

Kontinuierliche Eindampfung und Entgasung von Polymerschmelzen

Andreas Diener

Roland Kunkel

LIST AG

VDI Wissensforum / VDI Kunststofftechnik/Aufbereitungstechnik
Jahrestagung November 2006 in Köln



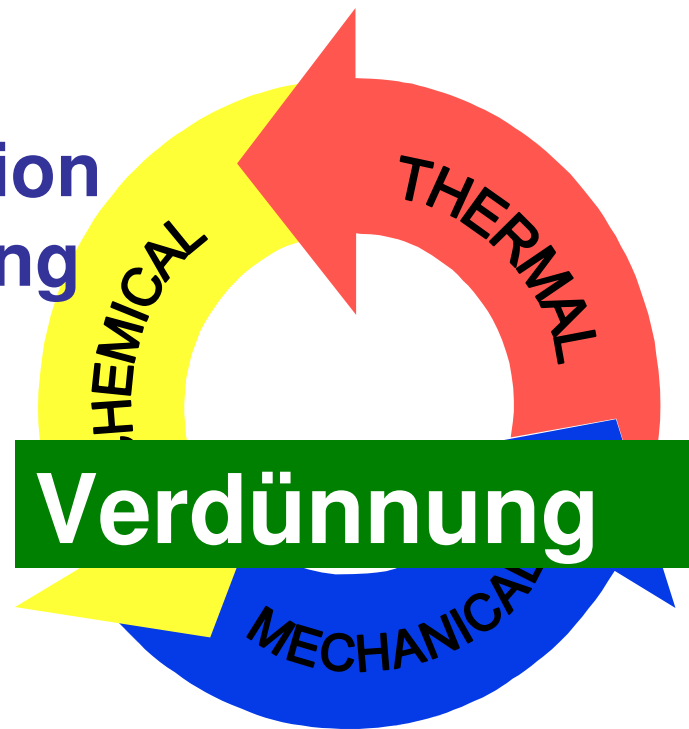
- **Polymerprozesse**
- **Aufbereitung und Finishing von Polymeren**
- **Knetertechnologie in der Polymeraufbereitung**
- **Wirtschaftlichkeit**

- **Polymerprozesse**
- **Aufbereitung und Finishing von Polymeren**
- **Knetertechnologie in der Polymeraufbereitung**
- **Wirtschaftlichkeit**

Bekannte Polymerprozesse

Polymerisation
Polykondensation
Compoundierung
Blendung

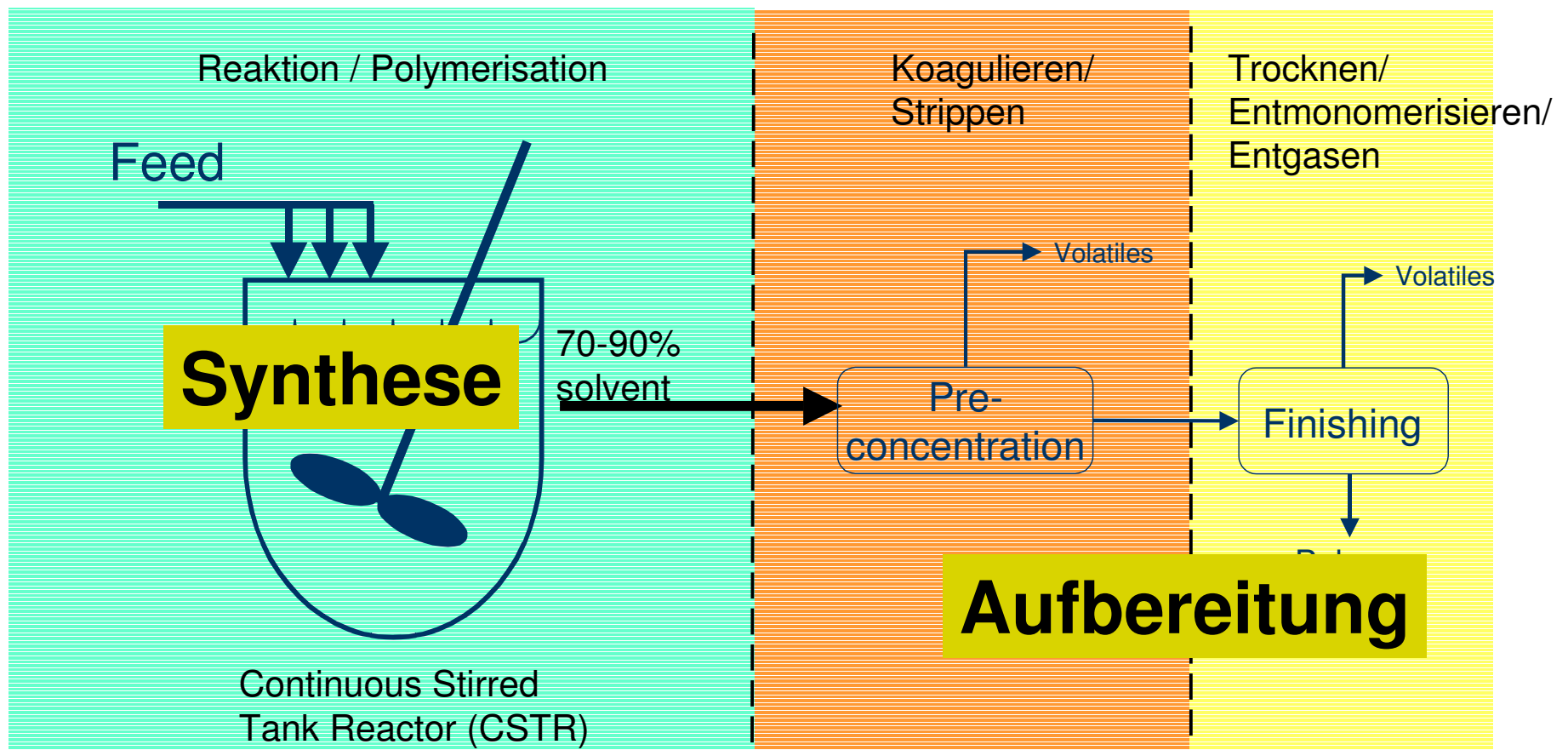
Strippung
Trocknung
Eindampfung
Ausgasung



