10 Jahre Technische Sauberkeit

FIM Fédération des Industrie Mécaniques

92400 COURBEVOIE

18. November 2011

Dr.-Ing. Markus Rochowicz

Fraunhofer IPA, Reinst- und Mikroproduktion

Fraunhofer IPA

Vorstellung: Fraunhofer IPA

Kompetenzen für die Automobil- und Zulieferindustrie:

Bauteilsauberkeitsanalysen + Referenzlabor

Planung und Optimierung von reinen Fertigungsbereichen

Personalschulung

Reinigung / Reinigungsvalidierung

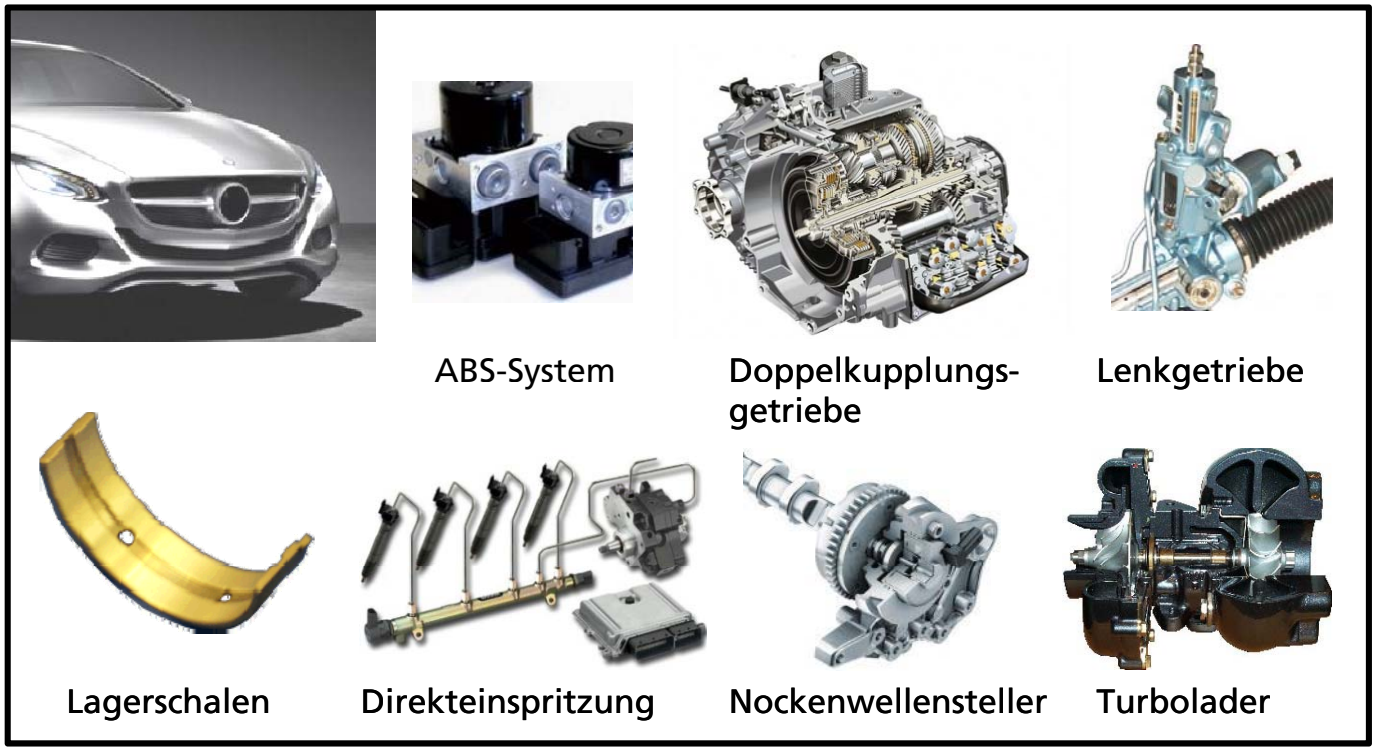
Entwicklung kundenspezifischer Sauberkeitsprüftechnik

Abteilung reinst- und Mikroproduktion

> 20 Jahre Erfahrung im Bereich der technisch sauberen Produktion

Hintergründe der Restschmutzproblematik

Bauteile und Systeme im Automobil reagieren zunehmend funktionskritisch auf Partikelverunreinigungen.



Die Sauberkeit ist eine Qualitätsgröße, die mit Grenzwerten festgeschrieben ist und gemessen werden muss.

Entwicklungstrends im Automobil:

- höhere Leistungsdichten
- sinkende Schadstoffemissionen
- reduzierte Verbrauchswerte
- zunehmende Zahl an Sicherheitssystemen
- höhere Laufruhe
- steigende Zahl an Elektroniken
- Bleiverbot

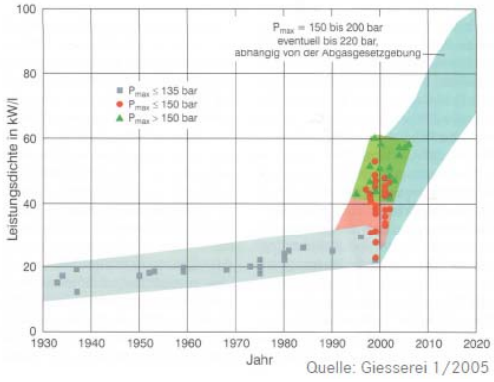
Vor 10 Jahren: Die Steinzeit der Restschmutzdiskussion

Seit wann gibt es ein „Restschmutzproblem“

- Probleme mit partikelbedingten Fehlfunktionen im Automobil gab es schon immer
- Die große Verbreitung von ABS-Systeme ab ca. 1990 führte zur ersten ersthaften Auseinandersetzung mit der Thematik
- **Der** Boom der Diesel-Direkteinspritzer Ende der 90er Jahre war der Auslöser für **die große „Restschmutz-Welle“**, die die ganze Zulieferkette erfasste.

Der Restschmutz 2001 – ein Problem ohne Heimat:

- Keine einheitliche Standardisierung
- Keine geeignete und einheitliche Prüftechnik
- Keine geeignete Produktionsumgebung
- Keine gebündeltes Knowhow und keine Wissensvermittlung
- Kein geeignetes Qualitätsverständnis
- Kein Forum und keine Lobby



