

5. Vortragsblock 4

5.1 Anspruchsvolle Großserien in Technischer Keramik

- Ines Durmann
Sembach GmbH & Co. KG
Lauf a. d. Pegnitz

Die Folien finden Sie ab Seite 344.

Seit vielen Jahrzehnten werden im Bereich Technische Keramik zahlreiche Bauteile für die Hausgeräte – und Automobilindustrie in sehr großen Stückzahlen produziert. An derartige Bauteile werden sehr hohe Ansprüche gestellt; eine gezielte Absicherung der Fertigungsprozesse ist die Grundlage für einen hohen Qualitätsstandard. Der folgende Beitrag soll zeigen, wie anspruchsvolle Großserien in Technischer Keramik realisiert und abgewickelt werden.

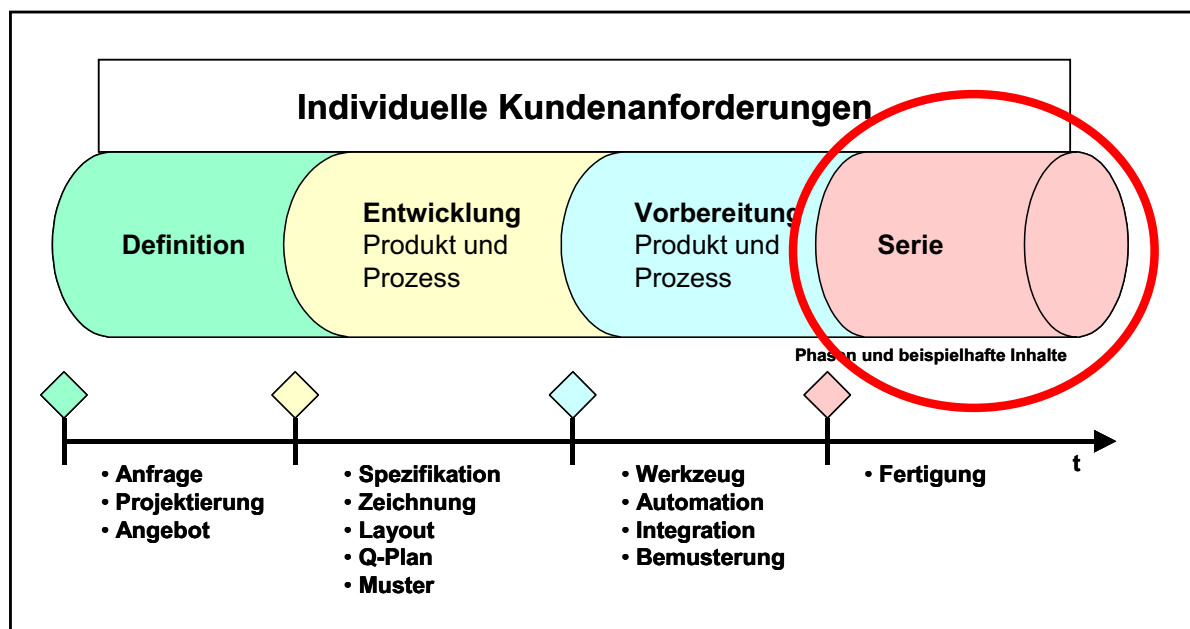




Bild 1: Produktentstehungsgang

Viele Informationen, die durch diese Seminarreihe weitergegeben werden, sind fokussiert auf die Wichtigkeit der engen Zusammenarbeit von Konstrukteur/Entwickler/Kunde und Keramikhersteller ab der

Vortragsblock 4

frühen Entwicklungsphase neuer Produkte. Hier wird der Grundstein gelegt für eine optimale Problemlösung und eine möglichst effiziente Zusammenarbeit. Geht ein Produkt in die Serie über, betrachtet man es oft als Selbstläufer. Wer täglich mit Fertigungsprozessen in der keramischen Industrie zu tun hat, weiß jedoch, dass auch in diesem Stadium zahlreiche unterstützende Maßnahmen erforderlich sind. Denn die Forderung des Einkäufers und somit des Kunden ist es, nicht nur die 1. Palette in 1A – Qualität auszuliefern, sondern auch die 100. oder 1000.!

Folgende zwei Beispiele sollen zeigen, was genau wir unter Großserie verstehen:

Bereich	Automobil	Hausgeräte
		
Bauteil	Stützkeramik Lambdasonde	Reglersockel Glaskeramikkochfeld
Material	Steatit	Steatit
Formgebungsprozess	Trockenpressen	Trockenpressen
Toleranzen	0 – 5 mm => ± 0,1 mm 5 – 10 mm => ± 0,15 mm > 10 mm => ± 1,5% Sondertoleranzen nach Absprache	
Durchlaufzeit Materialaufbereitung bis zum verpackten Bauteil	3 – 4 Tage	
Stückzahl	2 Typen à 70 Mio. p.a. 2 Typen à 35 Mio. p.a.	> 10 Mio. p.a.
Historie	Serienanlauf 1986 Änderungsindex 15	Serienanlauf 1993 Änderungsindex 22

Die Serienfertigung keramischer Bauteile wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst:

- Konstanz der Rohstoffe

Bei obigen Beispielen stammen die Rohstoffe aus natürlichen Quellen. Hier lässt sich eine Konstanz in der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung nur in gewissen Grenzen gewährleisten. Durch eine definierte Wareneingangsprüfung werden die wichtigsten Parameter abgeprüft.

- Konstanz der Arbeitsmasse (Pressgranulat)

Die zum Trockenpressen verwendeten Granulate werden in der Regel mittels Sprühtrocknung hergestellt. Die für die weitere Verarbeitung relevanten Parameter wie Granulatfeuchte, Schüttgewicht oder Kornverteilung werden zum einen im Anlieferungszustand, zum anderen im konditionierten Zustand überwacht. Außerdem ist die Schwindungsprüfung einzelner Sprühchargen von größter Wichtigkeit.

