Technische Sauberkeit in der Automobilindustrie – aktueller Stand und künftige Herausforderungen

AC- FACHVERANSTALTUNG

Bauteilsauberkeit als Herausforderung
für die Zulieferkette

17. November 2011, A 4623 Gunskirchen

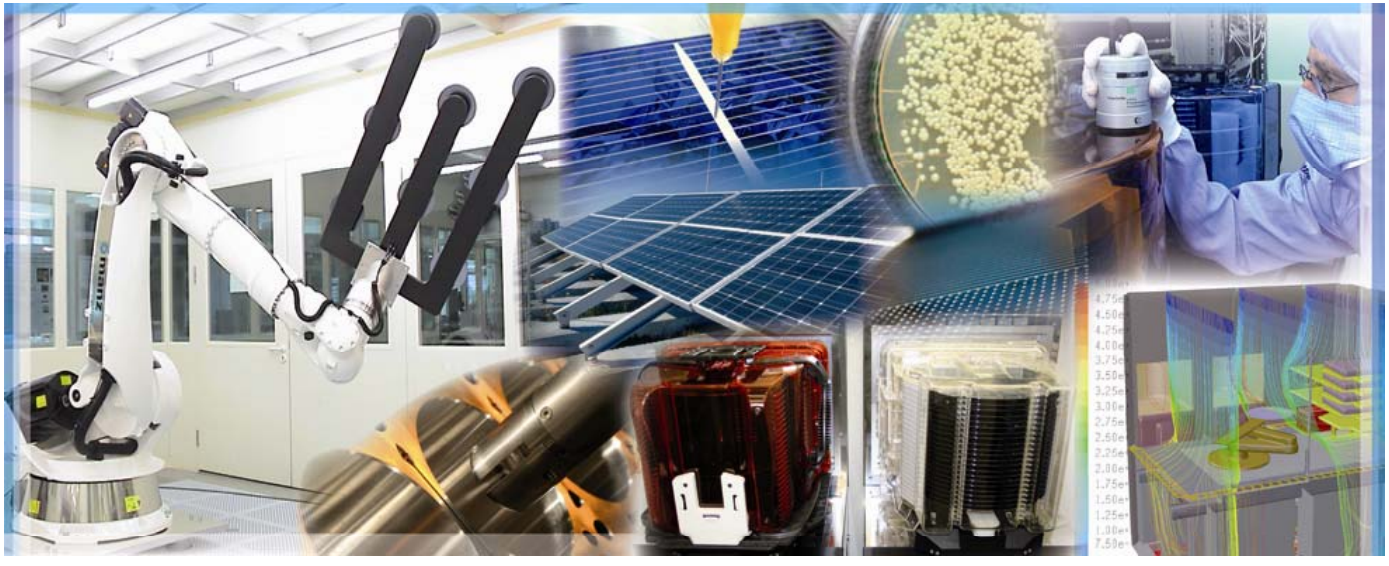
Dr.-Ing. Markus Rochowicz

Fraunhofer IPA, Reinst- und Mikroproduktion

Gliederung

1. **Vorstellung der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion**
2. **10 Jahre Technische Sauberkeit** (in der Automobilindustrie)
3. **Reinigungstechnik im Wandel**
4. **Herausforderung E-Mobility** (Beispiel Leistungsbatterien)

Abteilung Reinst- und Mikroproduktion



Fraunhofer IPA TESTED® DEVICE
USmatic GmbH & Co. KG
Belt-Conveyor No. 229 550 00
Report No. US 1011-537

Arbeitsgebiete:

- Prüfung der Reinraumtauglichkeit von Gerätschaften und Werkstoffen
- Fertigungsoptimierung in der Sauber- und Reinstproduktion
- Schulung
- CO_2-Reinigung
- Reinigungsvalidierung
- Prüfung der Technischen Sauberkeit
- Entwicklung von Reinheitsprüftechnik
- …

2. Zehn Jahre Technische Sauberkeit

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.