Limitierungen

- | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| - thermisch | - schlechter Wärmeübergang | (Krusten/Schädigung) |
| - mechanisch | - maximal zulässige Viskositäten | (Fließfähigkeit/Schädigung) |
| - chemisch | - Konzentration + Reaktionsenthalpie | (Kinetik/Schädigung) |

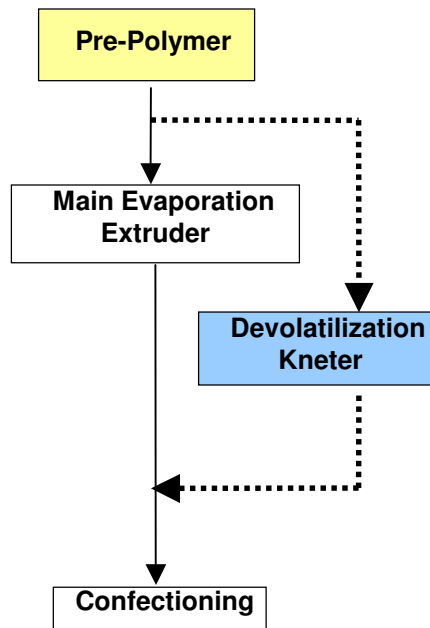
Vereinfachtes Beispiel für einen typischen Polymer-Prozess



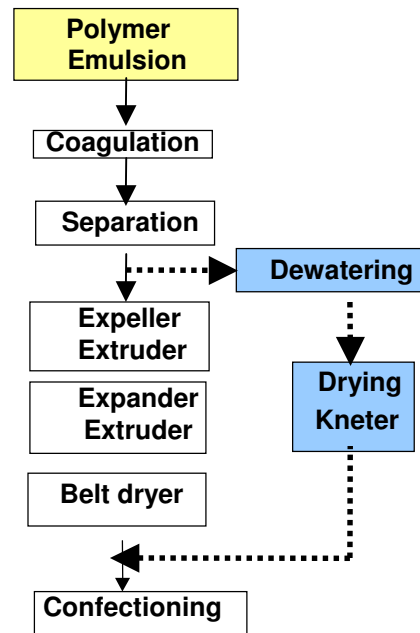
- **Polymerprozesse**
- **Aufbereitung und Finishing von Polymeren**
- **Knetertechnologie in der Polymeraufbereitung**
- **Wirtschaftlichkeit**