- Konstanz der Formgebung

Wichtige Faktoren beim Trockenpressen, die sofort einen Schluss darüber zulassen, ob der Prozess kontrolliert läuft, sind Pressteilgewicht und -höhe. Diese beiden Werte müssen ständig vom Personal an der Maschine kontrolliert und dokumentiert werden. Denn nur eine gleichmäßige Verdichtung bei der Formgebung gewährleistet fehlerfreie Bauteile nach dem Sinterprozess.

- Verschleiß am Werkzeug

Abhängig vom Werkzeug und dessen Auslegung lässt sich nach gewisser Zeit Verschleiß am Werkzeug (gehärteter Stahl) feststellen. Am schnellsten und flexibelsten kann hier derjenige reagieren, der einen eigenen Werkzeugbau im Hause hat. Natürlich existieren meist mehrere Werkzeuge, die zu Überholungszwecken getauscht werden können.

- Verschleiß an der Maschine

Der gesamte Maschinenpark (Pressautomaten) muss bei einer reibungslosen Serienfertigung ständig in Schuss gehalten werden. Auch hier ermöglicht eine hohe Fertigungstiefe mit eigenem Vorrichtungsbau ein schnelles Eingreifen und Beheben von Störungen.

- Personal

Mit steigenden Qualitätsanforderungen steigen natürlich auch die Anforderungen an die meist nur angelernten Maschinenbediener. Die Mitarbeiter müssen mit dem PC umgehen können und fertigungsbegleitende Prüfungen zuverlässig durchführen.

- Logistik

Ein entscheidender Faktor für den reibungslosen Produktionsablauf in einem Betrieb, in dem über das Jahr verteilt ca. 350 verschiedene Bauteile laufen, ist die Beherrschung der kompletten Logistik. Dies beinhaltet den gesamten begleitenden Prozess von der Beschaffung der Rohmaterialien und Hilfsmittel bis zur termingerechten Auslieferung an den Kunden. Erfahrene Mitarbeiter und eine durchgängige Betriebsdatenerfassung ermöglichen es hier, den Überblick zu behalten.

- Anforderungen an das Material

In einigen Anwendungsfällen ändern sich im Laufe der Jahre unter Umständen die Anforderungen an das Material. Sei es, dass höhere Temperaturen in der Anwendung auftreten oder die mechanischen Ansprüche an das Bauteil höher werden (kleiner, schneller, heißer). Es bedarf dann entweder einer Optimierung des im Einsatz befindlichen Werkstoffes oder aber eine Umstellung auf ein anderes Material. Müsste man bei unserem Beispiel von Steatit auf Aluminiumoxid umsteigen, käme Trockenpressen nicht mehr in Frage.

- Anforderungen an die Toleranzen

Bei den oben genannten Beispielbauteilen erfolgt nach dem Sinterprozess keine weitere Nachbearbeitung. Das heißt, die hier geforderten Toleranzen können durch ausgefuchste Werkzeugkonstruktion und sichere Beherrschung des Materials eingehalten werden. Zur Einhaltung engerer Toleranzen wäre ein weiterer Prozessschritt – Hartbearbeitung – notwendig.

- Anforderungen an die Qualität

Nicht nur die Anforderungen an die Qualität des keramischen Bauteils selbst, sondern auch die Anforderungen an die produktionsbegleitenden, qualitätssichernden Maßnahmen sind vor allem im Bereich Automotive entscheidend. Hier wird eine Zertifizierung nach ISO TS 16949 zukünftig unumgänglich sein, um weiterhin den Marktzugang zu erhalten.

Der Produzent technischer Keramik muss in jedem Fall auf Veränderungen obiger Faktoren zügig reagieren, dem zu Folge werden immer wieder Anpassungen und Optimierungen während des Serienprozesses erforderlich werden. Der Serienprozess ist also ein lebendiger, dynamischer, quasi sich selbst regelnder Prozess!

