

# Hochleistungsverzinkung von Massenartikeln in geschlossenen Zentrifugenanlagen

Dr. Rolf Jansen • SurTec Deutschland GmbH • Zwingenberg  
Dirk Bube • WMV-Apparatebau GmbH & Co.KG • Windeck

- 1 Einleitung
- 2 Steigerung der Raumzeitausbeute
- 3 Cyanidfreie alkalische Verzinkung
- 4 HogMaZ-Anlagenkonzept
  - Beschichtungszelle
  - Zinklösereaktor
  - alkalische H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-Brennstoffzelle
  - Onlineanalytik
- 5 Erste Beschichtungsergebnisse mit dem HogMaZ-Prototypen
- 6 Ausblick

- Das Entwicklungsprojekt „HogMaZ“ wird vom BMBF gefördert. HogMaZ steht für:  
„**H**ochleistungsgalvanisieren von **M**assenartikeln in geschlossenen **Z**entrifugenanlagen“
- Die Projektpartner sind:
  - SurTec Deutschland GmbH
  - Richard Tscherwitschke GmbH
  - Holzapfel Metallveredelung GmbH
  - WMV-Apparatebau GmbH & Co.KG
  - Munk GmbH
  - Metakem GmbH
- Das Ziel ist die Entwicklung und der Aufbau eines vollständig neuen Anlagentypus für die Galvanisierung von Massenteilen.
- Die neuen Konzepte werden zunächst mit der cyanidfreien alkalischen Verzinkung erprobt. Später folgen andere Elektrolyttypen: Zinklegierungen, Zinn, Kupfer, Nickel, Chrom, Aluminium,...
- Die Entwicklungsarbeiten laufen bis Ende 2004.

- ▼ Herkömmliche galvanotechnische Anlage mit hohem Durchsatz nehmen viel Platz ein.
- ▼ Beim Betrieb solcher Anlagen kommt es zu Emissionen, die eine spezielle Peripherie im Hinblick auf Abluft und Abwasser erforderlich machen.
- ▼ Massenteile werden heutzutage aufwendig von den Fertigungsstandorten zur Galvanik und wieder zurückgefahren.
- Mit dem HogMaZ-Konzept werden sowohl kleine dezentrale, in die Teilefertigung integrierte Anlagen als auch große zentrale Anlagen mit hoher Kapazität möglich sein.

## Technische Ziele von HogMaZ

- Hohe Raumzeitausbeute, geringer Platzbedarf
- Stromdichte 5-10 A/dm<sup>2</sup>; 15 µm in max. 10 min
- Reduzierte Verschleppung durch Abschleudern
- Beschichtung im geschlossenen System
- Emissionsfrei, keine Absaugung nötig
- Abgase werden in Brennstoffzelle geleitet; der Energieinhalt wird zurückgewonnen

## Stand herkömmlicher Trommelverzinkung

- zwecks Kapazität mehrere parallele Verzinkungstationen mit hohem Platzbedarf
- 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  
50000-200000 m<sup>3</sup>/h; Energieverluste im Winter

## ■ **Phase 1:** Ein **Prototyp** einer HogMaZ-Verzinkungsanlage wird entwickelt und gebaut

- ◆ 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.
- ◆ Er besteht aus der Beschichtungszelle einem Zinklösereaktor und einer Brennstoffzelle
- ◆ Er wird bei der SurTec GmbH aufgebaut, getestet und weiterentwickelt.
- ◆ Die Elektrolytentwicklung findet am Prototypen statt.
- ◆ Die Ergebnisse mit dem Prototypen fließen in die Planung der Pilotanlage (Phase 2) ein.

## ■ **Phase 2:** Eine vollausgestattete **Pilotanlage** zur alkalischen cyanidfreien Verzinkung im Produktionsmaßstab wird bei der Holzapfel GmbH aufgebaut werden.

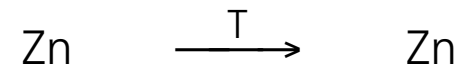
- ◆ Es sind Chargengrößen von 100 kg und Taktzeiten von 5-10 min vorgesehen.
- ◆ Die Pilotanlage besteht aus der HogMaZ-Einheit sowie Vor- und Nachbehandlung in Zentrifugentechnik und den zugehörigen Be- und Entladestationen.
- Der Prototyp wurde vor kurzem bei SurTec aufgebaut und in Betrieb genommen.
- Es wurden erste Beschichtungen von Schrauben mit Innensechskant M 8 × 60 durchgeführt.



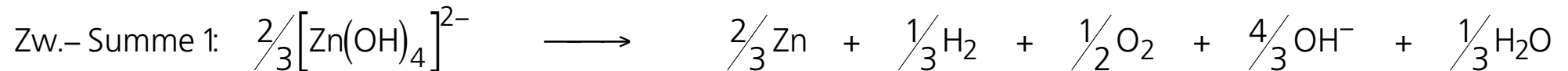
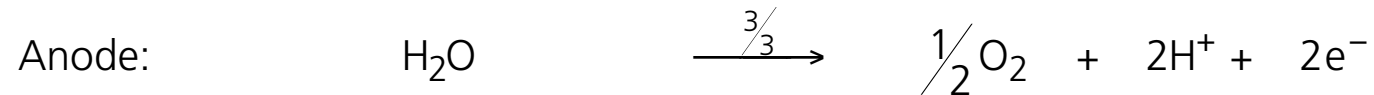
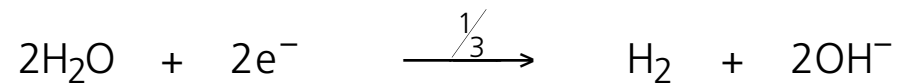
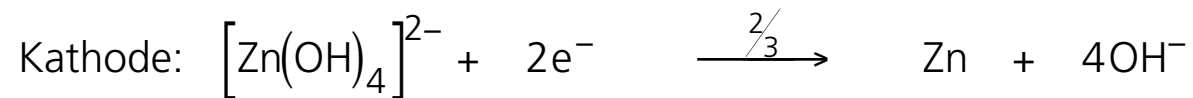
- Bei heterogenen elektrochemischen Prozessen ist der Stofftransport der limitierende Faktor. Zur Steigerung der Raumzeitausbeute sind daher zunächst alle Maßnahmen sinnvoll, die den Stofftransport beschleunigen:
  - ▼ Konzentrationserhöhung.
  - ▼ Verbesserung des Elektrolytaustausches, um Verarmungszonen 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  $400 \text{ A/dm}^2$ ).

