

HogMaZ

Hochleistungsgalvanisieren von **M**assenteilen in einer **Z**entrifugenanlage

- Nachteile der herkömmlichen 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 spezielle Peripherie im Hinblick auf Abluft und Abwasser erforderlich machen
- Massenteile werden mit hohem Aufwand vom Fertigungsstandort zur Galvanik **transportiert** (und zurück)

Stand herkömmlicher Trommelverzinkung

- mehrere parallele Verzinkungsstationen mit hohem Platzbedarf, um wirtschaftliche Kapazität zu erreichen
- Stromdichte 0,5-1 A/dm²; 15 µm in 60-160 min
- hohe Verschleppung, hoher Abwasseranfall
- offene Wannen: Sprühnebel, Dämpfe ...
- aufwendige Abluftanlagen nötig 50.000-200.000 m³/h, hohe Energieverluste im Winter

Eigenschaften von HogMaZ

- hohe Raum/Zeit-Ausbeute, geringer Platzbedarf
- Stromdichte 5-10 A/dm²; 15 µm in 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

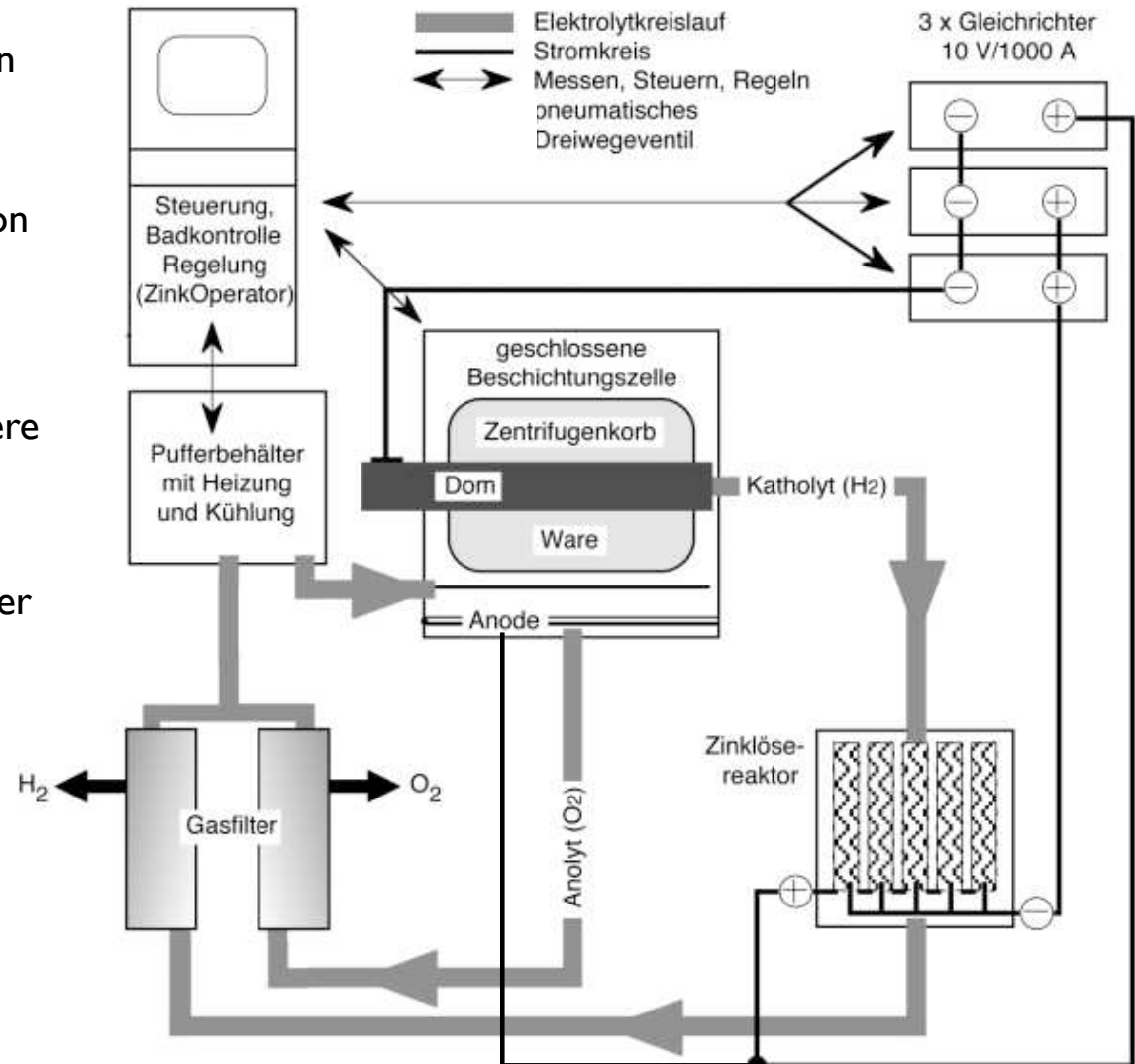
- ⇒ Zentrifugentechnik

- mit dem HogMaZ-Konzept ist beides möglich: kleine, dezentrale, produktionsintegrierte Anlagen und große Anlagen mit hoher Kapazität