Vortragsblock 4

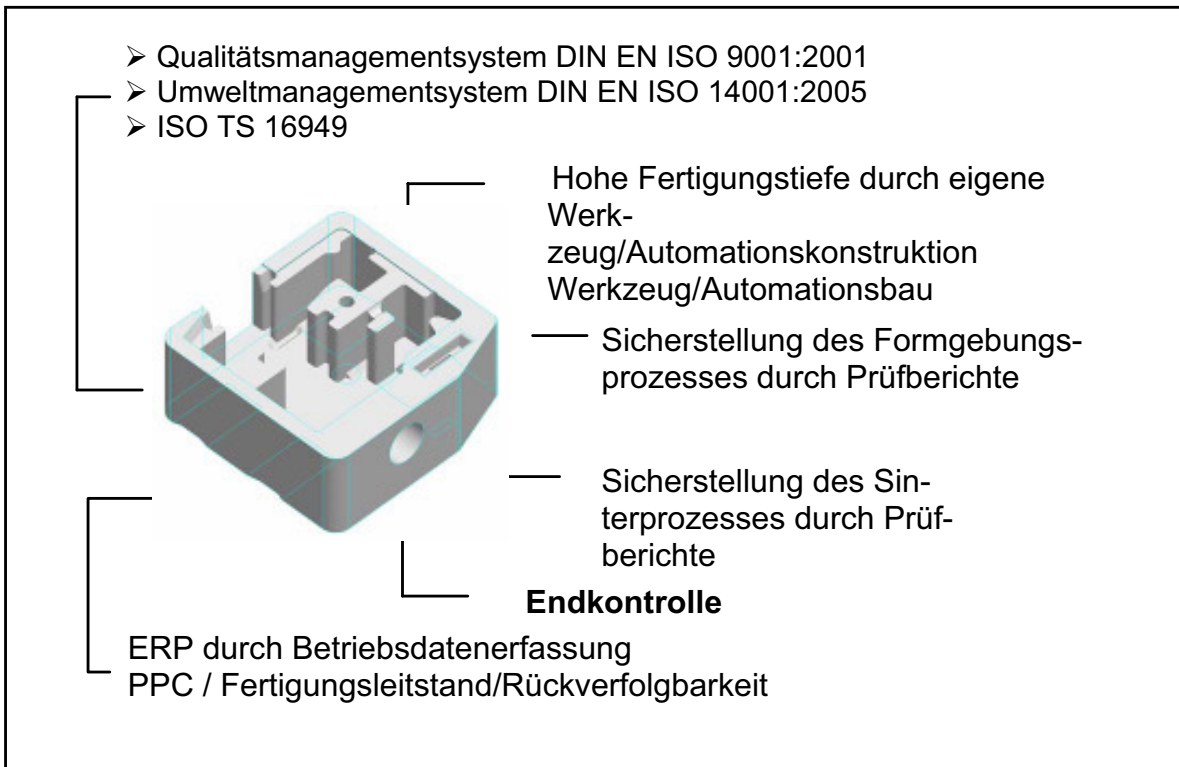


Bild 2: Maßnahmen zur Gewährleistung der Prozesssicherheit

In erster Linie muß die Prozeßsicherheit des Fertigungsablaufs gewährleistet werden. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die lückenlose Rückverfolgbarkeit vom fertigen Bauteil bis zum eingesetzten Rohmaterial. Unterstützt werden diese Punkte durch Managementsysteme wie:

- DIN EN ISO 9001
- DIN EN ISO 14001
- ISO TS 16949
- QS 9000
- VDA 6

Anhand von Verfahrens-, Arbeits- und Prüfanweisungen werden die relevanten Arbeitsschritte beschrieben, dokumentiert und sichergestellt. Prozessabläufe werden in sog. Control Plans (CPs) beschrieben. Dabei handelt es sich um schriftliche Beschreibungen der Systeme zur Lenkung von Teilen und Prozessen. Sie werden durch den

Bild 3: Schematische Darstellung der Rückverfolgbarkeit mittels Betriebsdatenerfassung

Wesentlich für die Prozesssicherheit bei der Produktion technischer keramischer Bauteile ist die Beherrschung der Schwindung des Werkstoffes und damit einer gleichmäßigen Verdichtung beim Formgebungsprozess auch sehr komplexer Bauteile. Dies wiederum erfordert einiges an Know-how bei der Bauteil- und Werkzeugkonstruktion.

Außerdem unterstützt eine EDV-gestützte Betriebsdatenerfassung den strukturierten Durchlauf von Serienprodukten, sowie die Fehleranalyse bei auftretenden Problemen. Anhand der Auftragsnummer kann ein Produktionsauftrag bis ins Detail aufgegliedert werden. So läßt sich z.B. feststellen, welche Materialcharge eingesetzt wurde, an welcher Maschine mit welchem Werkzeug gearbeitet wurde oder bei welchem Temperaturprogramm in welchem Ofen die Bauteile gesintert wurden.

Alle nötigen Informationen zum Produktentstehungsgang können zum Beispiel anhand folgender Punkte erfasst werden:

1. Stammdaten (Kunde, Artikelnummer, u.ä.)

2. Änderungsmanagement

2.1 Vorgehensweise / Beschreibung

2.2 Kundenseite → Was wurde geändert, was ist neu?

2.3 Lieferantenseite → Was wurde geändert, was ist neu?

2.4 Über welchen Kontakt?

2.5 Einpflege in Organisation

2.6 Überarbeitung der Dokumente und Systemdaten nötig?

3. Projektinformationen

3.1 Projektidentifikation

3.2 Lieferplan

3.3 Material

3.4 Werkzeug

3.5 Kosten (Werkzeug)

3.6 Formgebung

3.7 Fremdarbeitsgang

4. Investment

5. Projektplan

6. Information / Randbedingungen

7. Ansichten und Skizzen

8. Genehmigung

9. Änderungshistorie

Gerade Punkt 9 – Änderungshistorie – hilft, das im Laufe langjähriger Serienfertigung erworbene Wissen im Sinne eines Änderungsmanagements auch für andere Produkte zu nutzen und nicht immer das Rad neu zu erfinden.

Ein Großserienprozess wird in der Regel nicht vom Start bis zum Auslauf eines Produktes immer in gleicher Weise abgewickelt. Durch die im Laufe der Zeit angesammelten Erfahrungen wird die Prozesssicherheit steigen und die Zeitwirtschaft optimiert werden können. Es werden Produktveränderungen von Kundenseite realisiert werden müssen, ob konstruktiver Art oder die Stückzahlen betreffend. Um über die Jahre auf dem Stand der Technik zu bleiben werden neue Fertigungsanlagen oder optimierte Materialien eingeführt werden, wobei immer wieder sichergestellt werden muss, dass eine gleichbleibende Auslieferqualität gewährleistet ist.

Auf den folgenden 3 Seiten findet sich das Beispiel für einen CP.

Die verwendeten Vortragsfolien (Nr. 1 bis 14) finden sich im Anschluss daran.

