

# HogMaZ

**Hochleistungsgalvanisieren von Massenteilen in einer Zentrifugenanlage**

## Themen

- Nachteile herkömmlicher Trommelverzinkung
- Ein neues Technologiekonzept
  - Steigerung der Raum/Zeit-Ausbeute
  - Minimierung des elektrischen Widerstandes
  - Cyanidfreie alkalische Verzinkung und katalytischer Zinklösereaktor
  - ZinkOperator
- Stand heute – nächste Schritte

## Nachteile herkömmlicher Trommelverzinkung

- galvanotechnische Anlagen mit hohem Durchsatz nehmen viel **Platz** ein
- beim Betrieb solcher Anlagen kommt es zu **großflächig verteilten Emissionen**, die eine spezielle Peripherie im Hinblick auf Abluft und Abwasser erforderlich machen
- Massenteile werden mit hohem Aufwand von den Fertigungsstandorten zur Galvanik (und wieder zurück) **transportiert**

### Stand herkömmlicher Trommelverzinkung

- mehrere parallele Verzinkungstationen mit hohem Platzbedarf, um eine wirtschaftliche Kapazität zu erreichen
- Stromdichte 0,5-1 A/dm<sup>2</sup>; 15 µm in 60-160 min
- hohe Verschleppung, hoher Abwasseranfall
- offene Wannen, Sprühnebel, Dämpfe...
- aufwendige Ablufteinrichtungen 50.000-200.000 m<sup>3</sup>/h führt u.a. zu hohen Energieverlusten im Winter

### Eigenschaften von HogMaZ

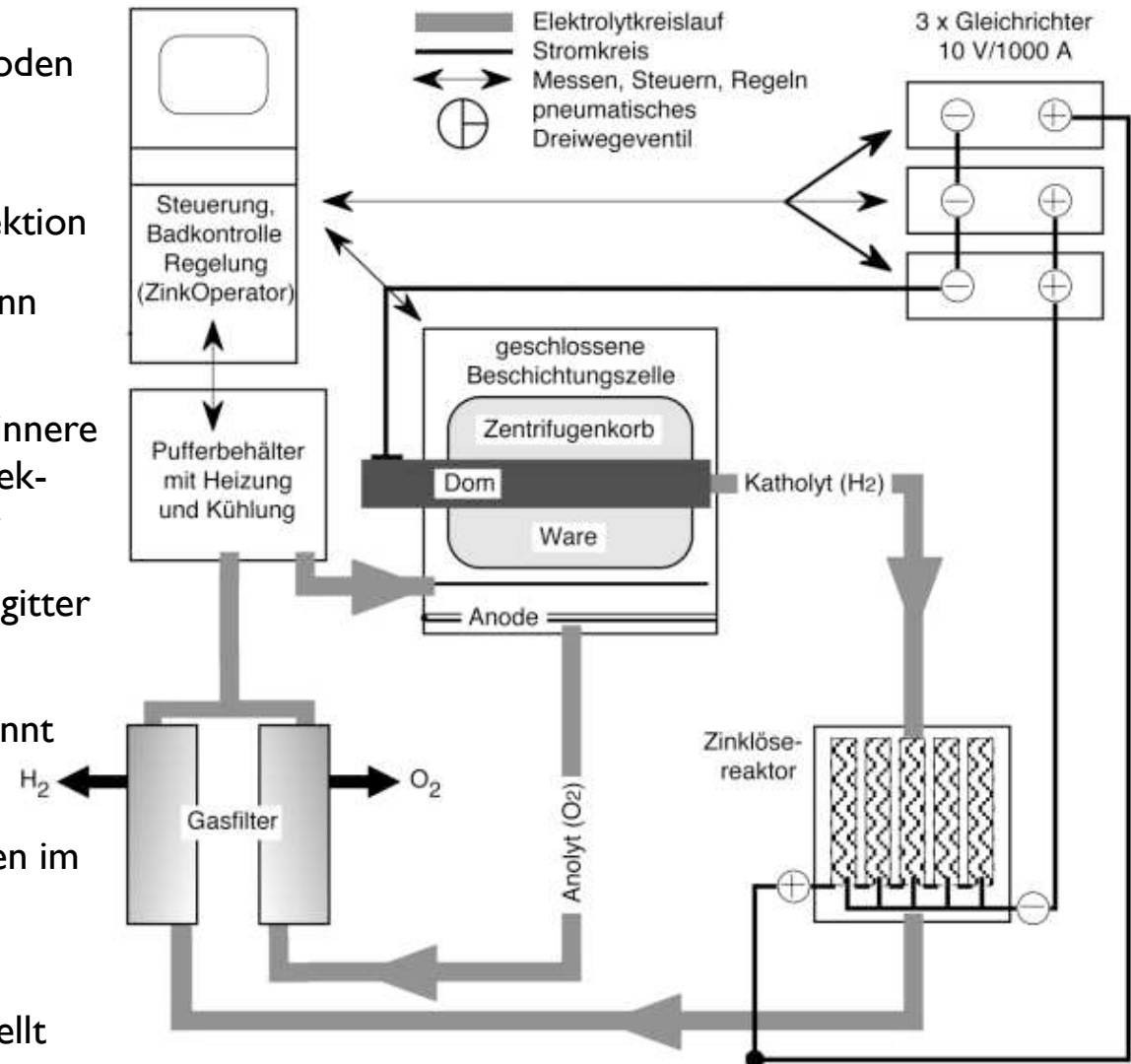
- hohe Raumzeitausbeute, geringer Platzbedarf
- Stromdichte 5-10 A/dm<sup>2</sup>; 12 µm in max.10 min
- reduzierte Verschleppung durch Abschleudern
- Beschichtung im geschlossenen System
- emissionsfrei, keine Absaugung nötig