- der Prototyp einer HogMaZ Verzinkungsanlage ist bereits entwickelt und gebaut



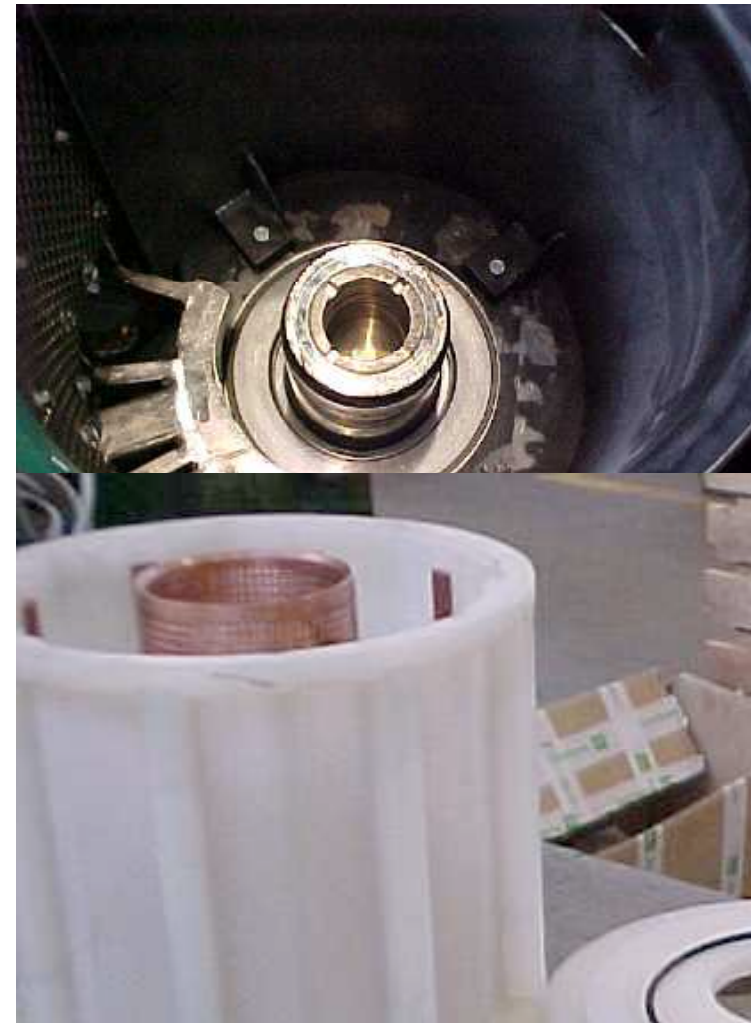
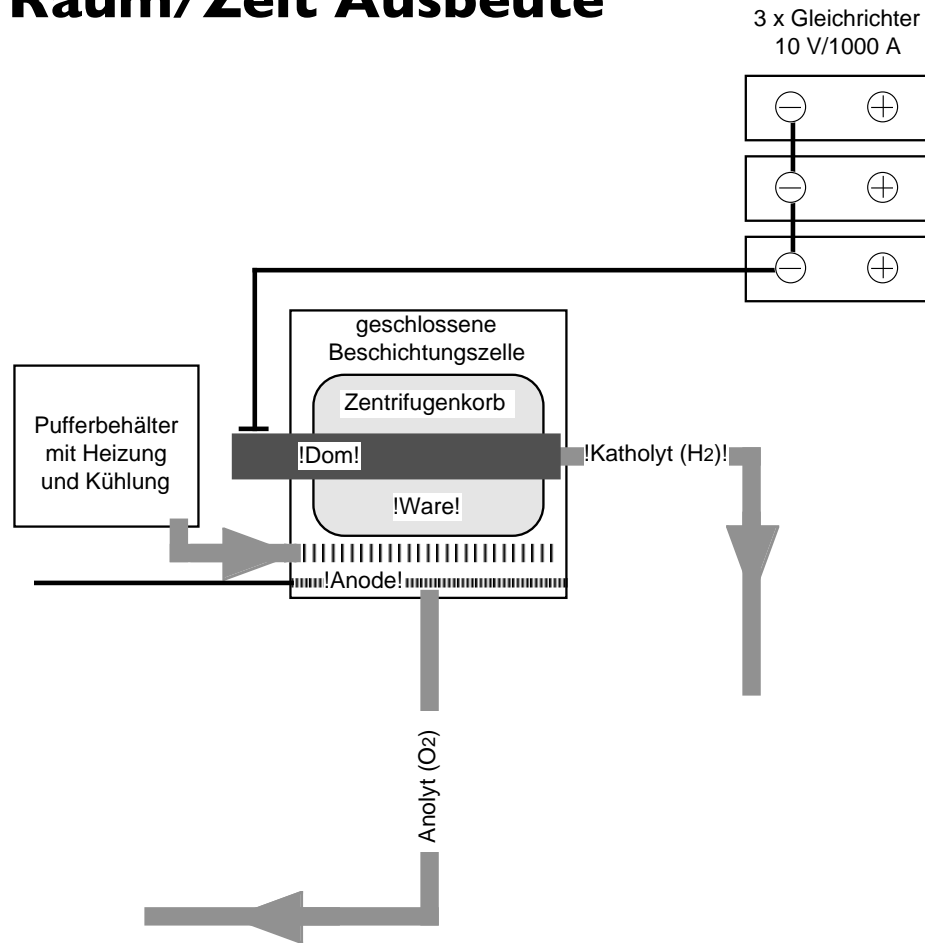
- geschlossene Zelle mit inerten Anoden
- Trennung von Anolyt und Katholyt
- turbulente Strömung, große Konvektion
- die große Kontaktfläche (Dom) kann hohe Ströme übertragen
- der Katholyt wird durch das Dominnere abgesaugt und durchströmt den elektrisch schaltbaren Zinklösereaktor
- der Anolyt wird durch das Anodengitter nach hinten abgesaugt
- Gase werden in Gasfiltern abgetrennt und thermisch verwertet
- beide Elektrolytströme werden im Pufferbehälter wieder vereinigt
- 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 Raum/Zeit-Ausbeute sind daher zunächst alle Maßnahmen sinnvoll, die den Stofftransport **beschleunigen**:
 - Erhöhen der **Konzentration**
 - Verbesserung des **Elektrolytaustausches** um Zonen der Verarmung zu vermeiden
 - Erhöhen der **Arbeitstemperatur**, um die Viskosität zu verringern und damit den Diffusionskoeffizienten zu vergrößern
 - Erhöhen der **Relativgeschwindigkeit** zwischen Elektrodenoberfläche und Elektrolyt, um die Diffusionsschichtdicke zu verkleinern und damit den Stofftransport in die Reaktionszone auf der Oberfläche zu erhöhen
 - Optimieren der Elektrodenform und -anordnung, zwecks gleichmäßiger **Stromverteilung**
- alle diese Punkte gelten für die Galvanotechnik allgemein, wie es eindrucksvoll in Durchlaufanlagen bewiesen wird (z.B. kontinuierliche Rohrverzinkung mit 400 A/dm^2)