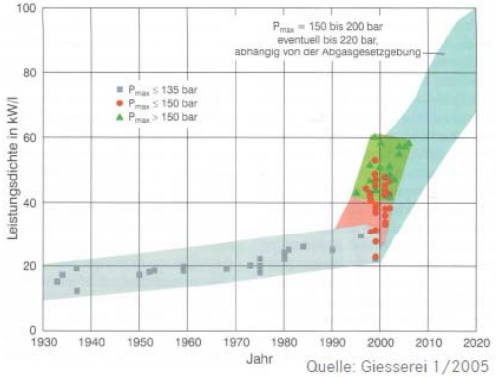
Vor 10 Jahren: Die Steinzeit der Restschmutzdiskussion

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

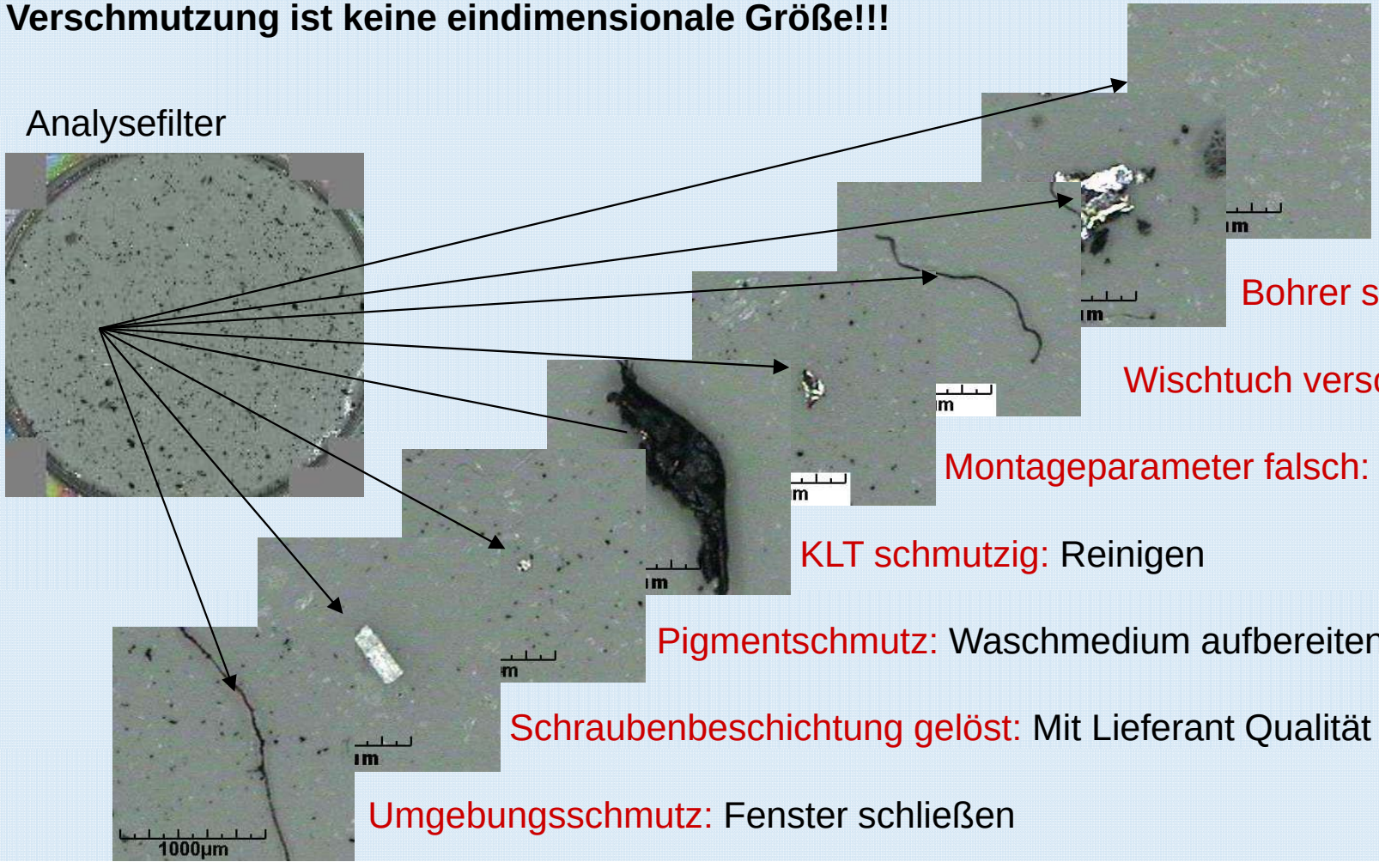


Aber es gab 2001 schon:

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

Die „etwas andere Qualitätsgröße“

Verschmutzung ist keine eindimensionale Größe!!!



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

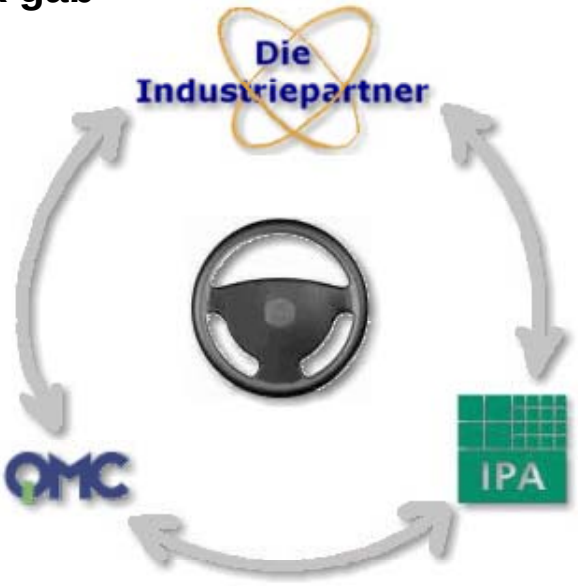
Der Industrieverbund TecSa

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.

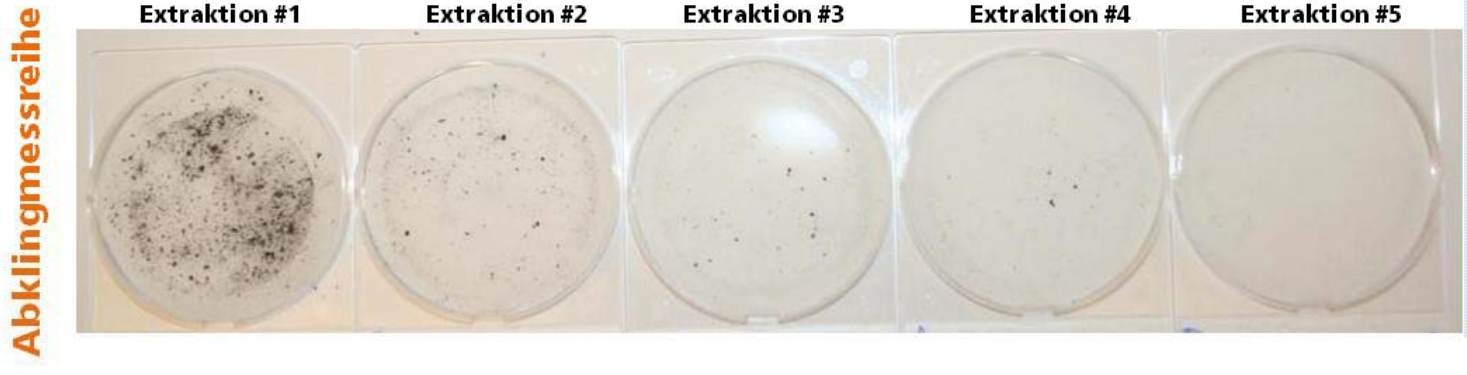


VDA 19: Die Inhalte

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

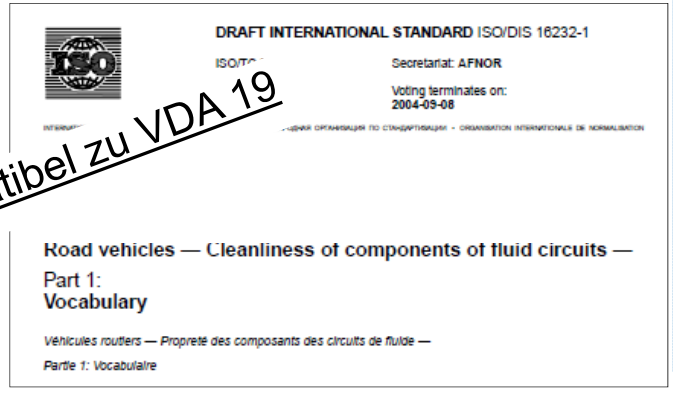
VDA 19 schreibt nicht vor:

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

ISO 16232, die Hintergründe, die Inhalte

DEUTSCHER SPIEGELAUSSCHUSS ZUR WG12:

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


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

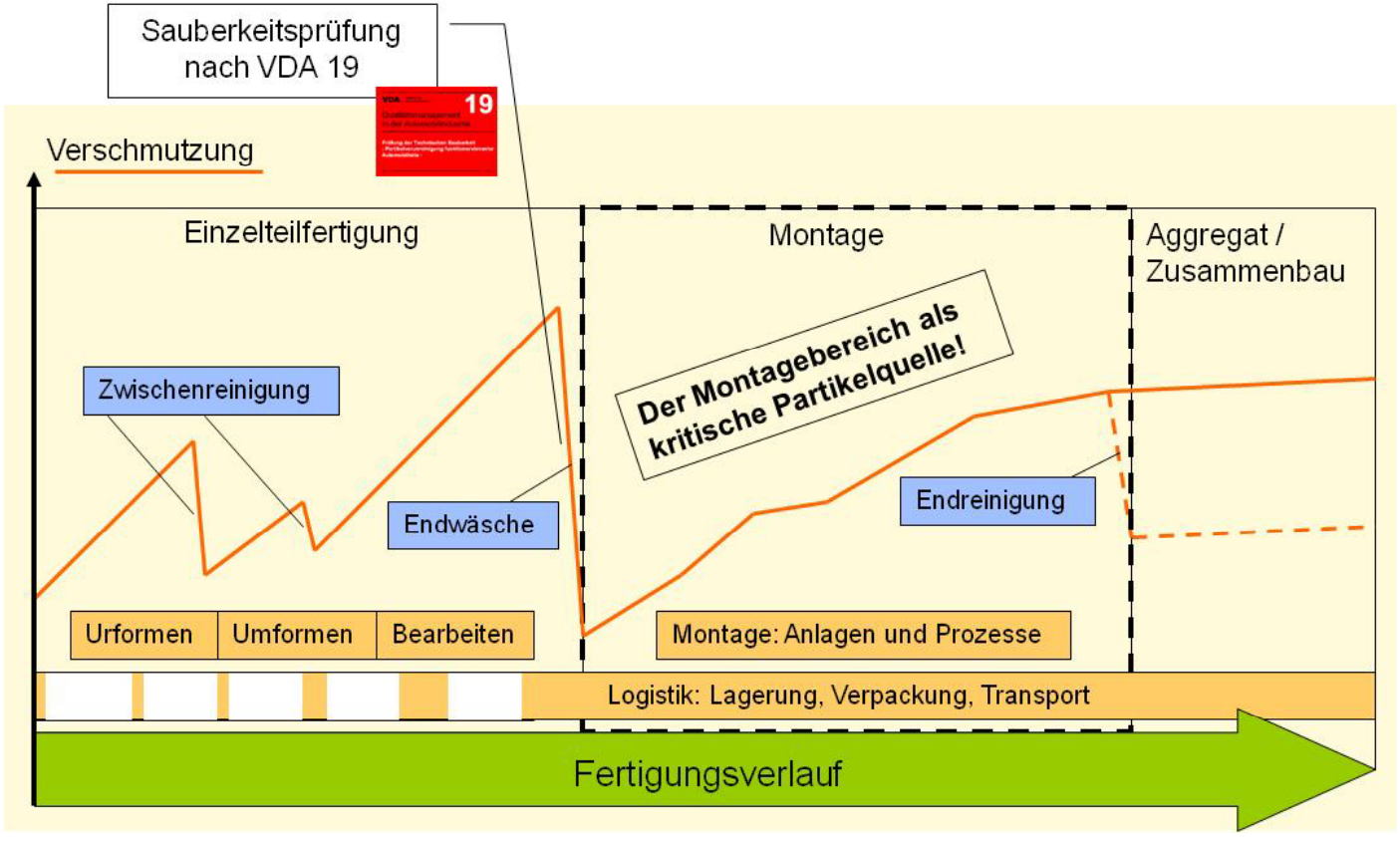
Kompatibel zu VDA 19

Aufbau in 10 Teilen:

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

Industrieverbund MontSa

Problemstellung: Montage sauberer Einzelteile zu sauberen Systemen

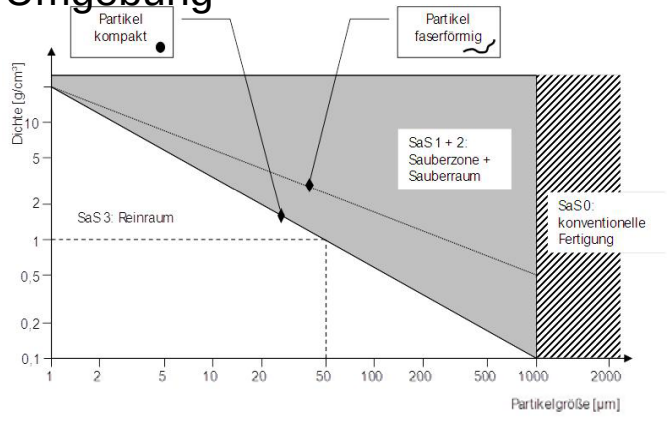


MOntSa

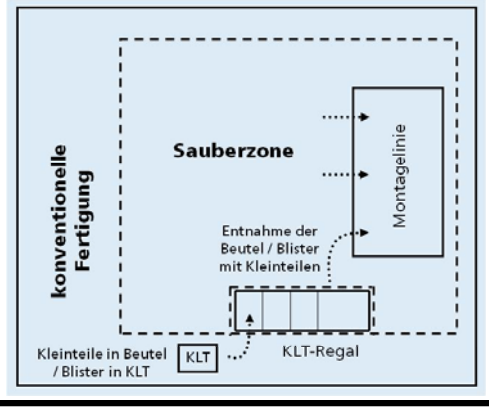