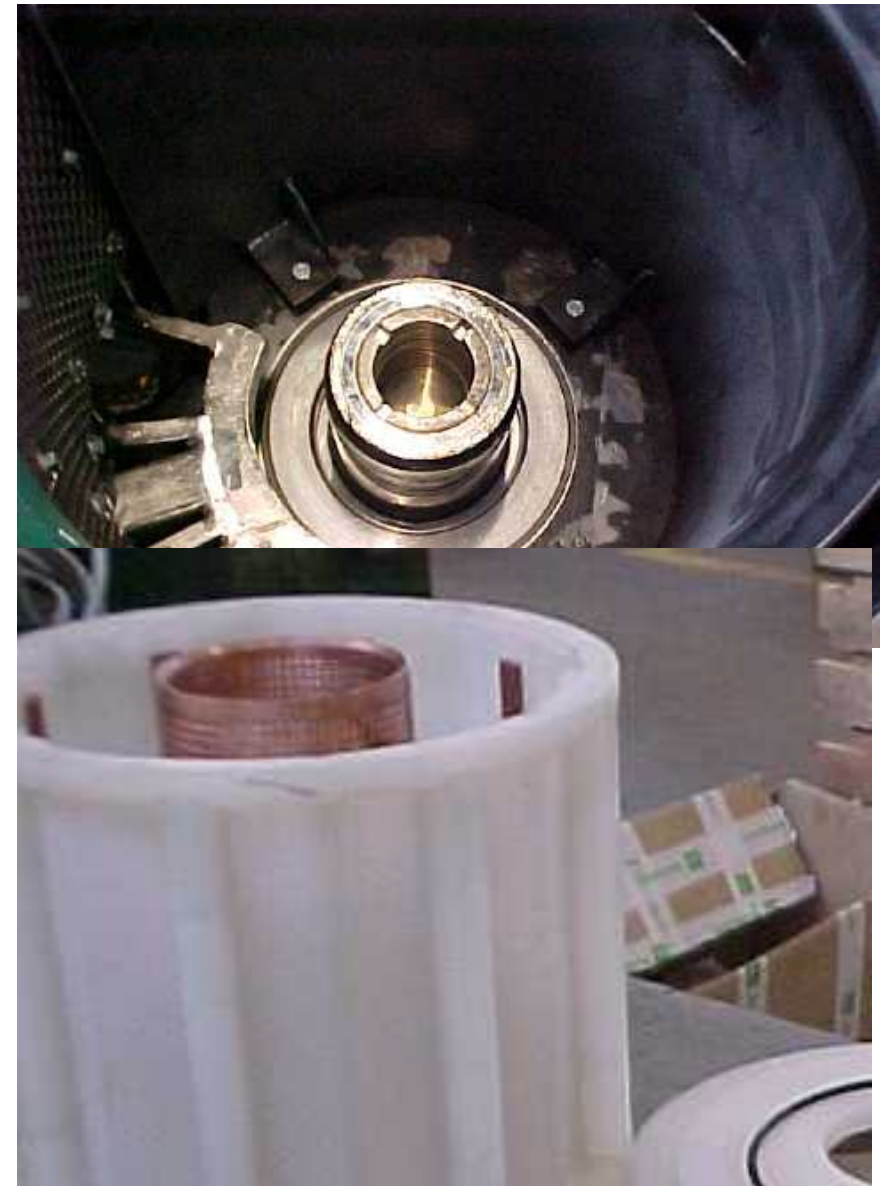
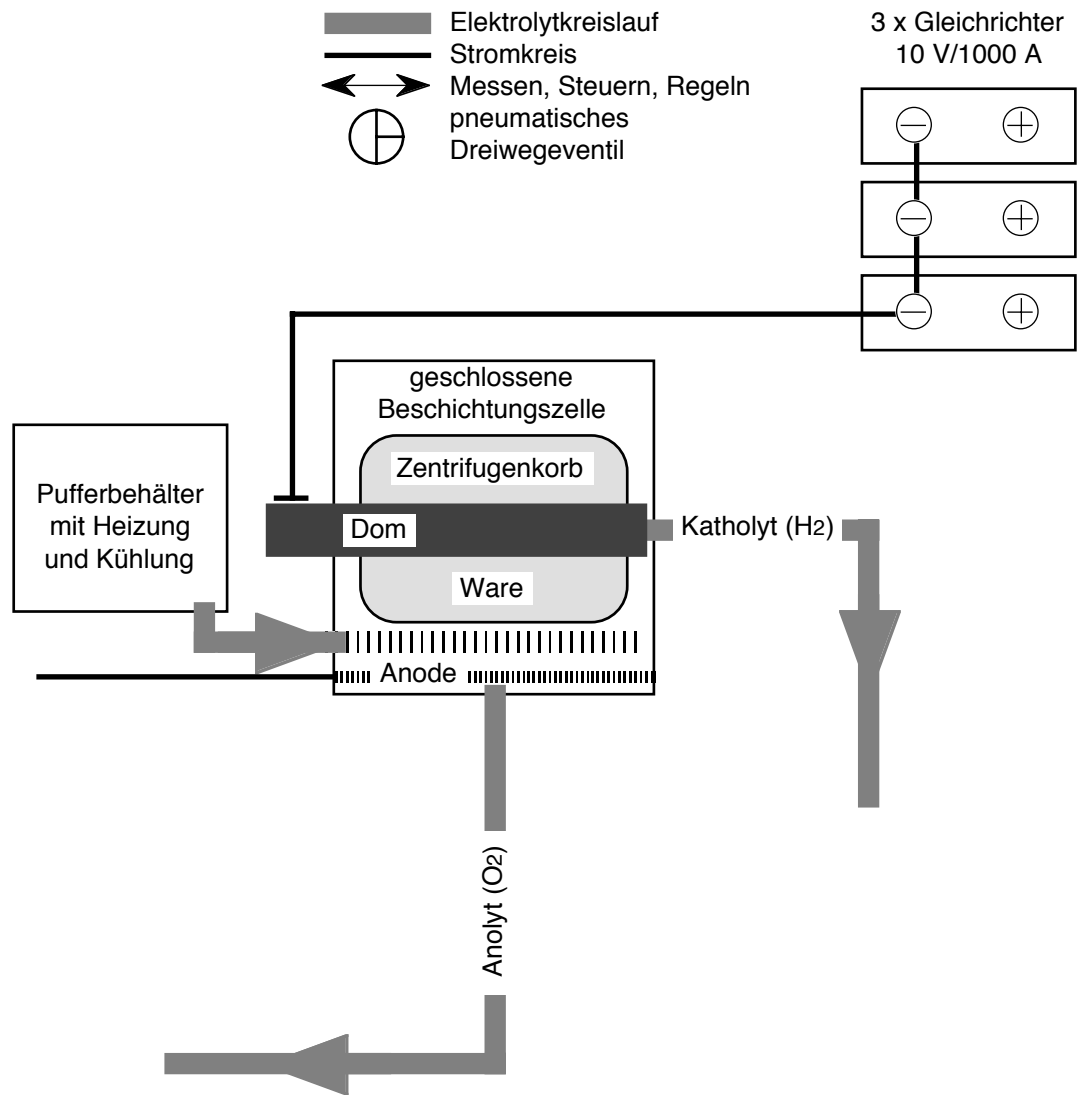
- Um mit hohen Stromdichten arbeiten zu können, muß darüberhinaus alles für einen geringen elektrischen Widerstand getan werden:
  - ▼ Richtige Auswahl des Leitelektrolyten (z.B. Kalium statt Natrium) und dessen Konzentrationserhöhung bis zum Leitwertmaximum.
  - ▼ Temperaturerhöhung zur weiteren Steigerung 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.