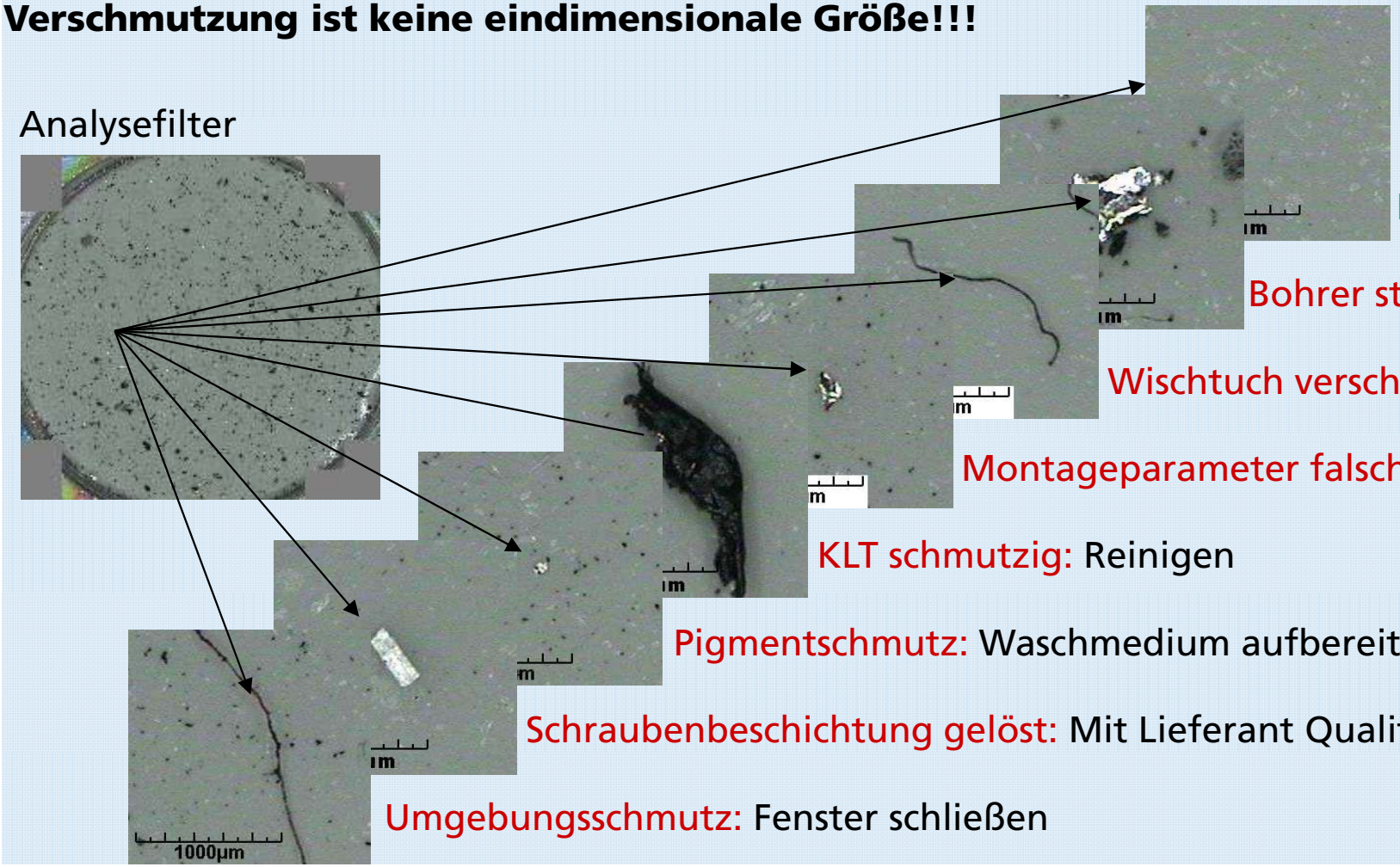
Aber es gab 2001 schon:

- harte Grenzwerte (200µm)
- erste automatisierte lichtoptische Mikroskope
- erste automatisierte REM-EDX-Systeme
- erste automatisierte Extraktionsstände

Die „etwas andere Qualitätsgröße“

Verschmutzung ist keine eindimensionale Größe!!!

Analysefilter



Fertigung i.O.

Bohrer stumpf: Tauschen

Wischtuch verschlissen: Ersetzen

Montageparameter falsch: Nachstellen

KLT schmutzig: Reinigen

Pigmentschmutz: Waschmedium aufbereiten

Schraubenbeschichtung gelöst: Mit Lieferant Qualität besprechen

Umgebungsschmutz: Fenster schließen

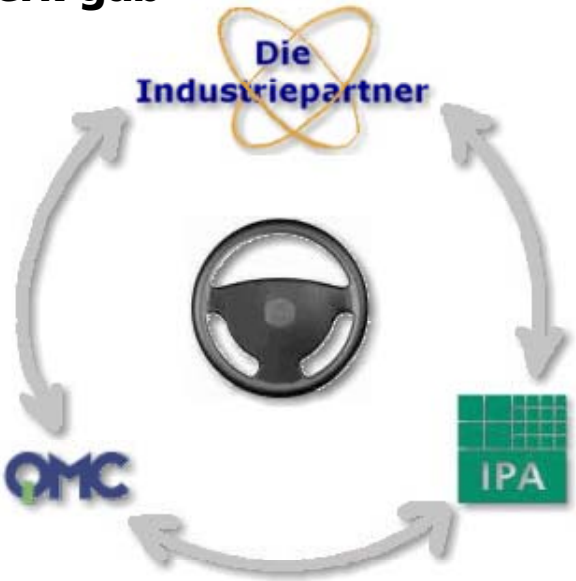
Der Industrieverbund TecSa

Die Messung von Restschmutz stellte ein Problem dar, weil

- Eine direkte Inspektion der betroffenen Bauteile selten möglich ist.
- Es keine definiert verschmutzten Norm- oder Referenzbauteile gibt, an denen ein Extraktionsverfahren kalibriert werden kann.
- Es keine einheitliche Vorgehensweise bei der Prüfung gab.
- Es ein großes Wissensgefälle in der Branche gab.
- **Es kein problemspezifisches Regelwerk gab**

Sommer 2001:

Der Begriff der „**Technischen Sauberkeit**“ war geboren, um das Thema positiv zu belegen und (auch firmenintern) kommunizierbar zu machen.



VDA 19: Die Inhalte

Die „etwas andere Messtechnik“

Denn, es kann keine fixen Prozeduren geben aufgrund der riesigen Bauteilvielfalt, sondern:

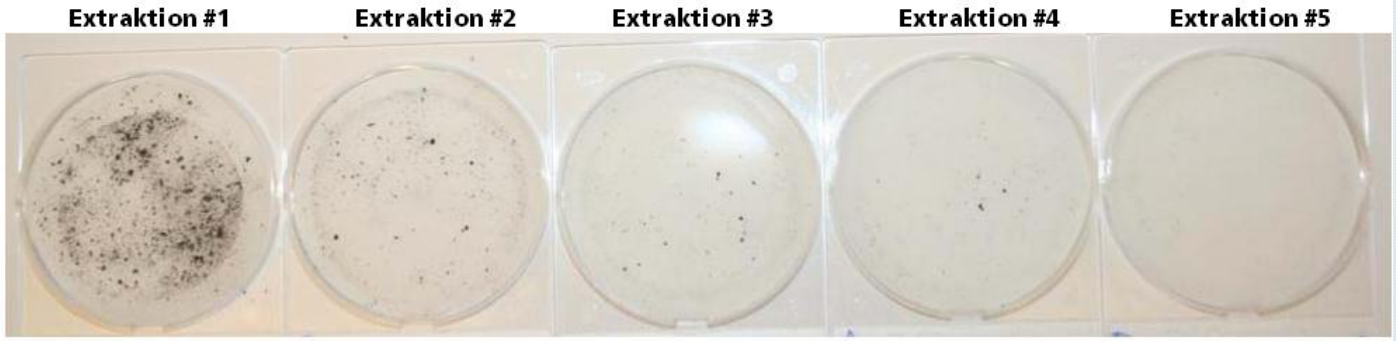
- Die experimentelle Ausarbeitung der Prüfung ist geregelt.
- Die fachgerechte Durchführung der Prüfung wird beschrieben.
- Die Dokumentation von Sauberkeitswerten ist genormt.

