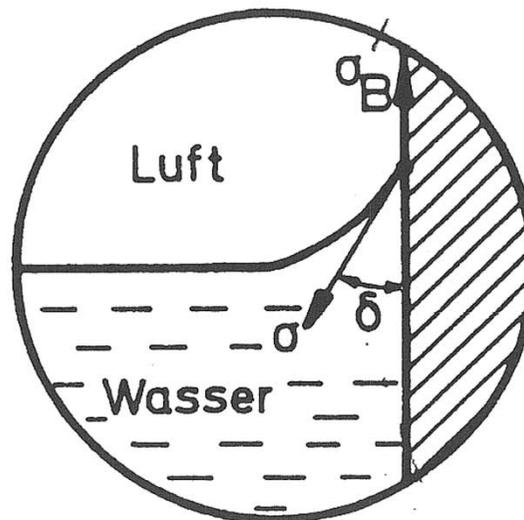
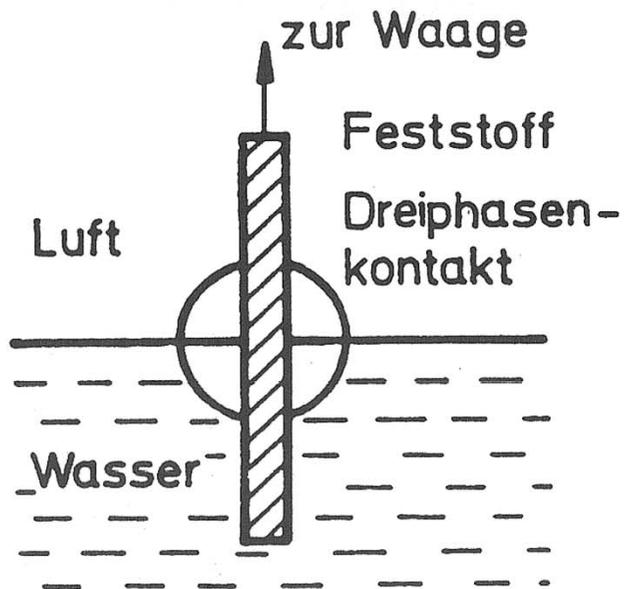


