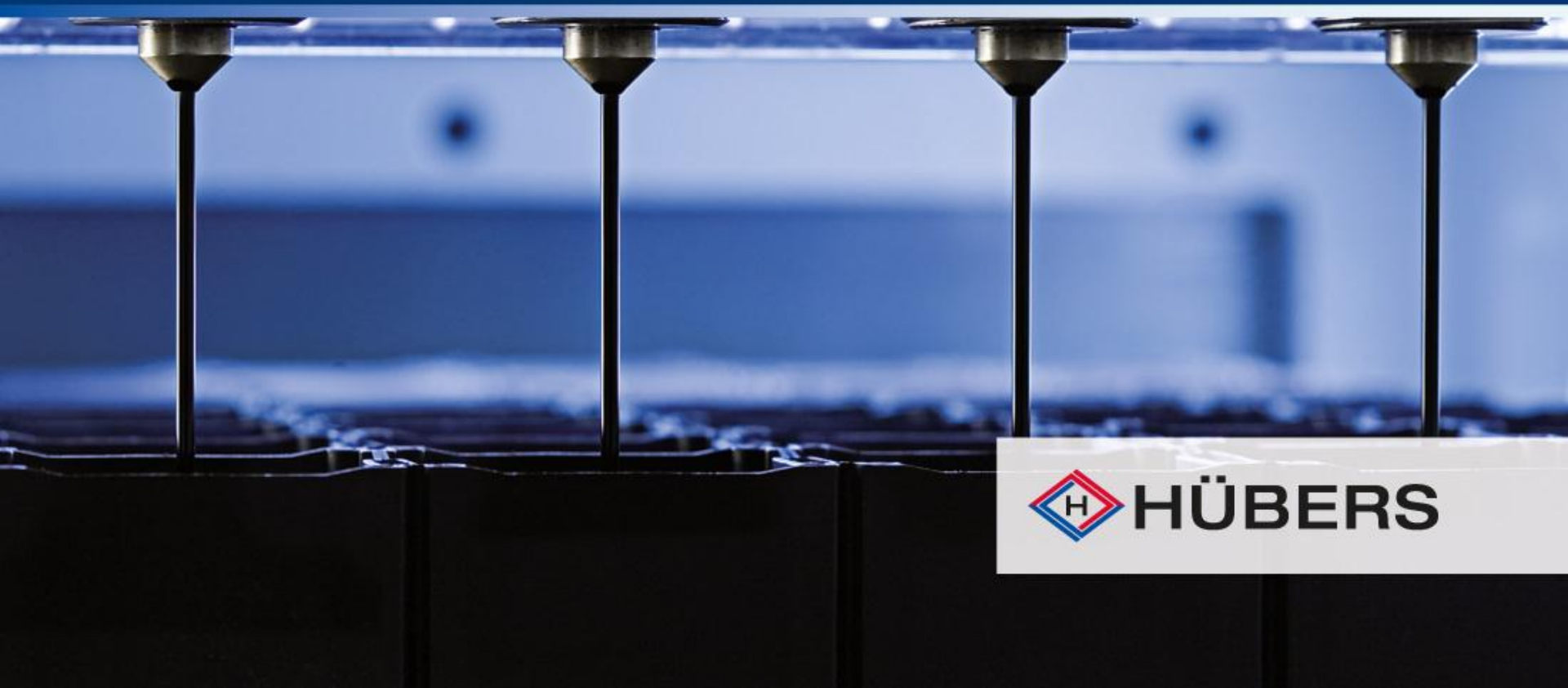
Einsatzgebiete und Verfahrenstechnik des Vergusses von reaktiven Gießharz-Systemen

Dipl.-Ing. Thomas Schedding



Überblick

- **Pionier und weltweit führendes Unternehmen für die Verfahrenstechnik in Gießharzverarbeitung und Imprägnierung**
- **Entwicklung und Produktion von Maschinen und Anlagen**
- **Über 75 Jahre Erfahrung**
- **Rund 60 neue Anlagen werden pro Jahr ausgeliefert**
- **150 Beschäftigte, 10 Auszubildende Jahresumsatz: € 31 Mio. (2013)**

HÜBERS weltweit

- **Hauptsitz in Bocholt, Deutschland**
- **eigene Service- und Vertriebsniederlassungen in China und Japan**
- **Handelsvertretungen weltweit**
- **Seit 1980 wurden mehr als 2.800 Maschinen und Anlagen in 60 Länder geliefert (Stand 2014)**

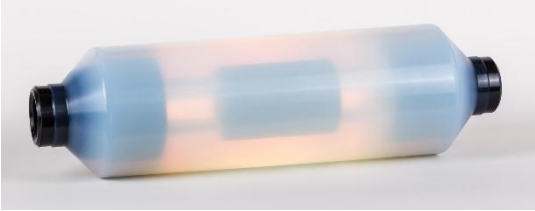
Produktspektrum

- **Maschinen und Anlagen für sämtliche Prozess-Schritte beim Gießen und Imprägnieren**
  - Vakuum Mischen & Dosieren von Epoxid-, Polyurethan- und Polyester-Harzen sowie Silikon
  - Silikon-Verarbeitung SVT®
  - Ofen-Systeme
  - Compact-Lösung
  - Automatisches Druck-Gelieren
  - ADG Schließmaschinen
  - Labor- & Spezial-Anlagen
  - Aufbereiten & Formulieren
  - Imprägnier-Anlagen
  - Micro-Verguss-Anlagen

Der heutige Hauptsitz

- **Fertigung, Forschung & Entwicklung, Verwaltung und Vertrieb**
- **Grundfläche: 16.000 m²**
- **Fläche Fertigungs- und Entwicklungbereiche: 7.500 m²**
- **Fläche Büro- und Konferenzbereiche: 1.700 m²**

Beispiele für auf HÜBERS-Anlagen gefertigte Produkte



Auf HÜBERS-Anlagen verarbeitete Materialien

- **Grundsätzlich können auf HÜBERS-Anlagen sämtliche Gießharz- und Imprägniermaterialien verarbeitet werden:**
  - Epoxidharze (ein- und mehr-komponentig)
  - Polyurethane
  - Flüssigsilikone
  - Polyester

- **Die konkreten Formulierungen der Materialsysteme umfassen darüber hinaus je nach Anwendung Zusatzstoffe wie z.B.:**
  - Füllstoffe (weich, hart, abrasiv)
  - Farbstoffe
  - Beschleuniger
  - Flexibilisatoren

Anwendungs-Grundlagen der Verarbeitung unter Atmosphäre und unter Vakuum

HÜBERS

Klassifizierung von Anwendungsfällen nach Aufbereitungs- und Vergussprinzip

Verguss ▶ / Aufbereitung ▼	unter Atmosphäre	unter Vakuum
unter Atmosphäre	Umhüllung und Stabilisierung	starkes Aufschäumen und Blasenbildung im Bauteil
unter Vakuum	Automatisches Druck-Gelieren (ADG), offener Verguss	blasenfreier Verguss in Gießharz und Bauteil

Unabhängig vom Vergussprinzip ist die Eigenformulierung von Gießharzmassen ausschließlich in der Aufbereitung unter Vakuum möglich.

Erforderliche Prozessschritte für die Herstellung blasenfreier Produkte

1. **Materialaufbereitung**
   - Entgasung und Homogenisierung der Reaktionskomponenten

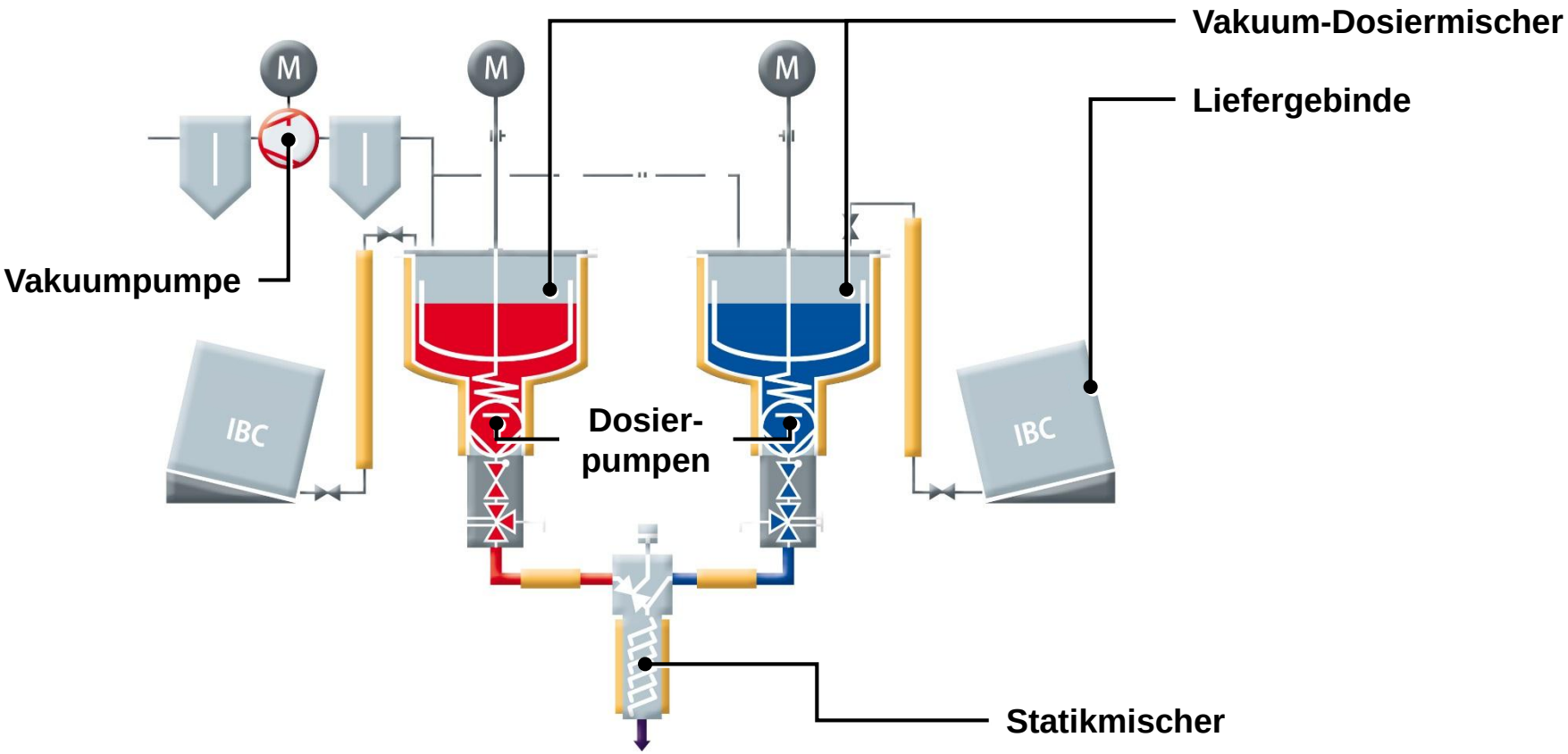
2. **Herstellung des reaktiven Gemischs**
   - **Dosierung:** Genaues Dosieren der Reaktionskomponenten im richtigen Mischungsverhältnis und gewünschten Vergussvolumen (seien es 0,8 g oder 650 kg)
   - **Mischorgan:** Einsatz eines geeigneten Mischorgans, welches eine qualitativ hochwertige Mischung bei unterschiedlichen Dosiergeschwindigkeiten und Gegendrücken realisiert