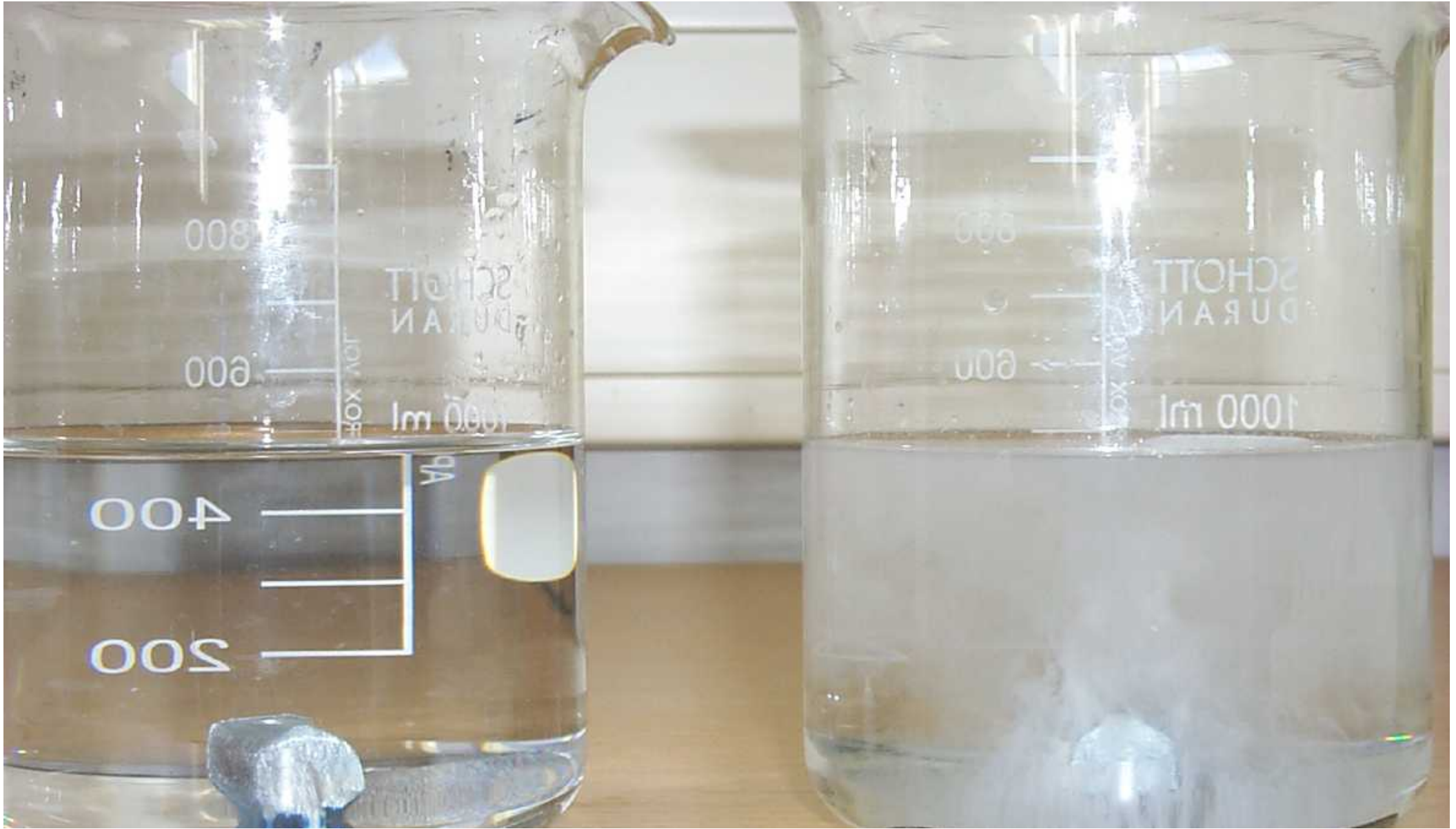
- Die galvanische Abscheidung von Zink ist eigentlich nur ein Transportprozeß.
- Das Ausgangsmaterial ist metallisches Zink (in Form von Stücken oder Platten) und das Produkt ist eine metallische Zinkschicht auf z.B. einer Schraube. Die Summenreaktionsgleichung würde im idealen Fall also lauten:

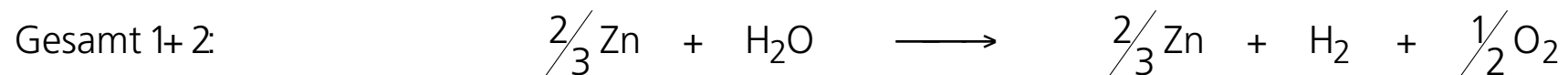
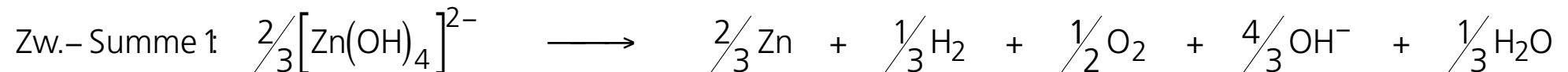
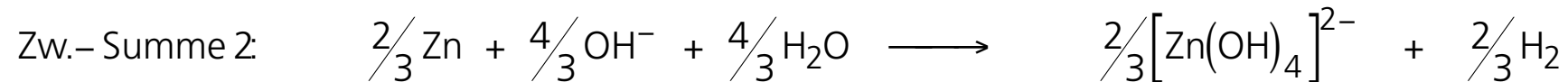
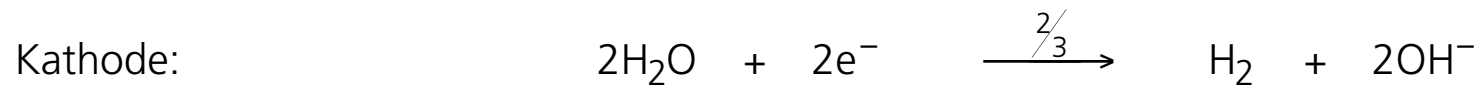
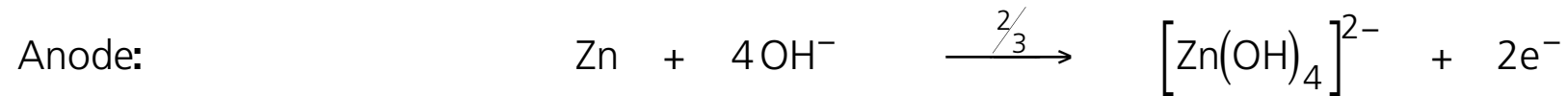


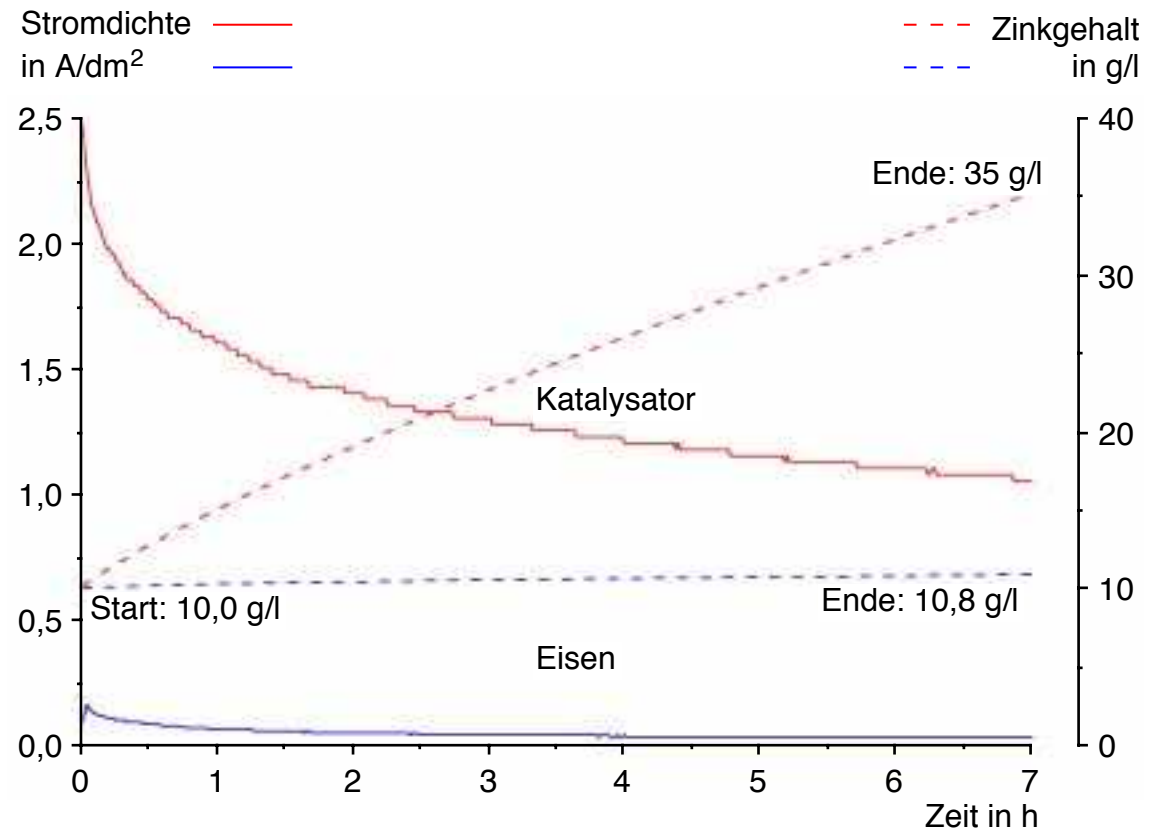
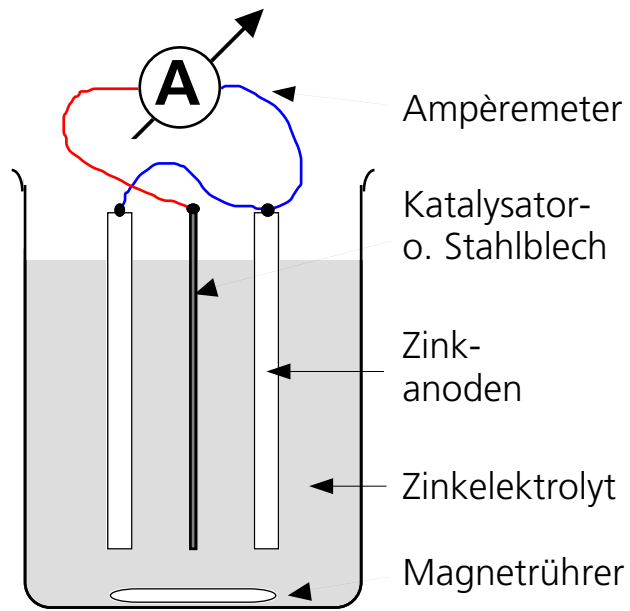
- Das T soll den Transportvorgang symbolisieren.
- Im genannten Idealfall entstehen also weder Nebenprodukte, noch muß nennenswert Energie aufgewendet werden.
- Allerdings liegt die Stromausbeute bei der cyanidfreien alkalischen Verzinkung bei etwa 67 %, und man arbeitet mit inerten Anoden, an denen Sauerstoff entwickelt wird.