Herstellungsprozess Neodym



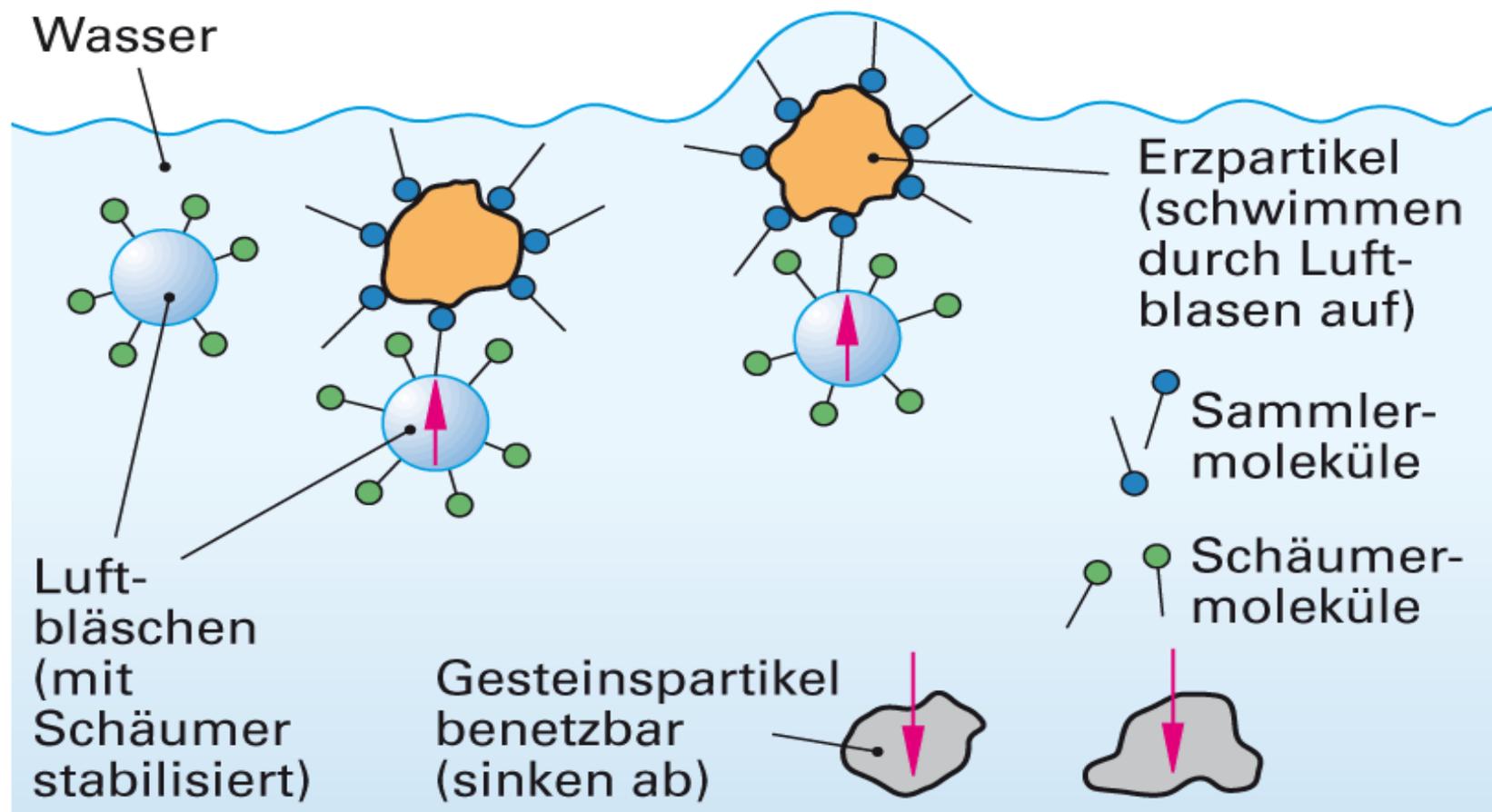
Flotation

Voraussetzung = Feststoffbenetzung



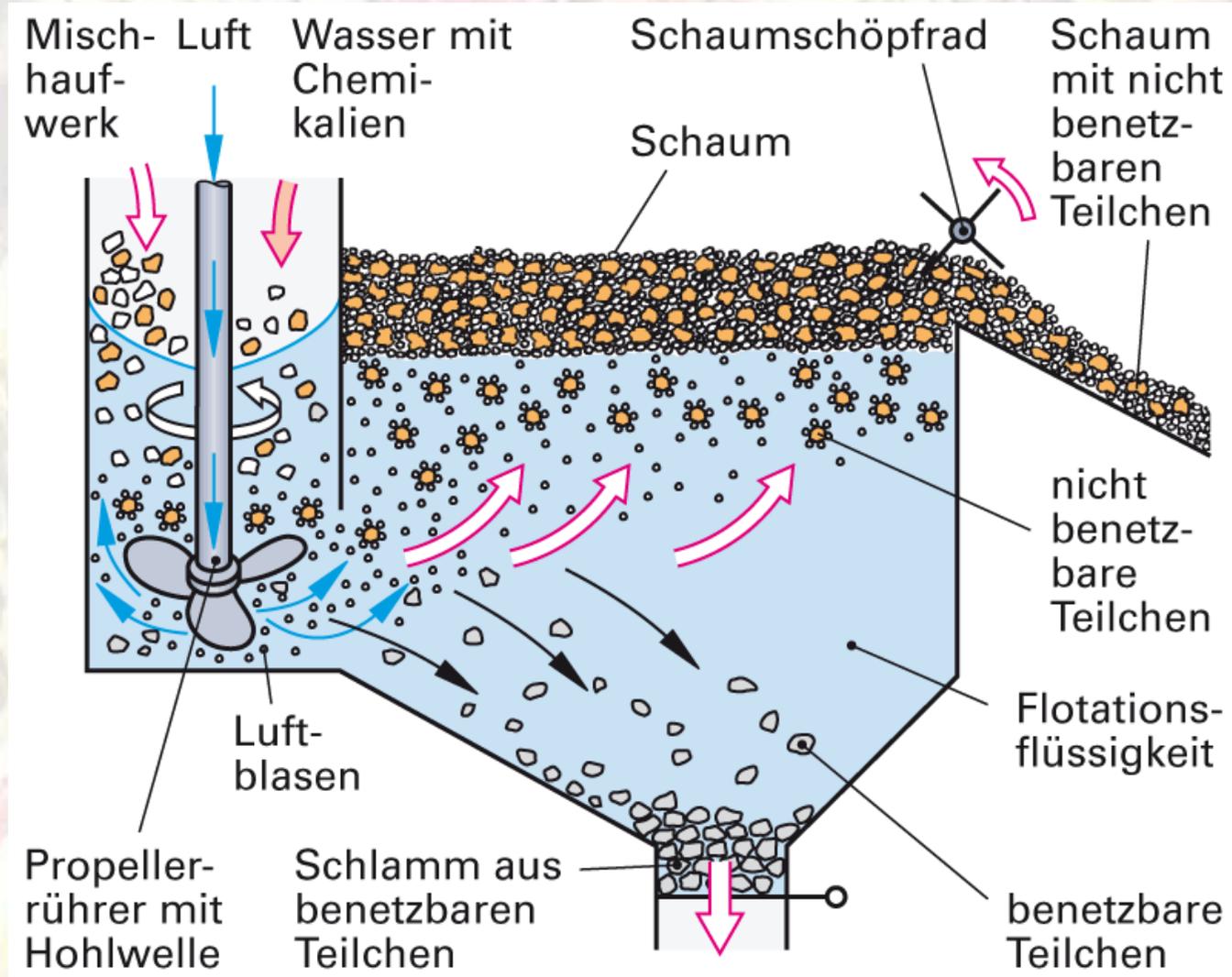
Flotation

Voraussetzung = Feststoffbenetzung



Flotation

Flotationsapparat

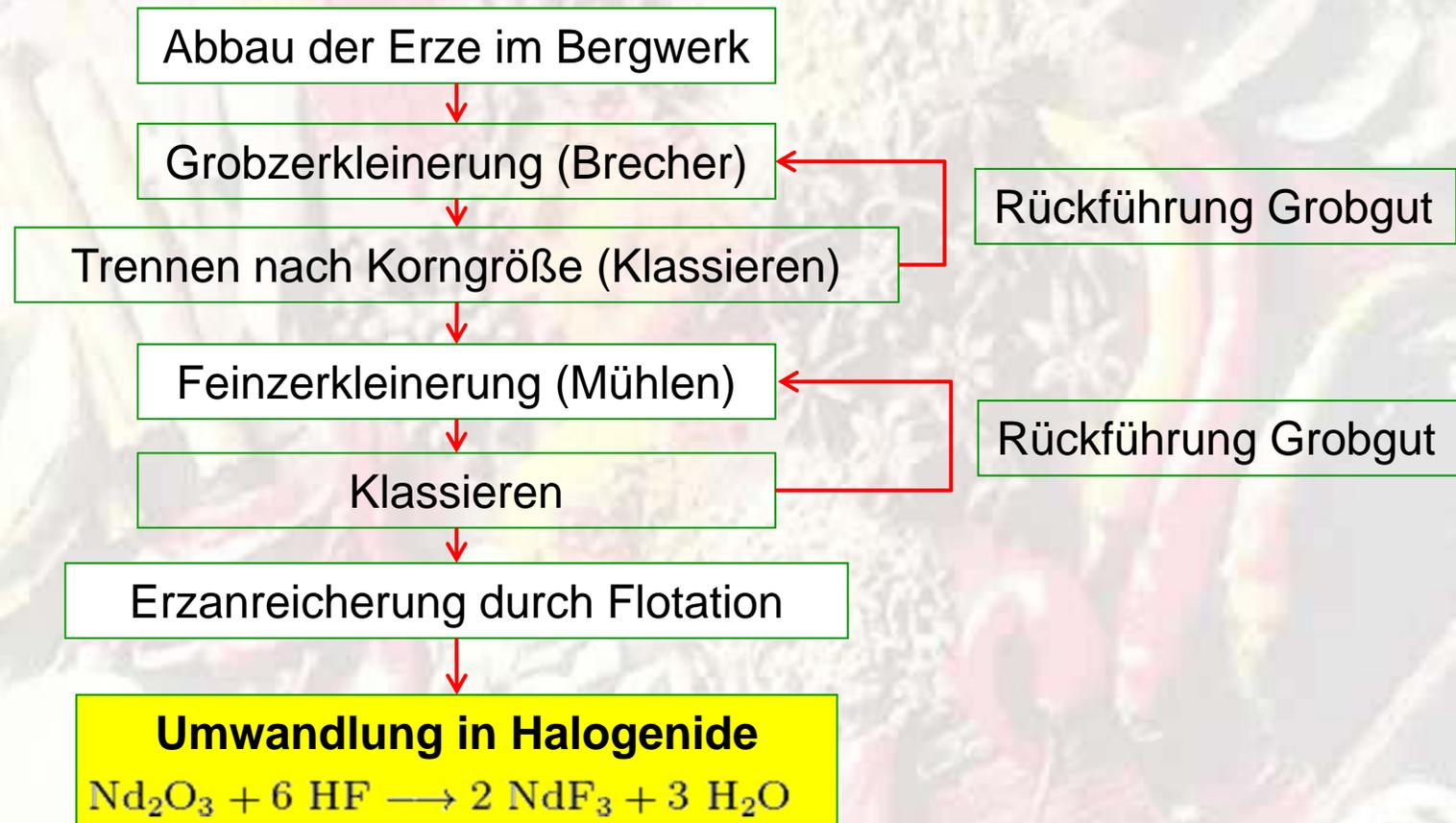


Flotation

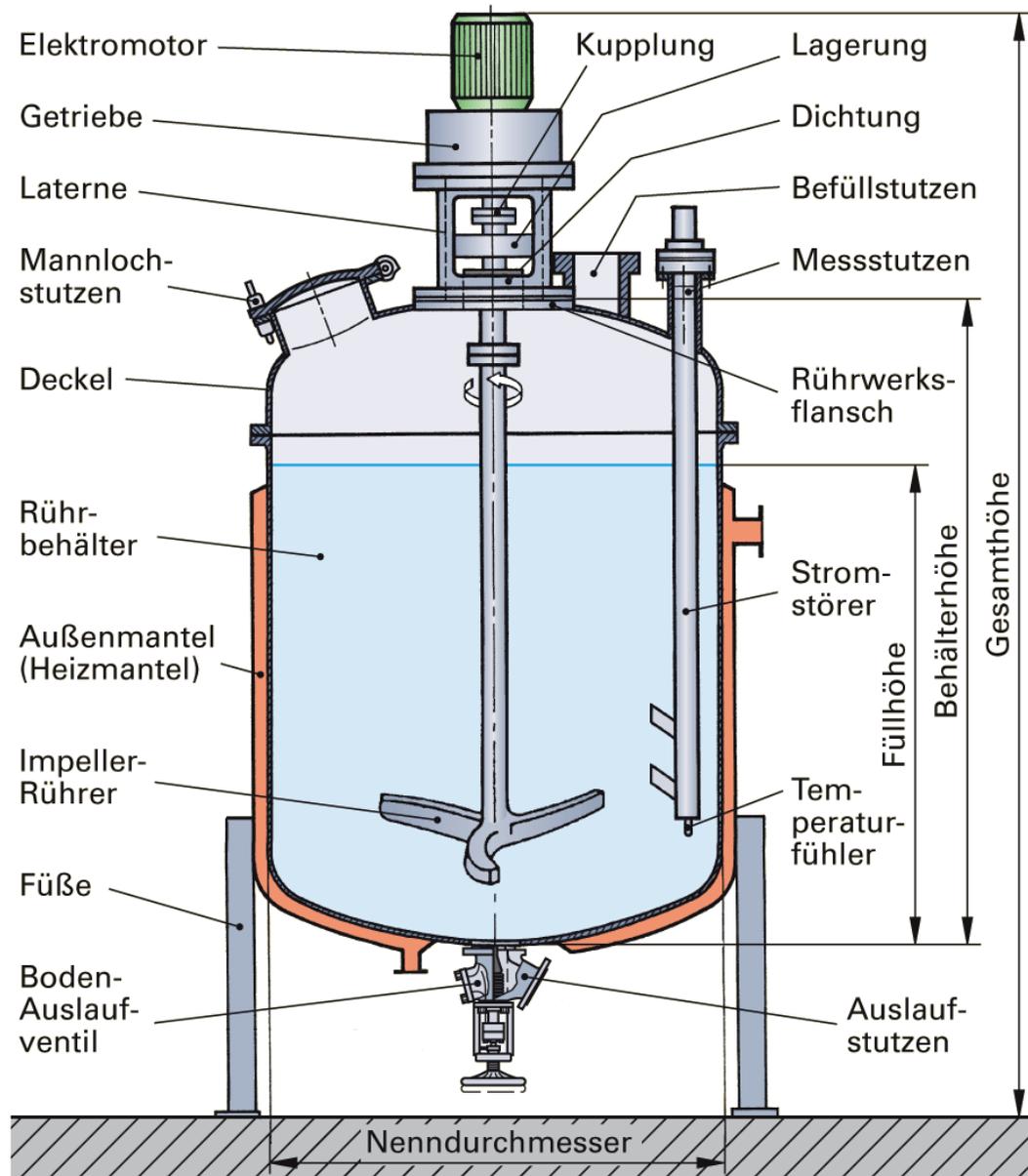
Flotationsapparat



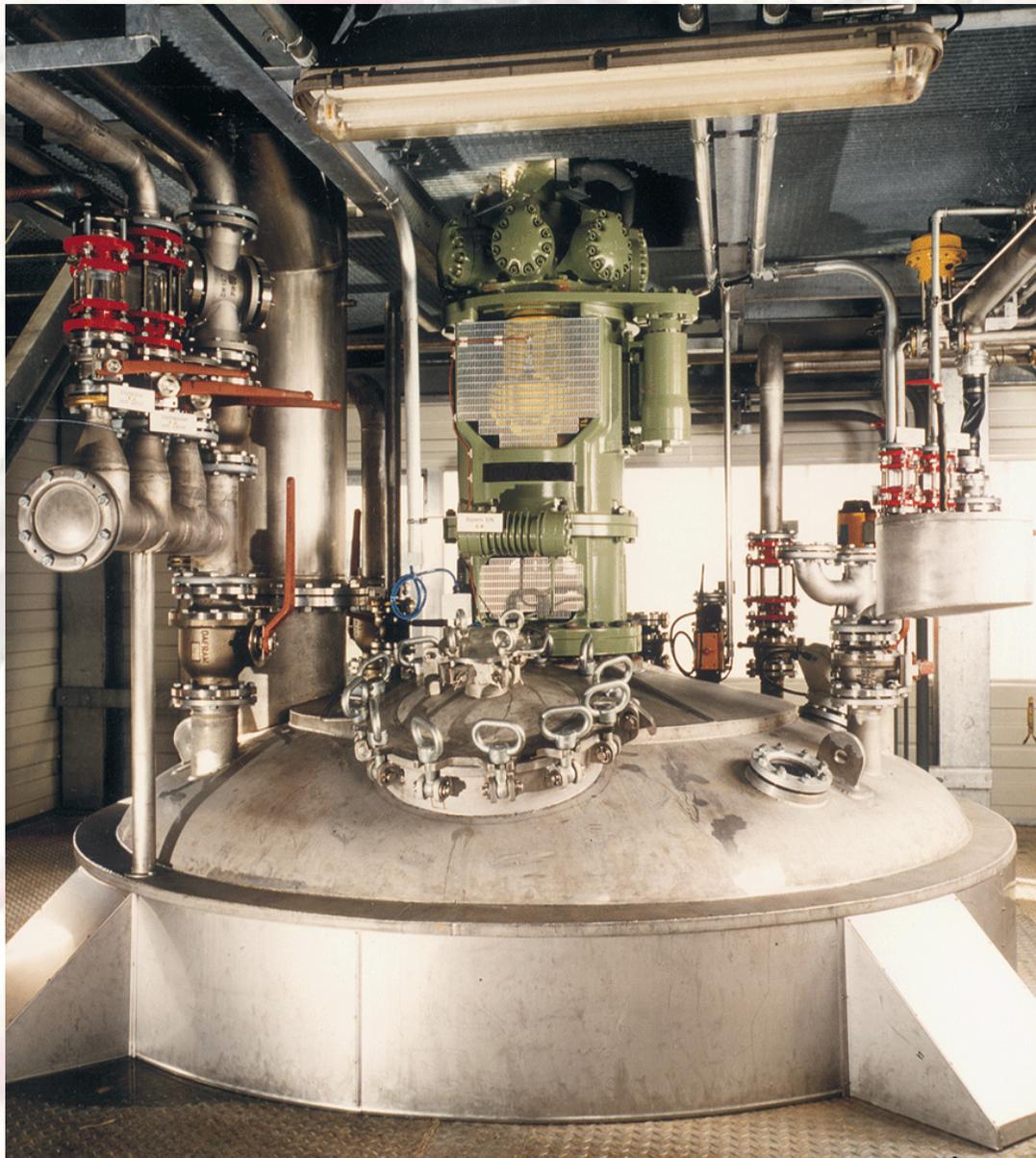
Herstellungsprozess Neodym



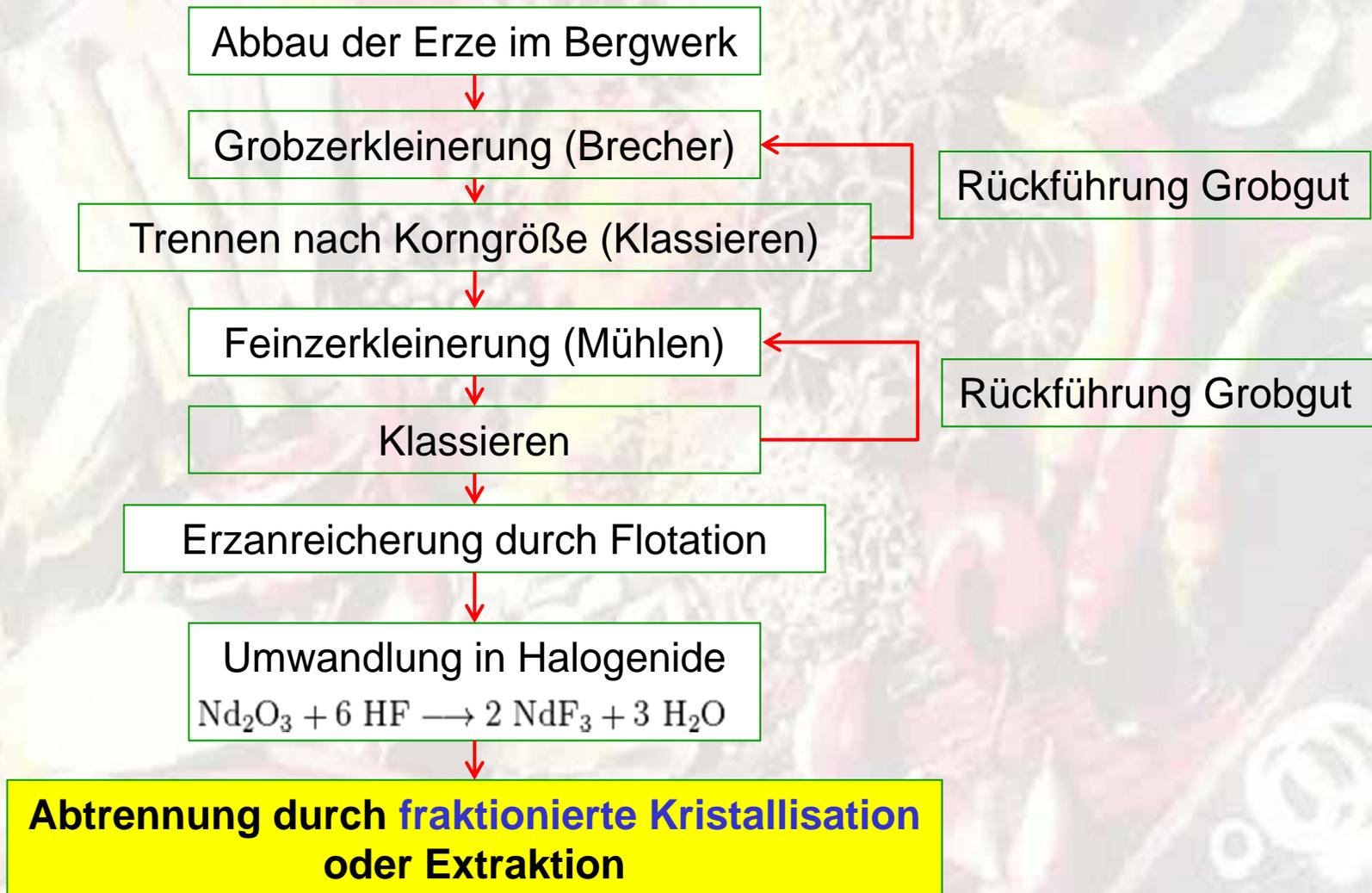
Rührbehälter



Rührbehälter



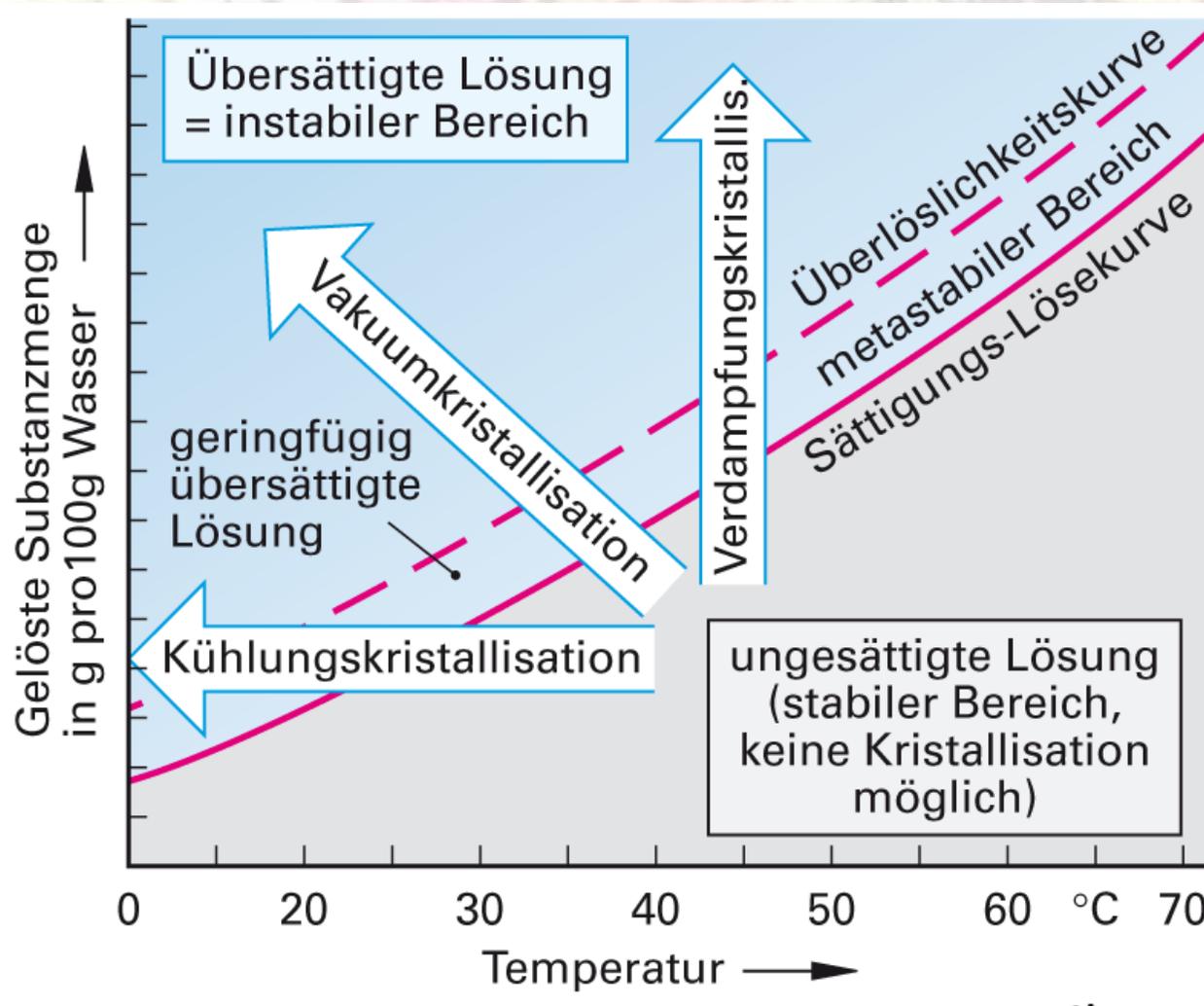
Herstellungsprozess Neodym