3. **Qualitätssicherung**
   - Überwachung der Komponentendosierung zur Sicherstellung des richtigen Mischungsverhältnisses

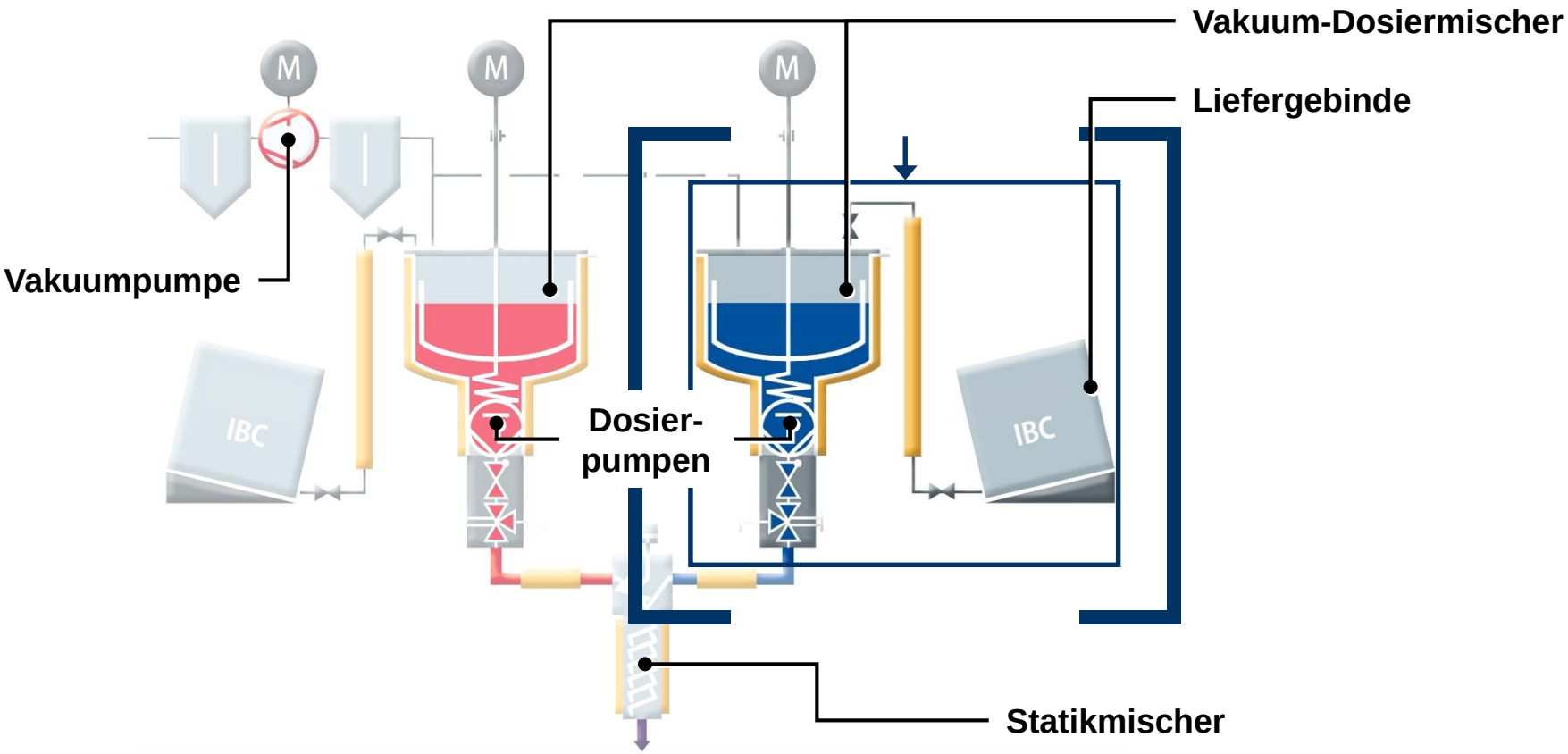
4. **Gießverfahren**
   - Verguss unter Atmosphäre, Verguss unter Vakuum oder Automatisches Druck-Gelieren (ADG)

5. **Produktbeispiele**

Grundkonzept einer Vakuum-Gießanlage



Materialaufbereitung



Materialaufbereitung: Grundlagen

- **Zentrales Element der Materialaufbereitung ist der Dosiermischer; hier wird das Material für die Erstellung des reaktiven Gemischs vorbereitet**

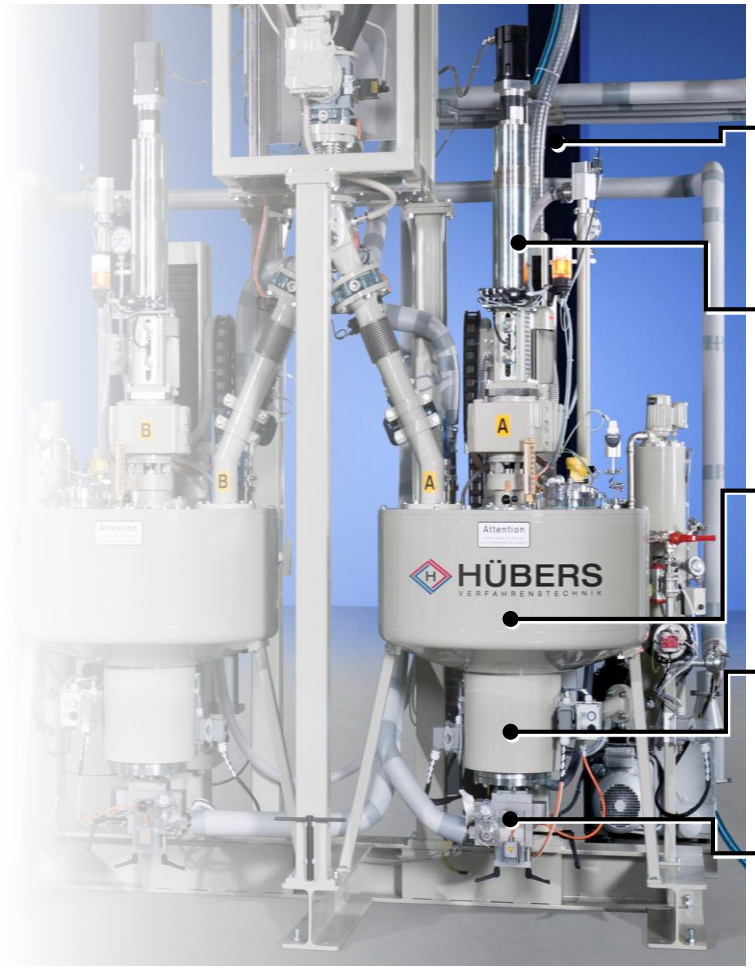
- **Die Aufbereitung kann entweder diskontinuierlich oder kontinuierlich erfolgen, wobei die kontinuierliche Aufbereitung gegenüber der diskontinuierlichen grundsätzlich Vorteile in der Qualitätssicherung und Produktionslogistik bietet**

- **Die erforderliche Ausrüstung für die Materialaufbereitung hängt davon ab, ob das Material vorformuliert/vorgefüllt oder unformuliert/ungefüllt angeliefert wird:**

  - vorformuliertes/vorgefülltes Material erfordert ggf. Maßnahmen gegen die Sedimentation in den Liefergebinden

  - unformuliertes/ungefülltes Material wird direkt dem Dosiermischer zur Aufbereitung zugeführt