1 Reaktionen in der **galvanischen Beschichtungszelle**:



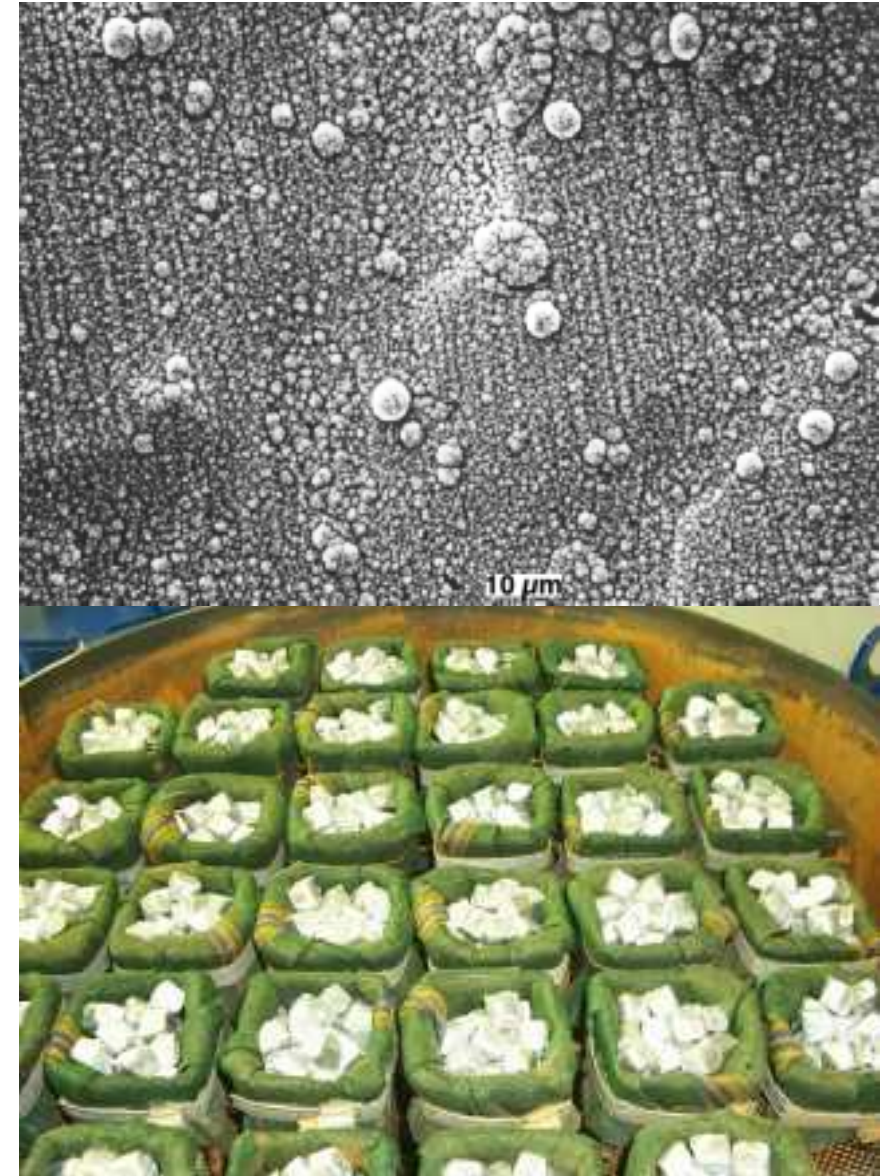
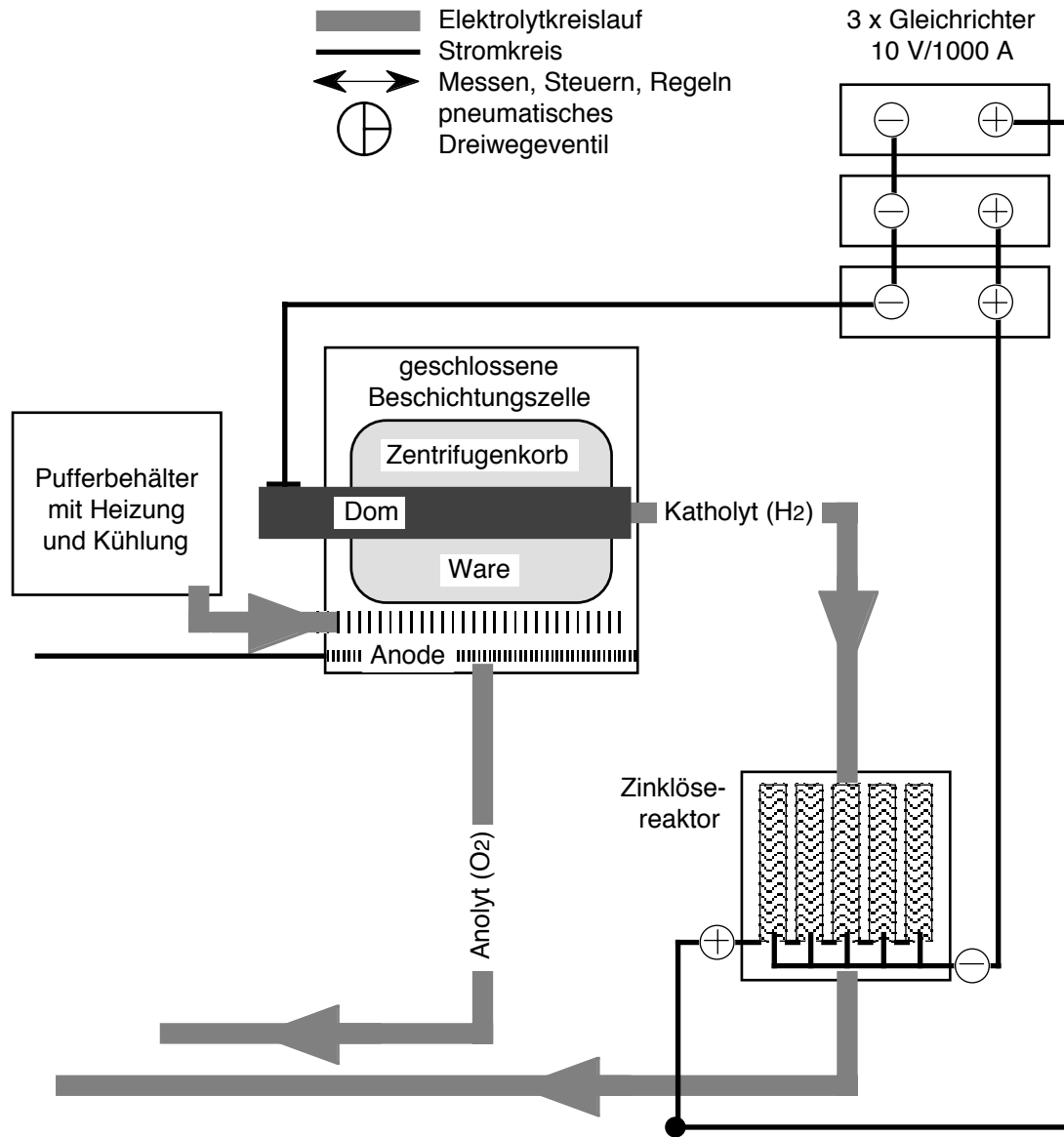