Vortragsblock 4

Produktions- Qualitätssicherungs-Plan		Artikel-Nummer XYZ	Kunden-Nummer 1 234 567 89	Risikostand 8 Zeichnungsindex 10
Artikelbezeichnung Stützkaramik		Kunde Müller	Ansprechpartner: Projektmanager	
PCP-Status <input type="radio"/> Prototyp <input type="radio"/> Vorserie <input checked="" type="radio"/> Serie		Datum der Erstfreigabe 16.03.2001	Datum der letzten Änderung 12.01.2007	
Besondere Kundenvorgaben:				

Prozess-Nr.	Prozessname/ Arbeitsgang	Maschine, Gerät, Vorrichtung, Pro- duktionswerkzeug	Merkmale		Besondere Merkmale	Methoden			Reaktions- plan				
			Nr.	Produkt		Prozess	Eingesetztes Prüfsystem	Stichprobe Umfang		Häufigkeit	Lenkungs- methode		
2.1	Wareneingangs- prüfung Fremdmas- sentfernung		1	Kornverteilung Feuchtigkeit Schulgewicht				Zielwert des Lieferanten Pulvers des Lieferanten	Ja Leichcharge	Ja Leichcharge	Bei nicht-Zu- frieden- stellung	Bei nicht-Zu- frieden- stellung	
2.2	Fremdmas- sen-Druckauf (Jahreslange- zeitlich)		2	Kornverteilung Feuchtigkeit Schulgewicht Schulgröße				Fremdmas- sen-Überprüfung PA, 005 - PA 225 - PA 005	Jeder 10g/1g	Ja Leichcharge	X-Hopods	Bei nicht-Zu- frieden- stellung	
2.3	Fremdmas- sen-Druckauf (Ingenieur- Zustell)		3	Schmelzung Brennprobe				Messschaber Auge	Pro-Mess- schabung		X-Hopods		
2.4	Messverteilung (Masse zur Verfein- erung)		4	Feuchtigkeit Schulgewicht				Abschleichen Probierwaage Abschleichen Probierwaage	1 kg	pro Mischung (170 kg)	AA-10-04		
3	Beheben von Mausen, Wackeln, Footboard			Feuchtigkeit Schulgewicht				Waage Mausen Auge Mauschaber	Nach Bedarf	Bis zur Herab- setzung der Haltbarkeit	Absch- schleichen Rückmeldung		
3.1	Preisen/ Fertigungsabläufe Prüfungen		5	Preispunkt Prüfprobe Schulgröße				Waage Mausen Auge Mauschaber	Nach Regel- karte	Nach Regel- karte			
4	Rückmeldung		6	Relevante Zeit- ausgangspunkt Schulgröße				Prüfung nach Druck- verteilung und Zeichnung	10mm/10g 1 Hopod	Bis zur Freigabe der Serien- fertigung		Bei 10- Takt Freigabe in EZE	Bei nicht-Freigabe siehe Rückmel- dung anfordern
4.1	Maschinenleistung		7	Maschinenleistung Prüfprobe Schulgröße	Wert aus- gangspunkt des Werk- zeugs/ Mausen- Schulgröße noch nicht freigegeben ist			Messschaber Auge Mauschaber	Mindestens 20 minütliche Freigabe in geplante Teile	Einmal für jede Wendung - Mausen- Freigabe in EZE		Bei nicht-Freigabe siehe Rückmel- dung anfordern	

Verkauf Kalk	TB	MW	P	SG	Z	WB	S	G	QS	HK
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Achtung! Dieser PCP gilt nur in Verbindung mit der dazugehörigen Sembach - Artikelzeichnung.

Bild 4: Beispiel für einen CP – Blatt 1

Produktions-Qualitätssicherungs-Plan		Artikel-Nummer XYZ	Kunden-Nummer 1 234 567 89	Risikostand 8 Zeichnungsindex 10
Artikelbezeichnung Stützkeraamik	Kunde Müller	Anspruchspartner: Projektmanager		
POP-Status <input type="radio"/> Prototyp <input type="radio"/> Vorserie <input checked="" type="radio"/> X Serie	Datum der Erstfreigabe 16.03.2001	Datum der letzten Änderung 12.01.2007		
Besondere Kundenvorgaben:				

Prozess-Nr.	Prozessname/Arbeitsgang	Maschine, Gerät, Vorrichtung, Produktionswerkzeug	Merkmale		Besondere Merkmale	Methoden			Reaktionsplan		
			Nr.	Produkt		Prozess	Eingesetztes Prüfsystem	Speichprobe		Leistungsmethode	
4.2	Fertigstellungsphase Problem gelöst - kein Teiler (Brennschub)		8	Solovase Zeichnungsmessung nach Zeichnung	SPC Maß 3, 15ab, 10	Prüfung nach Checkliste SPC Maß in CAD erlauben	Messzahl nach Checkliste	Quantität 4 Teile pro Form einlesen	Pro Schutz	Checkliste CAD-Software BSC-Messung	Speimen bei rd
5	Strikt		9	Chem. Temperatur		Arbeitsanweisungen	Temperaturstabilität PC		Laufende Aufzeichnung	Brennkurve	
6	Trivialisieren zum Entpacken und Erstauchen		10	Solovase Zeichnungsmessung		Arbeitsanweisung Maschine schließt nach vorgegebener Zeit ab					
7	Vorsortierung		11	Beschädigungen Fehlverhalten Austausch Verunreinigungen (Schlitz)		Arbeitsanweisung AA-80-12 bzw. AA-80-14	Lehrtafel	Nach: DIN ISO 2059 100%	Pro Schutz	Grünel Zeitfel	
8.1	optische Sortierung		12	Beschädigungen Fehlverhalten Austausch Verunreinigungen (Schlitz)		Arbeitsanweisung AA-80-12 bzw. AA-80-14	Augel	Nach Arbeitsanweisung AA-80-12 bzw. AA-80-14	Je Schritt	Ergebnisprotokoll	
9	alternative Sortierung		13	Beschädigungen Fehlverhalten Austausch Verunreinigungen (Schlitz)	Handkarte Wenn wird mit einem schlagenden Aufschlag gekennzeichnet und vor Arbeitung beim Kunden angezeigt.		Augel	100%	Je Schritt		
10	Vorgaben in kleine Einheiten				AA-80-12 Verpackung in Kunststoffbeutel und Kisten (Schubware) Etikettierung Auf dem Etikett sind		Kamera	100%	Pro Schutz	Dokument D001	sd-Teile werden aussortiert

Achtung! Dieser POP gilt nur in Verbindung mit der dazugehörigen Sembach - Artikelzeichnung.