Kristallisation

Kristallisieren

= deutliches Überschreiten der Sättigungskonzentration
→ Auskristallisieren des Feststoffes



Kristallisation

Kristallisieren

= deutliches Überschreiten der Sättigungskonzentration
→ Auskristallisieren des Feststoffes

Größe der Kristalle

kleine Kristalle = schnelle Kristallbildung

starke Übersättigung
starke Bewegung der Lösung
rasche Abkühlung

große Kristalle = langsame Kristallbildung

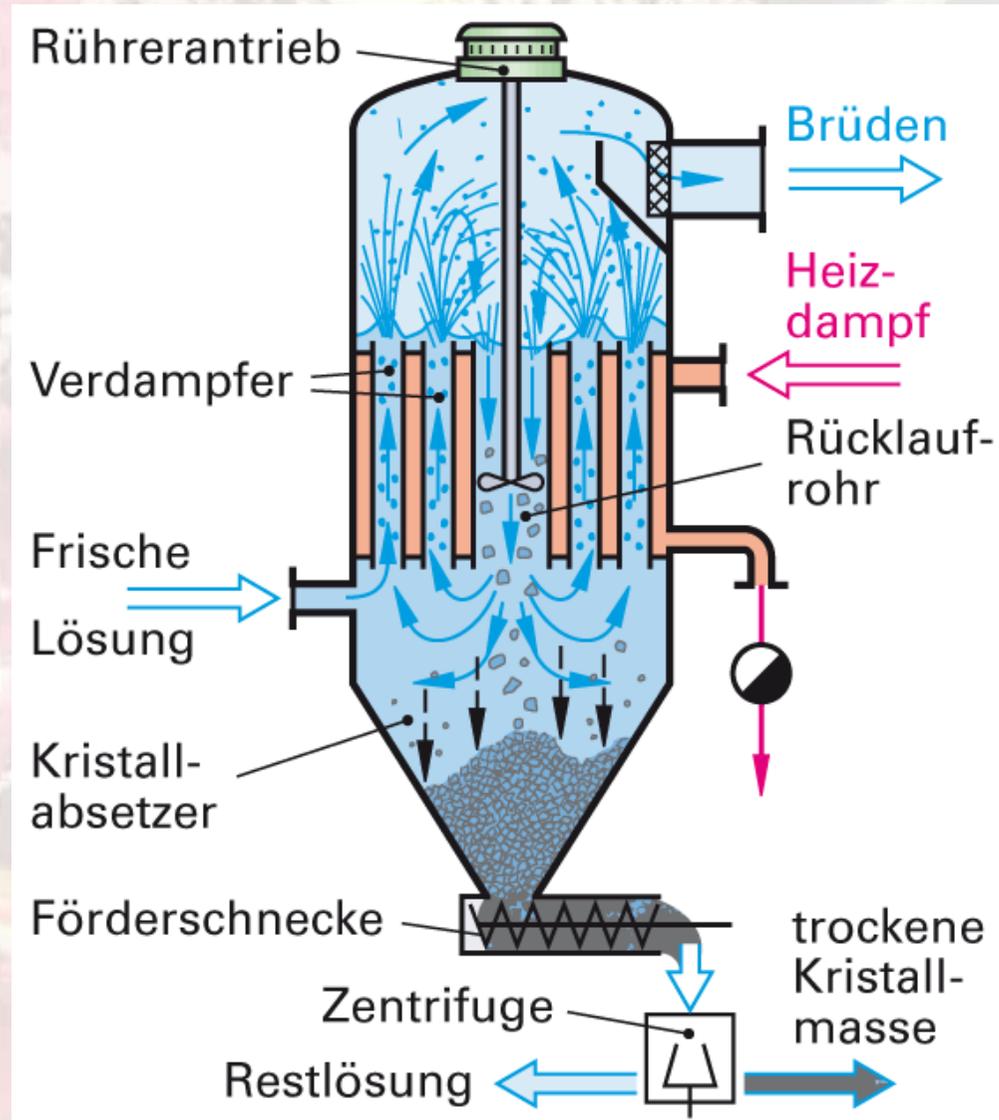
geringe Übersättigung
geringe oder keine Bewegung der Lösung
langsame Abkühlung