Steigerung der Raum/Zeit Ausbeute



Minimierung des elektrischen Widerstandes

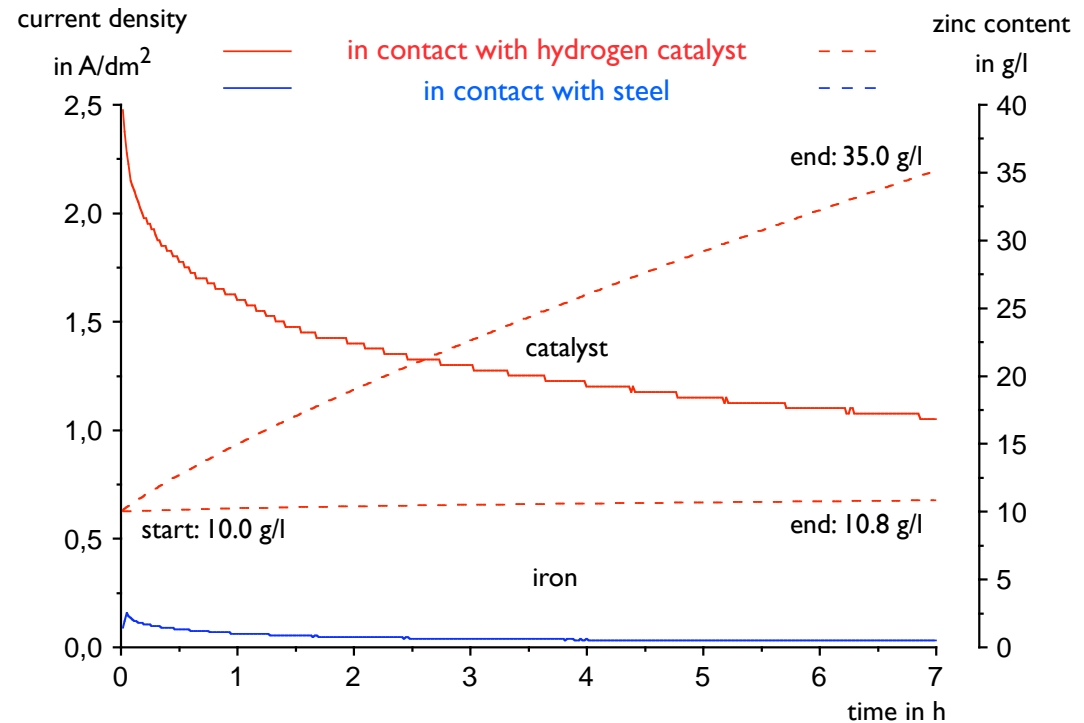
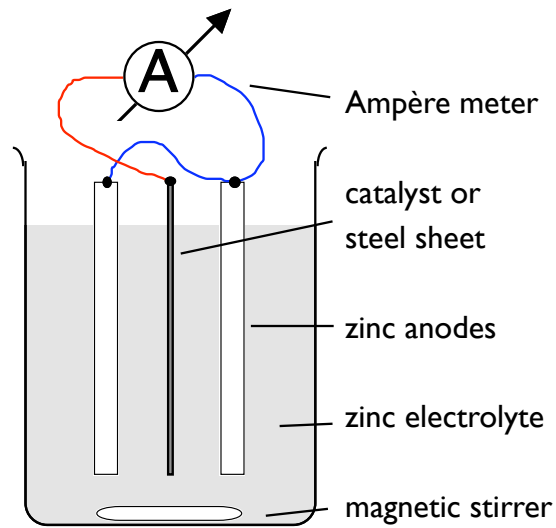
- um mit hohen Stromdichten arbeiten zu können, muß darüber hinaus alles getan werden, um den elektrischen Widerstand gering zu halten:
 - geeignete Wahl des **Leitelektrolyten** (z.B. Kalium statt Natrium)
 - Konzentrationserhöhung bis zum **Leitfähigkeitsmaximum**
 - Erhöhung der **Temperatur** zur Steigerung der elektrolytischen Leitfähigkeit
 - Vergrößern der **Elektrodenoberfläche**
 - Verringern des **Anoden-/Kathodenabstandes**
 - effektives **Beseitigen** der Elektrodengase von der Oberfläche und aus dem Elektrolyten davor
 - Optimieren der **Trommel-Perforation**
 - Optimieren der **elektrischen Kontaktierung** von Ware, Anoden und Stromzufuhr