Verkauf	Betriebsg.	TB	MW	P	SG	Z	WB	S	G	QS	HK
Kalk	FL	FP	AV								
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Bild 5: Beispiel für einen CP – Blatt 2

Vortragsblock 4

Produktions- Qualitätssicherungs-Plan		Artikel-Nummer XYZ	Kunden-Nummer 1 234 567 89	Revisionsstand 8 Zeichnungsindex 10
Artikelbezeichnung Stützk Keramik		Ansprechpartner: Projektmanager		
Kunde Müller		Datum der letzten Änderung 12.01.2007		
PCP-Status <input type="radio"/> Prototyp <input type="radio"/> Vorserie <input checked="" type="radio"/> Serie		Datum der Erstfreigabe 16.03.2001		
Besondere Kundenvorgaben:				

Prozess- Nr.	Prozessname/ Arbeitsgang	Maschine, Gerät, Vorrichtung, Pro- duktionswerkzeug	Merkmale		Besondere Merkmale			Methoden			Reaktions- plan
			Nr.	Produkt	Prozess	Produkt- spezifikationen (Toleranzen)	Eingesetztes Prüfsystem	Sichprobe Umfang	Häufigkeit	Lenkungs- methode	
11	Reibraum / Versand Verpackung in Innenkarton Einfacher Reparaturbogen						angegeben: Lieferant Lieferantennummer Stückzahl Typ / Teilenummer Verpackungszustand Teilenummer Zeichnungsplan Chargennummer Versuchsdatum				
12			14	Zeichnungsskala Sondergröße			Prüfung aller Maße nach Zeichnung		15 min pro 1000 1 Tag	1x pro Jahr und Werktag	15 min 1000 1 Tag

Verkauf	Betriebslfg.	TB	MW	P	SG	Z	WB	S	G	QS	HK
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Achtung! Dieser PCP gilt nur in Verbindung mit der dazugehörigen Sembach - Artikelzeichnung.