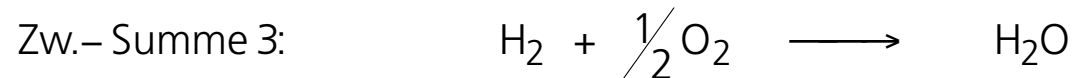
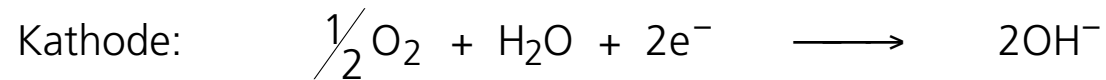
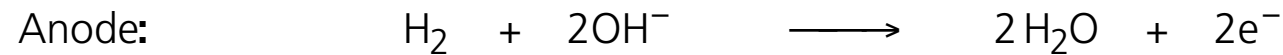
2 Reaktionen im **Zinklösereaktor**:



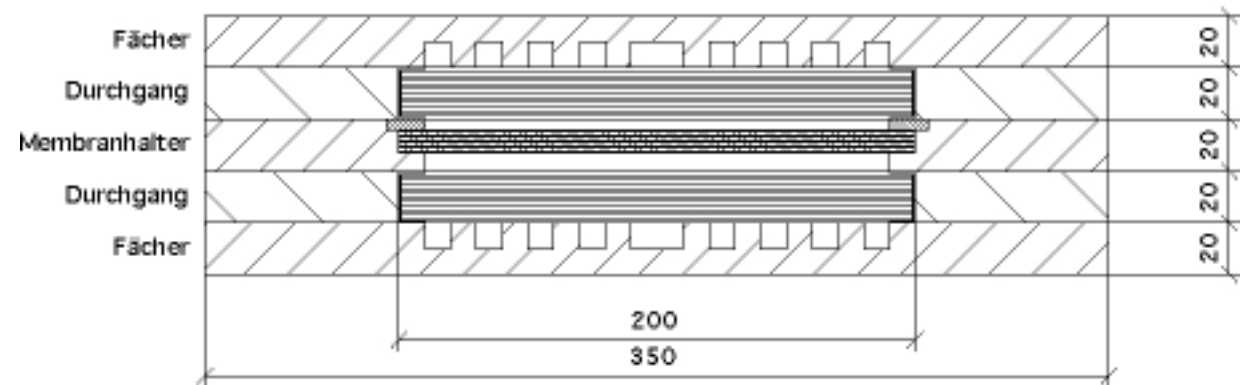
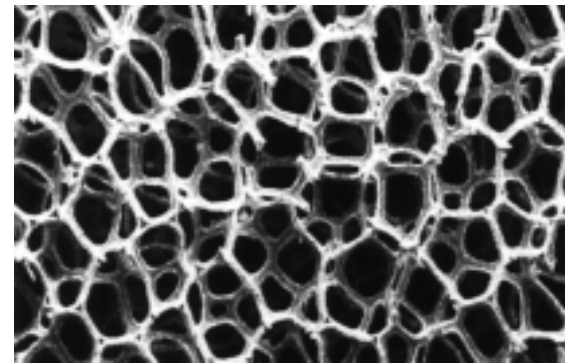
- In Kontakt mit dem SurTec-Katalysator löst sich das Zink im Schnitt mit 1,5 A/dm<sup>2</sup> (Katalysatorfläche) auf. Die Löserate ist mindestens 10fach höher als an Stahl.