Das Kleingedruckte

VDA 19 schreibt nicht vor:

1. Dass Bauteile (grundsätzlich) mit Sauberkeitsanforderungen belegt sein müssen
2. Dass Bauteilsauberkeit generell geprüft werden muss
3. Welchen Sauberkeitsgrad bestimmte Bauteile haben müssen (Grenzwerte)
4. An welchen Stellen im Prozess / in der Qualitätskette Sauberkeitsanforderungen bestehen
5. In welchem Umfang zu prüfen ist

Abklingmessreihe



VDA 19: Schulung zum „Prüfer für technische Sauberkeit“

Nach sechs Jahren eintägigem Einführungsseminar mit:

- über 30 Veranstaltungen
- über 700 geschulten Personen

gibt es seit 2011 die offizielle, vom VDA QMC lizenzierte Schulung zum Prüfer für technische Sauberkeit mit:

- Zertifikat
- Ausweis

VDA Verband der Automobilindustrie

Zertifikat

Max Mustermann
geboren am 01.01.1900

hat am 01.01.2011 an der Prüfung in Stuttgart mit Erfolg teilgenommen und sich zum

Prüfer für Technische Sauberkeit

qualifiziert.

Die Prüfung umfasst folgende Inhalte:

Grundlagen der Extraktions- und Analyseverfahren und sauberkeitsgerechtes Verhalten

Erarbeitung regelwerkskonformer Prüfprozeduren zur Bestimmung der Technischen Sauberkeit

Durchführung unterschiedlicher Extraktionsprozeduren und Ermittlung von Blindwerten

Durchführung verschiedener Partikel-Analysen inklusive Auswertung und Dokumentation

Zertifikatsnummer: PTS-1101-C-0001

Schwerpunkte:
Hintergründe und Notwendigkeit der Prüfung der Technischen Sauberkeit als Qualitätsmerkmal im Automobilbau.

Eigenständige Auslegung von Extraktionsverfahren zur Beprobung von Bauteilen nach VDA 19 mit regelwerkskonformer Dokumentation.

Anwendung von Analyseverfahren zur Charakterisierung und Bewertung von Partikelrückständen

Reinhard Hagen
Leiter Trainingsorganisation
Berlin, 30. März 2011

Dr.-Ing. Udo Gommel
Abteilungsleiter Reinst- und Mikroproduktion

VDA QMC Qualitäts Management Center im Verband der Automobilindustrie

Fraunhofer IPA

Inhalte der zweitägigen Schulung am Fraunhofer IPA:

- Theoretische Grundlagen
- Bearbeitung eines Praxisbeispiels
- Versuche im Labor für Technische Sauberkeit
- Abschlussprüfung

Maximal acht Teilnehmer pro Schulung

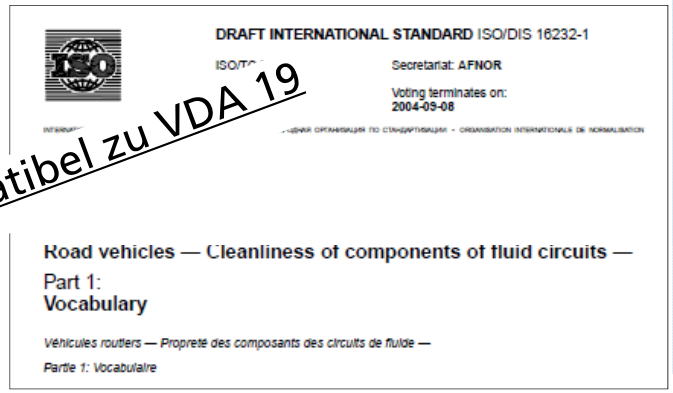
VDA QMC Qualitäts Management Center im Verband der Automobilindustrie

Die Hintergründe, die Inhalte

DEUTSCHER SPIEGELAUSSCHUSS ZUR WG12:

- Audi
- Bosch
- DaimlerChrysler
- Mahle
- Pall
- Siemens VDO
- Fraunhofer IPA

Kompatibel zu VDA 19



DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/DIS 16232-1

Secretariat: AFNOR

Voting terminates on: 2004-09-08

Road vehicles — Cleanliness of components of fluid circuits —

Part 1: Vocabulary

Véhicules routiers — Propreté des composants des circuits de fluide —

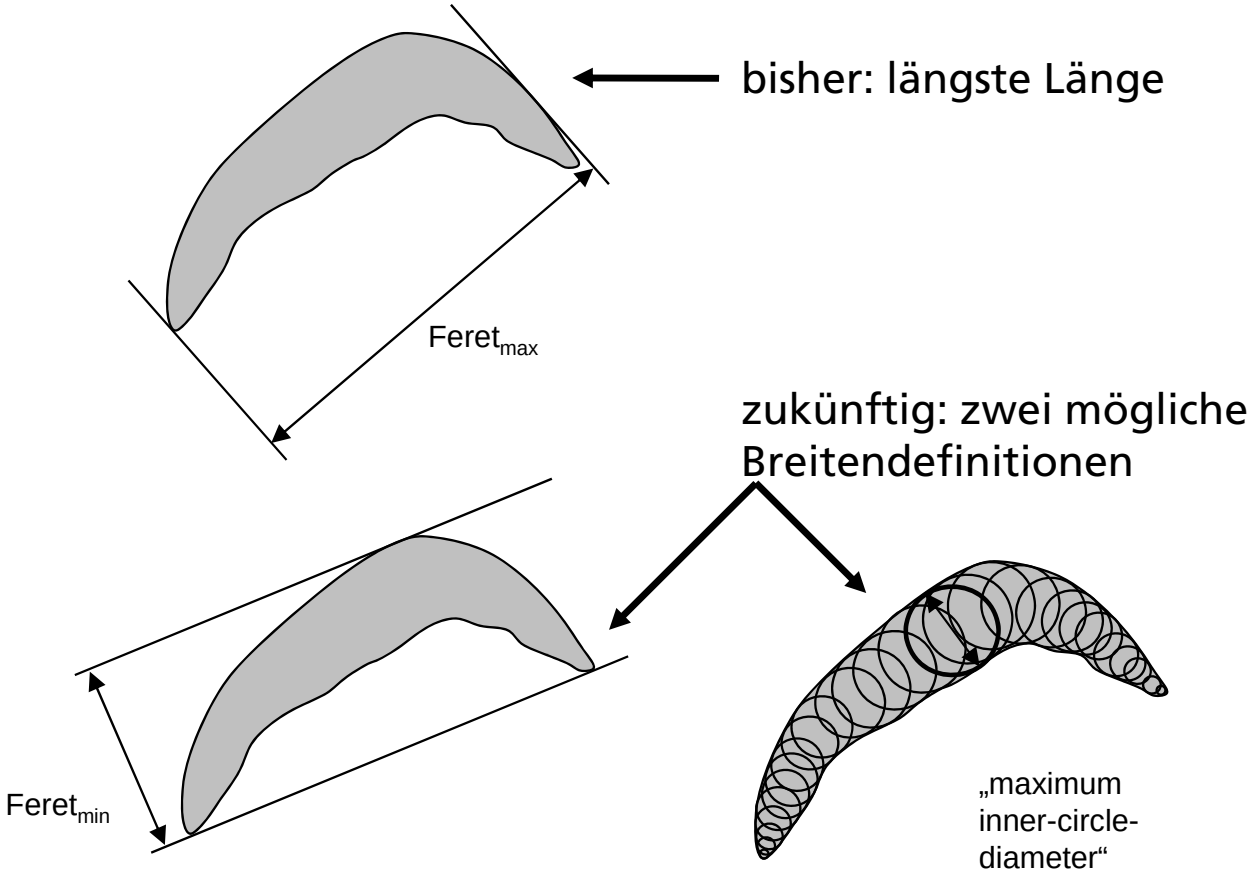
Partie 1: Vocabulaire

Aufbau in 10 Teilen:

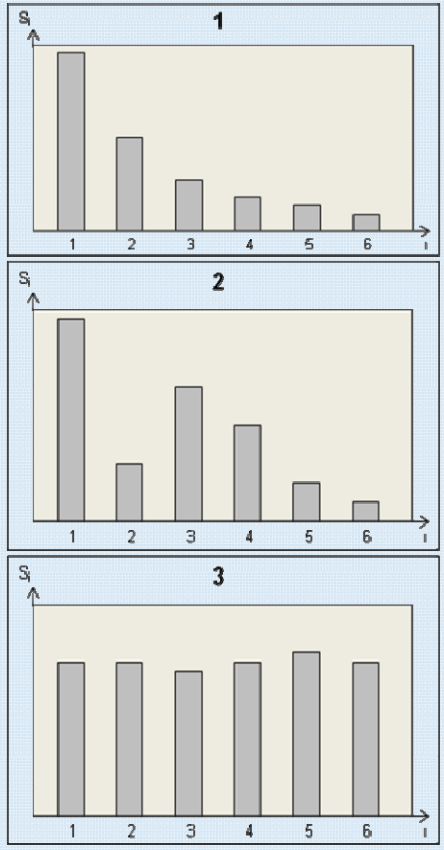
- Vokabular
- Extraktion: Schütteln
- Extraktion: Ultraschall
- Extraktion: Spritzen
- Extraktion: Innenspülen
- Analyse: Gravimetrie
- Analyse: Mikroskopie
- Analyse: EDX-Elementbestimmung
- Analyse: Flüssigkeitspartikel-zähler
- Ergebnisdokumentation