Bild 6: Beispiel für einen CP – Blatt 3

Anspruchsvolle Großserie in Technischer Keramik

Ines Durmann
Sembach GmbH & Co. KG
Lauf a. d. Pegnitz

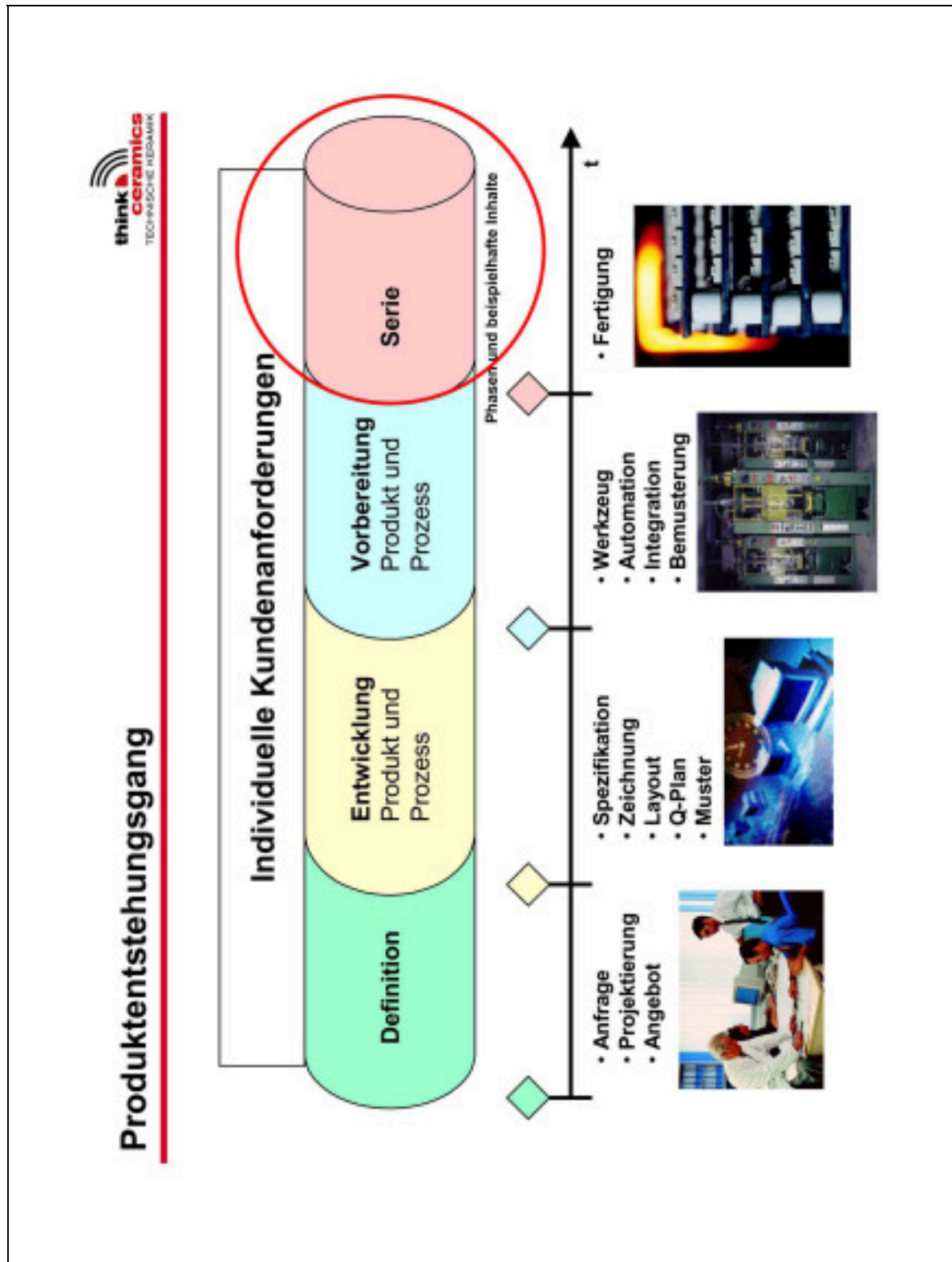


Inhalt

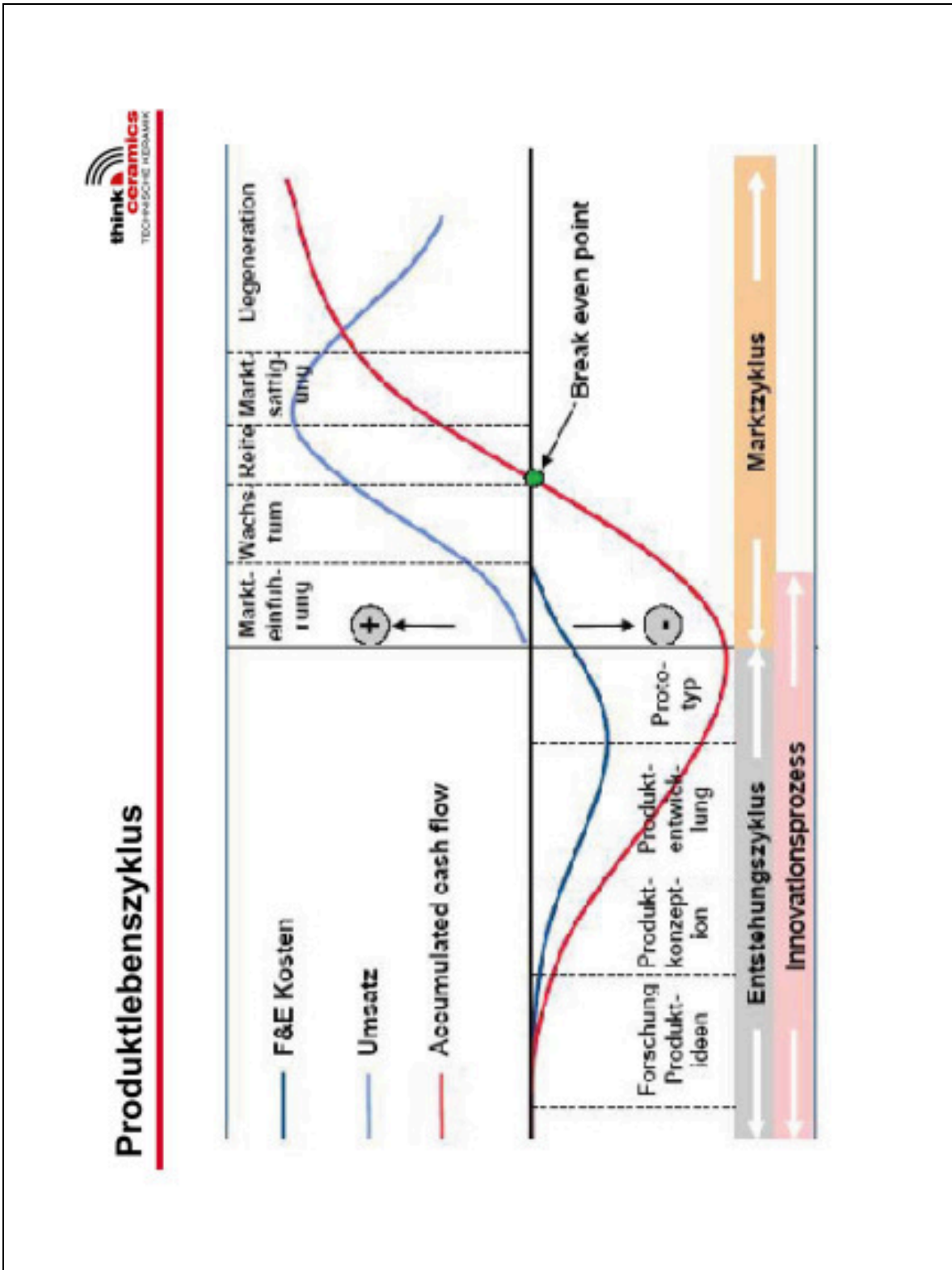


- Produktentstehungsgang
- Beispiele für keramische Serienteile
- Black Box Großserie
- Prozeßsicherheit
- Trockenpressen Live!

5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 2



5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 3



5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 4

Keramisches Serienbauteil – Beispiel Automobil



Stützkeramik Lambdasonde

Serienanlauf: **1986**

Material: **Steatit**

Formgebungsverfahren: **Trockenpressen**

Fertigungsablauf:
**Rohstoff
 Aufbereitung
 Formgebung
 Temperaturbehandlung (Sintern)
 Endkontrolle/Verpacken**

Durchlaufzeit/Prozesszeit: **3 - 4 Tage**

Produktionsmenge: **70 Mio. p.a.
 bis zu 2 Mio. pro Woche**

Keramisches Serienbauteil – Beispiel Hausgeräte



Reglersockel Glaskeramikkochfeld

Serienanlauf:	1993
Material:	Steatit
Formgebungsverfahren:	Trockenpressen
Fertigungsablauf:	Rohstoff Aufbereitung Formgebung Temperaturbehandlung (Sintern) Endkontrolle/Verpacken
Durchlaufzeit/Prozesszeit:	3 - 4 Tage
Produktionsmenge:	> 10 Mio. p.a.