Cyanidfreie alkalische Verzinkung

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



Katalytisch beschichteter Zinklösereaktor



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

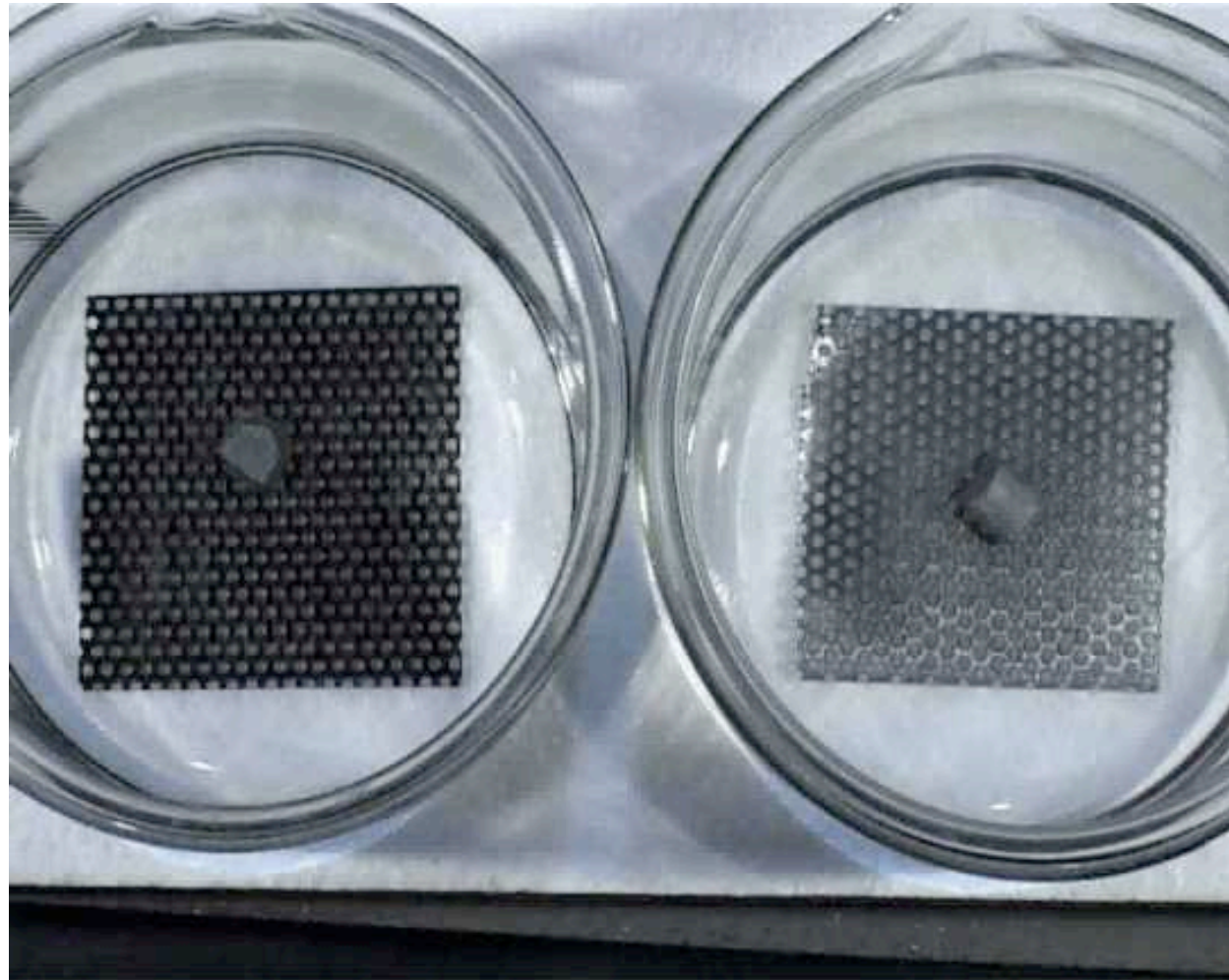
Katalytisch beschichteter Zinklösereaktor