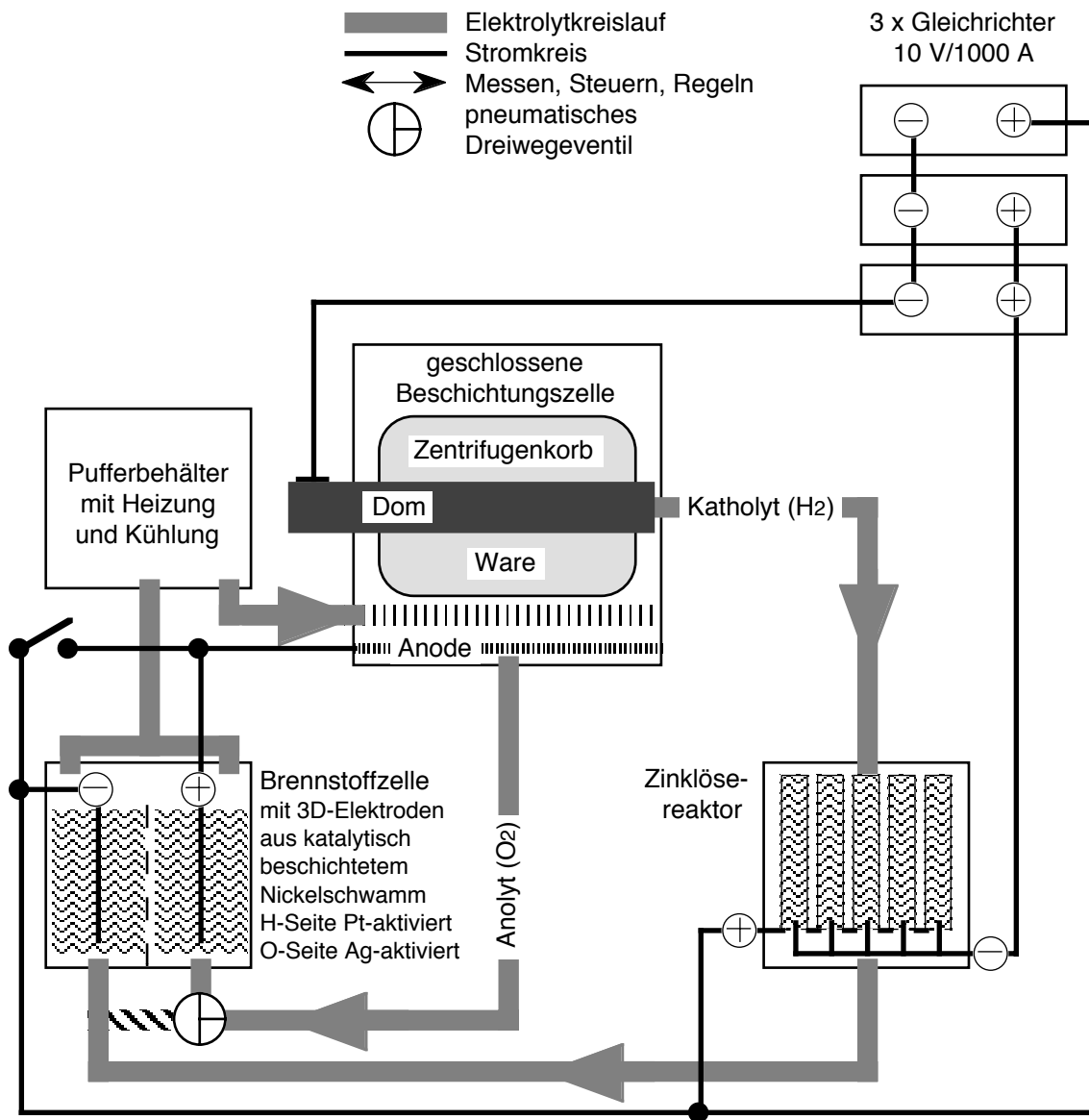
# 4 HogMaZ-Anlagenkonzept: Zinklösereaktor

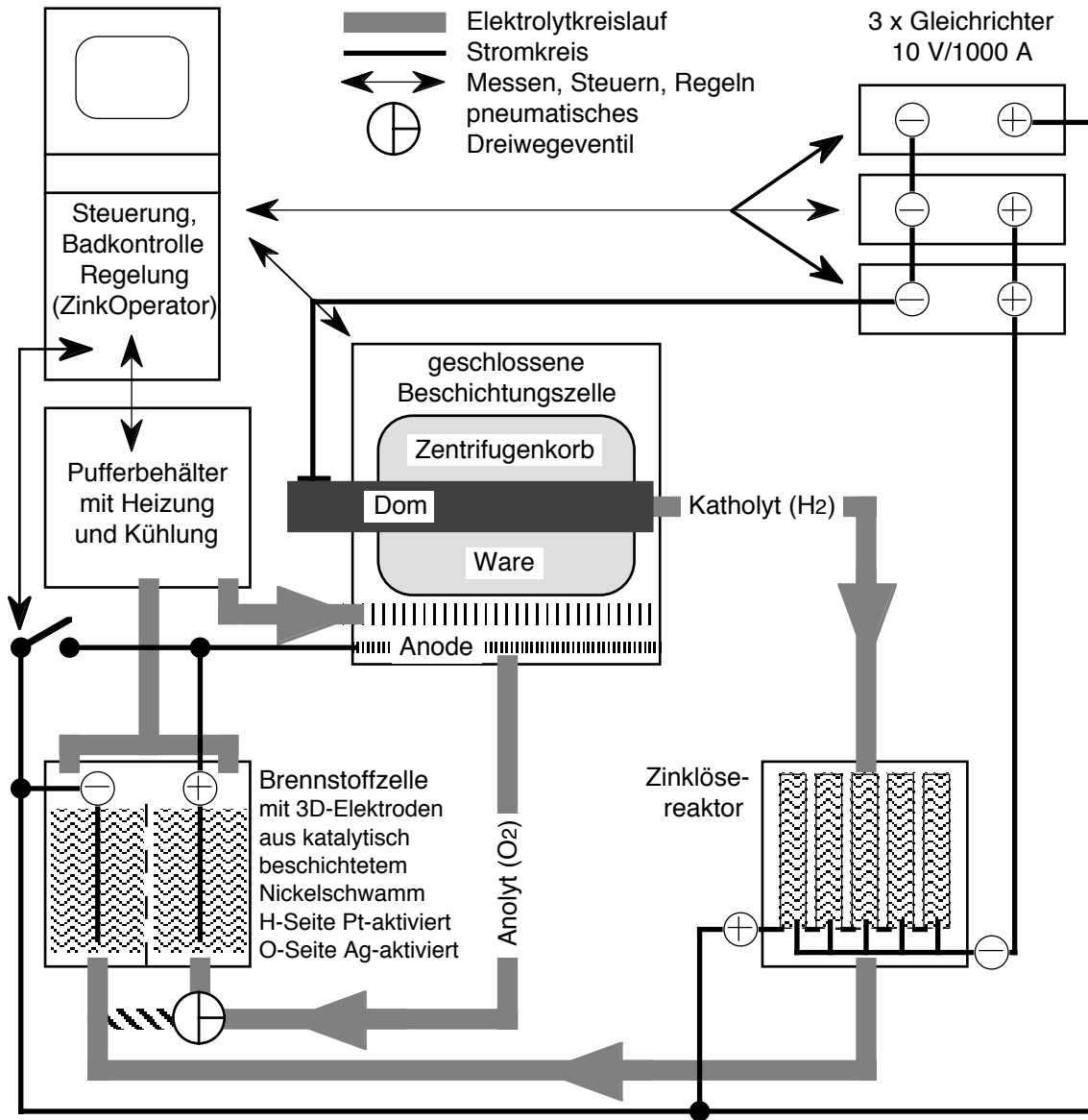


3 Reaktionen in einer alkalischen **Knallgas-Brennstoffzelle**:

- Die alkalische HogMaZ-Brennstoffzelle besteht aus Stapeln von mit SurTec-Katalysator beschichtetem und aus der H-Seite zusätzlich mit Platin aktiviertem Nickelschwamm.
- Der gasdurchsetzte Elektrolyt wird senkrecht durch die Stapel geleitet.