5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 6

Weitere Anwendungen



Lambdasonde
In CI/II/III Motoren
Drehmoment in
CI/II/III Motoren

PGM-Zufuhrung
Benzinspritzventile
in CI/II/III Motoren

**Hochtemperatur
Stoßverklebung**
Keramikbolzen
in CI/II/III Motoren

SiC-Keramik für Bremspötte

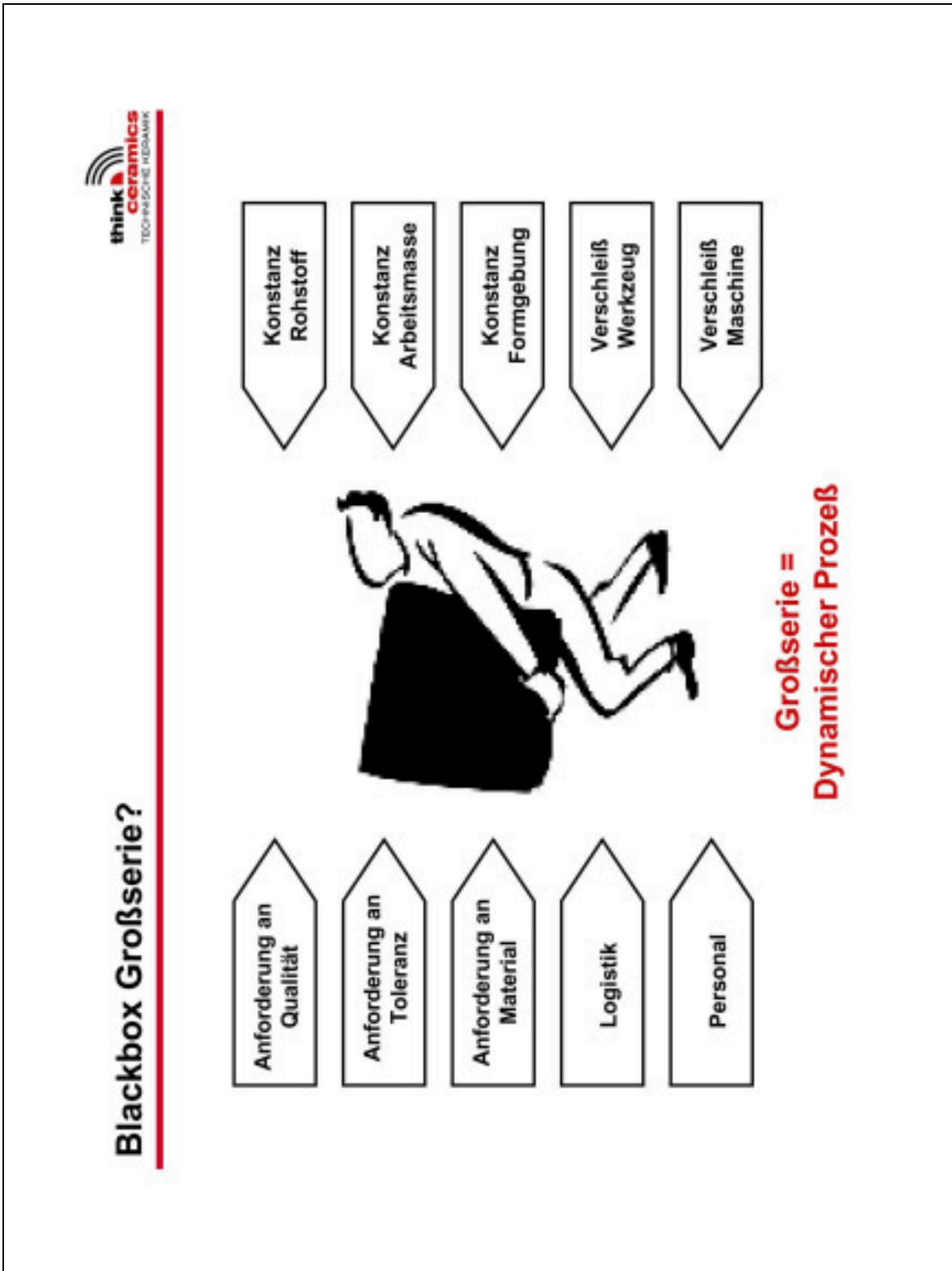
**AlN-Gehäuse für
Wärmedioden**
In LED-Beleuchtung
in CI/II/III Motoren

**Keramische
Kochfelder**
In CI/II/III Motoren

**Thermische
Keramik**
In CI/II/III Motoren

SiC-Keramik für Bremspötte

5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 7



5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 8

Prozesssicherheit

Qualitätsmanagementsystem DIN EN ISO 9001:2001
Umweltmanagementsystem DIN EN ISO 14001:2005
Planung für 2007: ISO TS 16949

Hohe Fertigungstiefe durch
eigene Werkzeug/Automationskonstruktion
und eigenen Werkzeug/Automationsbau

Sicherstellung des Formgebungs-
prozesses durch Prüfberichte

Sicherstellung des Sinterprozesses durch
Prüfberichte

Endkontrolle

ERP durch Betriebsdatenerfassung
(PPC / Fertigungsleitstand/Rückverfolgbarkeit)