Die geplante Revision

Die Breite von Partikeln wird zum Thema

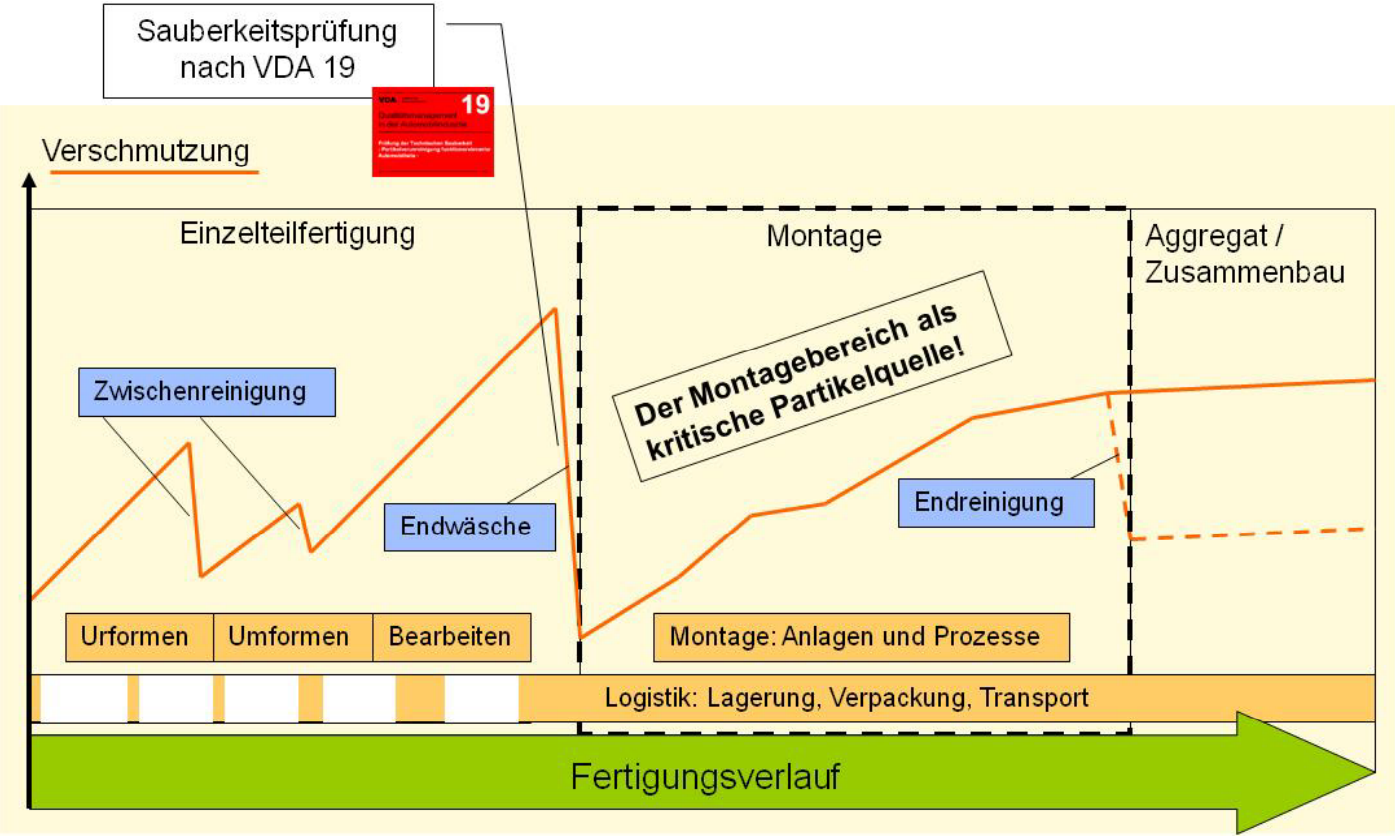


Mehr Infos z.B. zum Abklingverhalten



Industrieverbund MontSa

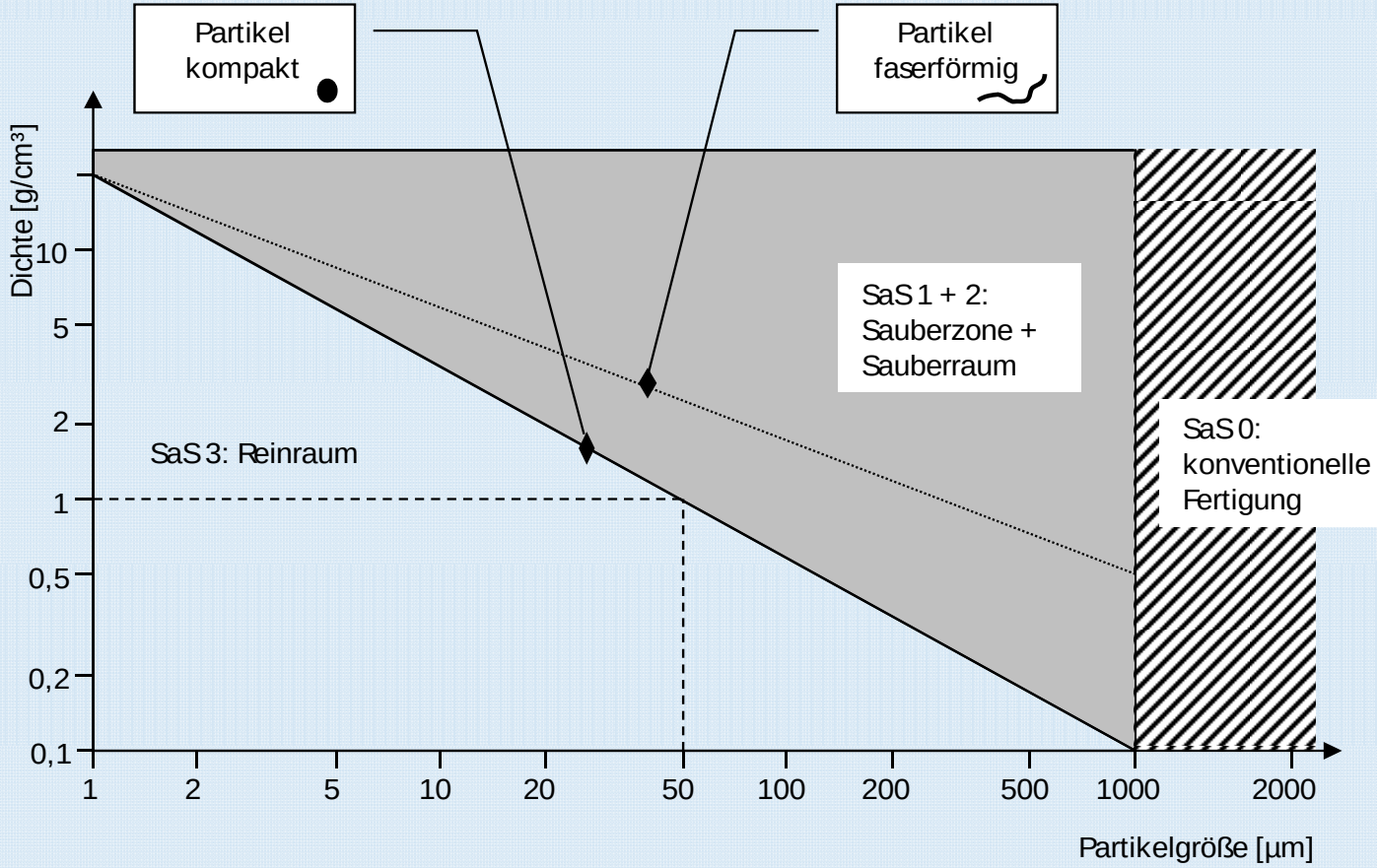
Problemstellung: Montage sauberer Einzelteile zu sauberen Systemen



MOntSa

Auswahl der Produktionsumgebung

Flugfähigkeitsdiagramm



Materialbeispiele:

ρ(Aluminium) = 2,7 g/cm³

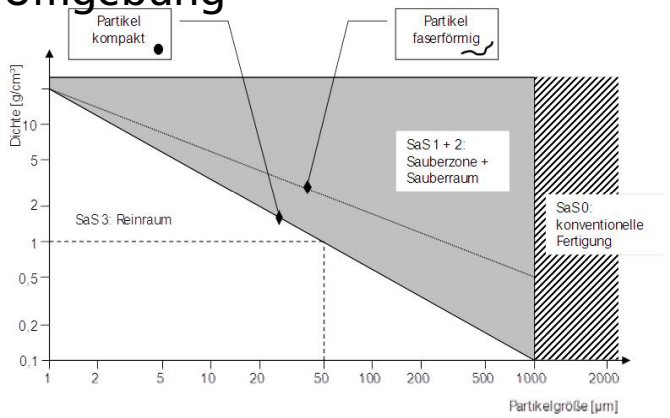
ρ(Stahl) = 7,8 g/cm³

ρ(Polystyrol) = 0,02-0,09 g/cm³

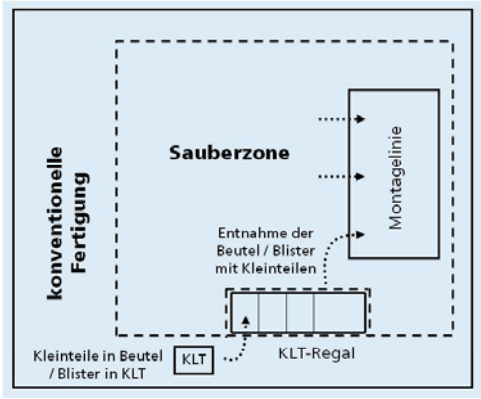
VDA 19 Teil 2: Die Inhalte

Ein Leitfaden für den Planer

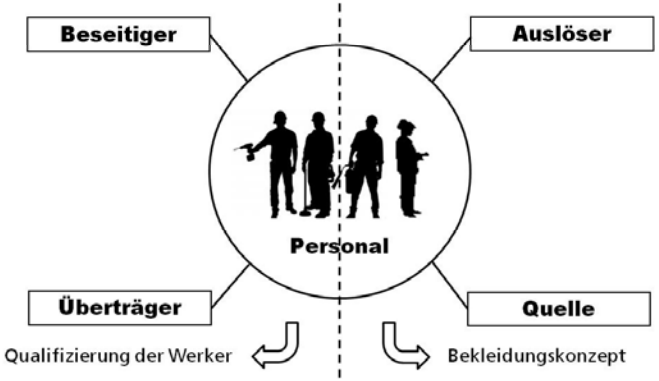
Umgebung



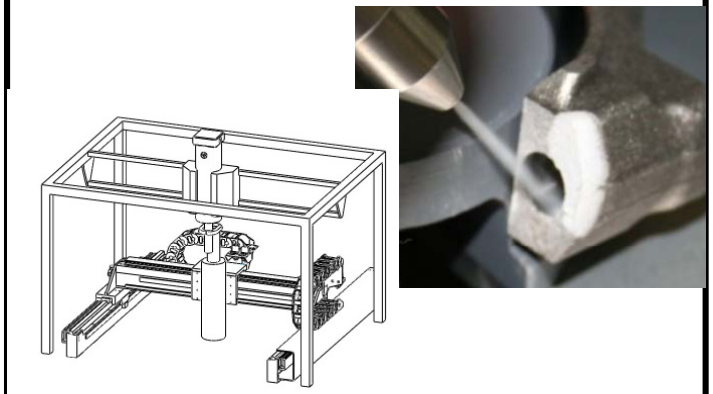
Logistik



Personal



Montageeinrichtungen



Schulung zum „Planer für technische Sauberkeit“ für 2012 in Vorbereitung

Man spricht über Reinigung und Technische Sauberkeit

Messen, Verbände, Schulungen und Veranstaltungen

- Etablierte Fachmesse parts2clean seit 2003
- Grundlagenseminar Reinigungstechnik - Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik (FAR)
- FIT Fachverband industrielle Teilereinigung (2003)
- Kompetenznetzwerk industrielle Bauteil- und Oberflächenreinigung Leonberg e.V. (2011)
- Veranstaltungen:
  - Fraunhofer IPA: Technische Sauberkeit für Konstrukteure und Entwickler
  - ZVO - Oberflächentage
  - Münchner Werkstofftechnikseminare – Fachtagung industrielle Reinigung
  - Otti-Fachtagung Reinigen und Vorbehandeln vor der Beschichtung
  - Technische Sauberkeit in Montage- und Produktionsprozessen - SV Veranstaltungen
  - Verbandsveranstaltungen (Federn, Schrauben)
  - IHKs und viele mehr

Aber:

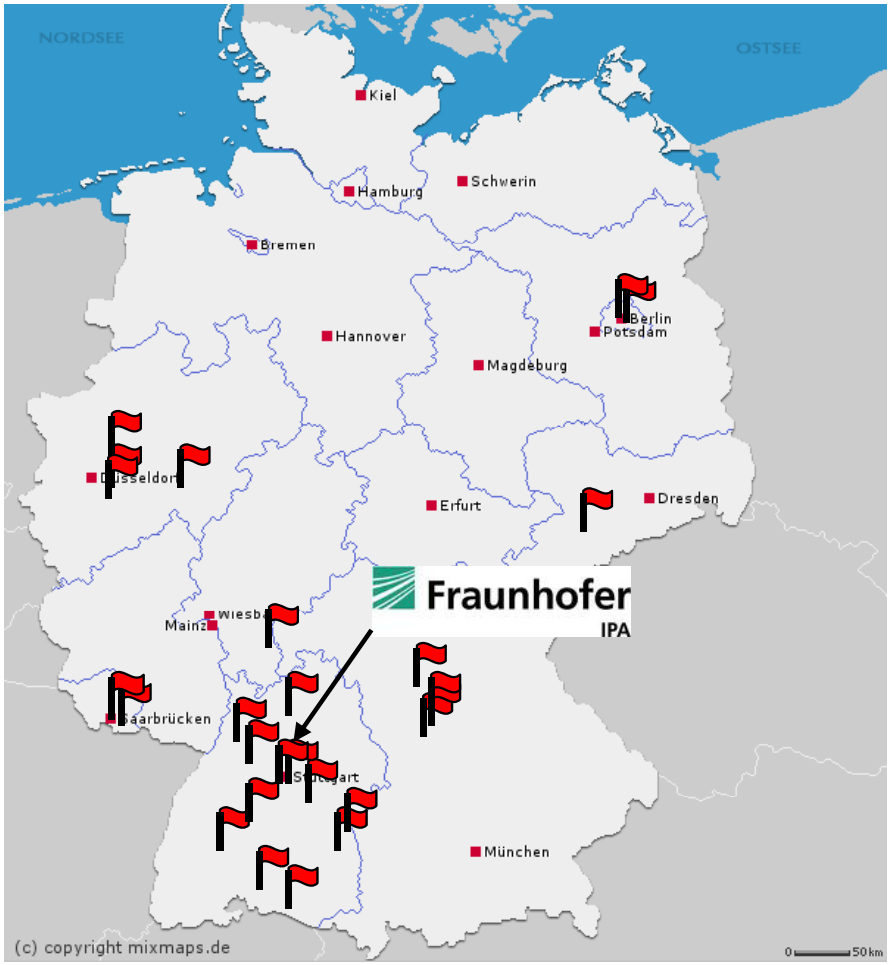
- Die technische Sauberkeit ist in der Öffentlichkeit immer noch unbekannt
- Reinheit und Reinigung haben noch keine Lobby
- Reinheit und Reinigung sind nach wie vor in der Forschung kaum förderbar
- Es fehlen „bahn-brechende“ Innovationen
- Das Thema ist immer noch zu wenig verstanden

Die Technische Sauberkeit ist ein Markt

Zahl und Standorte der Dienstleister zur Sauberkeitsprüfung

Deutschland:

- Ca. 25 Dienstleister (vgl. Frankreich ca. 7)
- Klare regionale Schwerpunkte
- Prüfdienstleister, die ihr Angebotsspektrum erweitern
- Hersteller von Analysegerätschaften mit zusätzlicher Prüfdienstleistung
- Spezialisierte Neugründungen



Systeme im Markt:

- Automatisierte Partikelzählmikroskope ca. 1000
- Automatisierte Rasterelektronen-mikroskope mit Elementanalyse ca. 50

Quelle JOMESA

Quelle RJL

Statements aus der Branche der Reinigungsanlagen

Zwei Zitate von Mitarbeitern aus der Anwendungstechnik

„Hier zwei ebenso häufige wie falsche Aussagen von Kunden:

1. Ich muss doch mindestens so gut reinigen können wie bearbeiten. Also etwa 20 µm.
2. Wenn ich ein 50 µm Filter einbaue, kann ich Partikelforderungen von 100 µm locker zusagen.

Anbei ein aktuelles Beispiel einer Analyse vor Reinigung. Dieser Kunde träumt von 250 µm Limit. er hat noch einen weiten Weg vor sich.“