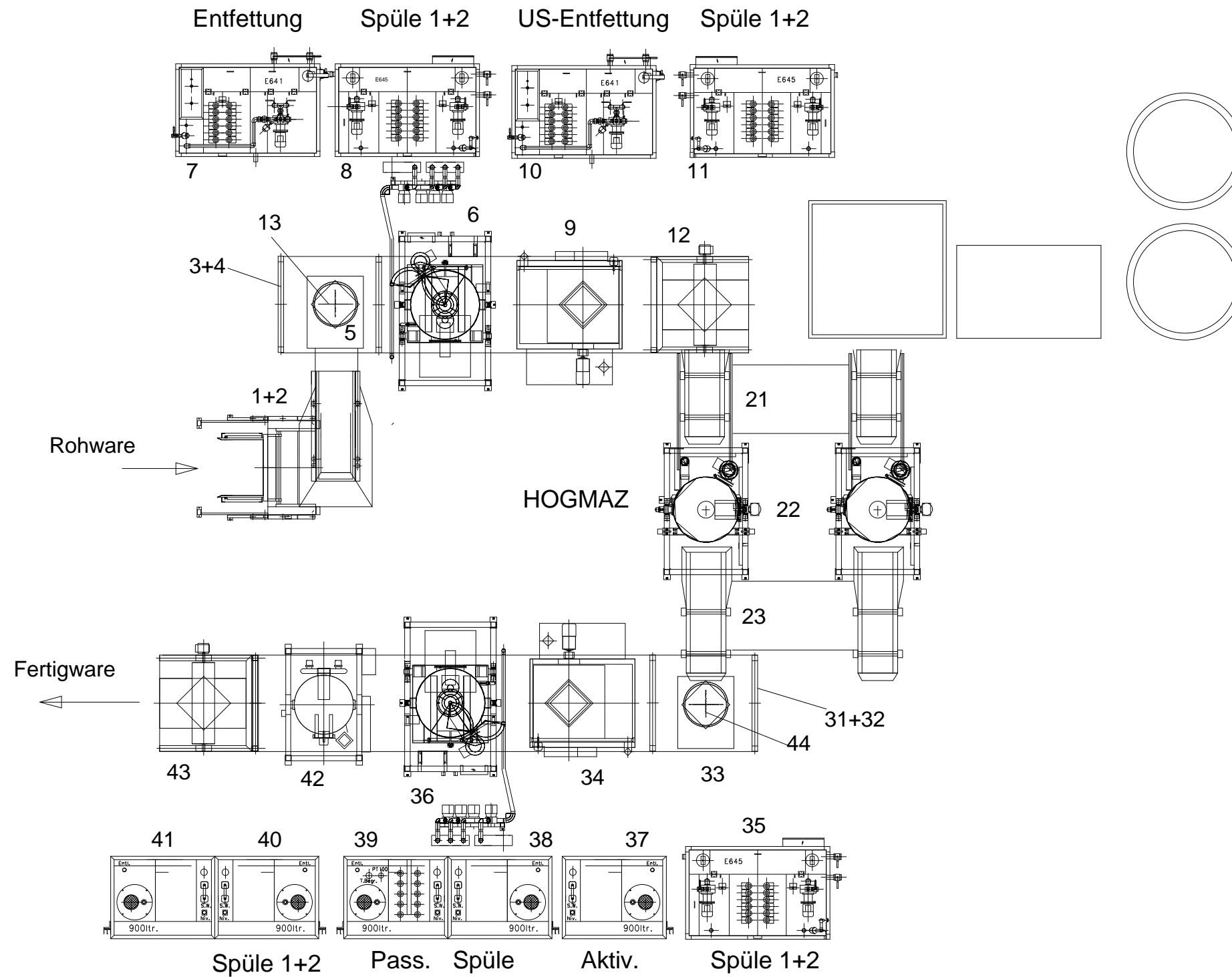




- Zunächst wurden Schrauben mit Innensechskant M 8 × 60 verzinkt.
- Die Verzinkungszeit betrug immer 15 min.

	<b>Chargengröße</b>	<b>Oberfläche</b>	<b>Strom</b>	<b>Stromdichte</b>	<b>Zellspannung</b>	<b>Temperatur</b>	<b>Schichtdicke</b>
❶	20 kg	280 dm <sup>2</sup>	300 A	1,1 A/dm <sup>2</sup>	8 V	25 °C	4 µm
❷	20 kg	280 dm <sup>2</sup>	560 A	2,0 A/dm <sup>2</sup>	12 V	25 °C	11 µm
❸	20 kg	280 dm <sup>2</sup>	1000 A	3,6 A/dm <sup>2</sup>	8 V	40 °C	15 µm
❹	10 kg	140 dm <sup>2</sup>	950 A	6,8 A/dm <sup>2</sup>	14 V	32 °C	9 µm
❺	15 kg	210 dm <sup>2</sup>	1000 A	4,8 A/dm <sup>2</sup>	12 V	30 °C	10 µm

- ▼ Die technischen HogMaZ-Ziele (15 µm in max. 10 min) sind bei den ersten Beschichtungsversuchen noch nicht ganz erreicht worden.
- ▼ Die Elektrolytentwicklung und die Weiterentwicklung der HogMaZ-Komponenten ist in vollem Gange und bereits jetzt besteht kein Zweifel mehr, daß die Zielsetzung erreicht werden kann.



Techn. Daten:  
Beladepazität max. 50 - 70 ltr./ max. 150 Kg

max. 6 Chargen / h

Durchsatz bei 50 Kg/ Charge ==> 300 Kg/h  
 Durchsatz bei 100 Kg/ Charge ==> 600 Kg/h  
 Durchsatz bei 150 Kg/ Charge ==> 900 Kg/h  
 Verfügbarkeit 92%

		Maßstab 1 : 100
		Typ 600
Datum	20.5.02	Benennung: HOGMAZ - Pilotanlage
Gez.	D. Bube	
Gepr.		
		Zeichnung Nr.: Z 02-4000-02