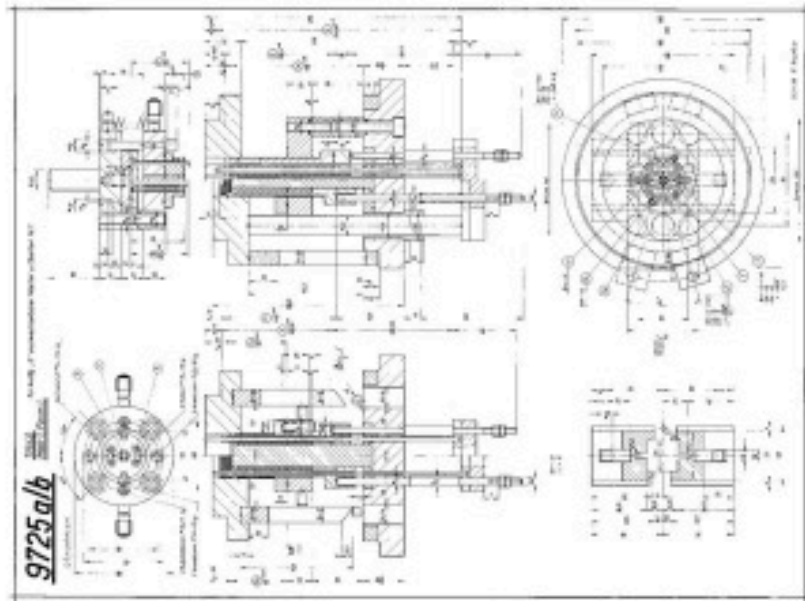
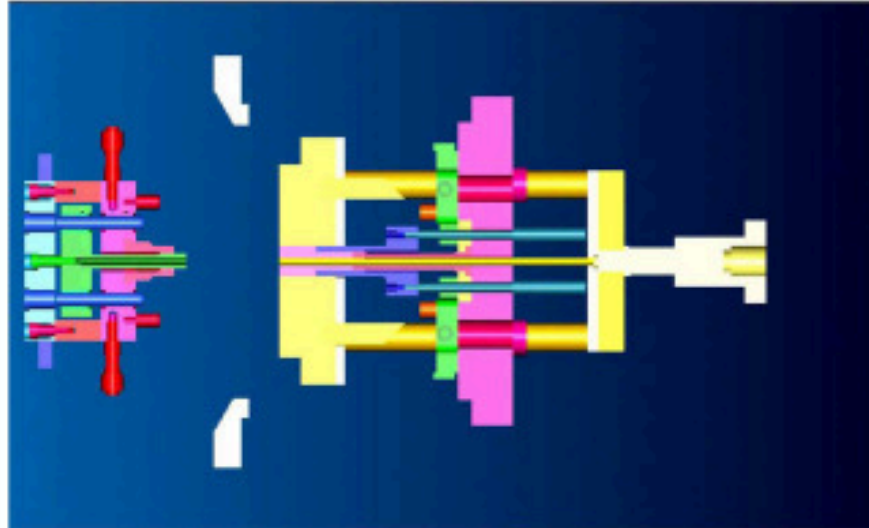


Know-how – BDE/Rückverfolgbarkeit



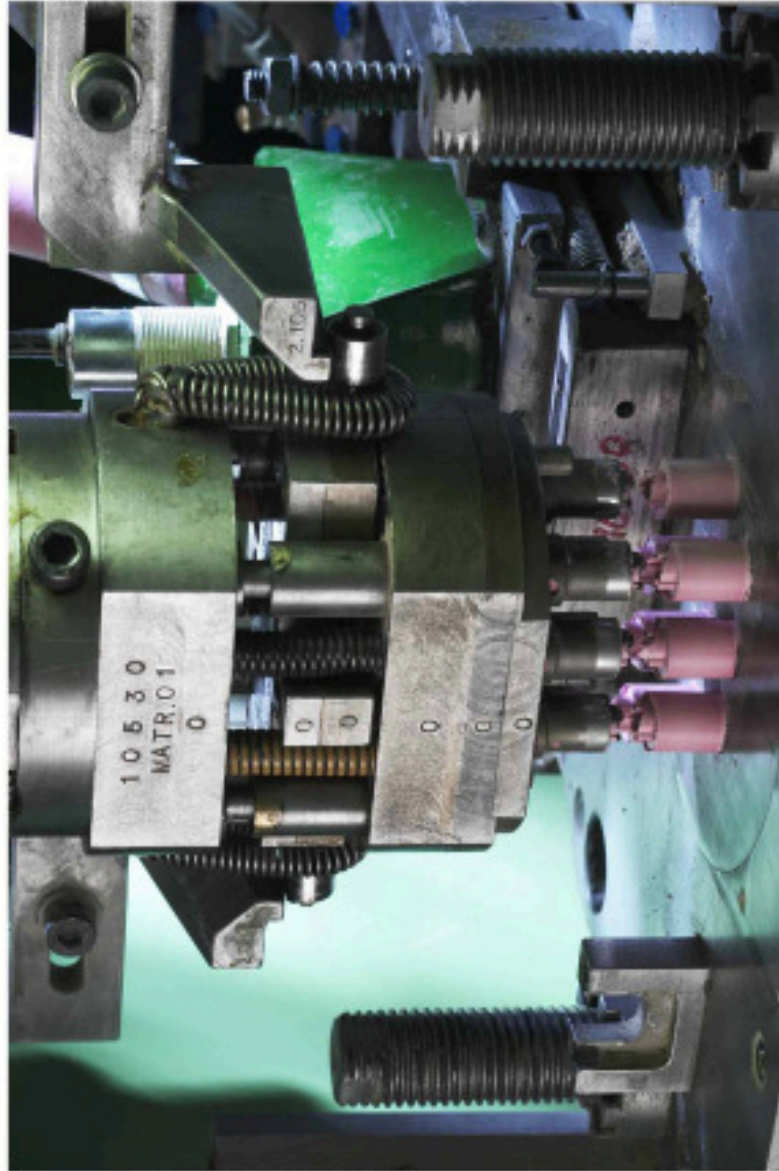
5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 11

Know-how - Konstruktion



5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 13

Zum Abschluss: Trockenpressen LIVE!



5.1 Anspruchsvolle Großserien - Folie 14