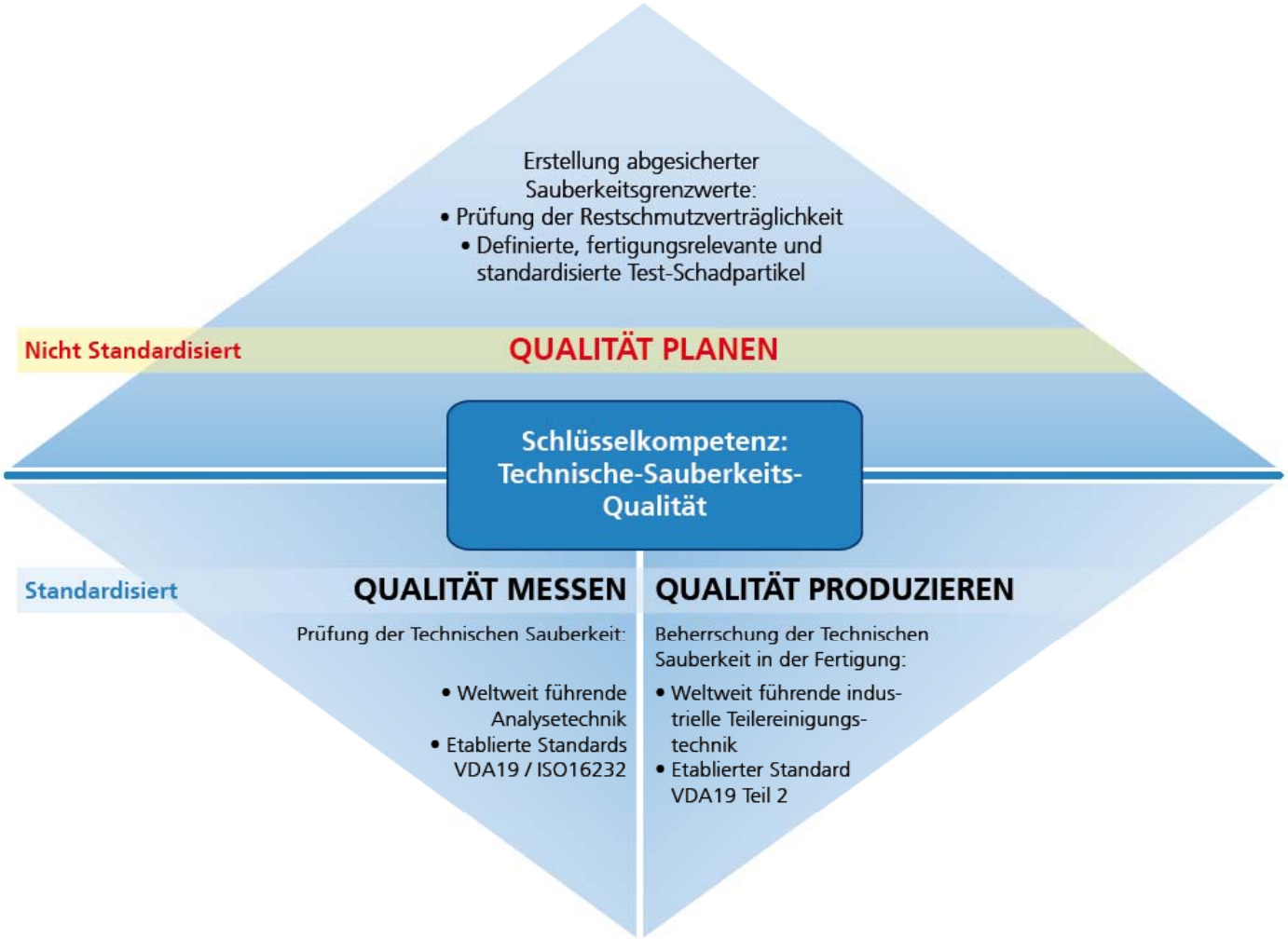
„zur TECSA (VDA 19):
<u>positiv:</u>
- Festlegung Blindwert vor Analysenstart in Abhängigkeit des geforderten Grenzwertes, hier wird gleichzeitig die Eignung des Testaufbaus für die Reinigungsaufgabe überprüft
- Ablingkurve zur Festlegung/Überprüfung der Methodik
Bsp. aus der Praxis: anhand des Verlaufs verschiedener durchgeführter Abklingkurven des gleichen Bauteiles (10 % wurde nach jeweils 6 Extraktionen in keinem Fall erreicht) konnte gezeigt werden, dass die untersuchten Bauteile nicht die erforderliche Qualität aufwiesen, und der gefundene Restschmutz nicht auf eine unvollständige Reinigung zurück zu führen war.

<u>negativ generell</u>: es werden von den Kunden zum Teil Fantasiegrenzwerte festgelegt, die entweder noch nie erreicht wurden oder gar nicht notwendig sind.
Ebenso kritisch: statistische Ausreißer werden oft nicht oder zu wenig berücksichtigt/akzeptiert.

<u>zu überdenken:</u> Wahl des Lösemittels bei der Extraktion: entweder gleich wie im vorgeschalteten Reinigungsschritt (sonst werden evt. Partikel gefunden, die nicht relevant sind) oder ähnlich dem Folgeprozess. Evt. gibt es hierzu Erfahrungen von Kunden, die Restschmutz als QS einsetzen.“

„Fazit: Obwohl die Wertigkeit der Bauteilesauberkeit in den letzten Jahren bei vielen Firmen deutlich gestiegen ist, bleibt immer noch viel Aufklärungsarbeit zu tun“

Die “drei Säulen der Sauberkeit”



Arbeitskreis zur Restschmutz-verträglichkeit von bleifreien Lagerschalen:

- OEMs
- Lagerschalenhersteller
- Institute

Ziele:

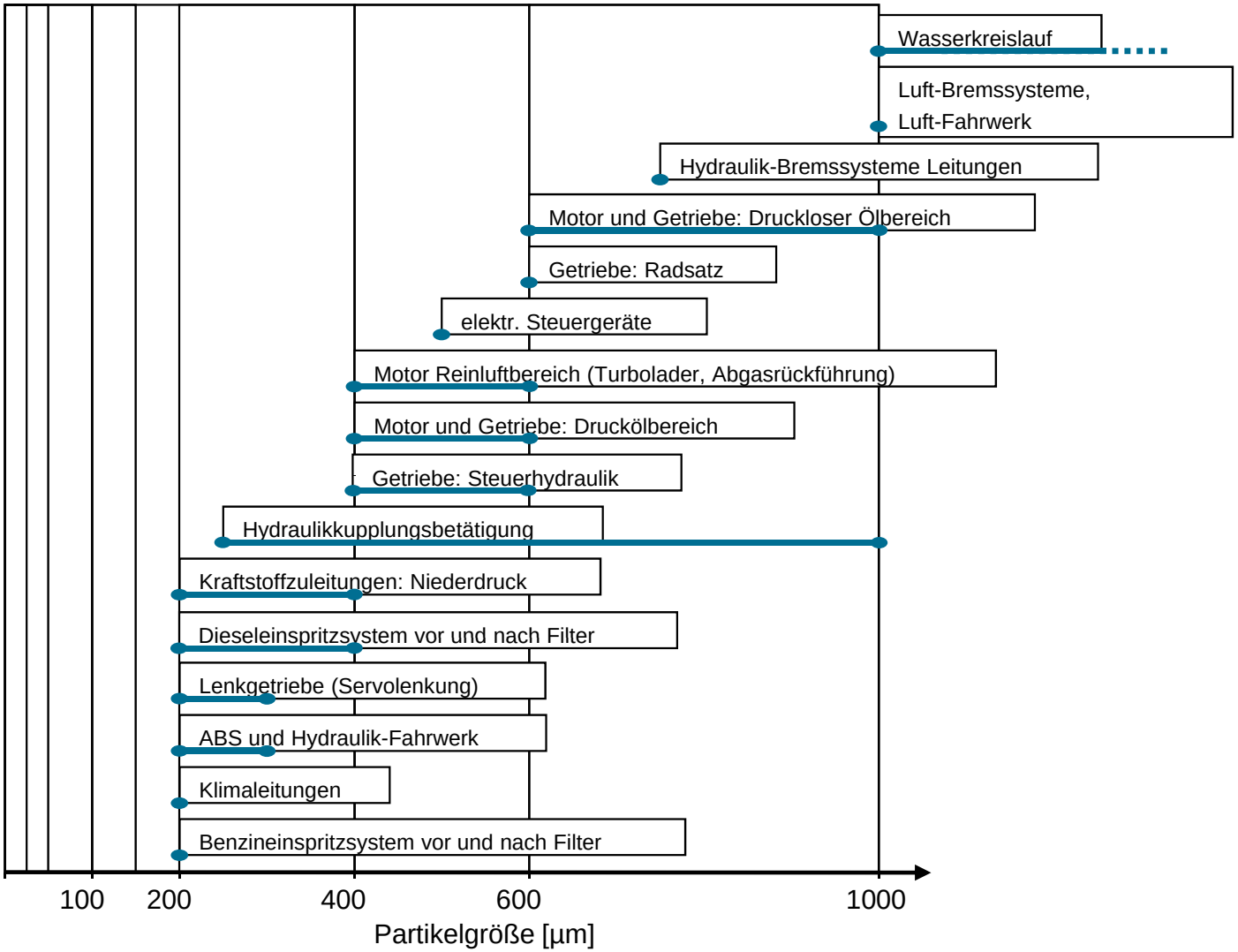
- Fertigungsnahe Normpartikel
- Vorgehensweise zur Prüfung der Restschmutz-verträglichkeit
- Exemplarischer Prüfstand