Materialaufbereitung: Vakuum-Dosiermischer



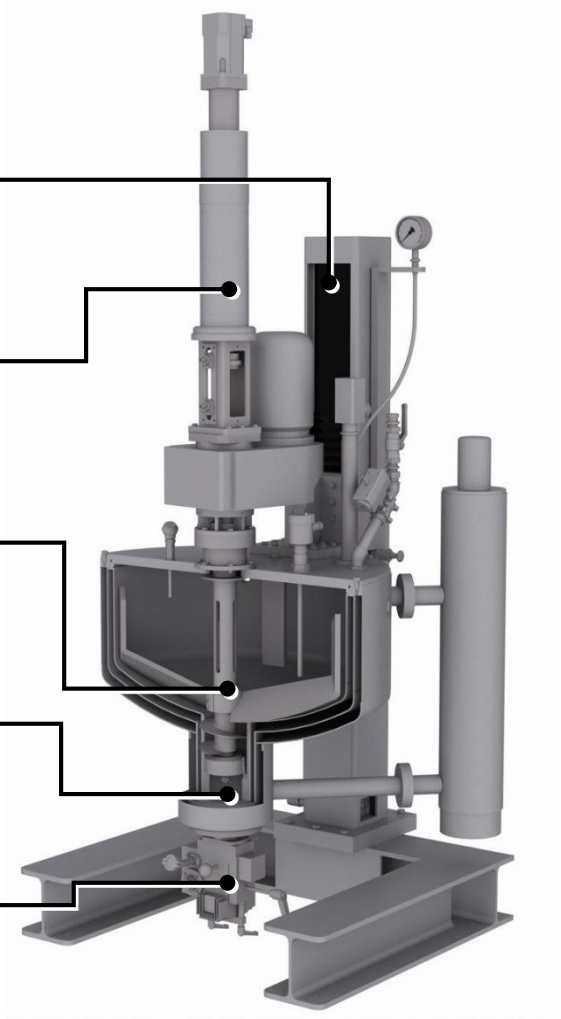
Deckelabhebe-vorrichtung

Doserpumpen-antrieb

Anker-Rührwerk

Dosierpumpe

Rückschlag-ventil

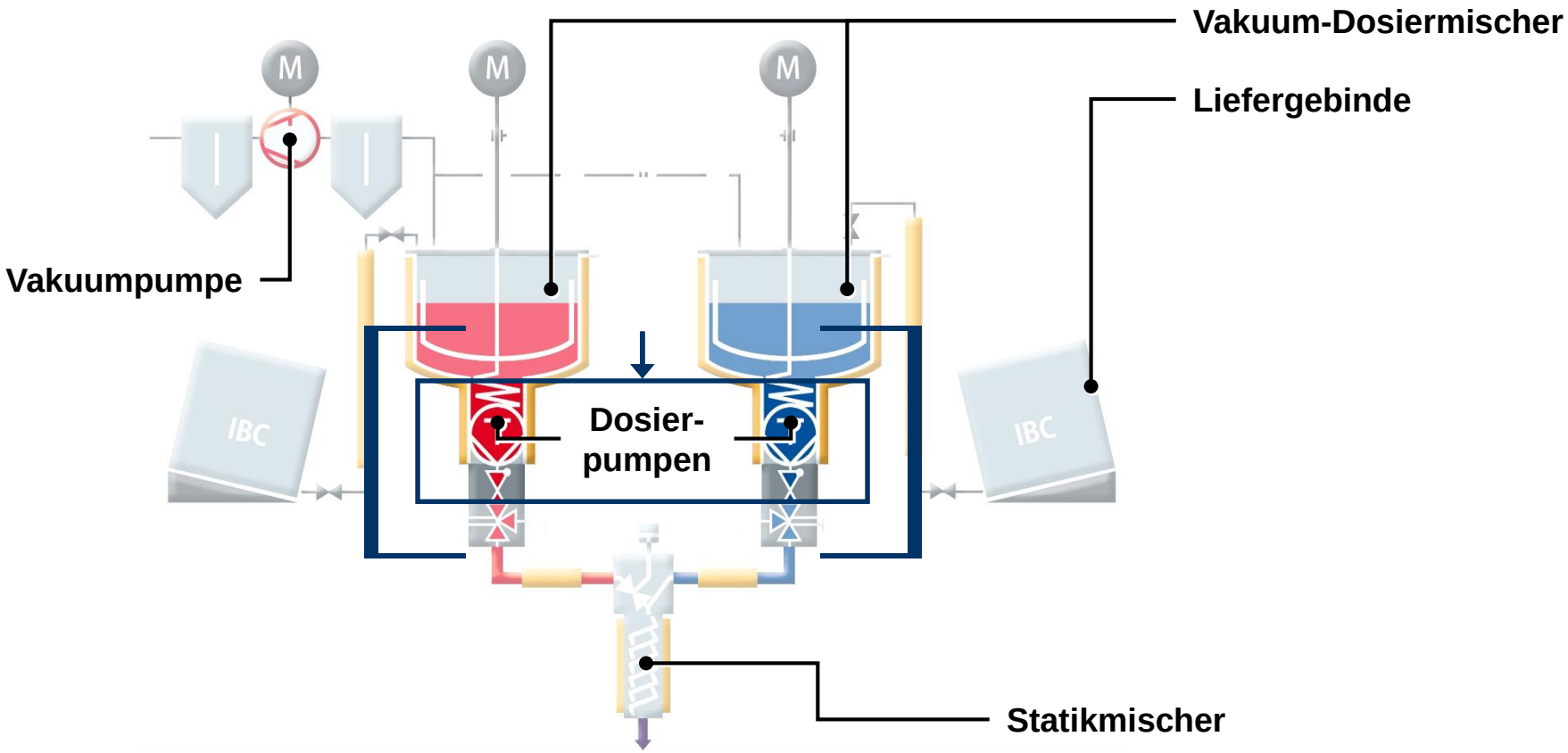


Materialaufbereitung:
Vakuum-Dosiermischer – Eigenschaften

- **Großer Durchmesser und geringe Höhe für effektive Entgasung an der Materialoberfläche**
- **Spezielle Rührwerksgeometrie – optimale Materialhomogenisierung**
  - kontrollierte Temperaturverteilung
  - keine Füllstoff-Sedimentation
- **Behälter-Temperierung optional**

► **Damit wird unter Nutzung physikalischer Gesetzmäßigkeiten die zuverlässige Entgasung und optimale Aufbereitung der Materialkomponenten sichergestellt.**

Herstellung des reaktiven Gemischs: Dosierung



Herstellung des reaktiven Gemischs: Dosierung – Pumpen

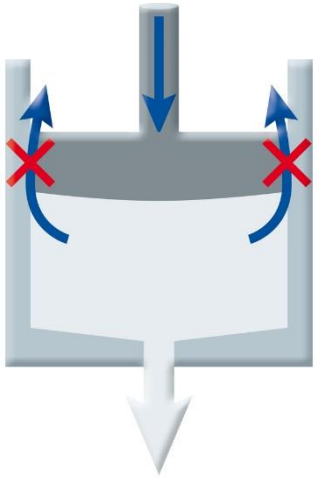
- **Zahnradpumpen werden eingesetzt**
  - bei nicht-abrasiven Harzsystem
  - bei großen oder bei kontinuierlichen Dosiervolumina

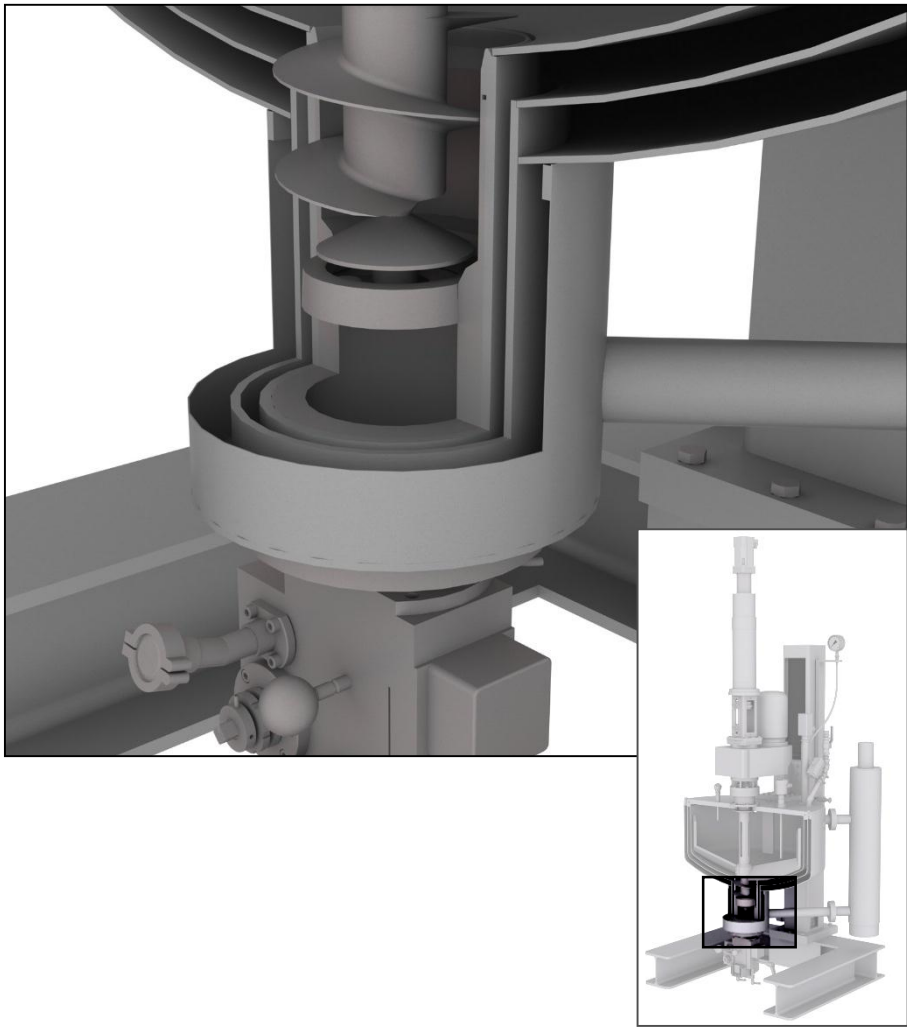
- **Volumetrisch arbeitende Kolbenpumpen werden eingesetzt**
  - bei ungefüllten und gefüllten Harzsystemen
  - beim Einsatz von abrasiven Füllstoffen
  - bei allen Mischungsverhältnissen, bis hin zu stark verschobenen (z.B. 100 : 2)
  - bei allen Viskositäten, auch bei großen Viskositätsunterschieden zwischen den Komponenten (z.B. 2.000.000 m•Pas zu 700 m•Pas @ 25°C)

Herstellung des reaktiven Gemischs: Dosierung – Pumpen

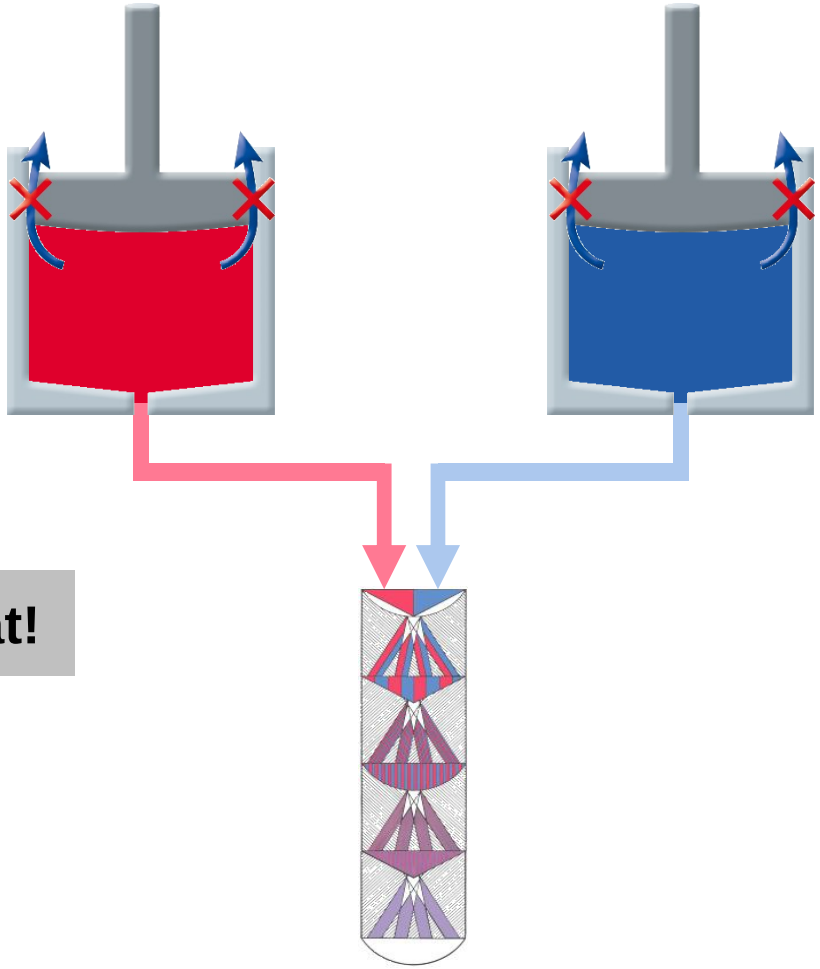
Kolbendosierpumpen für Harzsysteme

- keine Elastomer- oder Flüssigkeitsabdichtung erforderlich
- wartungsfrei, verschleißarm
- druckverlustfrei