Aufbereitung und Finishing von Polymeren

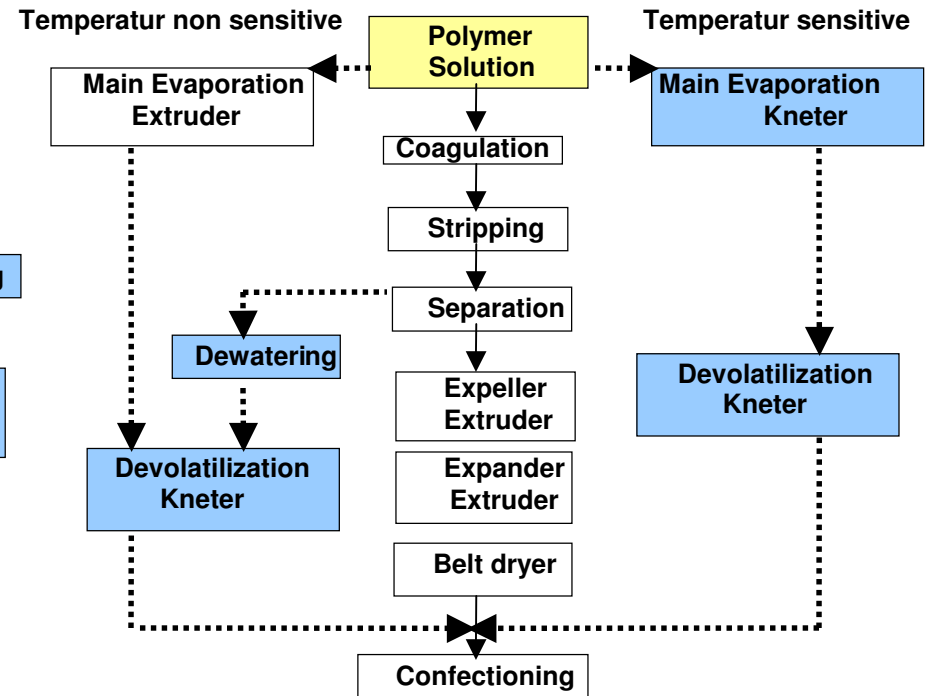
Bulk Polymerization



Polymerization in Emulsion

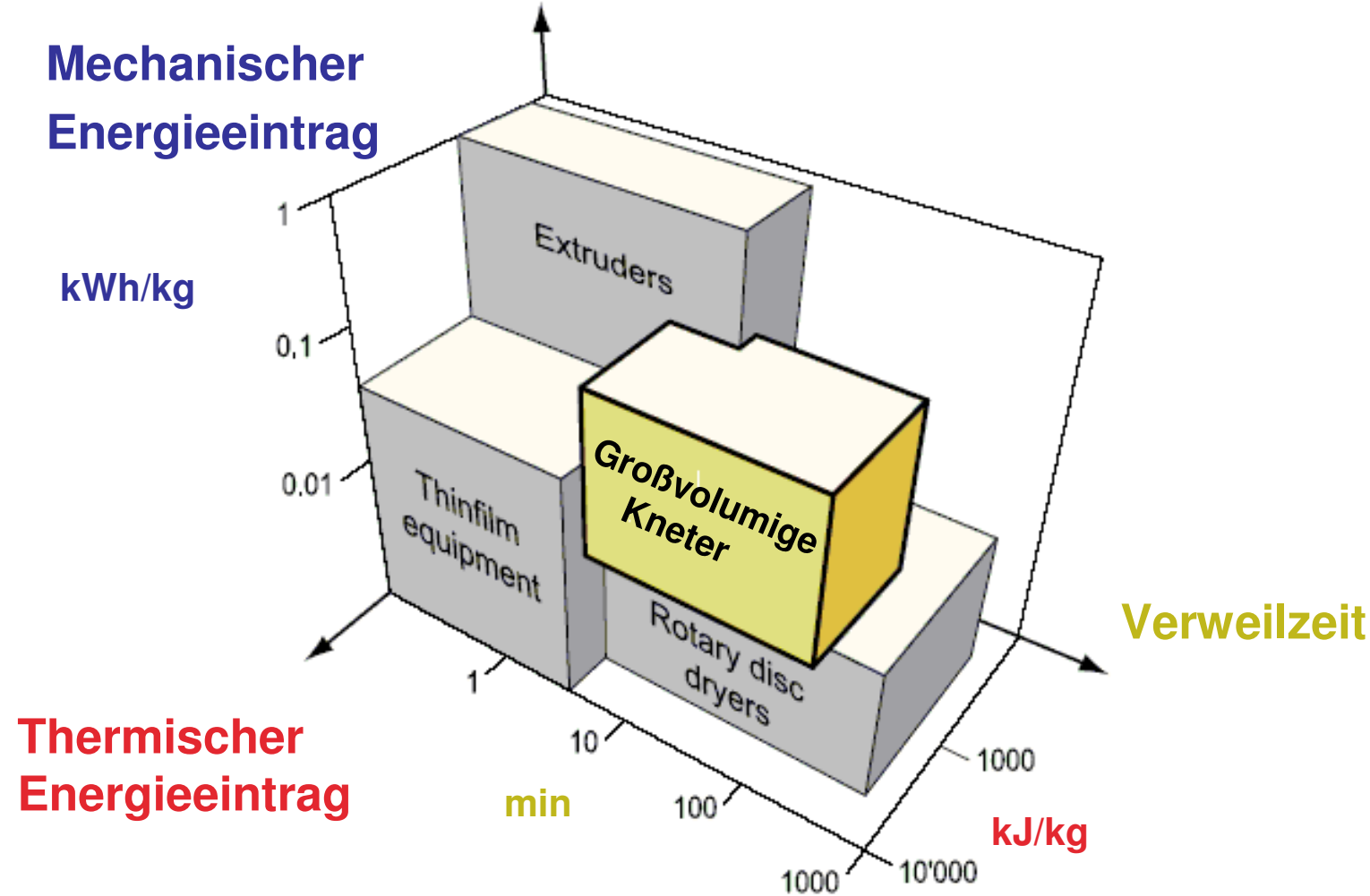


Polymerization in Solution



- **Polymerprozesse**
- **Aufbereitung und Finishing von Polymeren**
- **Knetertechnologie in der Polymeraufbereitung**
- **Wirtschaftlichkeit**

Großvolumige Kneteter in der thermische Hochviskos-Prozesstechnik



Strippen einer Polymerlösung

alternativ

Direktausdampfen des Lösungsmittels

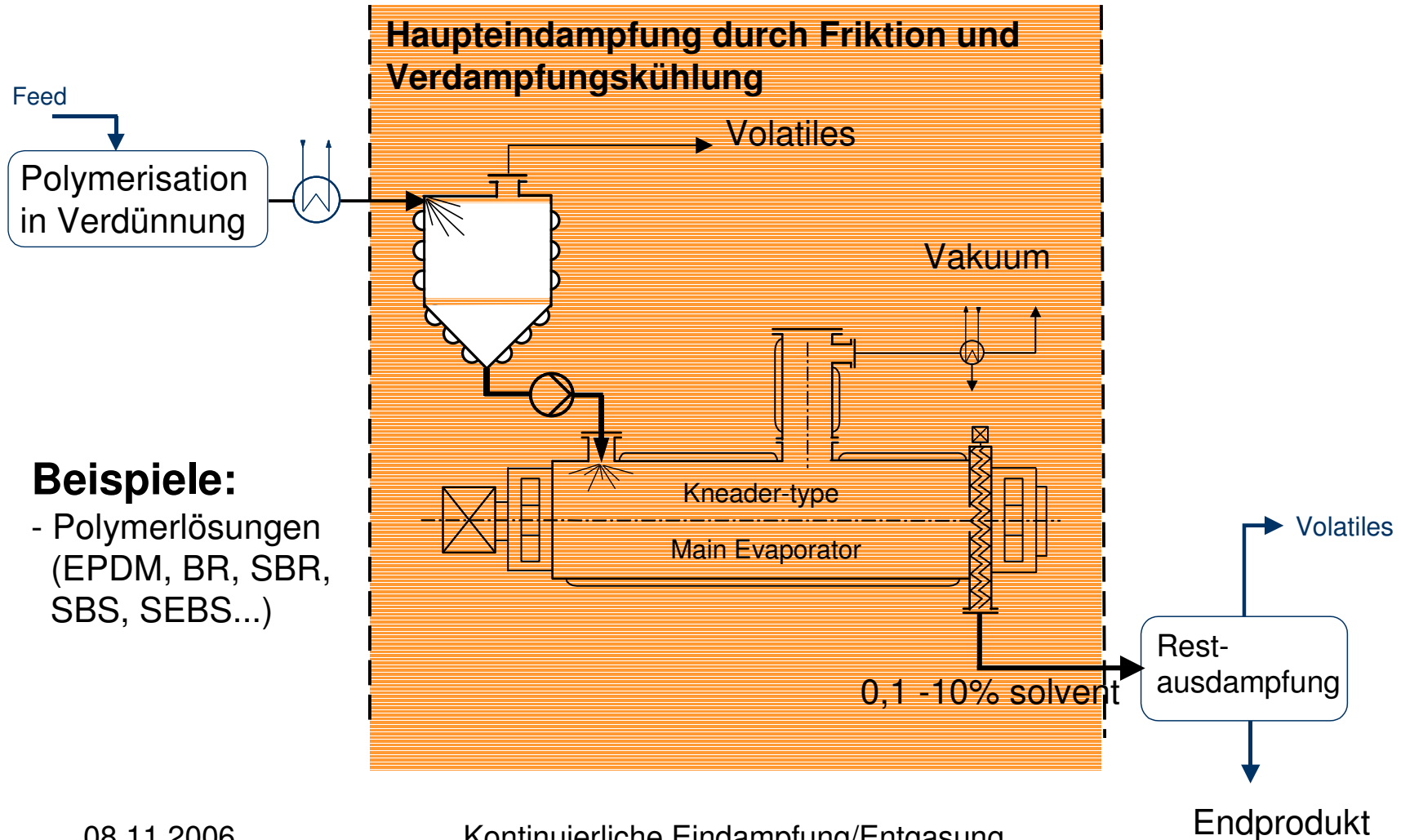
08.11.2006

Kontinuierliche Eindampfung/Entgasung
von Polymerschmelzen

10



Direktausdampfen des Lösungsmittels



Beispiele:

- Polymerlösungen (EPDM, BR, SBR, SBS, SEBS...)