VDA 19 Teil 2: Die Inhalte

Ein Leitfaden für den Planer

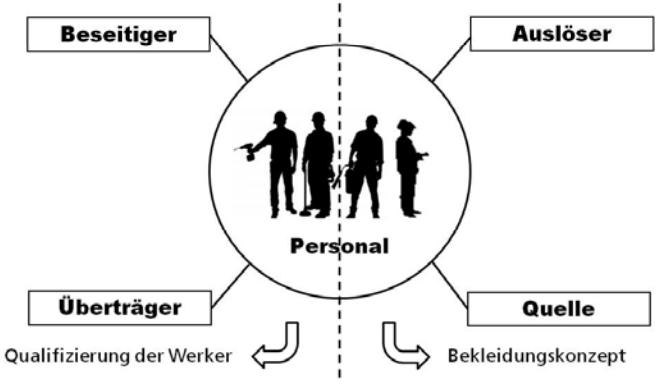
Umgebung



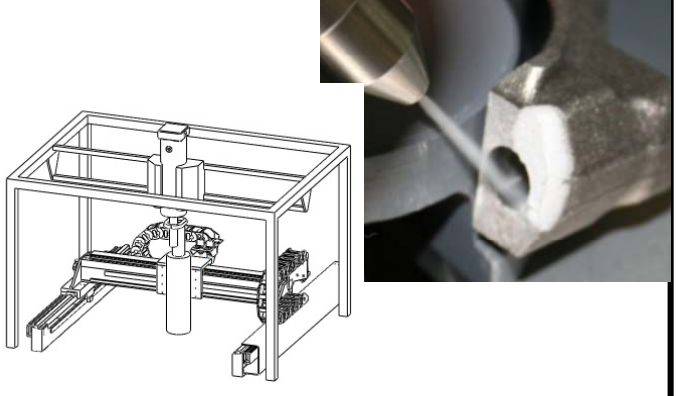
Logistik



Personal



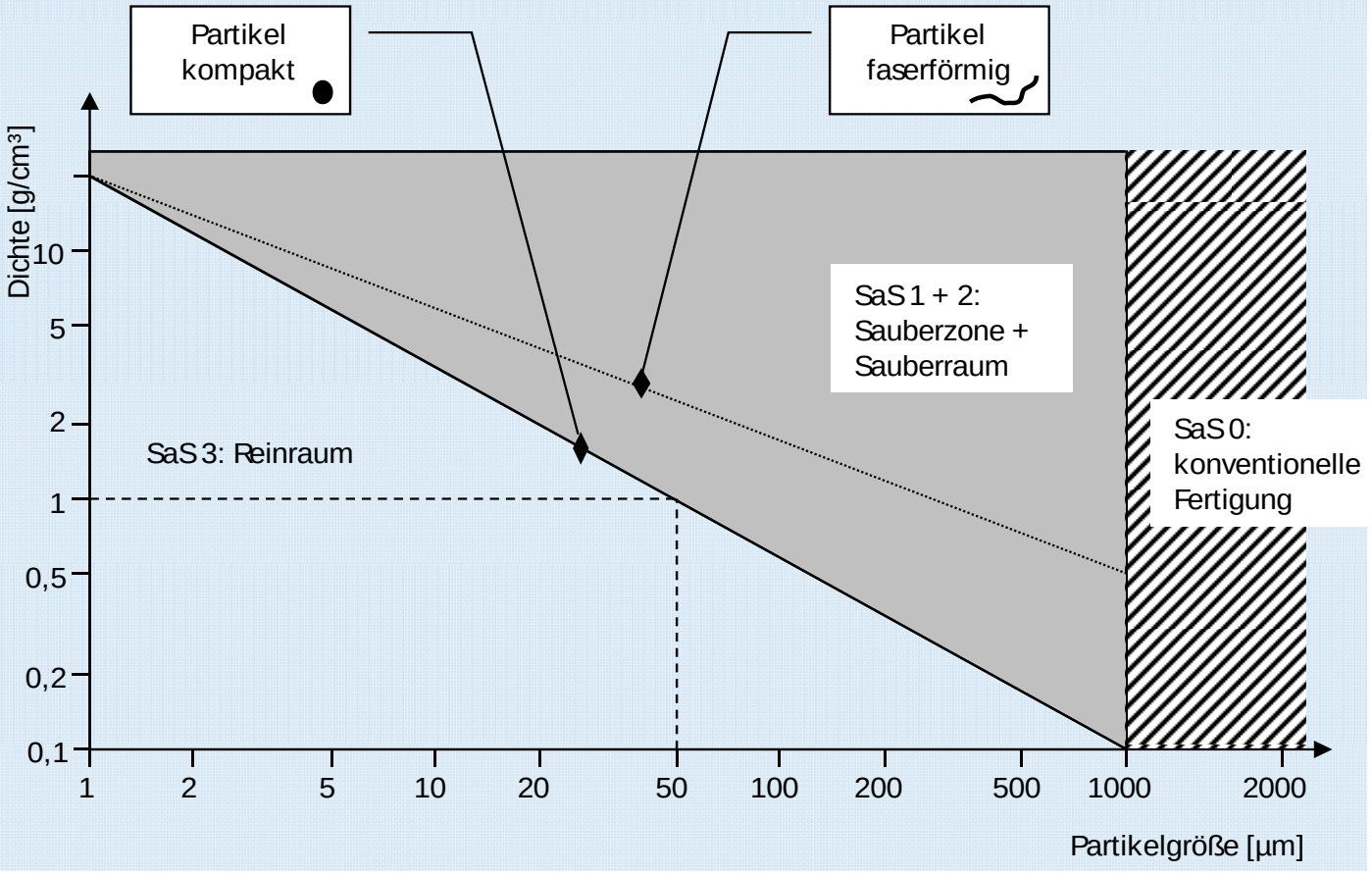