## Ein neues Technologiekonzept

- Grundideen:
  1. der Elektrolyt kommt zur Ware
  2. geschlossene Beschichtungszelle
  3. verschleppungsarm durch Abschleudern
  
- ⇒ Zentrifugentechnik
  
- mit dem HogMaZ-Konzept sind sowohl kleine dezentrale, in die Teilefertigung integrierte Anlagen als auch große zentrale Anlagen mit hoher Kapazität möglich
  
- der Prototyp einer HogMaZ-Verzinkungsanlage wurde entwickelt und gebaut



- geschlossene Zelle mit inerten Anoden
- Trennung von Anolyt und Katholyt
- turbulente Strömung, große Konvektion
- die große Kontaktfläche (Dom) kann hohe Ströme übertragen
- der Katholyt wird durch das Dominere abgesaugt und durchströmt den elektrisch schaltbaren Zinklösereaktor
- der Anolyt wird durch das Anodengitter nach hinten abgesaugt
- Gase werden in Gasfiltern abgetrennt und thermisch verwertet
- die beiden Elektrolytströme werden im Pufferbehälter wiedervereinigt
- dort wird der Elektrolyt vom ZinkOperator geprüft und eingestellt

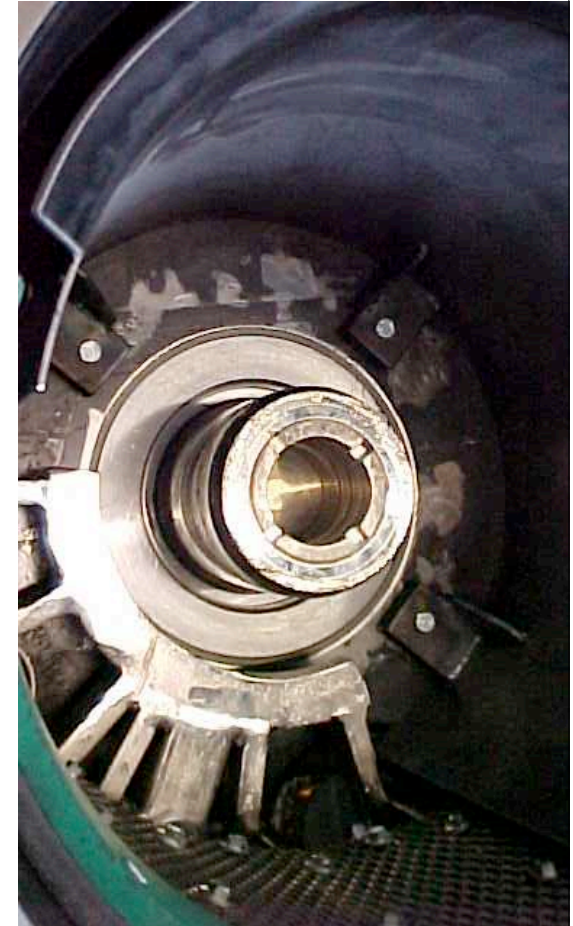


## Steigerung der Raum/Zeit-Ausbeute

- bei heterogenen elektrochemischen Prozessen ist der **Stofftransport** der limitierende Faktor
- zur Steigerung der Raumzeitausbeute sind daher zunächst alle Maßnahmen sinnvoll, die den Stofftransport **beschleunigen**:
  - **Konzentrationserhöhung**
  - Verbesserung des **Elektrolytaustausches**, um Verarmungszonen zu vermeiden
  - Erhöhung der **Arbeitstemperatur**, um die Viskosität zu verringern und damit den Diffusionskoeffizienten zu vergrößern
  - Erhöhung der **Relativgeschwindigkeit** zwischen Elektrodenoberfläche und Elektrolyt, um die Diffusionsschichtdicke zu verkleinern und damit den Stofftransport in die Reaktionszone auf der Oberfläche zu erhöhen
  - Optimierung der Elektrodenanordnung zwecks gleichmäßiger **Stromverteilung**
- alle diese Prinzipien treffen selbstverständlich auch auf die Galvanotechnik zu, wie es eindrucksvoll in Durchlaufanlagen bewiesen wird (z.B. kontinuierliche Rohrverzinkung mit 400 A/dm<sup>2</sup>)

## Minimierung des elektrischen Widerstands

- um mit hohen Stromdichten arbeiten zu können, muß darüber hinaus alles für einen geringen elektrischen Widerstand getan werden:
  - richtige Auswahl des **Leitelektrolyten** (z.B. Kalium statt Natrium)
  - Konzentrationserhöhung bis zum **Leitwertmaximum**
  - **Temperaturerhöhung** zur weiteren Steigerung der elektrolytischen Leitfähigkeit
  - Vergrößerung der **Elektrodenoberfläche**
  - Verringerung des **Anoden-/Kathodenabstandes**
  - effektive **Beseitigung** der Elektrodengase von der Oberfläche und aus dem Elektrolyten davor
  - Optimierung der **Trommelperforation**
  - Optimierung der **elektrischen Kontaktierung** von Ware, Anoden und Stromzuführungen



## Cyanidfreie alkalische Verzinkung

- für die Erprobung des Prototypen wurde ein alkalisch-cyanidfreier Elektrolyt gewählt
- einfaches Elektrolytsystem, typisches Verfahren für Massenteile, hoch belastbar, automatische Regelung verfügbar, inerte Anoden möglich
- weil mit inerten Anoden gearbeitet wird, muss das Metallkation aus einem möglichst effektiven Zinklösereaktor nachgeliefert werden
- Untersuchungen im Projekt:
  - Optimierung des Kaliumzinkat-Grundelektrolyten
  - Anpassung des Additiv-Systems