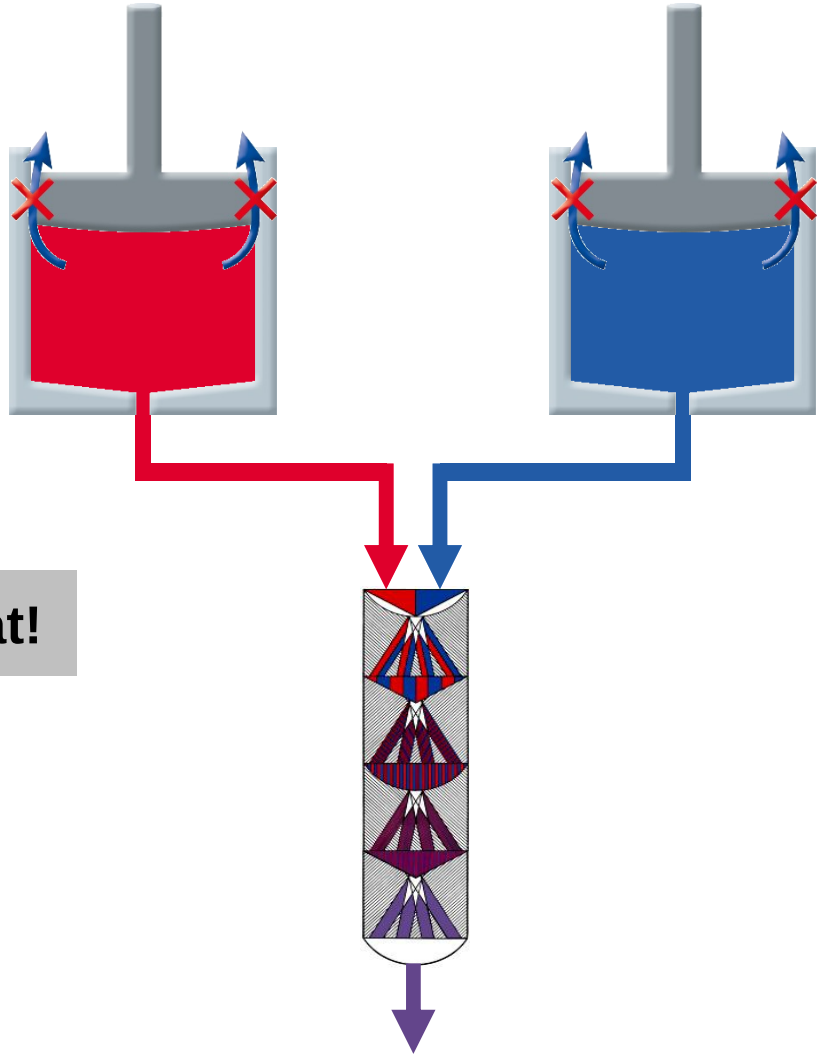


Herstellung des reaktiven Gemischs: Dosierung – Grundlagen



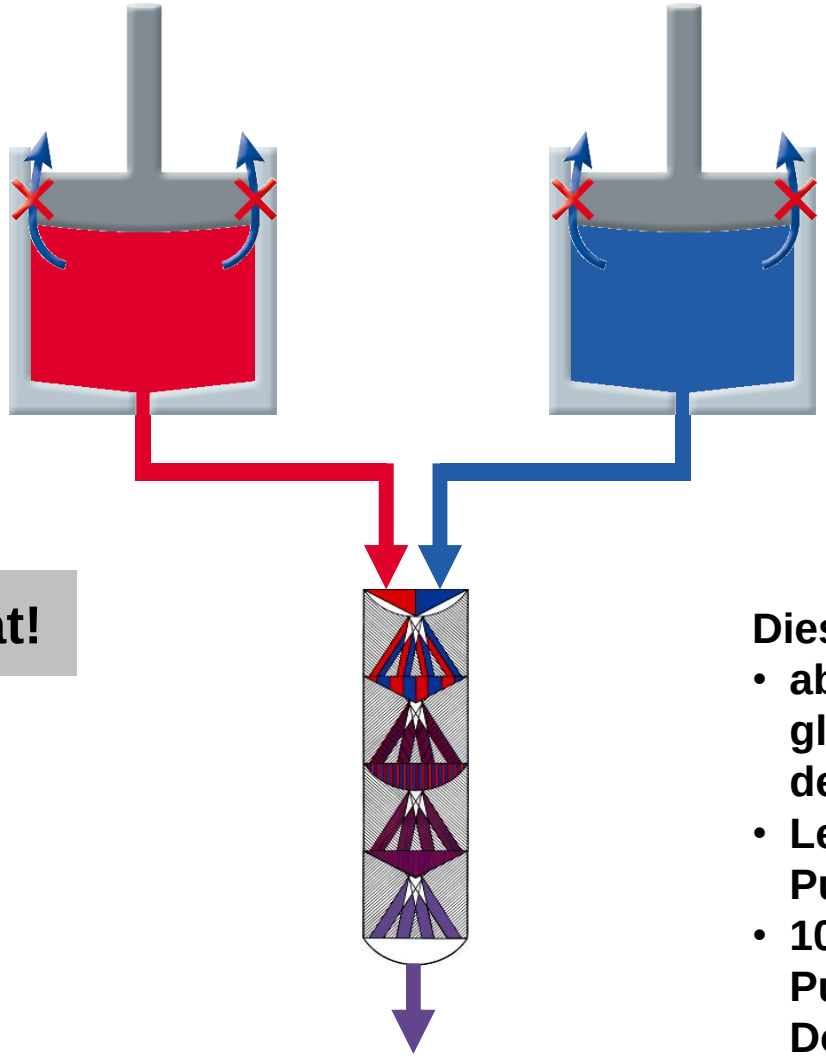
Synchronizität!

Herstellung des reaktiven Gemischs: Dosierung – Grundlagen



Synchronizität!

Herstellung des reaktiven Gemischs: Dosierung – Grundlagen

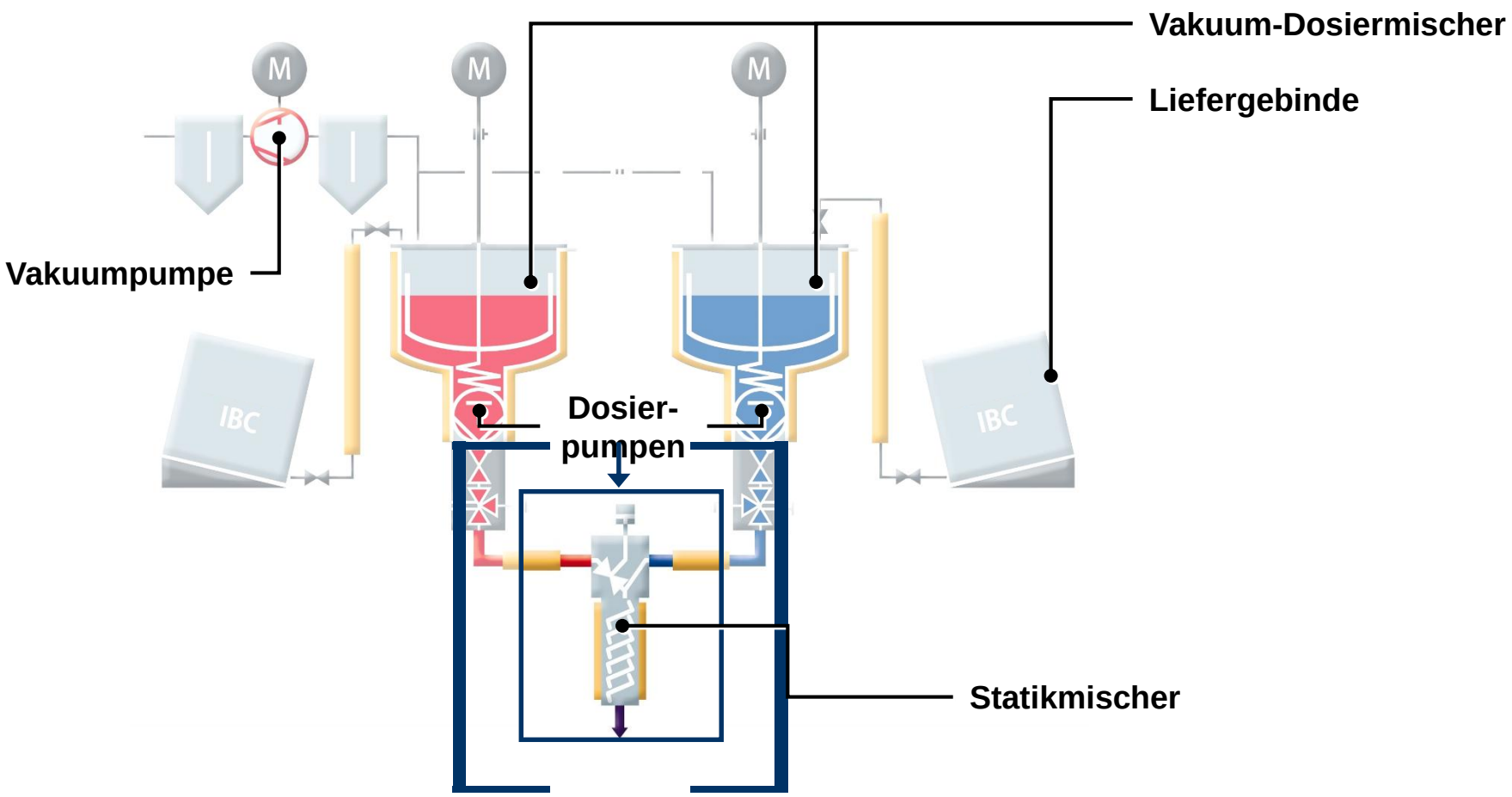


Synchronizität!