Technische Sauberkeit ist oft ein »upscaling-Problem«

Keine Probleme in der Einzelteil- oder Pilotfertigung.

Nach Beginn der Serien- bzw. Massenproduktion treten Produktausfälle aufgrund von Partikel-Verunreinigungen auf.

Stand der Grenzwerte



Sind die Grenzwerte in den letzten zehn Jahren härter geworden?

- Mehr Bauteile und Systeme haben Grenzwerte
- aber Grenzwerte werden allgemein nicht schärfer

Statements wie

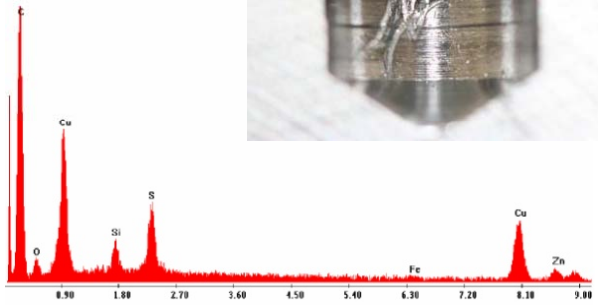
„…heute fordern wir 200µm, nächste Jahr werden wir bei 100µm sein und wenn die Entwicklung so weiter geht, bald bei 50µm…“

hört man heute nicht mehr.

Themen für die nahe Zukunft

Entwicklung neuer Messtechniken zur:

Optimierung von Prozessen

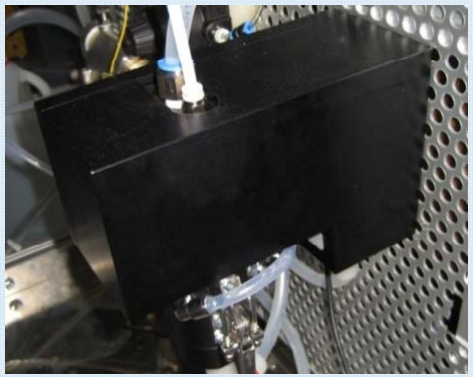


- präzise (kostengünstige) Analytik
- hoher Informationsgehalt
- **Ursachenforschung**

Überwachung von Prozessen

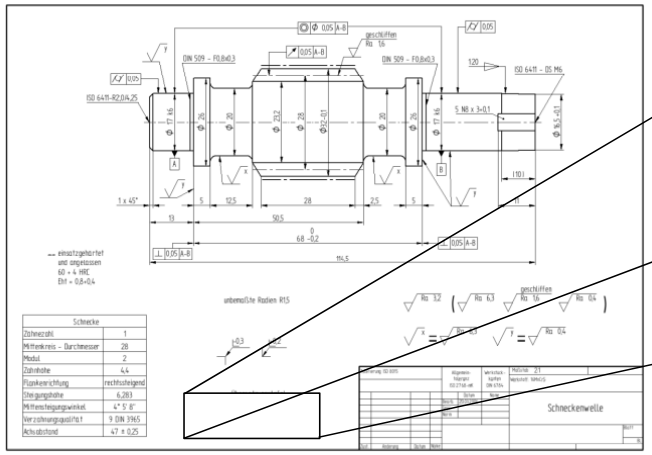
- schnelle Analytik
- reduzierter Informationsgehalt
- **Aufbau von (kurzen) Regelkreisen**

Monitoringsysteme in der Entwicklung



Wie wird sich die Bedeutung der Reinheit weiter entwickeln?

Wird Reinigung damit nun endlich wertschöpfend?



Partikelgröße [µm]	[max. Partikelanzahl/Größenklasse]
100 bis 200 µm	250
200 bis 400 µm	25
400 bis 600 µm	0,1 *)
> 600 µm	0

Quelle Daimler

Wertschöpfend sind nach Definition Prozesse, für die der Kunde bereit ist, Geld auszugeben.

Ein Zeichnungsmerkmal sollte sein Geld wert sein!

Anmerkungen des Autors / Philosophisches zur Reinigung:

*„In einer Welt, die immer voller und schneller wird, wird das **Trennen** in „gut und schlecht", „sauber und verunreinigt", „wertvoll und wertlos" immer wichtiger werden, um das Zusammenleben und die Gesundheit der Menschen aber auch die Qualität von Produkten zu sichern. Dies gilt für die verschiedensten Aspekte des menschlichen Wirkens und insbesondere im Bereich der (industriellen) Produktion. Damit werden auch Technologien des Trennens wie Reinigen*) und Filtrierens oder allgemein des Separierens immer mehr an Bedeutung gewinnen."*

**) Reinigen ist nach DIN 8580 wie das Spanen, Abtragen oder Zerlegen ein Trennverfahren*

Weitere Infos / Kontakt

Fraunhofer IPA, Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Dr.-Ing. Markus Rochowicz, 0711-970-1175,
rochowicz@ipa.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Christian Ernst, 0711-970-1248,
ernst@ipa.fraunhofer.de

Dipl.-Ing (FH). Stefan Boos, 0711-970-1190
boos@ipa.fraunhofer.de

Leitung Labor für Technische Sauberkeit:
Yvonne Holzapfel, 0711/ 970-1104
Yvonne.Holzapfel@ipa.fraunhofer.de

www.technische-sauberkeit.de

www.ipa-qualification.com

www.ipa.fraunhofer.de