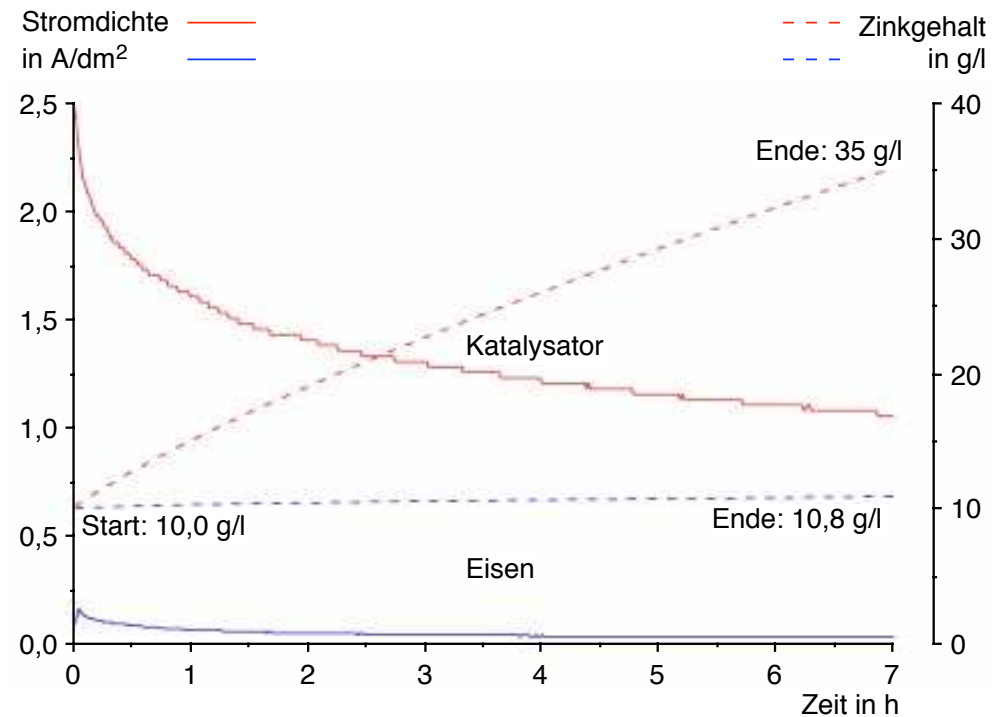
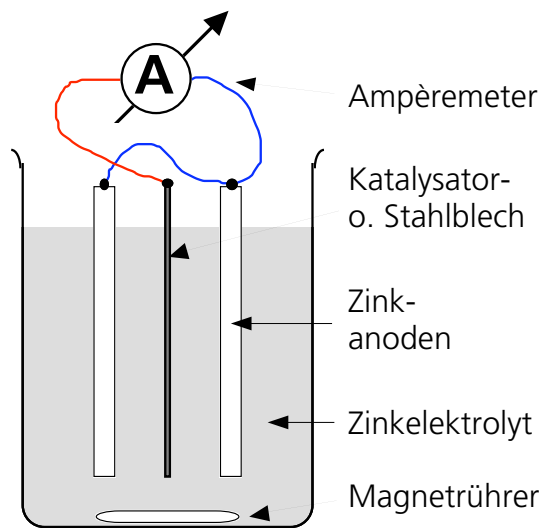
## Katalytisch beschichteter Zinklösereaktor