Dies erfordert:

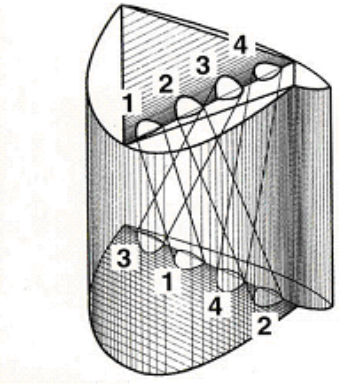
- **absolut gleichzeitige und gleichförmige Bewegung der Pumpen ("synchron")**
- **Leckagefreiheit der Pumpen ("dicht")**
- **100%iges Füllen der Pumpen ("voll") vor der Dosierung**

Herstellung des reaktiven Gemischs: Mischorgan



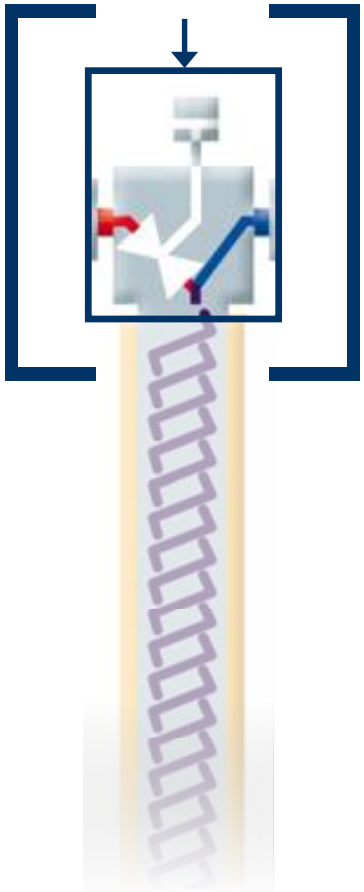
Herstellung des reaktiven Gemischs: Mischorgan – HÜBERS-Statikmischer

- **Der Statikmischer besteht aus ineinander passenden Segmenten aus Edelstahl**
- **Die Segmente sind passgenau in einem Führungsrohr aneinander gereiht und vakuumfest abgedichtet**
- **In jedem Segment wird die Anzahl der Komponentenschichten vervierfacht; das Gemisch der beiden Komponenten besteht also nach beispielsweise 13 Segmenten aus 130 Mio. Schichten**



Herstellung des reaktiven Gemischs: Mischorgan – HÜBERS-Statikmischer

- **vakuumdicht**
- **strömungsoptimierte, totraumfreie Ausführung**
- **auch bei stark verschobenen Mischungs-verhältnissen und Viskositäten einsetzbar**
- **geringes Volumen, nur kleine Mengen reaktiven Gemischs im System**
- **wiederverwendbar, verschleißfrei**
- **geringer Wartungsaufwand**
- **einfache Demontage, service-freundlich**
- **lösemittelfreie Reinigung durch Spülen mit der Harzkomponente**



HÜBERS-Harzspülventil

- Spezialkonstruktion, wird direkt vor dem Statikmischer eingebaut
- Verhindert zuverlässig den Eintrag von Härter bei Spülung mit der Harzkomponente
- keine Pfropfenbildung
- keine Ablagerungen

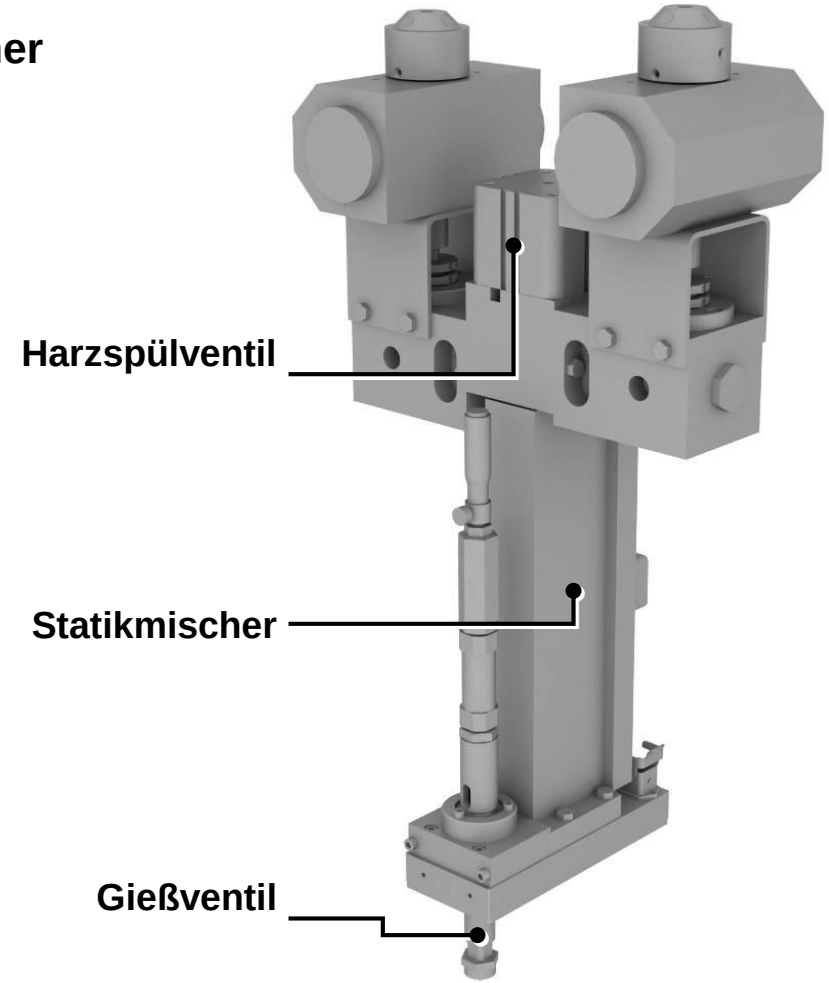
► schnelle, zuverlässige Reinigung ohne "Spätfolgen"

Herstellung des reaktiven Gemischs: Misch- und Dosierkopf

Einfach-Misch- und Dosierkopf mit lösemittelfrei spülbarem HÜBERS-Statikmischer

Einfach-Kopf Atmosphärenverguss

Einfach-Kopf Vakuumverguss



Herstellung des reaktiven Gemischs: Misch- und Dosierkopf

Misch- und Dosierkopf:

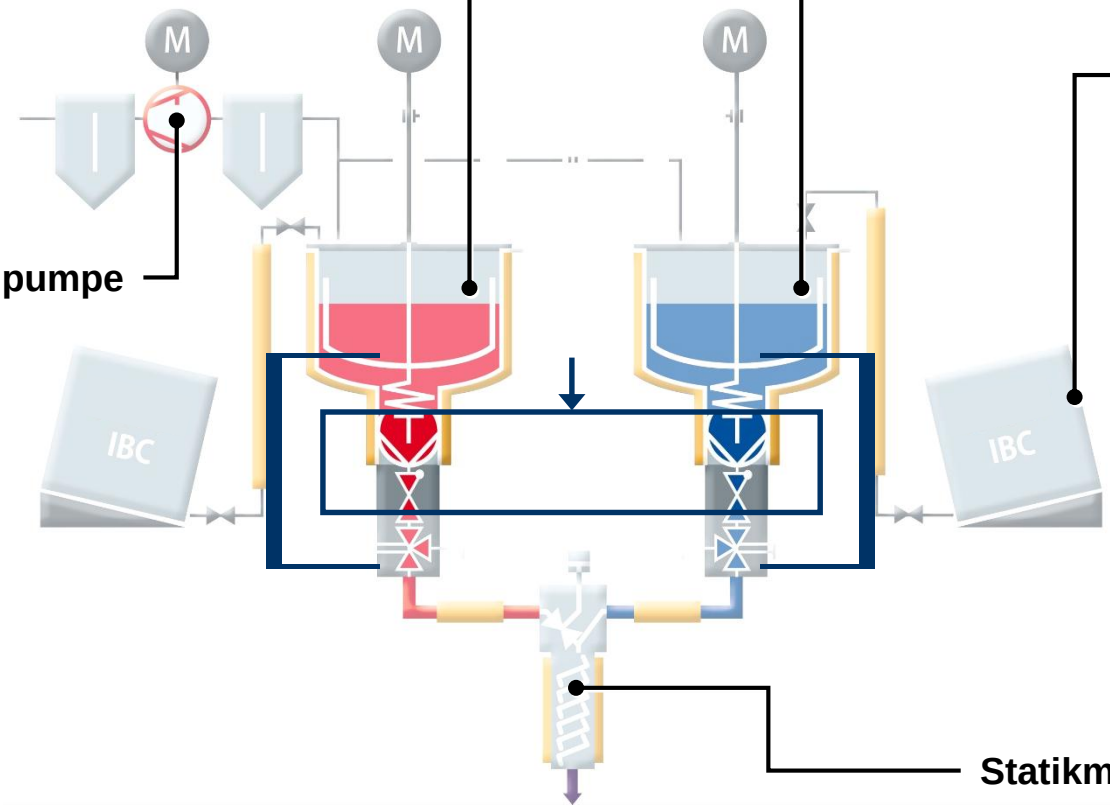
Dosierkopfsystem mit Einweg-Statikmischer

Eingesetzt bei:

- **hochreaktiven Harzen**
- **Systemen, bei denen ein Harzspülen nicht möglich ist**
- **bei hochpreisigen Harzsystemen**

Einweg-Statikmischer

Qualitätssicherung:
Elektronische Dosierkontrolle



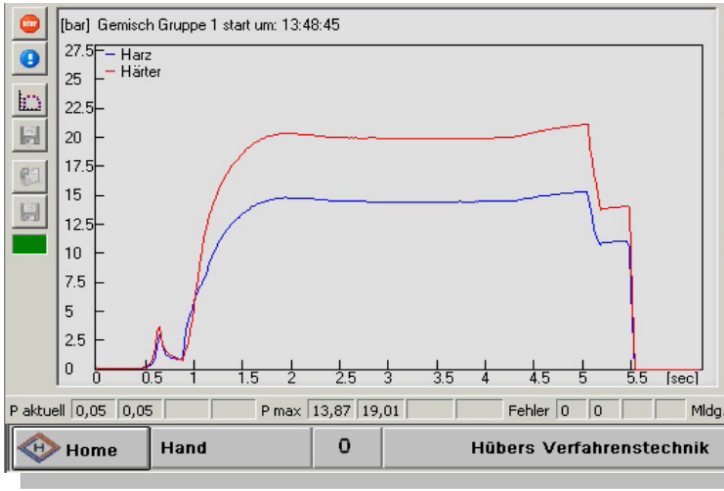
Vakuumpumpe

Statikmischer

- Patentierte Hard- und Software-Lösung zur sicheren Vermeidung von Misch- und Dosierfehlern
- Protokollierung sämtlicher Dosierkurven und Fehlererkennung
- automatische Unterbrechung der Produktion bei Abweichung von den Soll-Werten