08.11.2006

Kontinuierliche Eindampfung/Entgasung von Polymerschmelzen



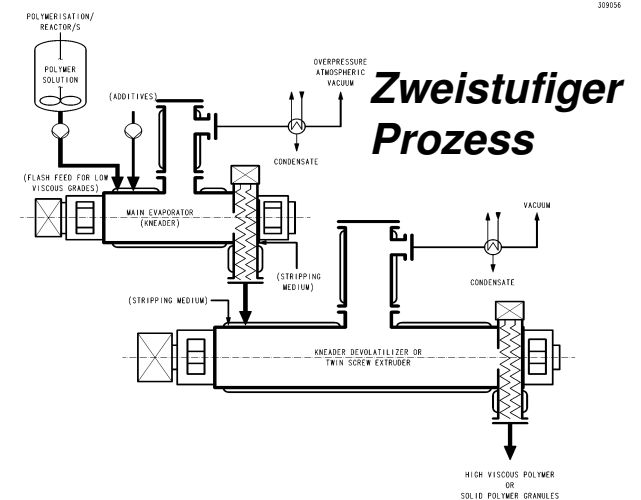
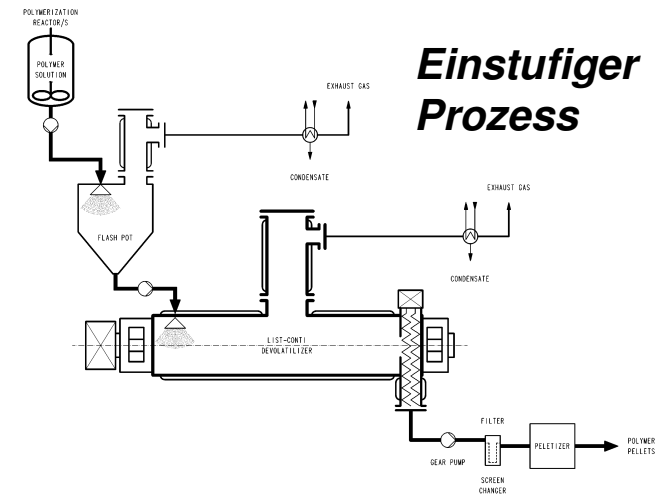
Direktausdampfen des Lösungsmittels

Merkmale

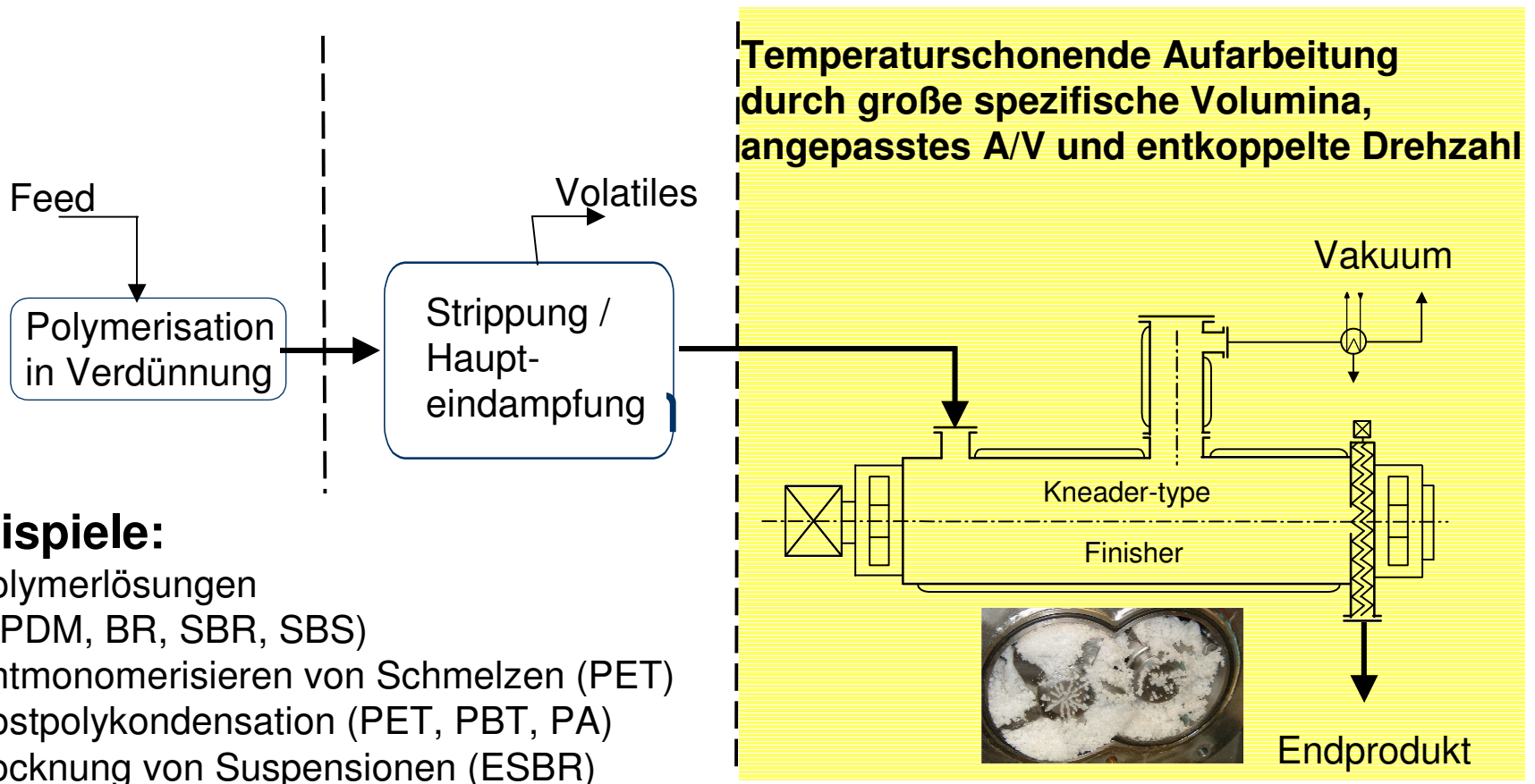
- Temperaturstabile Polymere (EPDM):
Flash und einstufige Hauptausdampfung bis Restlösemittelgehalte von **100 ppm**
- Temperaturempfindliche Polymere (BR):
Zweistufige Ausdampfung bestehend aus der Hauptausdampfung bis 10% und Restausgasung bis **100 ppm**
- Schonende Behandlung ohne Schädigung (niedrige Temperatur / Vakuum)
- Hohe Lösungsmittelrecyclingrate