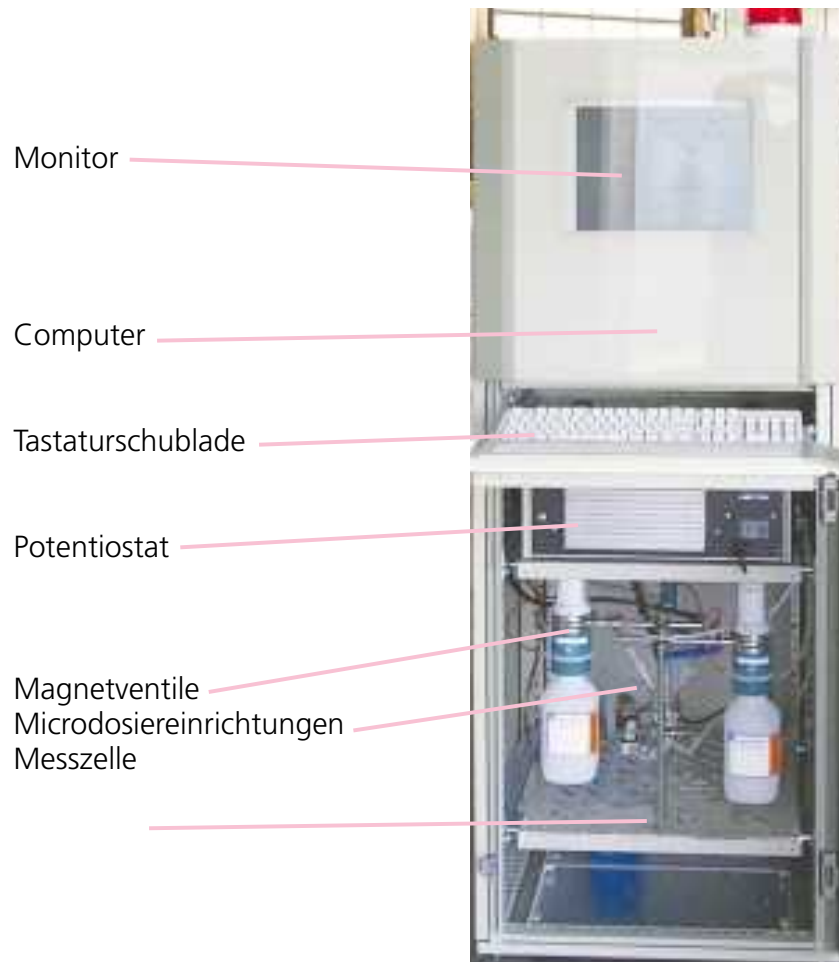
■ **links:**  
kaum Zinkauflösung  
am Kontakt mit Eisen

**rechts:**  
starke Zinkauflösung  
am Kontakt mit dem SurTec-Wasserstoffkatalysator

## Katalytisch beschichteter Zinklösereaktor



- in Kontakt mit dem SurTec-Katalysator löst sich das Zink im Schnitt mit  $1,5 \text{ A/dm}^2$  (Katalysatorfläche) auf, die Löserate ist mindestens 10fach höher als an Stahl