Kristallisation

Apparate

Verdampfung

Kristallisator
mit Innenheizkörper



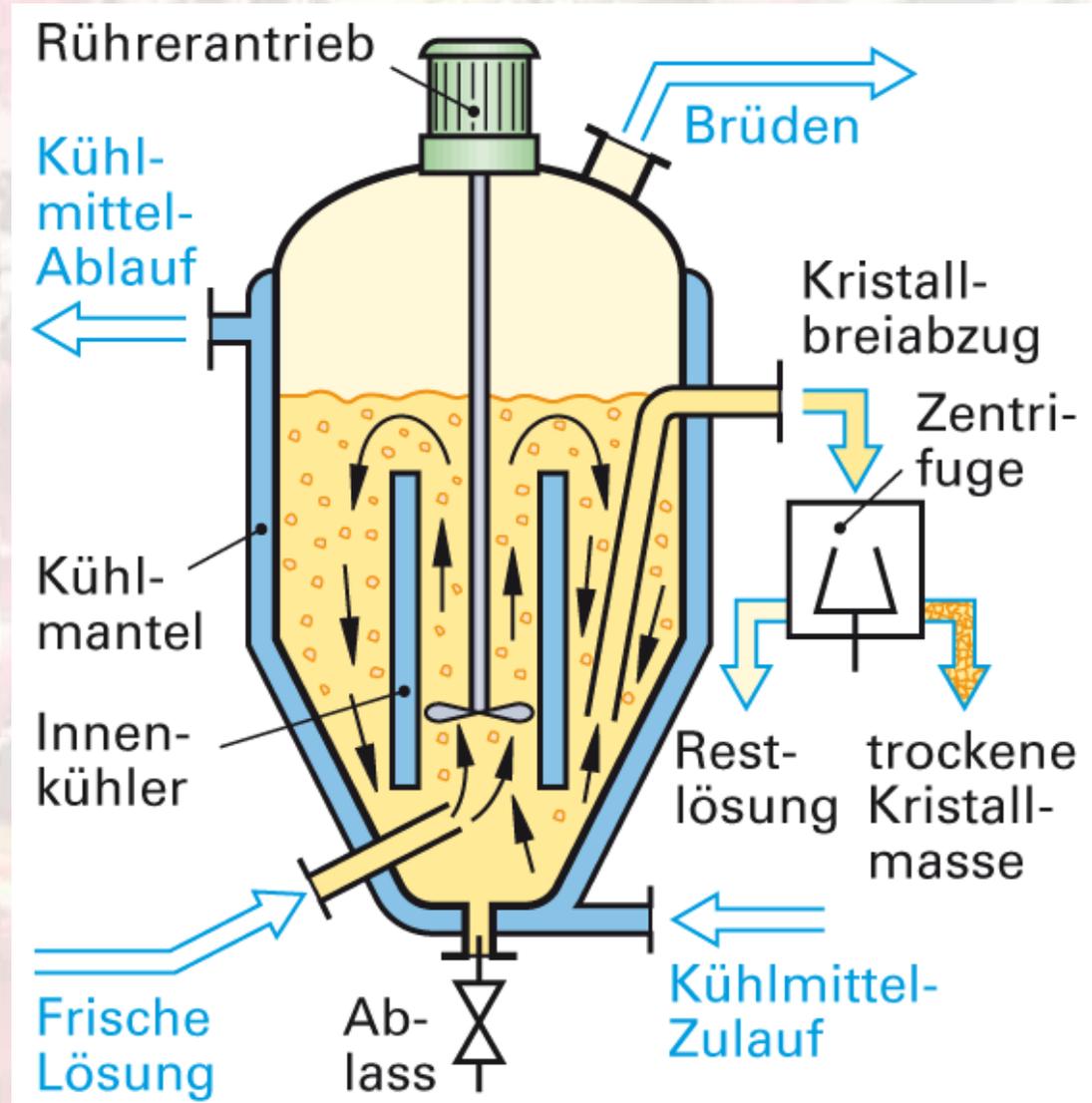
Kristallisation

Apparate

Verdampfung

Kühlung

Rührkessel - Kristallisator



Kristallisation

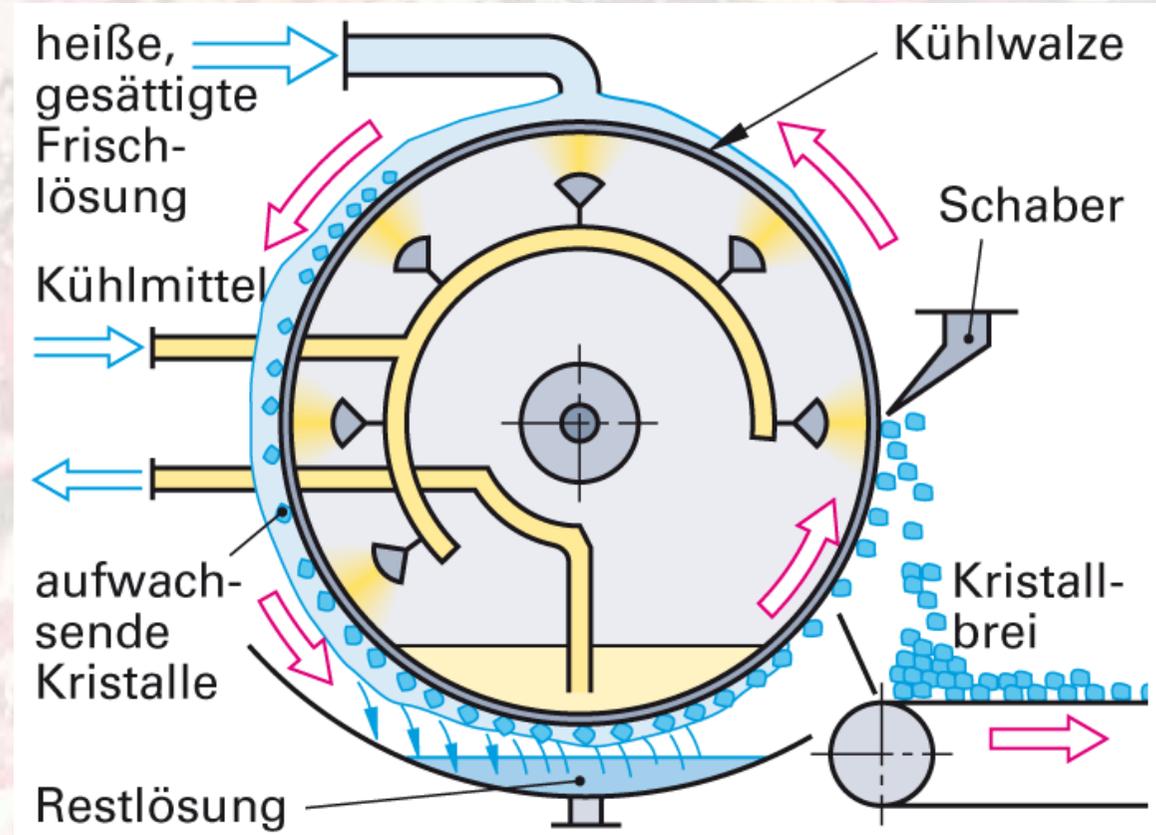
Apparate

Verdampfung

Kühlung

Rührkessel - Kristallisator

Walzen - Kristallisator



Kristallisation

Apparate

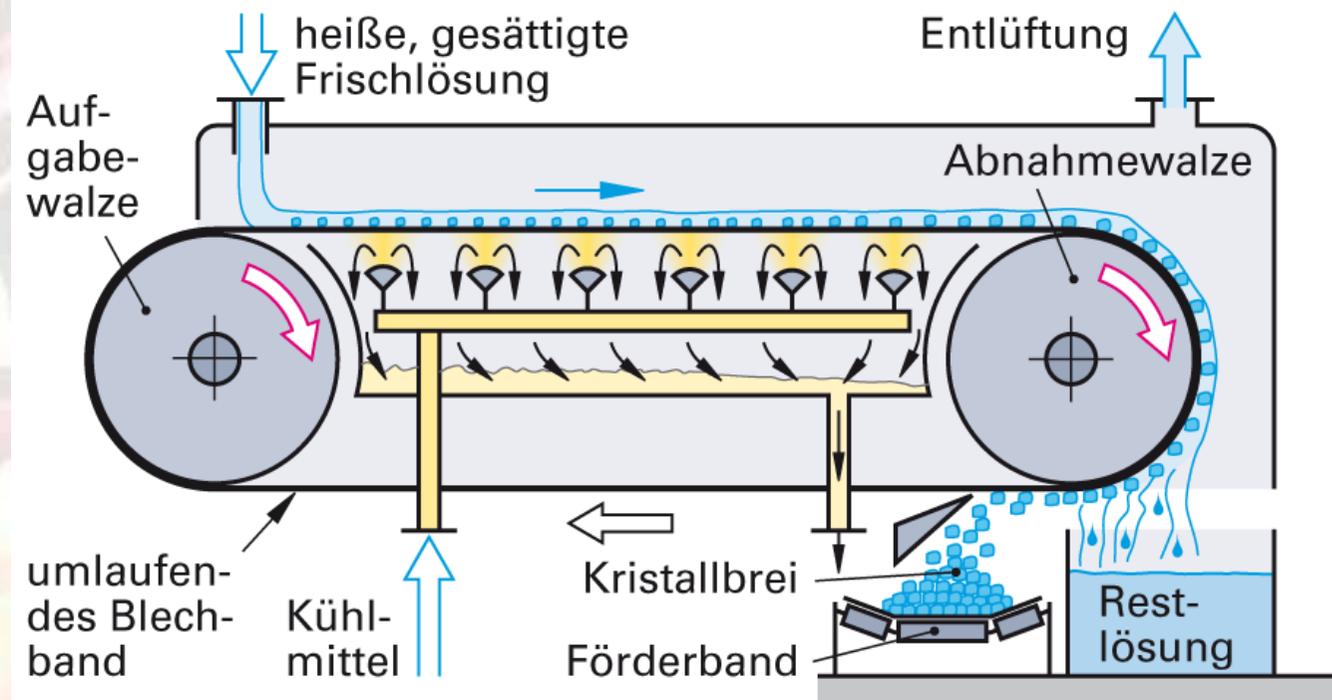
Verdampfung

Kühlung

Rührkessel - Kristallisator

Walzen - Kristallisator

Band - Kristallisator



Kristallisation

Apparate

Verdampfung