Qualitätssicherung:
Elektronische Dosierkontrolle

- **Die Güte des reaktiven Gemischs ist ein wesentlicher Faktor für die Qualität der gefertigten Bauteile**
- **Das Dosierkontrollgerät führt eine Druck-, Mengen- und Zeitvergleichsüberwachung der Dosierpumpen pro Dosierhub aus.**
  - Prüfung des Synchronlaufs der Pumpen bei jedem Dosiervorgang
  - Visualisierung der Daten in Echtzeit auf dem Bildschirm
  - Sofortige Meldung von Abweichungen
  - Protokollierung der Daten
  - Automatischer Prozess-Stopp und
  - Ursachen-Analyse bei Störungen



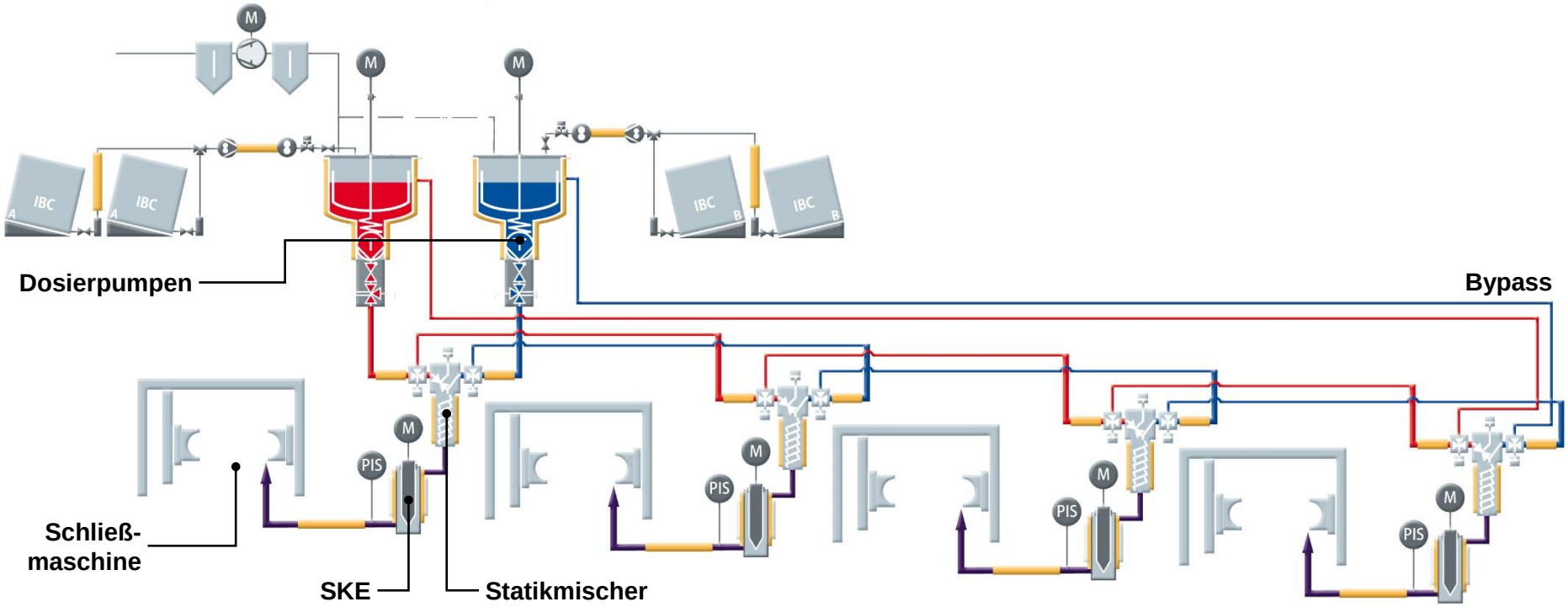
Gießverfahren

- **Nach der Materialaufbereitung, Dosierung und Mischung erfolgt der Verguss des reaktiven Gemischs. Hierfür stehen die folgenden Verfahrensalternativen zur Verfügung:**
  - Verguss unter Atmosphäre
  - Verguss unter Vakuum in einer Vakuum-Kammer
  - Automatisches Druck-Gelieren
  - Automatisches Vakuum-Druck-Gelieren

- **Sollen hohe Stückzahlen produziert werden, bieten sich bei der konkreten Auslegung der Anlagen folgende Lösungen an**
  - Ringleitungssysteme – zur Versorgung von mehreren Gießstationen
  - Umlaufgießanlagen – mit kurzen Takt-/Zykluszeiten

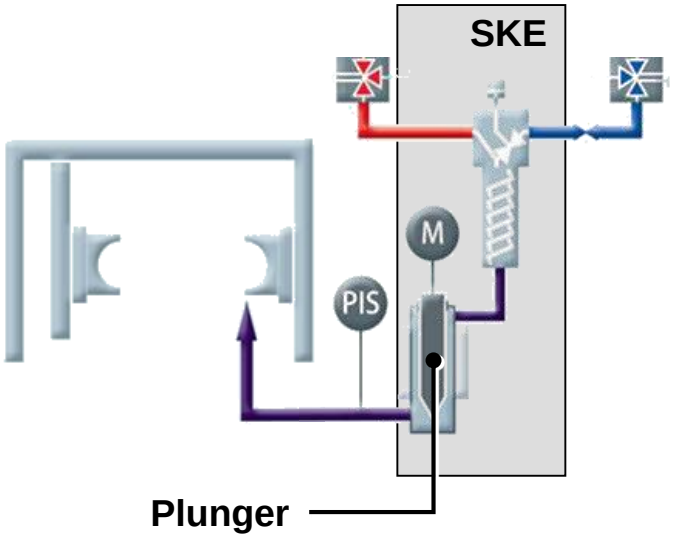
Gießverfahren: Ringleitungssysteme

Ringleitungssystem mit 4 SKEs zur zentralen Versorgung mehrerer Produktionsstationen mit nur einer Misch- und Dosieranlage



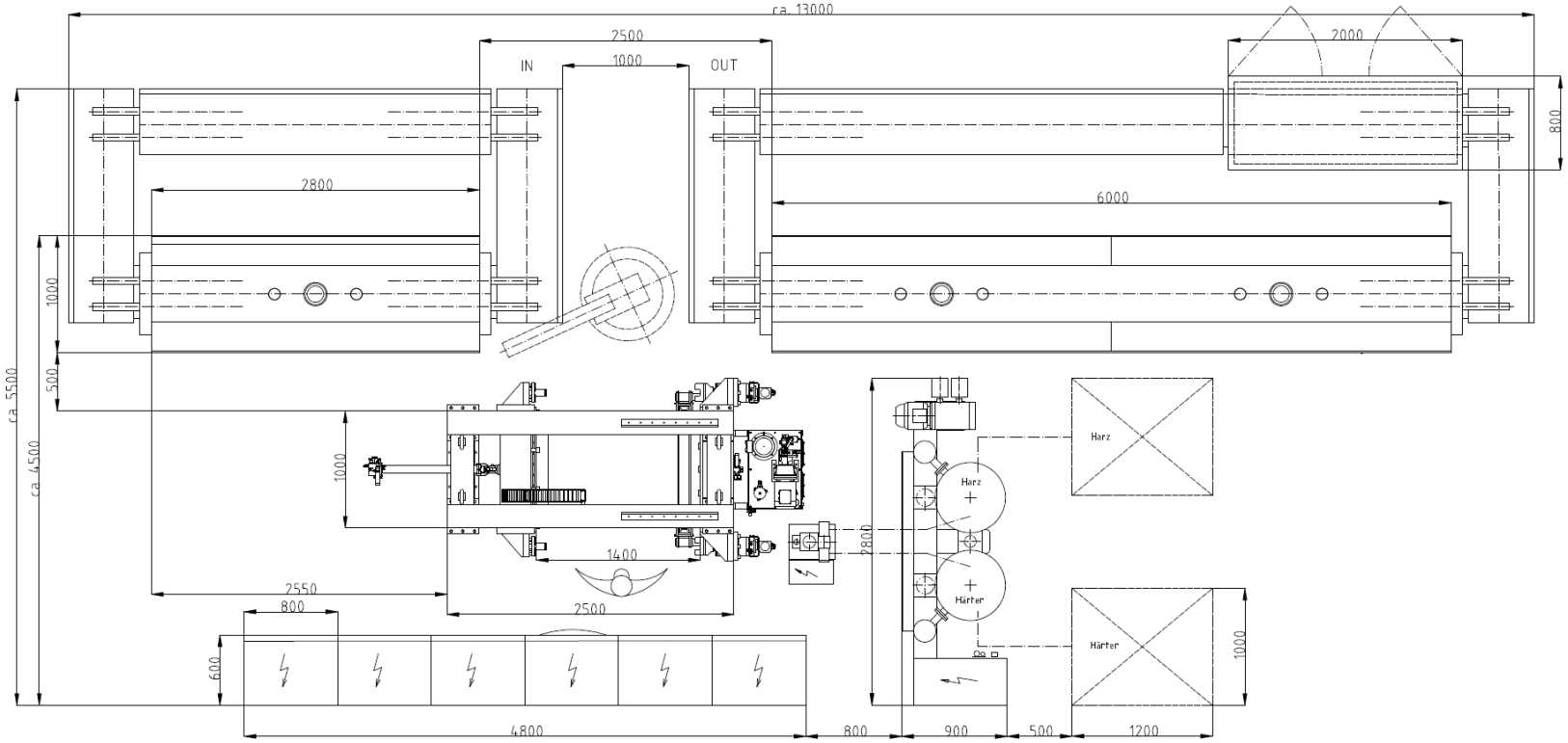
Schwundkompensationseinheit (SKE)

- **Kontinuierliches Füllen der Form unabhängig vom Schussgewicht**
- **Präziser Ausgleich sowohl von Schwund als auch von Ausdehnung des Materials in der Form**
- **Versorgung mehrerer Schließmaschinen mit nur einer Misch- und Dosieranlage möglich**