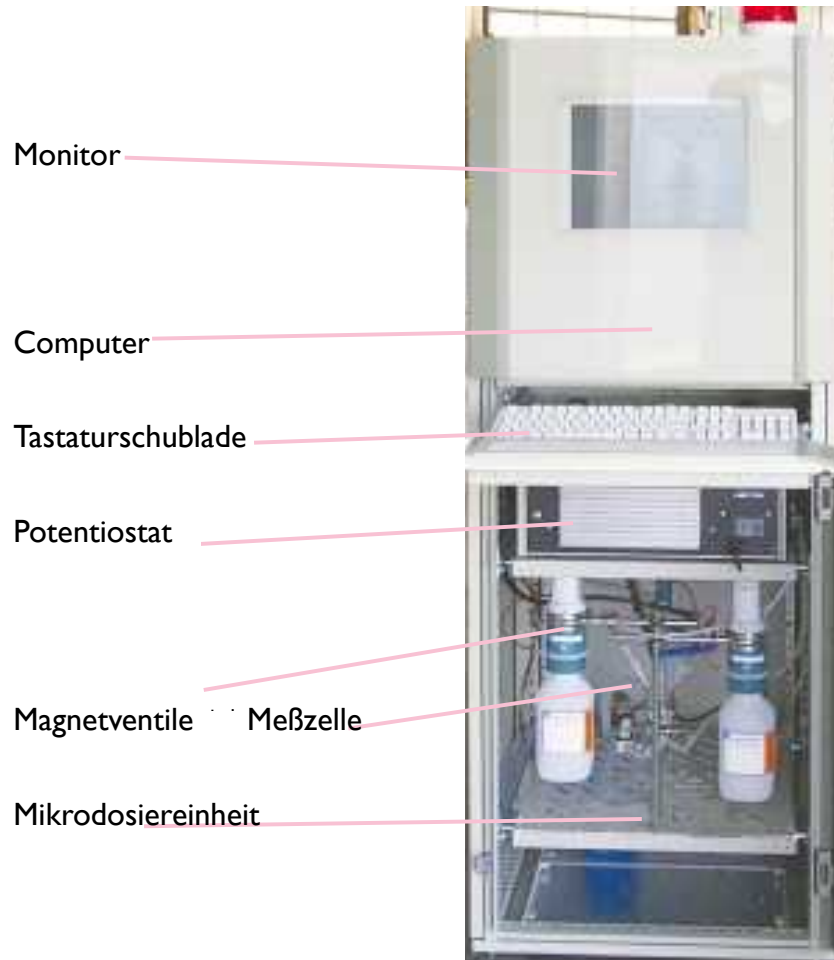
links:

starke Zinkauflösung am
Kontakt mit dem SurTec-
Wasserstoffkatalysator

rechts:

kaum Zinkauflösung am
Kontakt mit Eisen





- aufgrund des relativ geringen Elektrolytvolumens, der geschlossenen Zelle und der schnellen Veränderungen ist eine automatische Steuerung des Elektrolyten nötig
- der ZinkOperator steuert alle chemischen Bestandteile:
 - den **Zinkgehalt** über den elektrisch schaltbaren Zinklösereaktor
 - die **Alkalität** über Leitfähigkeitsmessung und Dosierung von flüssiger Kalilauge
 - die **organischen Additive** durch Auswerten von Stromspannungskurven (direkte Erfassung der Abscheidebedingungen, keine Gehaltsbestimmung)
- der ZinkOperator dokumentiert alle Schritte





- das HogMaZ-Verfahren basiert auf einer Projektpartnerschaft der folgenden Firmen:
 - SurTec Deutschland GmbH
 - WMV-Apparatebau GmbH & Co.KG
(gemeinsame Entwicklung und Patentinhaberschaft)
 - Richard Tscherswitschke GmbH (Trommel)
 - Ole Hansen
(Maschinenbau)
- das offizielle Projektziel ist erreicht – HogMaZ wurde auf der Hannover-Messe 2004 vorgestellt

Stand Sommer 2004

- der Prototyp ist für die cyanidfreie alkalische Verzinkung mit einer Chargengröße von 15 kg und Stromdichten bis zu 10 A/dm² ausgelegt
- in den Versuchen wurden vorwiegend Schrauben M 8 x 60 mit Innensechskant beschichtet
- die technischen Ziele von HogMaZ wurden gut erreicht (Abscheideraten von 10-12 µm in 10 min)
- somit sind in Anlagen von Prototypgröße bereits Beschichtungen von 60-90 kg pro Stunde möglich (incl. Befüllen und Leeren)
- nach der Hannover Messe wurde der Prototyp bei WMV überarbeitet, entsprechend der neuen Erkenntnisse aus dem ersten Probelauf in Zwingenberg