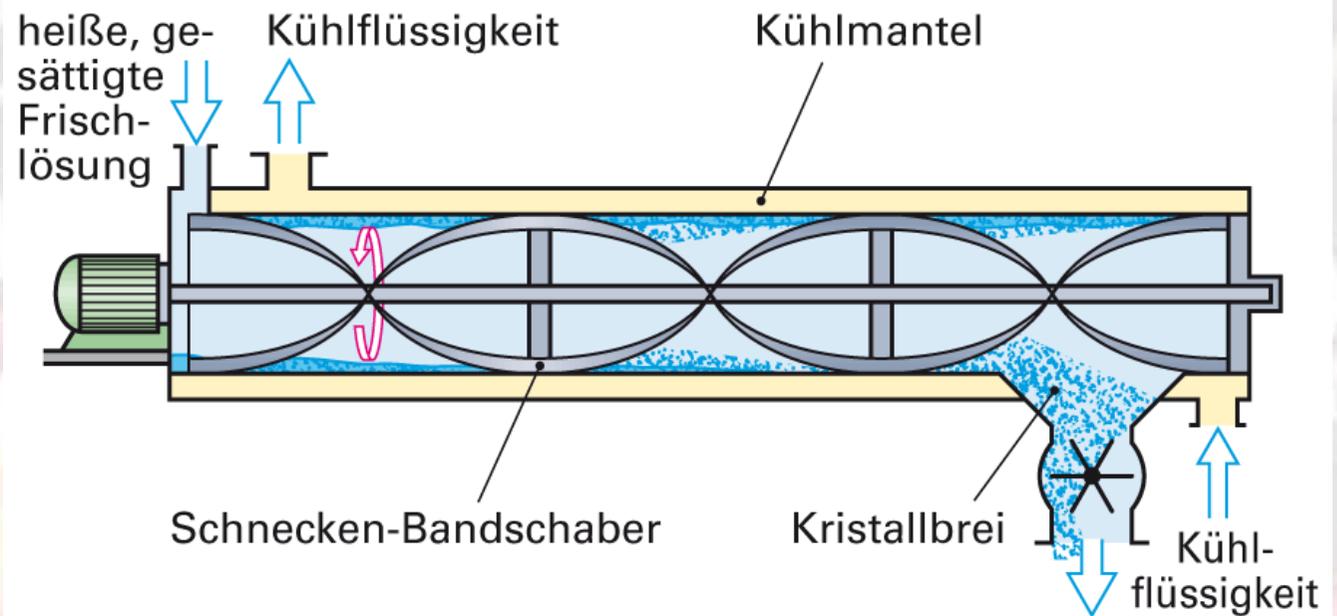
Kühlung

Rührkessel - Kristallisator

Walzen - Kristallisator

Band - Kristallisator

Rohr - Kristallisator



Kristallisation

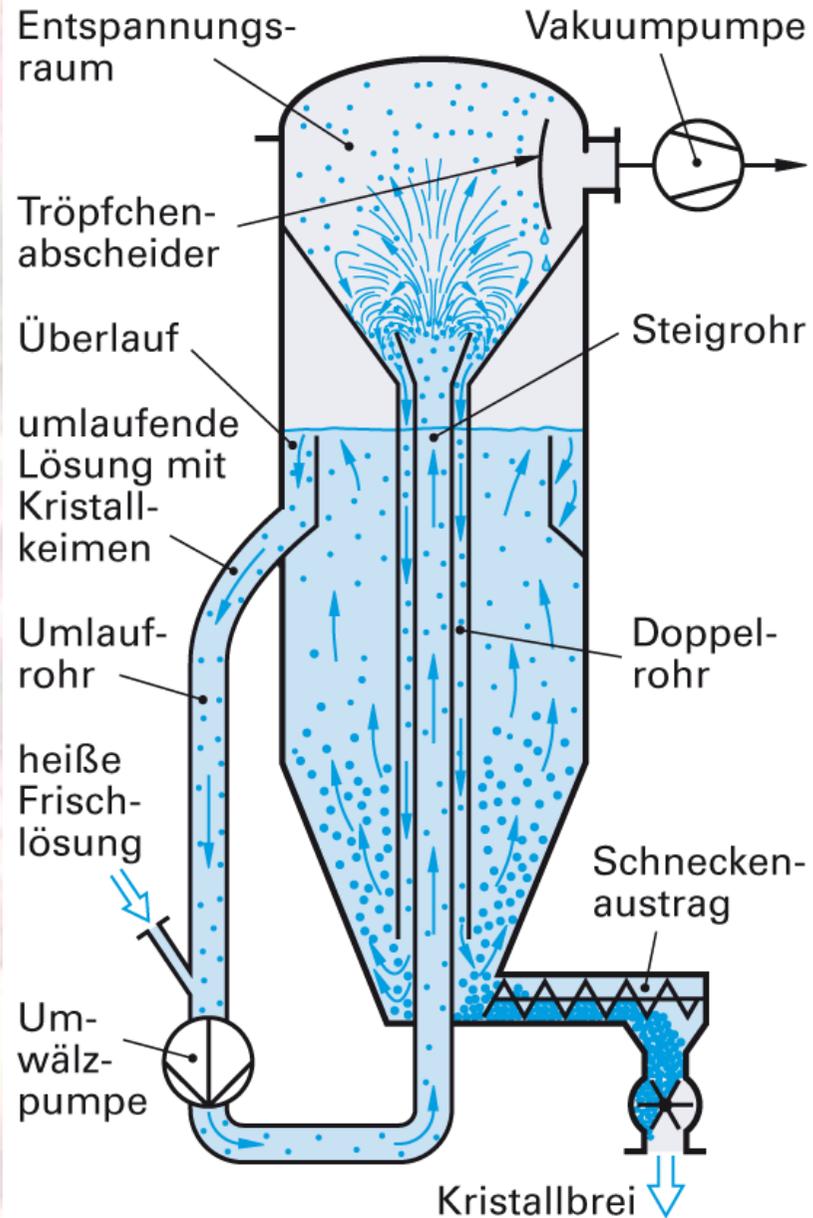
Apparate

Verdampfung

Kühlung

Vakuum

Umlaufkristallisator



Kristallisation

Apparate

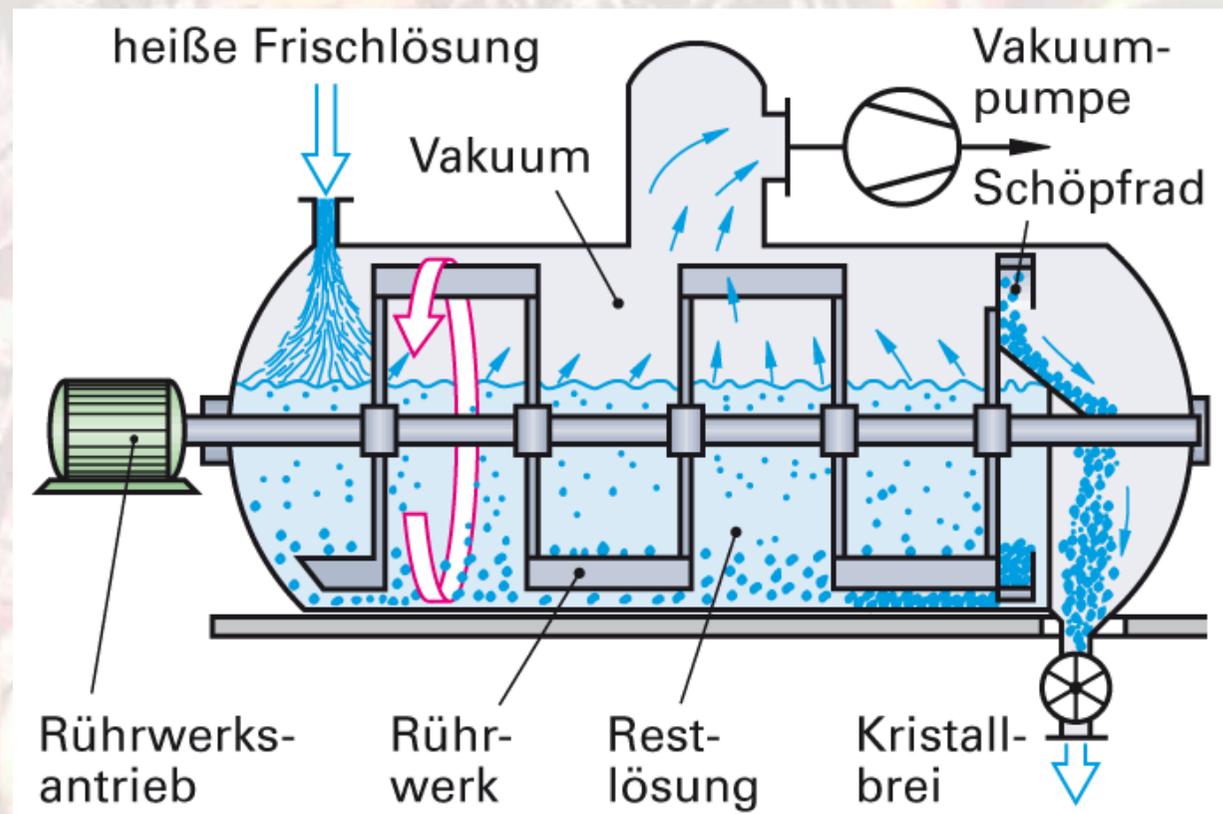
Verdampfung

Kühlung

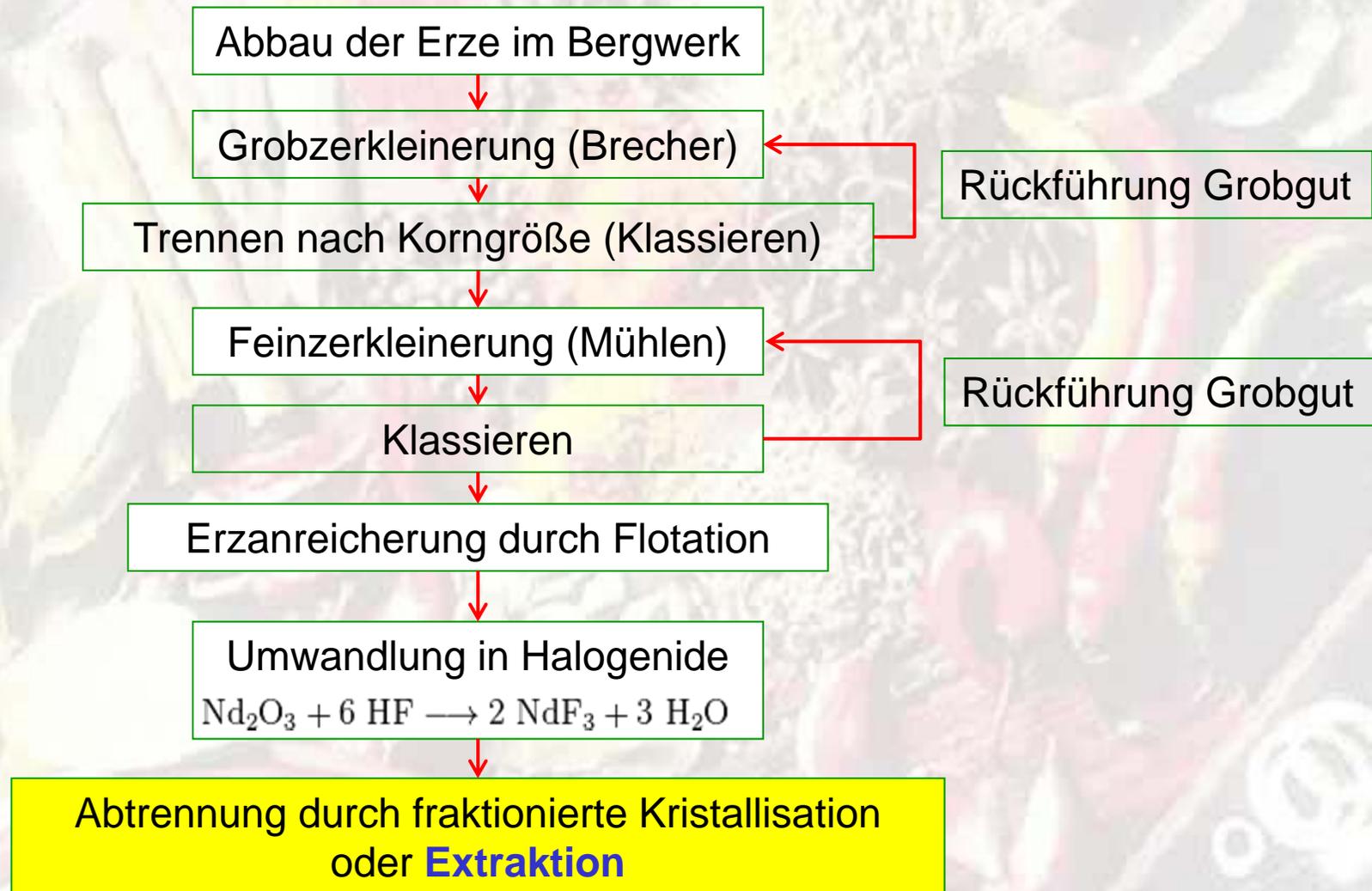
Vakuum

Umlaufkristallisator

Rührwerkskristallisator

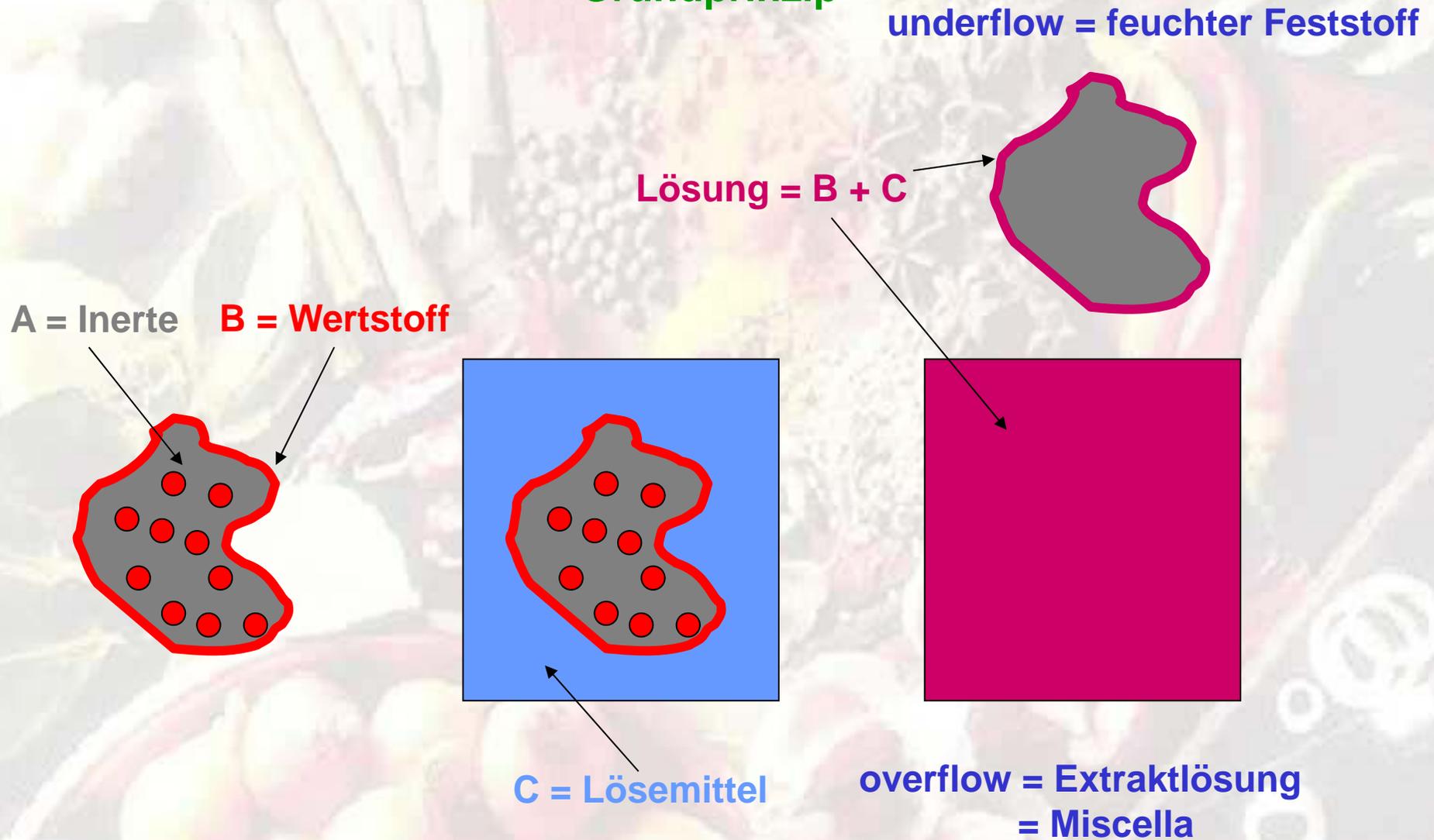


Herstellungsprozess Neodym



Feststoff - Extraktion

Grundprinzip