Prozessparameter /spezielle Arbeitsfenster

- Hauptausdampfung (Pat.)
Energieeintrag über Friktion (0,3 kWh/kg)
Verdampfungskühlung
- Restausgasung (Pat.)
Energieeintrag über Friktion (< 0,05 kWh/kg)
Kühlung über die Wärmeübergangsflächen
Partialdruckerniedrigung durch Vakuum



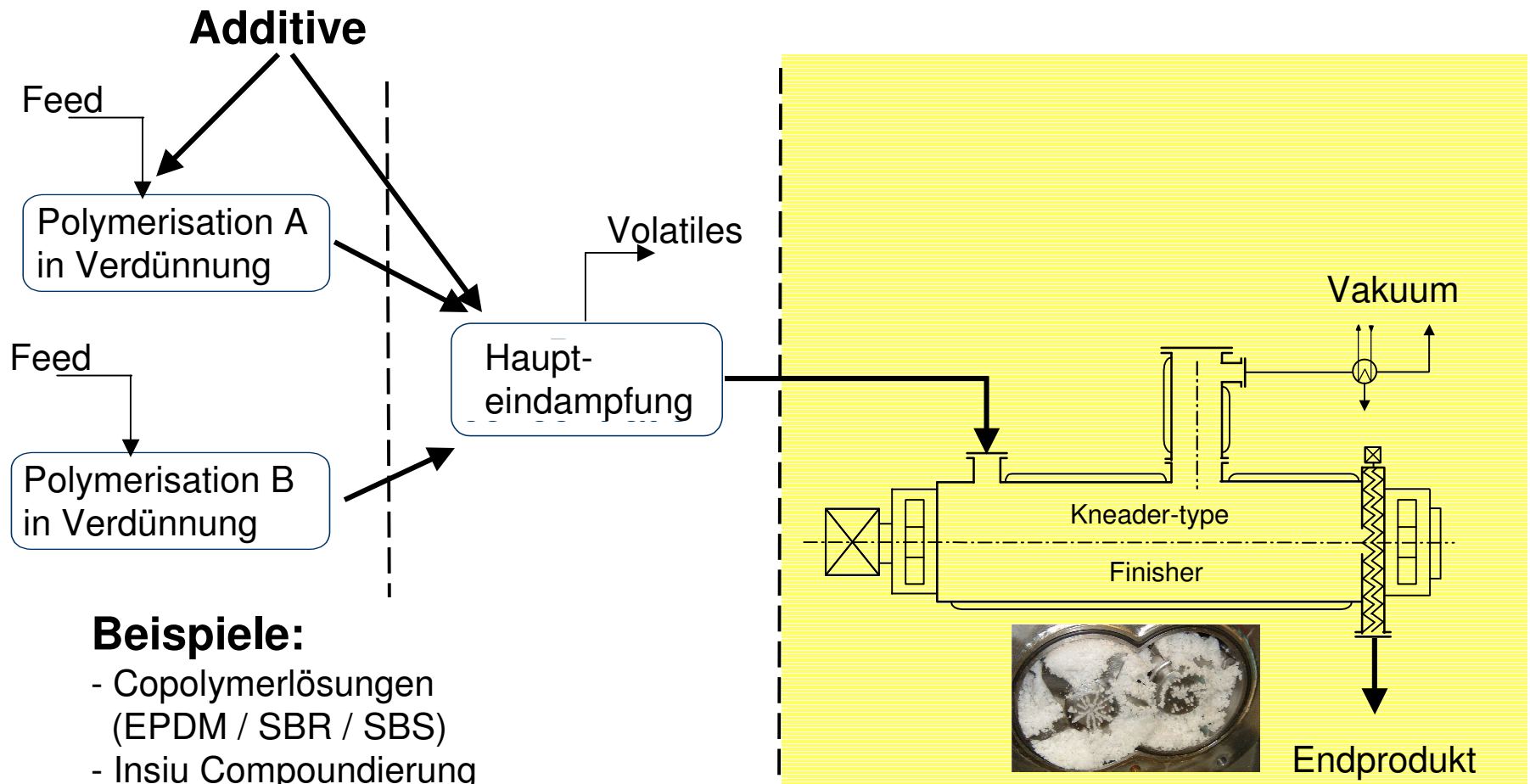
Restausgasen - Trocknen



Beispiele:

- Polymerlösungen (EPDM, BR, SBR, SBS)
- Entmonomerisieren von Schmelzen (PET)
- Postpolykondensation (PET, PBT, PA)
- Trocknung von Suspensionen (ESBR)

Eindampfen von Copolymerlösungen (SBR / EPDM)



Beispiele:

- Copolymerlösungen (EPDM / SBR / SBS)
- In-situ Compoundierung mit Füllstoffen oder Trägerstoffen

Vermeiden von Lösungsmitteln im Prozess:

Polymerisation in Lösung oder Emulsion alternativ **Masse-Polymerisation**

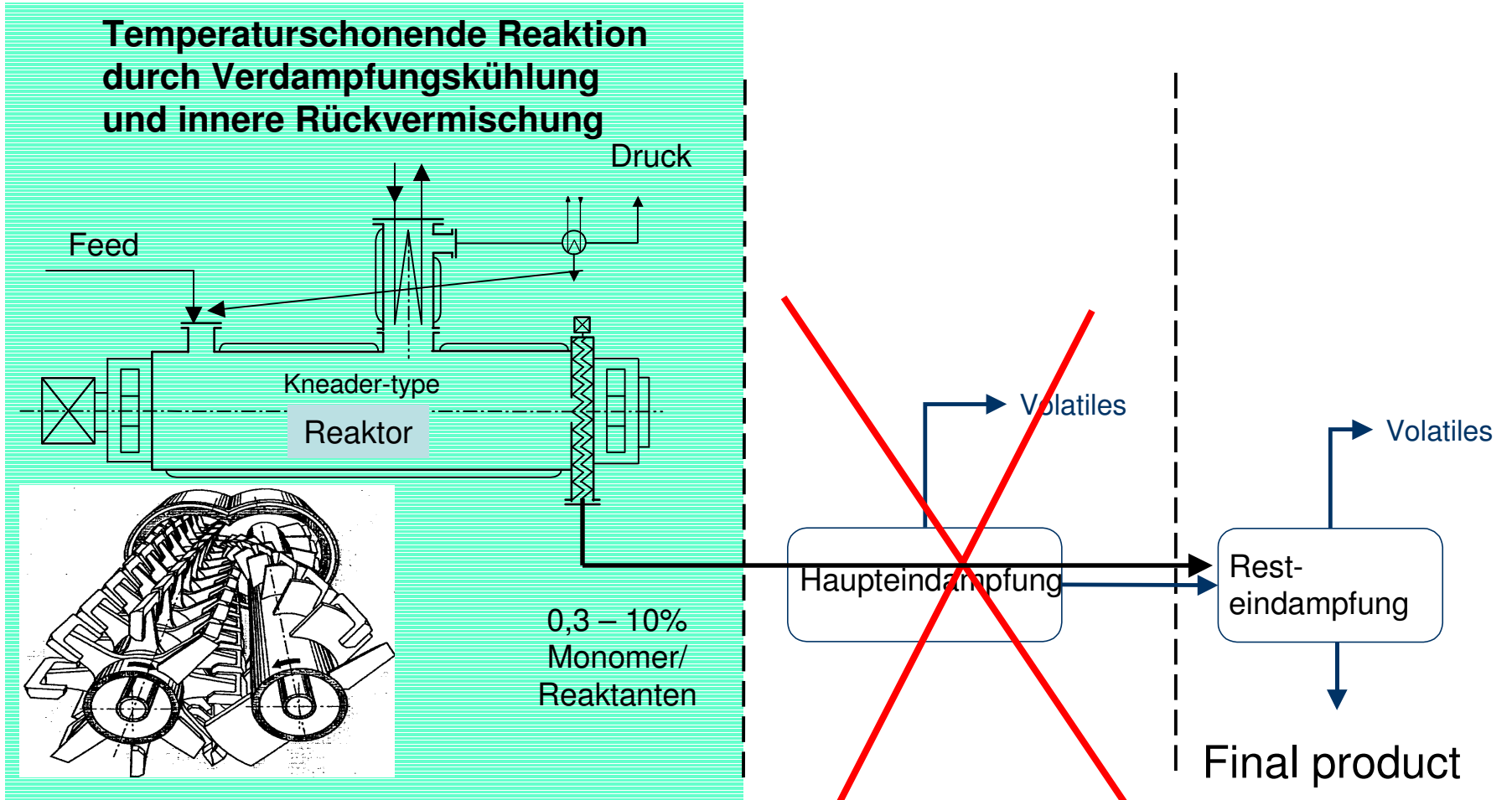
08.11.2006

Kontinuierliche Eindampfung/Entgasung
von Polymerschmelzen

15



Masse-Polymerisation



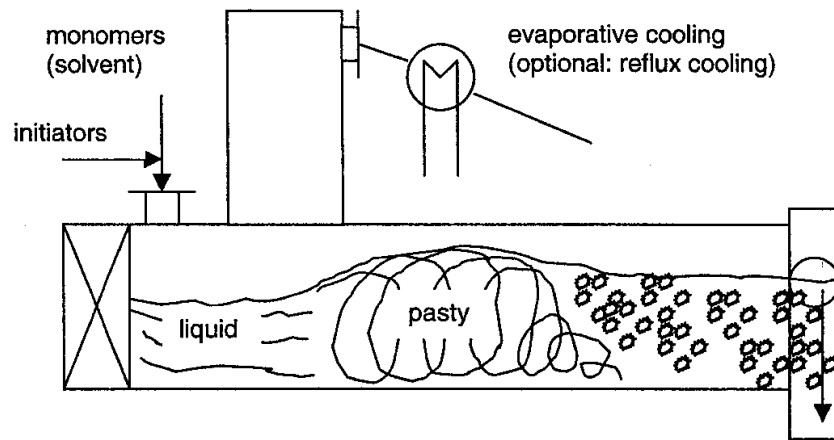
08.11.2006

Kontinuierliche Eindampfung/Entgasung von Polymerschmelzen

16



Masse-Polymerisation



Merkmale

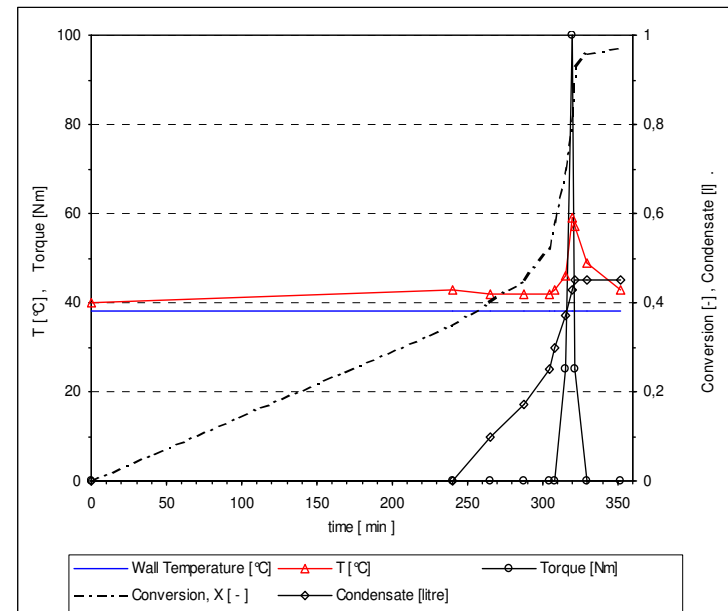
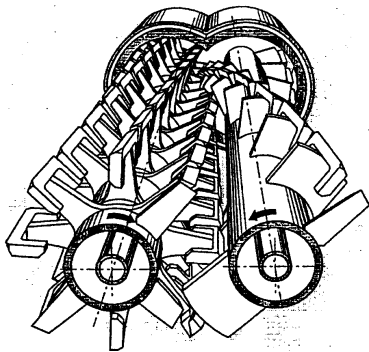
- Enger Arbeitsbereich in der viskosen Phase
- Verdampfungskühlung und Rückflusskondensation
- Selbstreinigung und hohe Oberflächenerneuerungsrate