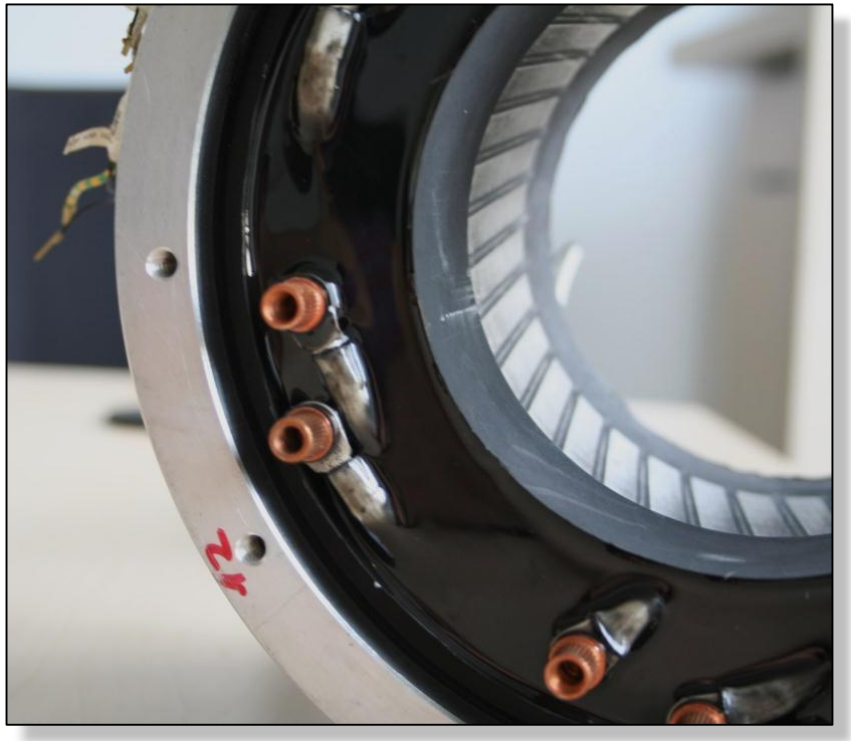
Gießverfahren:
Automatisches Druck-Gelieren

Gießverfahren: Umlaufgießanlage (Schematische Ansicht)

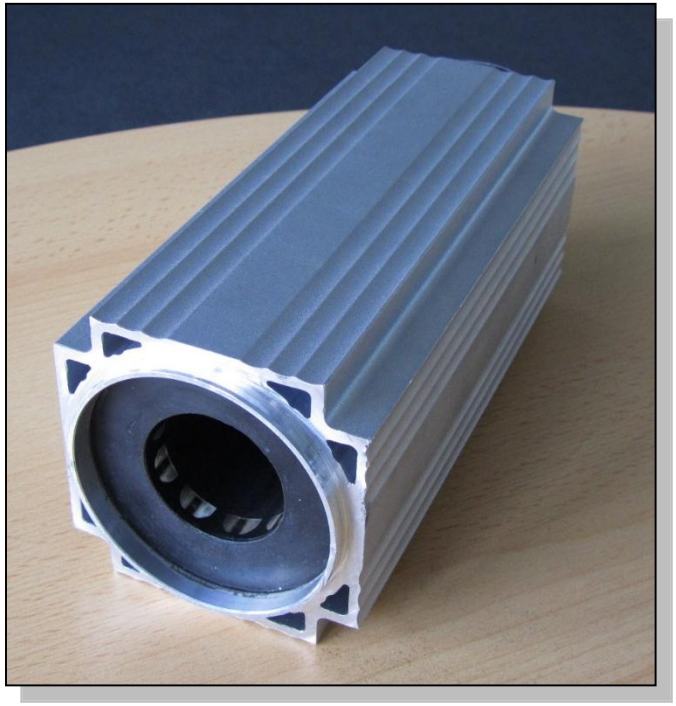


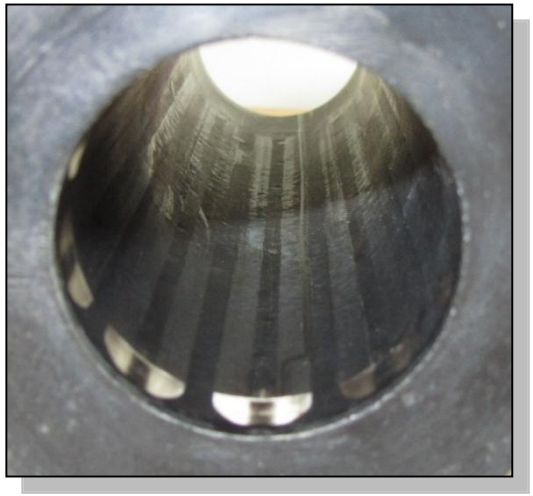
Beispiel: Umlauf-Gießanlage für Generatoren und Motoren