Feststoff - Extraktion

Wichtigste Lösemittel

Kohlenwasserstoffe (Benzin, Hexan)

Benzol

Schwefelkohlenwasserstoffe

Ethylether

Aceton

chlorierte KW

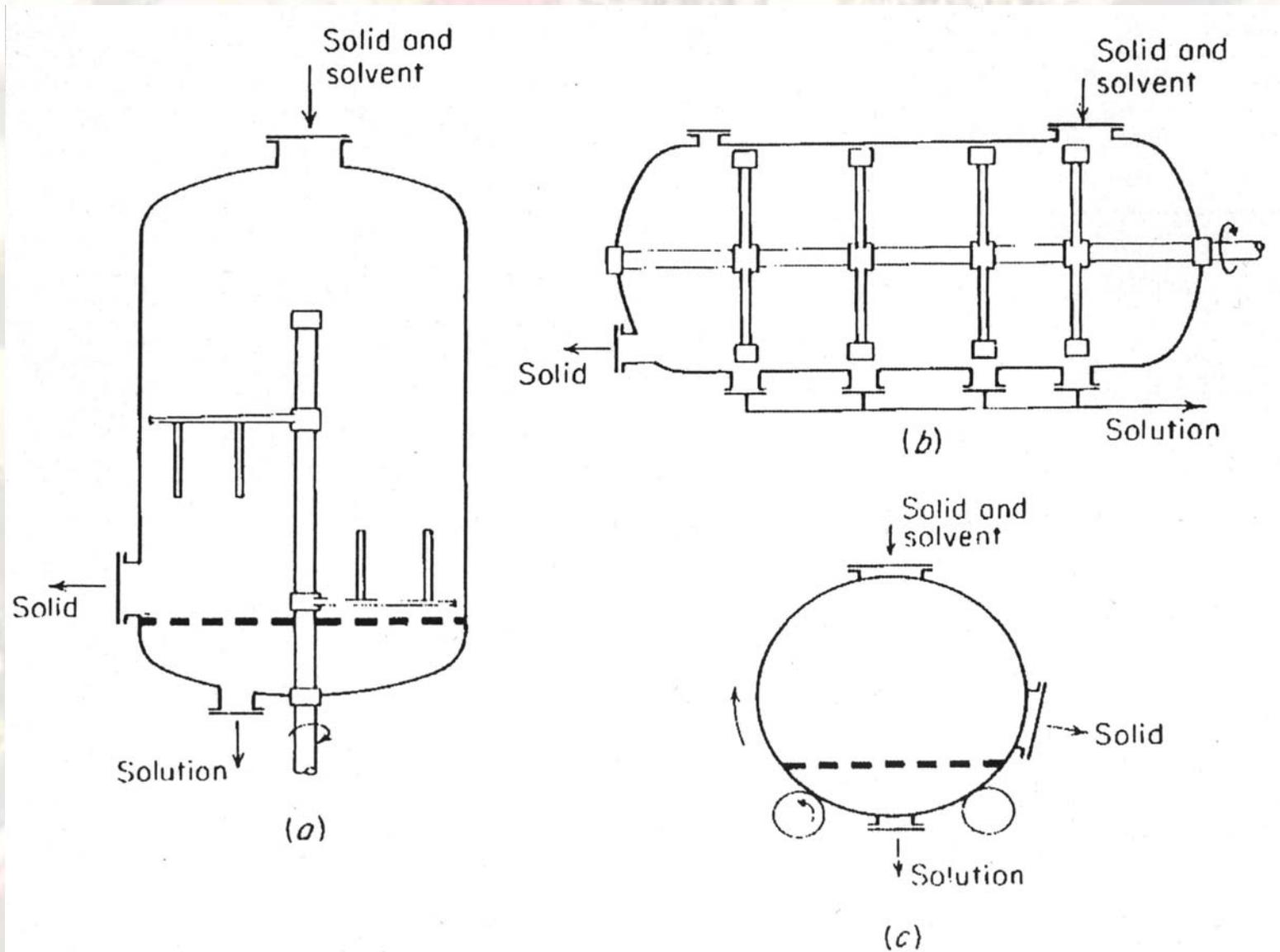
Isopropanol

Ethanol

Wasser

Gemische von Lösemitteln

Diskontinuierliche Extraktion



Kontinuierliche Extraktion

Durchlaufverfahren

Lösemittel läuft durch ruhendes Gut

Voraussetzung: gute Perkolationseigenschaften des Gutes

Vorteile:

keine mechanische Beanspruchung des Gutes

Selbstfiltration

Eintauchverfahren

Vermischung von Extraktionsgut und Lösemittel

Vorteile:

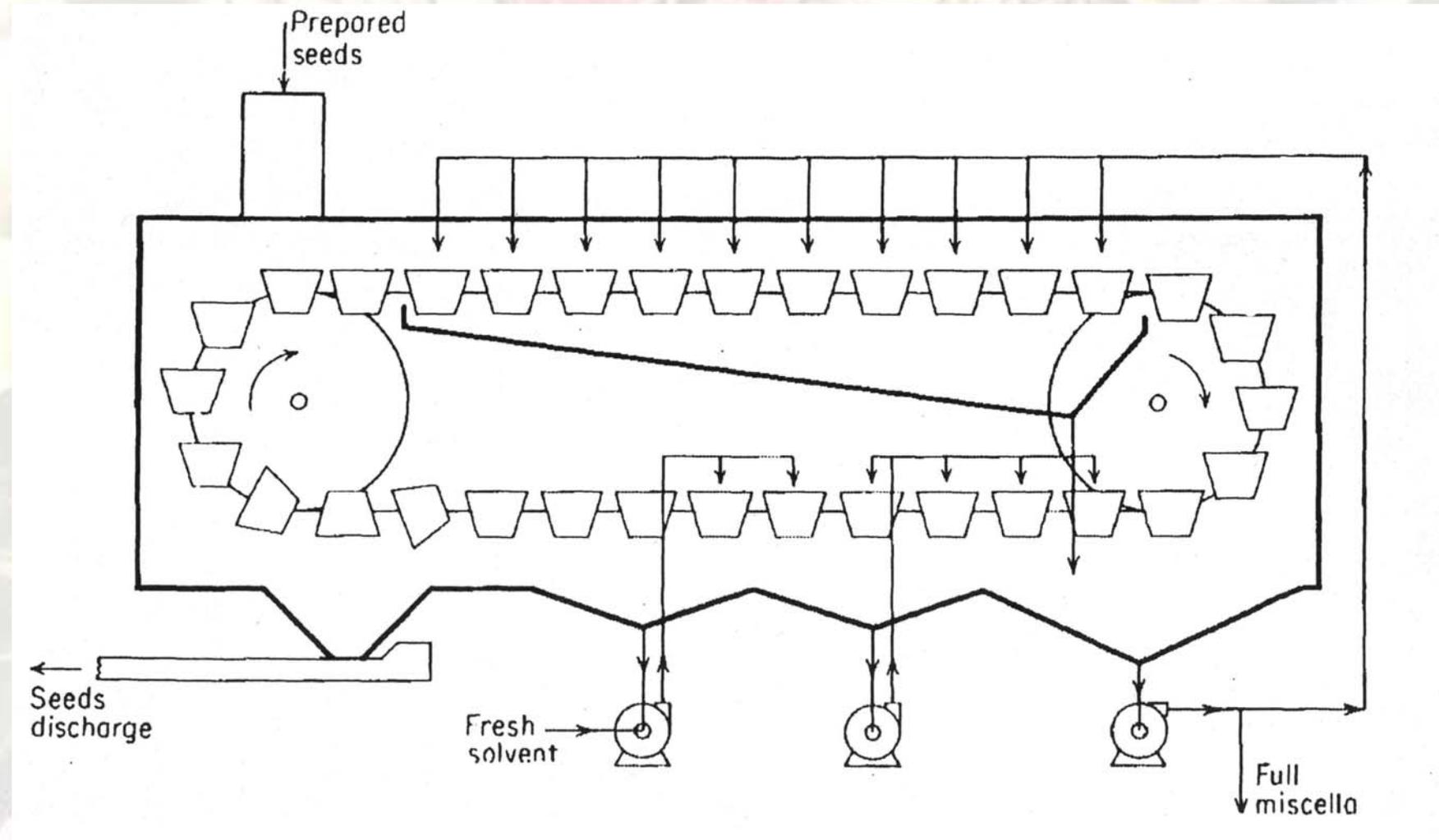
keine Anforderung an Perkolationseigenschaften

Nachteil:

keine Selbstfiltration

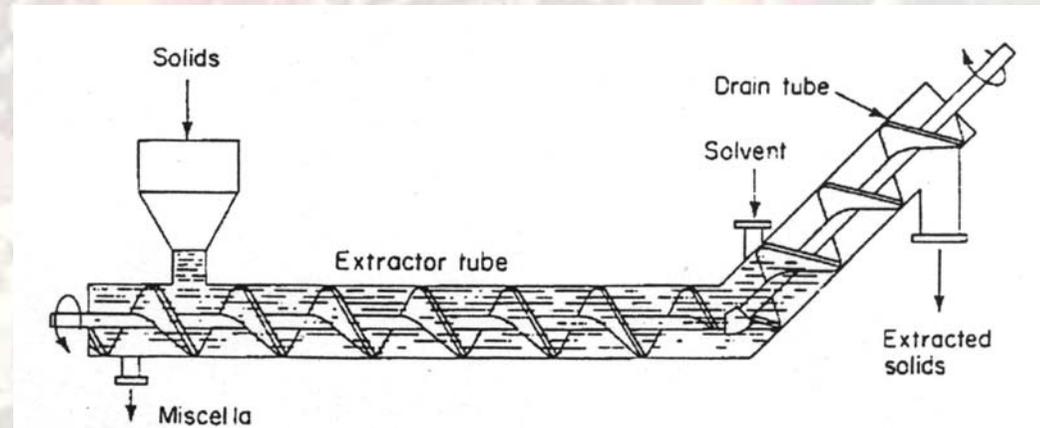
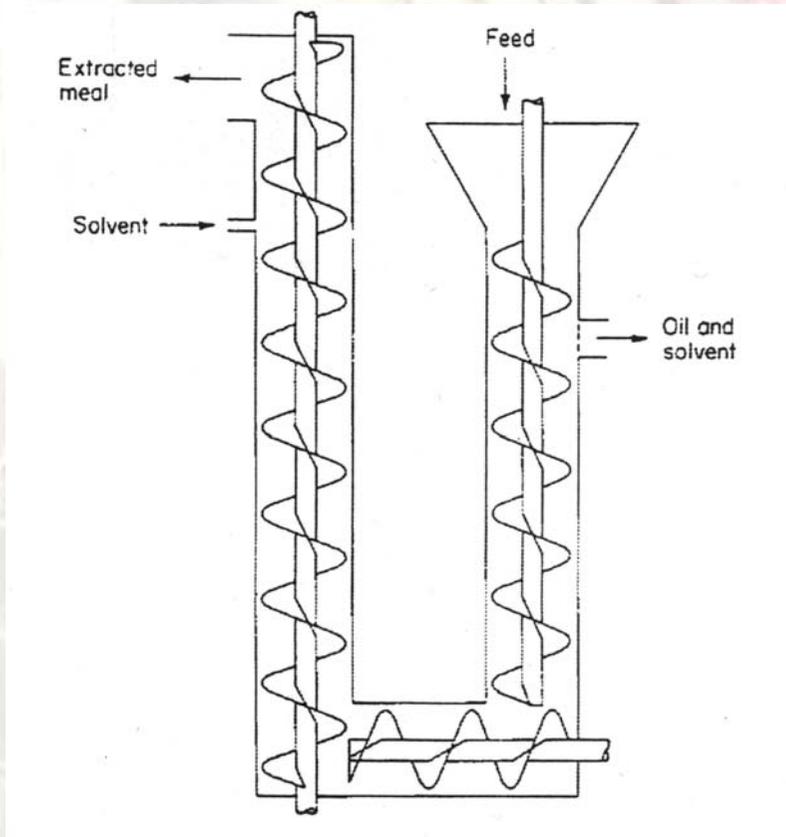
Kontinuierliche Extraktion