Glasübergangspunkt

- unterhalb T_g als Granulat
- oberhalb T_g als Schmelze

Beispiele:

- POM, PMMA, PVAc
- Cellulose- Stärkeacetat
- Melamin (HMM), SAP
- Harze (Urea), Silicone
- Polykondensationen.....



08.11.2006

Kontinuierliche Eindampfung/Entgasung
von Polymerschmelzen

17



Potential für Polymerprozesses mit Knetern

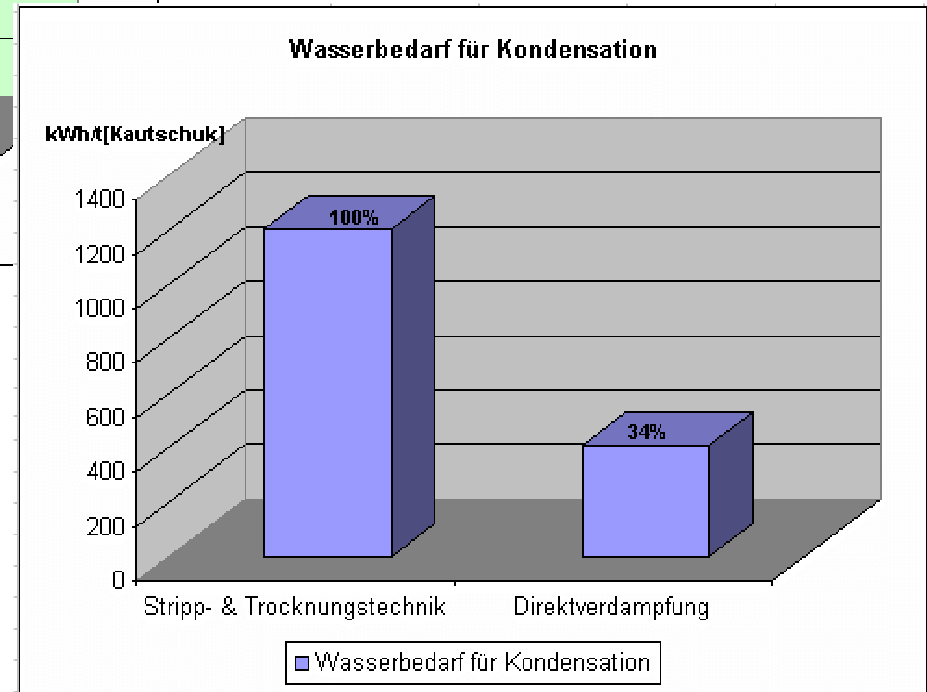
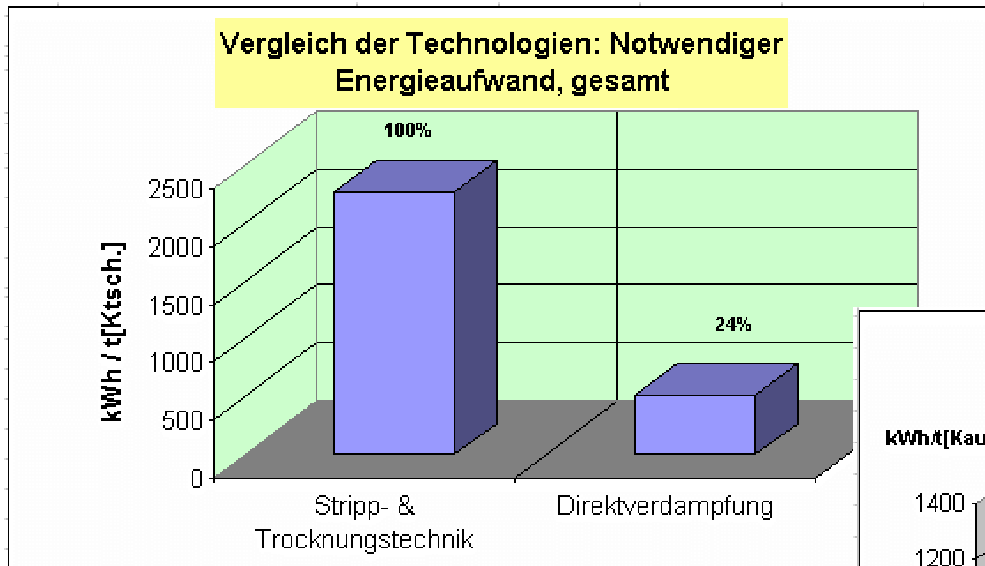
- | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| - Höhere Prozesseffizienz | Weniger Hilfsstoffe | Geringere Kosten |
| - Geringerer Energieverbrauch | Direkter Umsatz | Geringere Kosten |
| - Geringerer Platzbedarf | Kompakte Anlage | Geringere Kosten |
| - Bessere Umweltverträglichkeit | Keine Restlösemittel/Resthilfsstoffe | |

Prozessbeeinflussung

- | | |
|--|--|
| - Absenken der Produkttemperatur
(Vakuum) | Vermeidung von Schädigung
langsamere Reaktionsgeschwindigkeit |
| - Verdampfungskühlung
(Flashkühlung) | Rückflusskondensation
Monomerrückführung |
| - Zwangsförderung
(Drehzahl/Durchsatz) | Stoffgemische handhabbar machen
Energieeintrag über Thermik / Dissipation |
| - Stoffaustausch
(große freie Volumina) | Oberflächenerneuerung (Kinematik) |