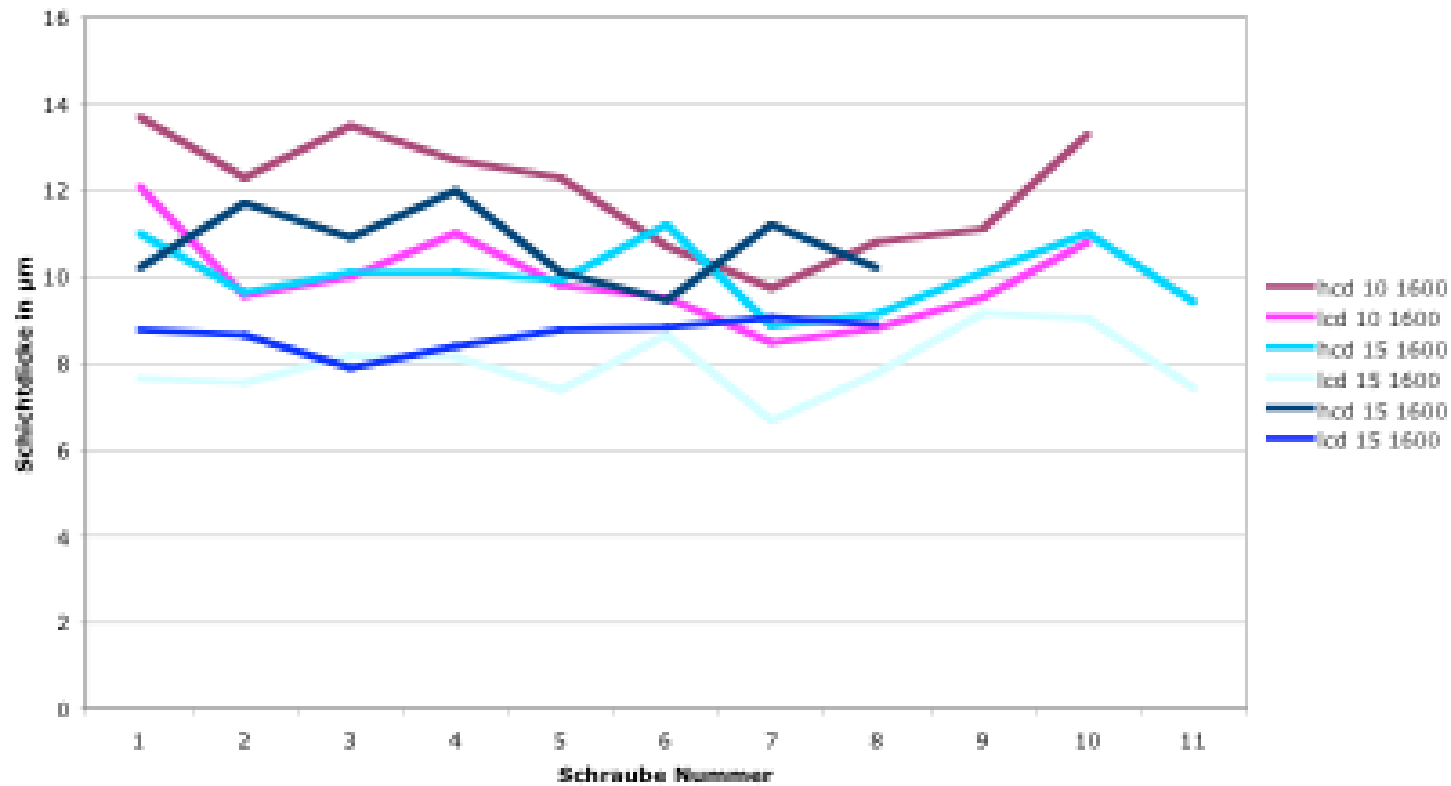


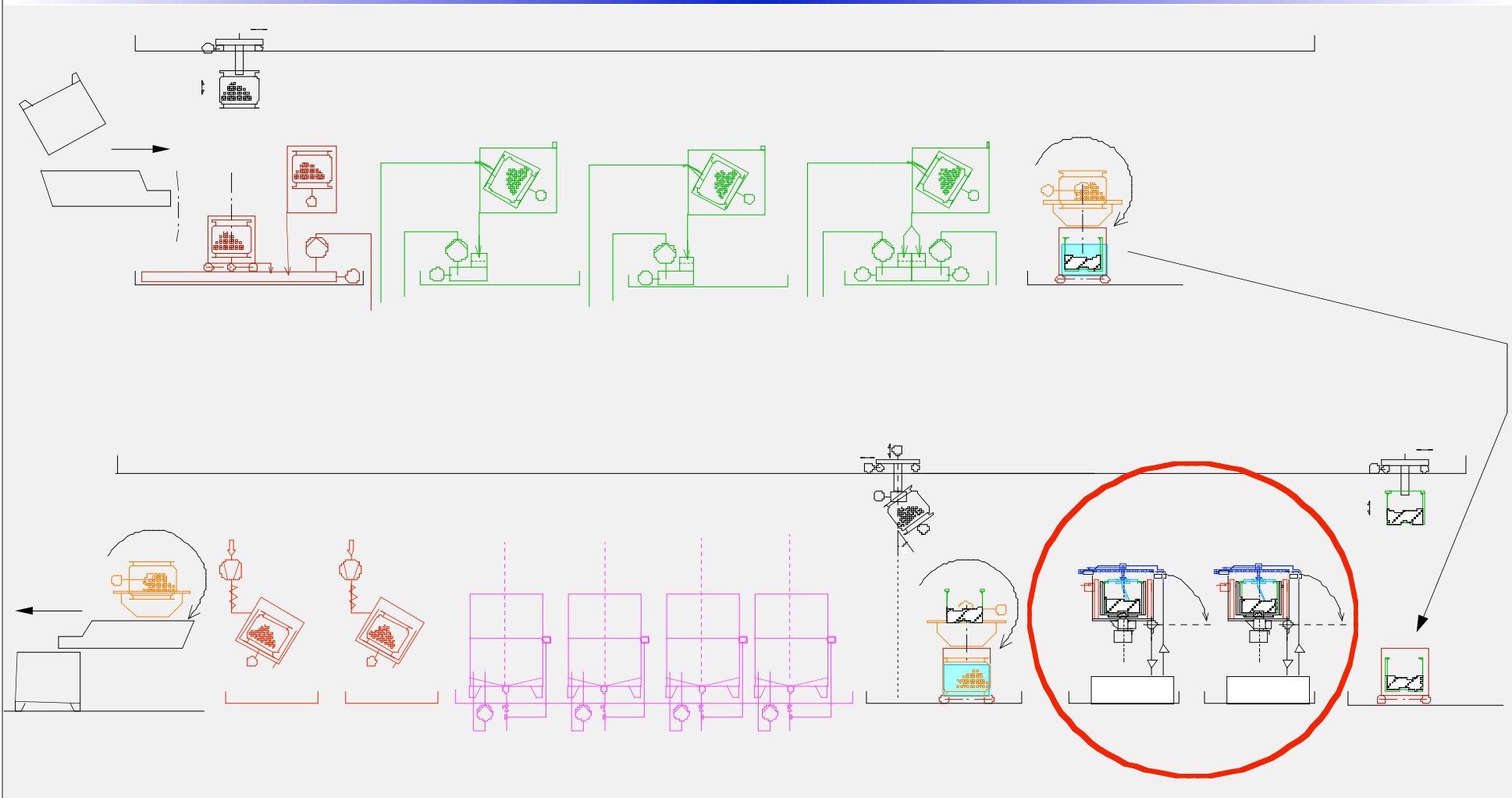
Stand Sommer 2004

- 12 kg Schrauben, verzinkt mit 7 A/dm^2 bei $60 \text{ }^\circ\text{C}$ im HogMaZ-Prototyp
- $10 \text{ }\mu\text{m}$ in 10 min, chromitiert mit SurTec 680



Metallverteilung





Einbindung von HogMaZ in eine Zentrifugenstrecke mit Vor- und Nachbehandlung

- erneutes Aufstellen des überarbeiteten HogMaZ-Prototypes in Zwingenberg
- weitere Versuche im Prototyp:
 - maximale Abscheiderate im Prototyp (erreichen wir jetzt 15 μm in 10 min?)
 - kürzere Vorbehandlung (Ultraschall, evtl. Auslassen von Beize und/oder E-Entfettung?)
 - verhindert HogMaZ die Einlagerung von Wasserstoff bei gehärteten Teilen?
- parallel dazu: Planen einer Anlage doppelt so groß wie der Prototyp als Kundenprojekt, inklusive Vor- und Nachbehandlung und mit speziellem Rahmen für Gestellteile (stark gebohrte Teile mit scharfen Kanten)
- parallel dazu: Planen einer Anlage mit 2-4 Zellen von ~ 2 facher Prototyp-Größe als Kundenprojekt, inklusive Vor- und Nachbehandlung, mit speziellem Zellen-Design für spezifische Teile (sehr lange Verbindungselemente, bisher extrem schwierig zu beschichten); Durchsatz = 300-600 kg/h
- parallel dazu: Entwurf und Herstellung einer 3-4 fach größeren Pilotanlage bis Sommer 2005 (nicht als direktes Kundenprojekt); Bildung einer Entwicklungsgruppe (verknüpft mit dem internationalen F&E-Zentrum)