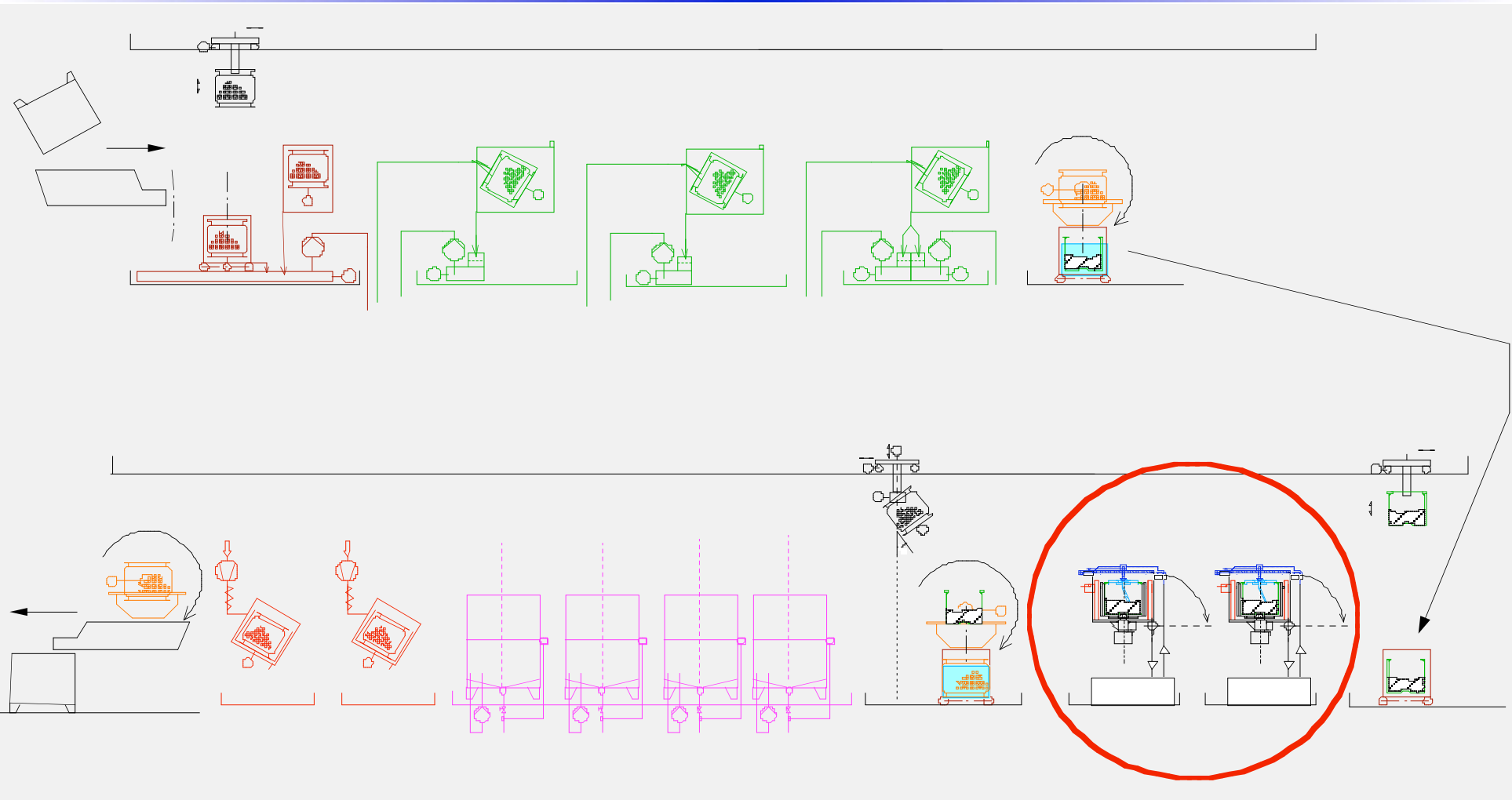


- aufgrund des relativ geringen Elektrolytvolumens, der geschlossenen Zelle und der schnellen Änderungen ist eine automatische Regelung des Elektrolyten nötig
- der ZinkOperator steuert alle chemischen Bestandteile:
  - den Zinkgehalt durch die Regelung des elektrisch schaltbaren katalytischen Lösereaktors
  - die Alkalität über die Messung der Leitfähigkeit, Dosierung flüssiger Kalilauge
  - die organischen Additive durch Auswertung der Stromspannungskurve (direkte Erfassung der Abscheidungsbedingungen, keine Gehaltsbestimmung)
- der ZinkOperator dokumentiert alle Schritte

## Stand heute

- der Prototyp ist für die cyanidfreie alkalische Verzinkung mit einer Chargengröße von 15 kg und Stromdichten bis zu 10 A/dm<sup>2</sup> ausgelegt
- in den Versuchen wurden vorwiegend Schrauben M 8 x 60 mit Innensechskant verzinkt
- die technischen HogMaZ-Ziele (Abscheidungsgeschwindigkeiten von 10-12 µm in 10 min) wurden gut erreicht
- somit sind in Anlagen von Prototypgröße bereits Beschichtungen von 100-150 kg pro Stunde möglich
- im nächsten Schritt ist eine Aufskalierung um Faktor 2 geplant





## ■ Einbindung von HogMaZ in eine Zentrifugenstrecke mit Vor- und Nachbehandlung



- das HogMaZ-Verfahren basiert auf einer Projektpartnerschaft folgender Firmen:
  - SurTec Deutschland GmbH und WMV-Apparatebau GmbH & Co.KG (gemeinsame Entwicklung und Patentinhaberschaft)
  - Richard Tscherswitschke GmbH (Trommel)
  - Munk GmbH (Gleichrichter)
- das Projekt ist abgeschlossen – HogMaZ ist ab der Hannover Messe 2004 auf dem Markt verfügbar