- **Polymerprozesse**
- **Aufbereitung und Finishing von Polymeren**
- **Knetertechnologie in der Polymeraufbereitung**
- **Wirtschaftlichkeit**

Energieverbrauch im Vergleich der Aufbereitungstechnologien (Strippen / Direkeindampfung)



08.11.2006

Kontinuierliche Eindampfung/Entgasung von Polymerschmelzen

20

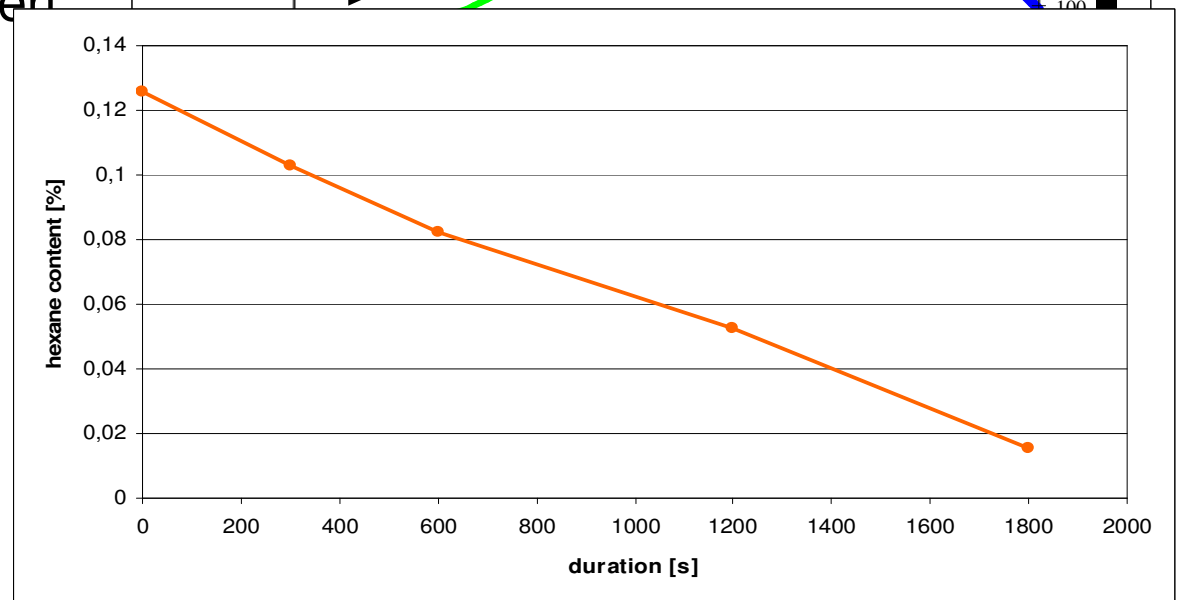
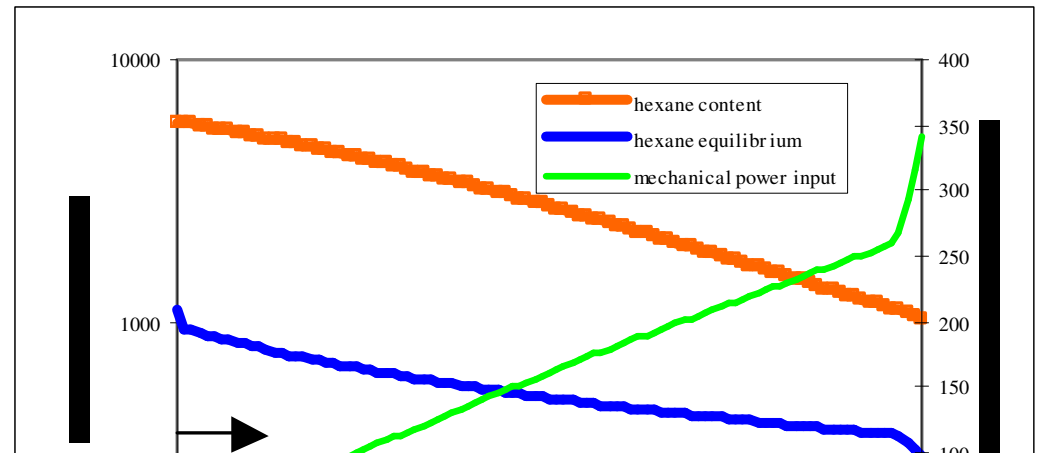


Prozess Simulation für Scale up und Optimierung der Inbetriebnahme

Schrittweiser Entwicklung

des Simulationsprogrammes
für den Devol – Prozess
übertragbar auf
verschiedene Knetergößen
verschiedene Durchsätze
variablen Parametern
und Prozessarten

- BATCH-Knetter, 0,007 m³
- BATCH-Knetter, 0,170 m³
- CONTI-Knetter, 0,017 m³
- CONTI-Knetter, 5 m³



08.11.2006

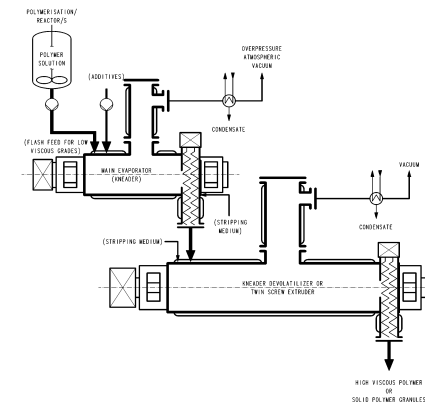
Kontinuierliche Eindampfung/Entgasung
von Polymerschmelzen

21



Prozessentwicklung

Konfiguration der großvolumigen Knetzer in der Pilotanlage Polymersynthese und Polymeraufarbeitung (FHG)



1. Machbarkeitsprüfung /
Rezepturenentwicklung
Laborknetzer
(3 Liter Batch / 5 Liter CONTI)
2. Langzeituntersuchung /
Musterproduktion Pilotknetzer
(100 Liter BATCH / 200 Liter CONTI)
3. Operatortraining
(7 Tage / 24 hour)



Eindampfung
Strippung
Trocknung
Polymerisation
Polykondensation
Reaktion

Copolymer-Eindampfung
Restausgasung
Compoundierung

08.11.2006

Kontinuierlich
von Polymerschmelzen

22