Kontinuierlicher Horizontalextraktor



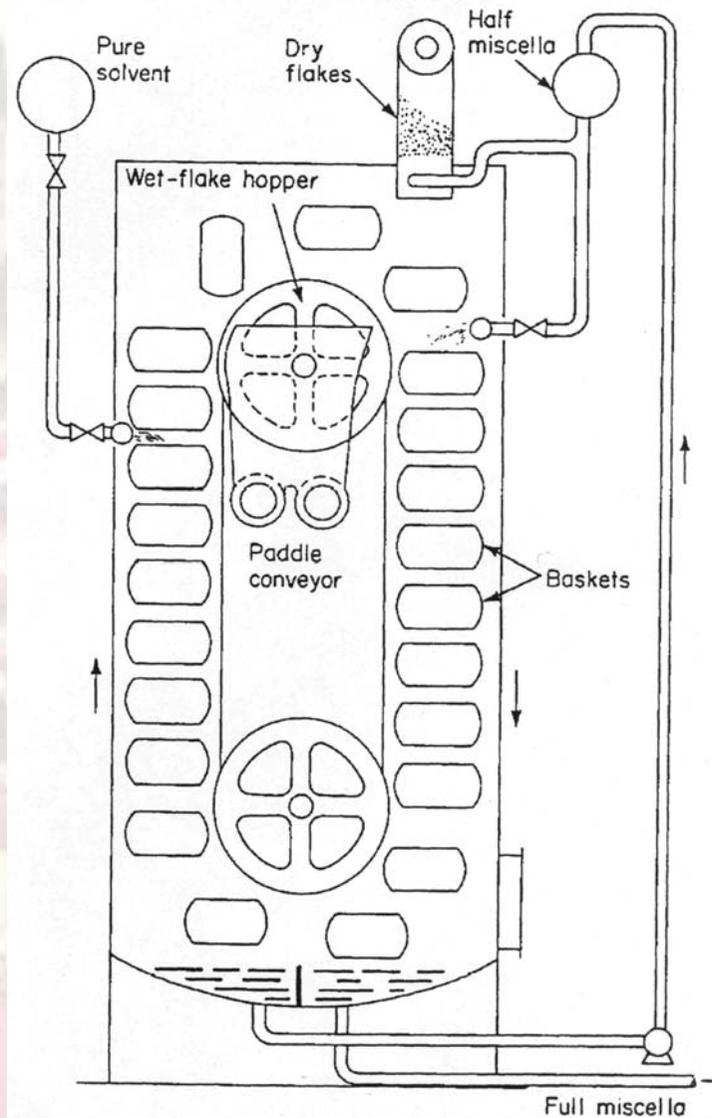
Kontinuierliche Extraktion

Hildebrandt - Extraktor



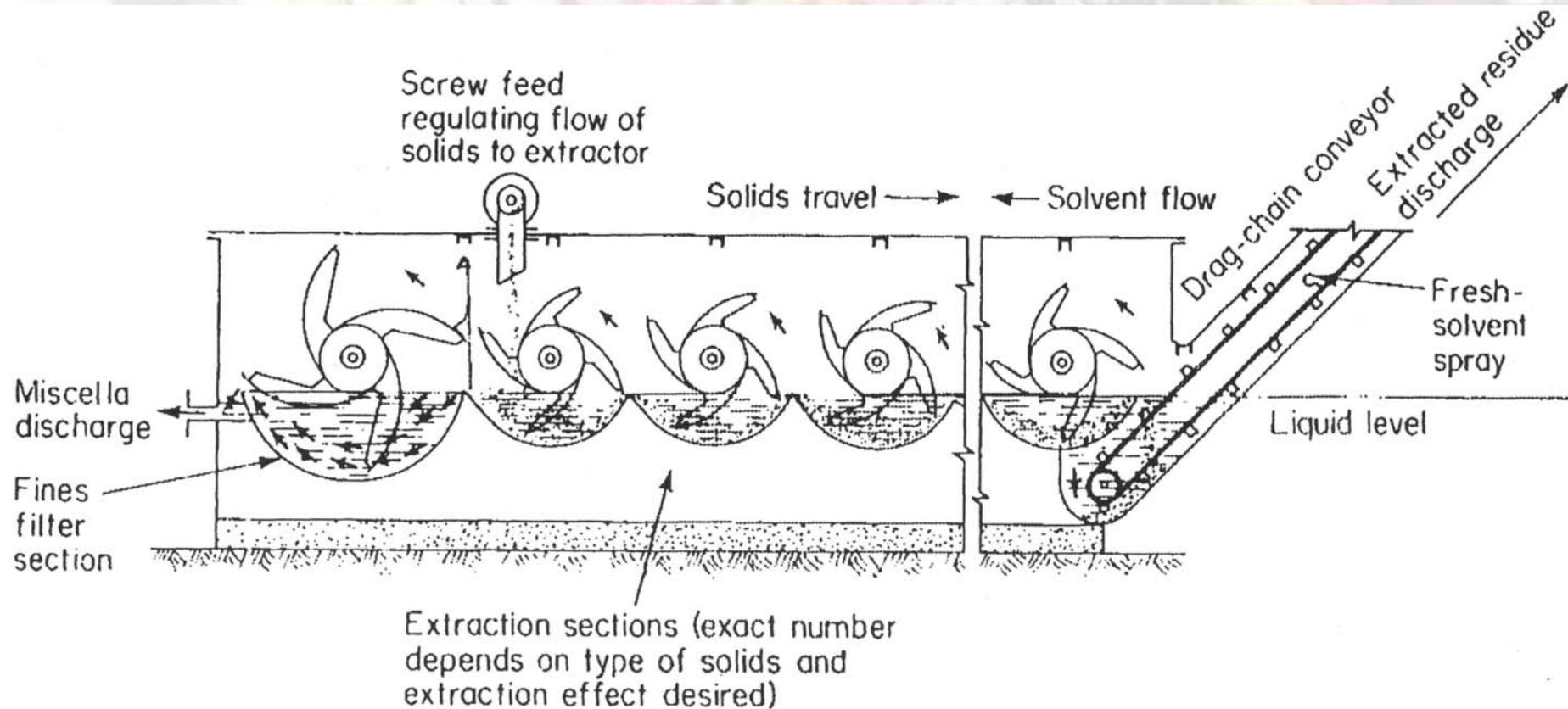
Kontinuierliche Extraktion

Bollmann - Extraktor



Kontinuierliche Extraktion

Kennedy - Extraktor



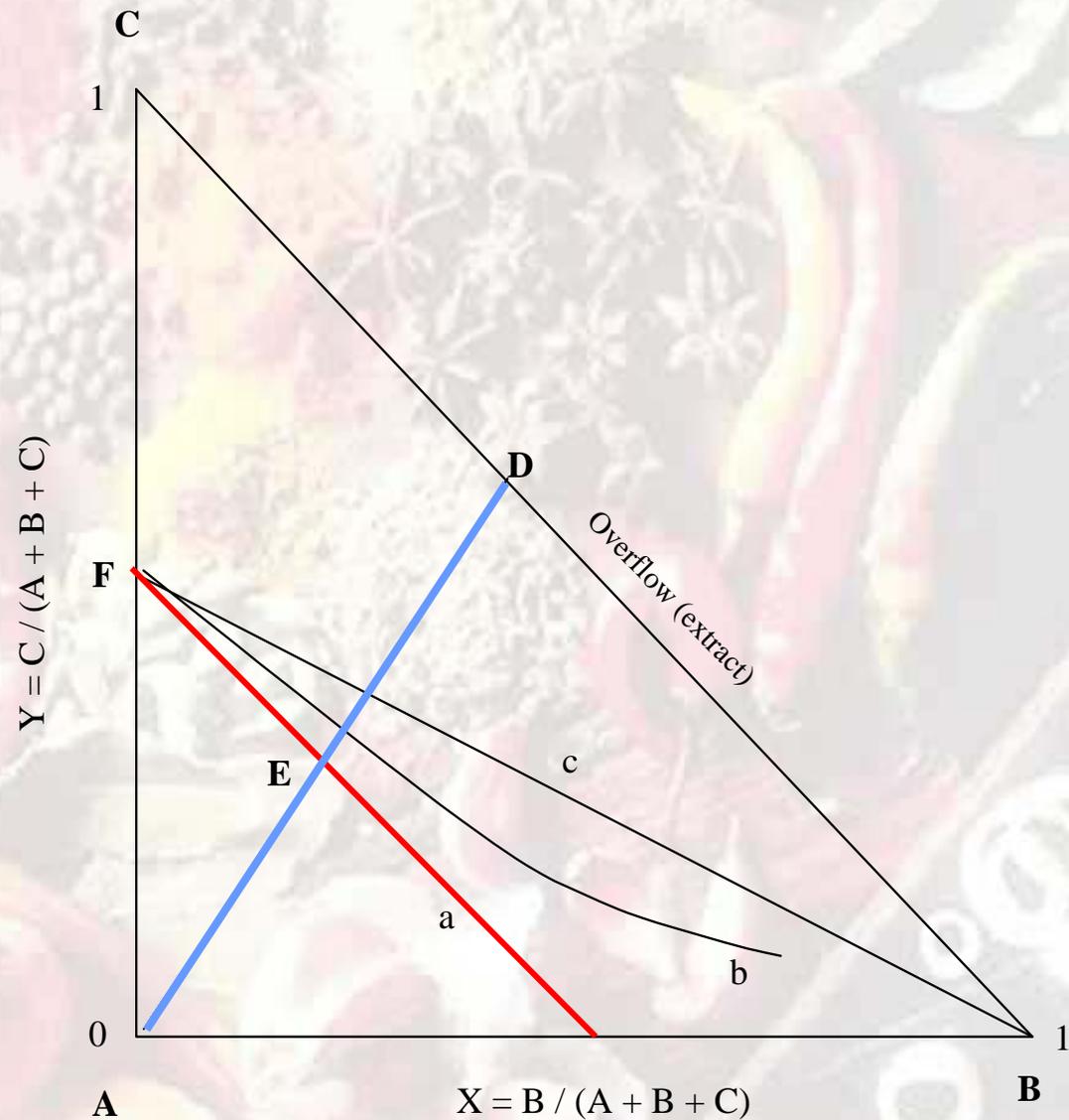
Diagramme

Rechtwinkeliges Dreiecksdiagramm

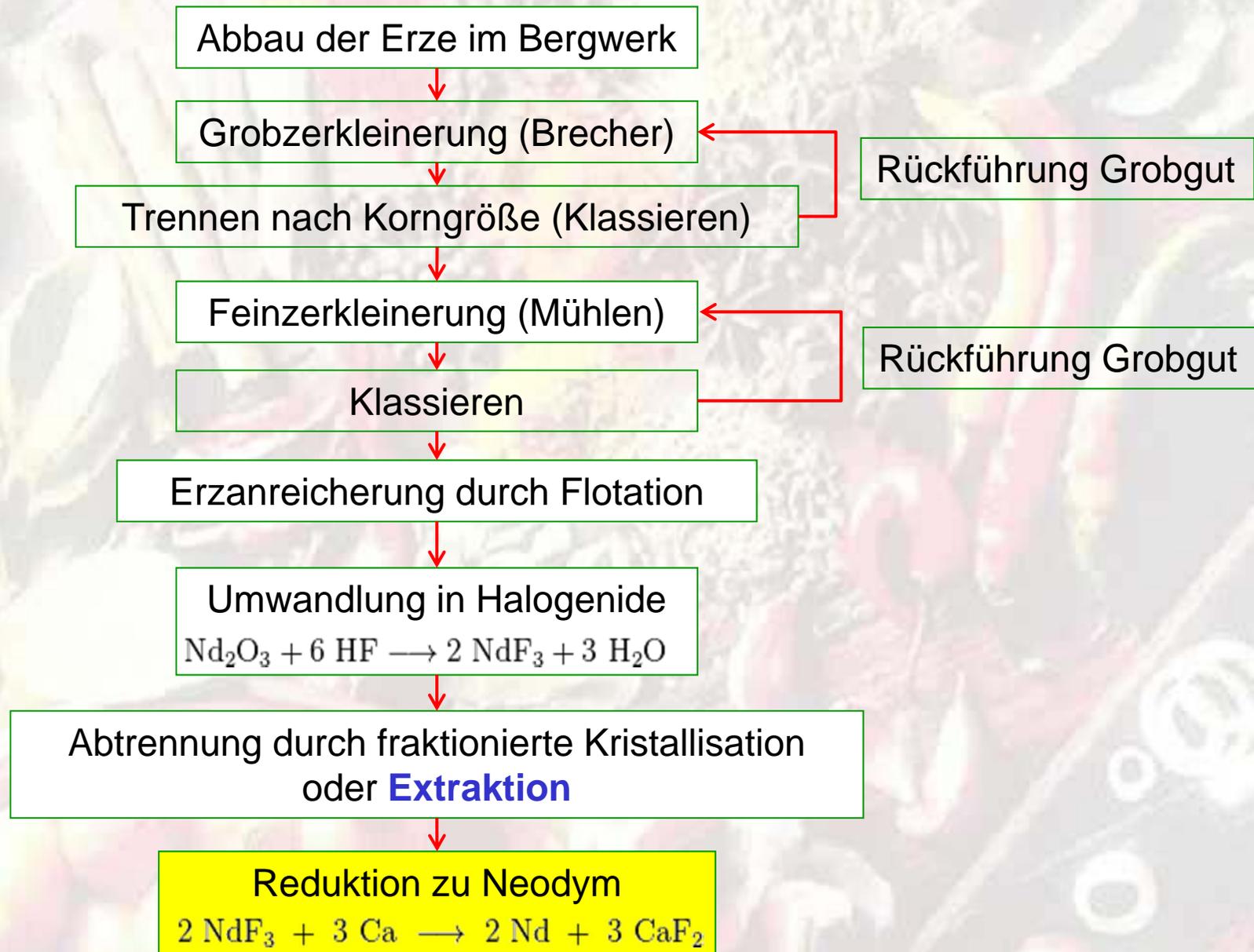
a ... konstanter Underflow

b ... variabler Underflow

\overline{DE} ... Konnode



Herstellungsprozess Neodym



Inhalt Gruppenarbeit Umwelt-/Verfahrenstechnik

Erstellung eines Verfahrensschemas

Dimensionierung der erforderlichen Prozessschritte

Umwelttechnische Betrachtung (Substanzen, Lösemittel)

Betrachtungen zum Recycling