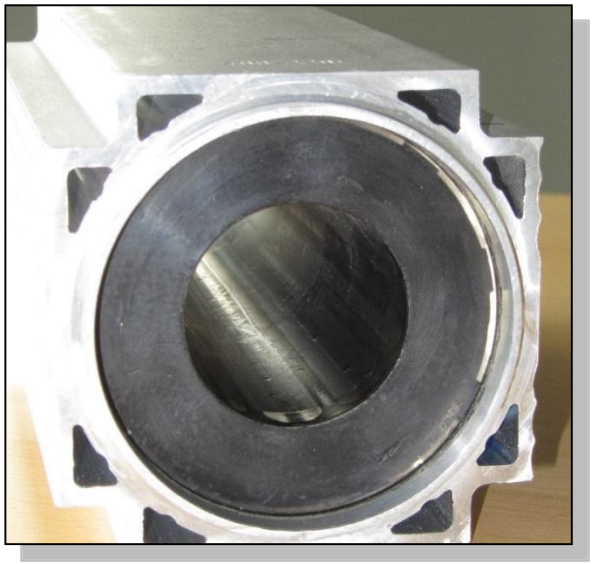
Produktbeispiele: E-Mobilität



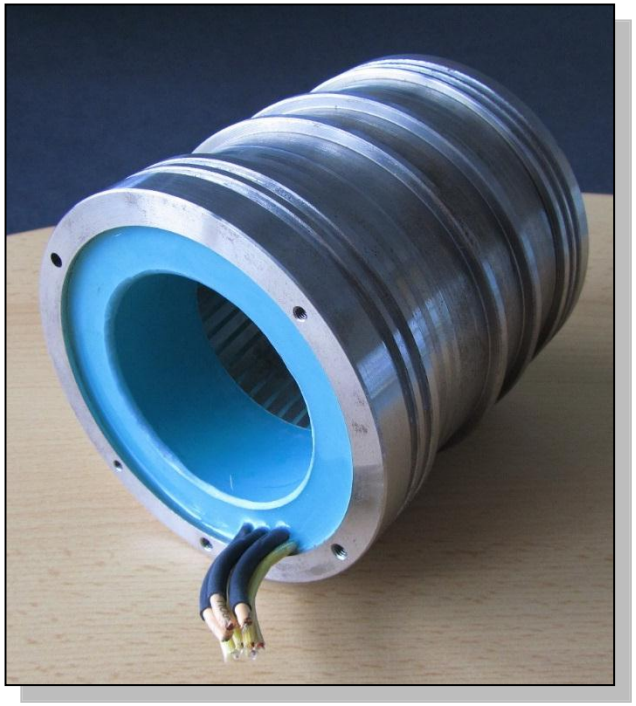
Produktbeispiele: Servo-Antriebe



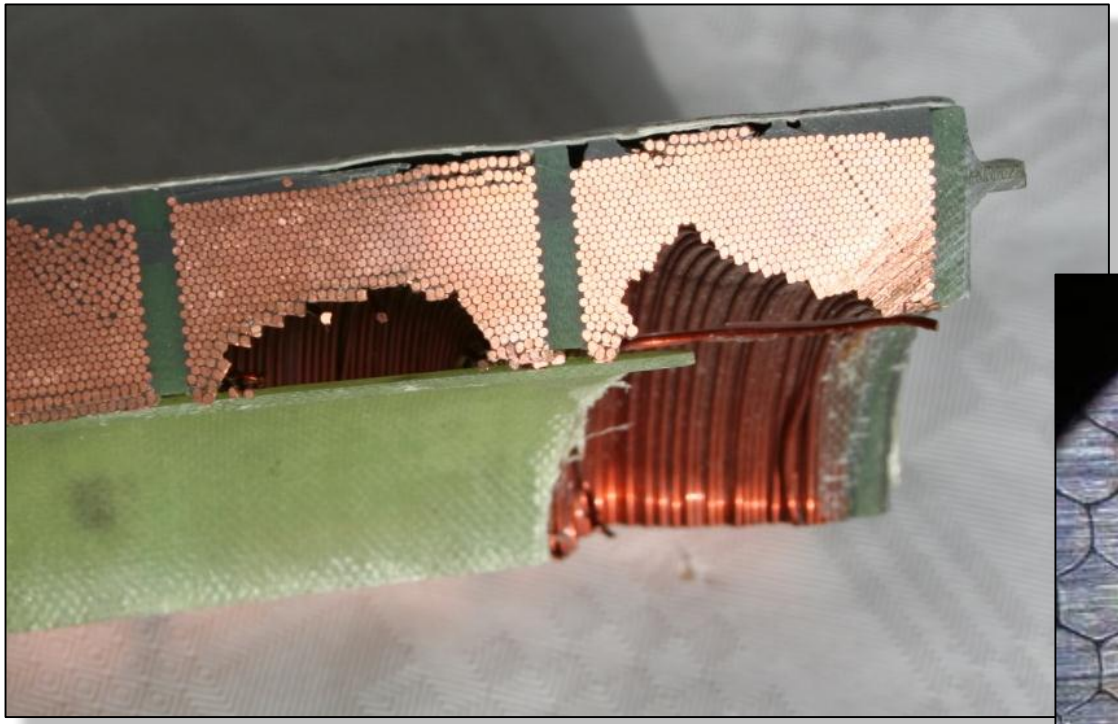


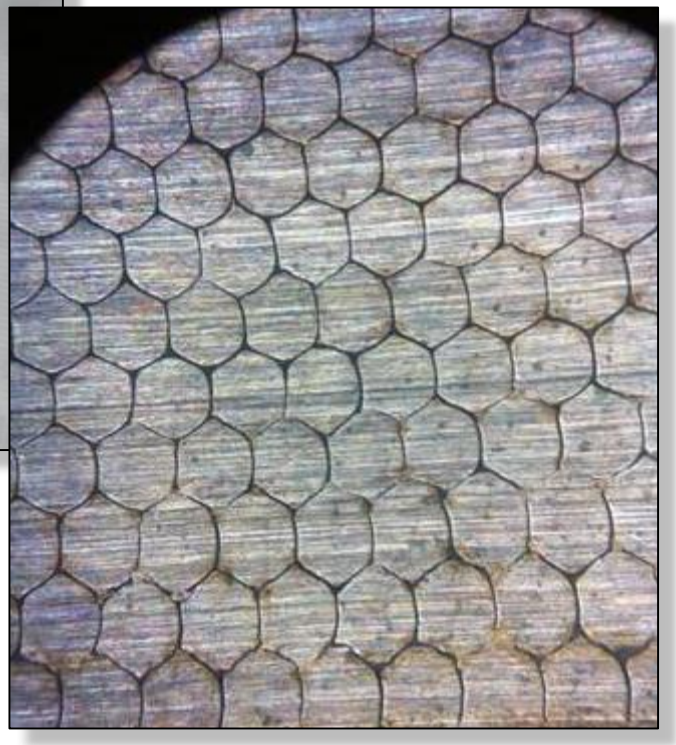


Produktbeispiele: Servo-Antriebe

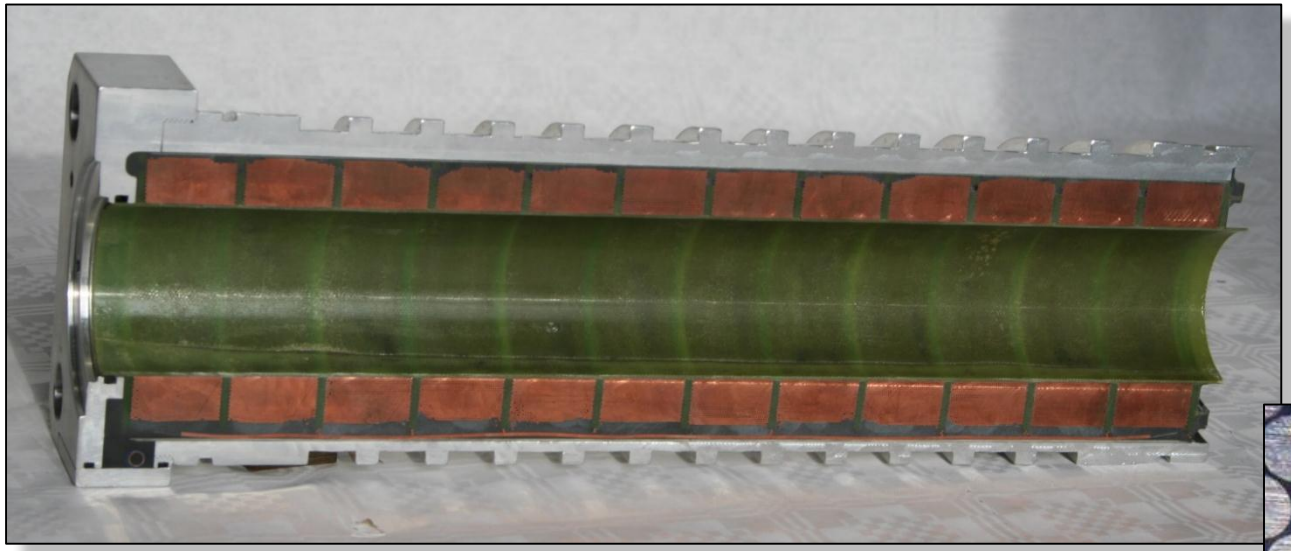


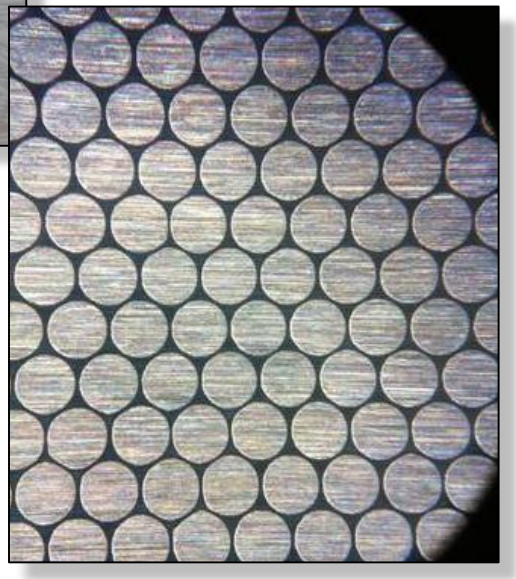
Produktbeispiele: Linearantrieb (1) – Problemstellung





Produktbeispiele: Linearantrieb (2) – Verguss mit HÜBERS-Technologie

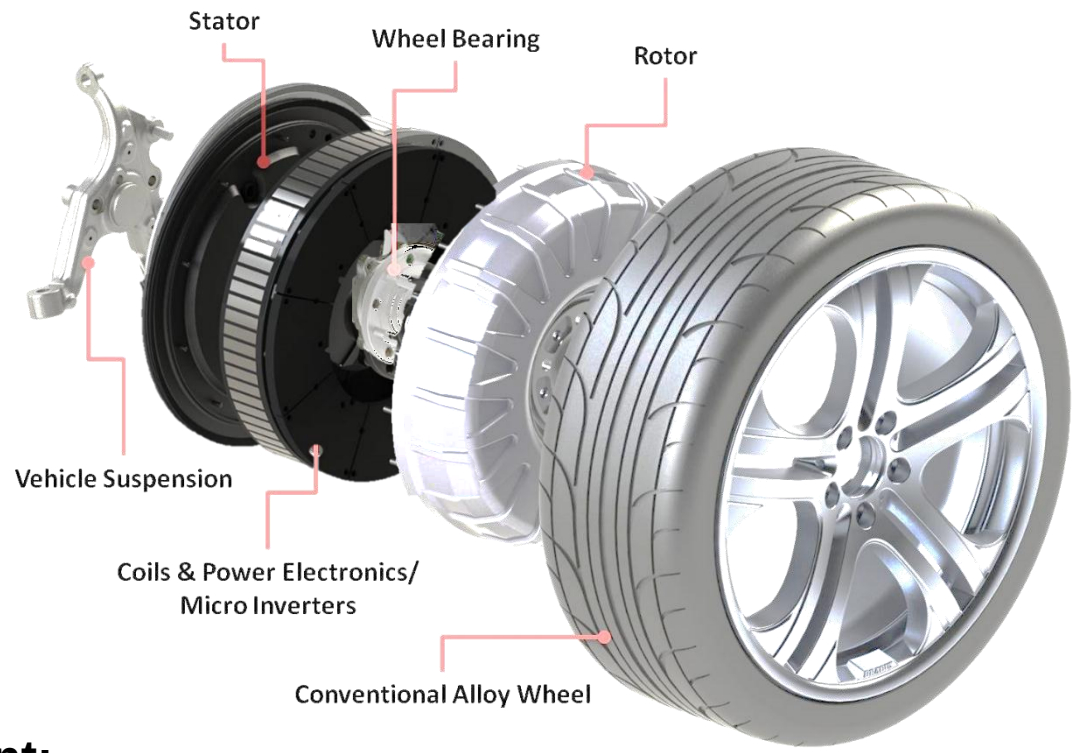




Produktbeispiel: Motorbremse

- **Klassisches Bauteil für Atmosphären-Verguss**
- **Hier durch Vakuumverguss mannloser Prozess und blasenfrei in kritischen Bereichen**

Produktbeispiel: E-Mobilität/Windenergie

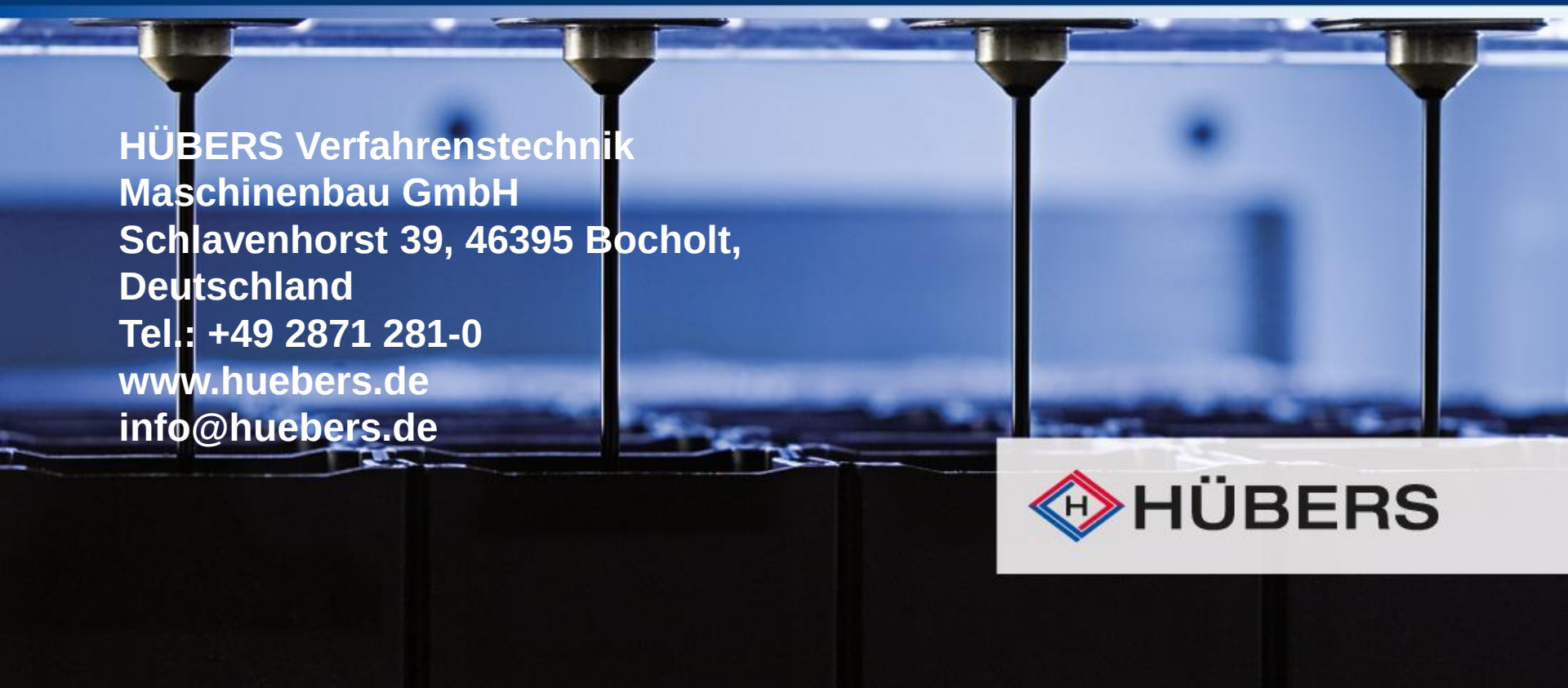


Stator

- **Drehmoment:**
  650 Nm (Peak: 1.000 Nm)
- **Leistung:**
  54 kW (Peak: 75 kW)

Einsatzgebiete und Verfahrenstechnik des Vergusses von reaktiven Gießharz-Systemen

Dipl.-Ing. Thomas Schedding



HÜBERS Verfahrenstechnik Maschinenbau GmbH
Schlavenhorst 39, 46395 Bocholt, Deutschland
Tel.: +49 2871 281-0
www.huebers.de
info@huebers.de

HÜBERS