Montageeinrichtungen



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

VDA 19 Teil 2: Bsp. Auswahl der Produktionsumgebung

Flugfähigkeitsdiagramm



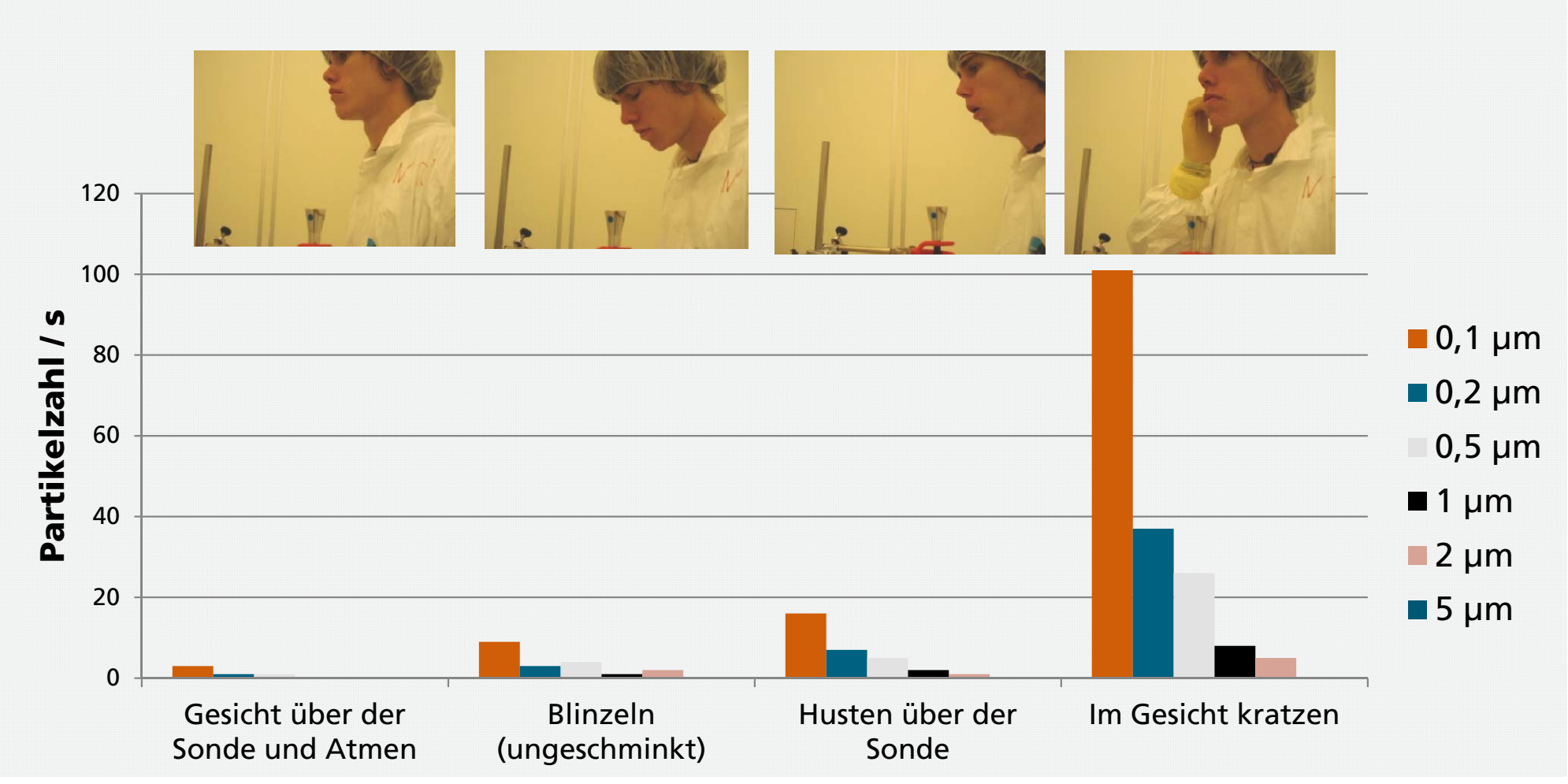
Materialbeispiele:

ρ(Aluminium) = 2,7 g/cm³

ρ(Stahl) = 7,8 g/cm³

ρ(Polystyrol) = 0,02-0,09 g/cm³

VDA 19 Teil 2: Bsp. Sensibilisierung des Personals



Heute spricht man 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:

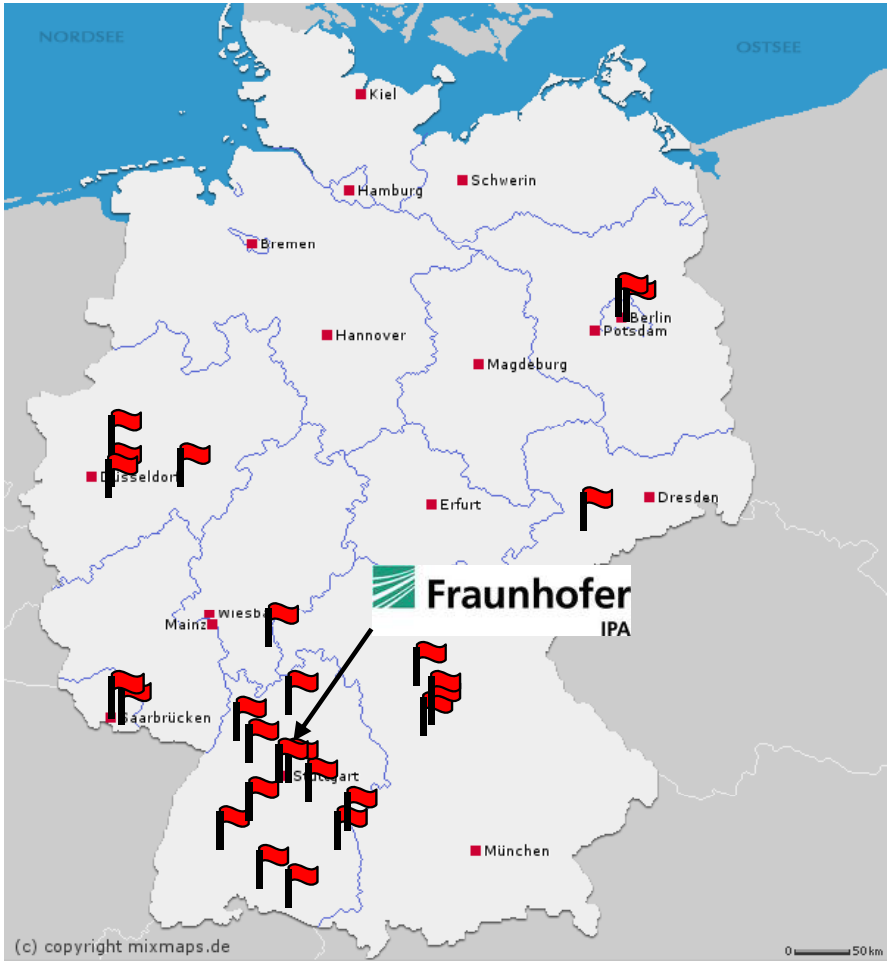
- Die technische Sauberkeit ist in der Öffentlichkeit immer noch unbekannt
- Reinheit und Reinigung haben noch keine Lobby
- Reinheit und Reinigung sind nach wie vor in der Forschung kaum förderbar
- Es fehlen „bahn-brechende“ Innovationen
- Das Thema ist immer noch zu wenig verstanden

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



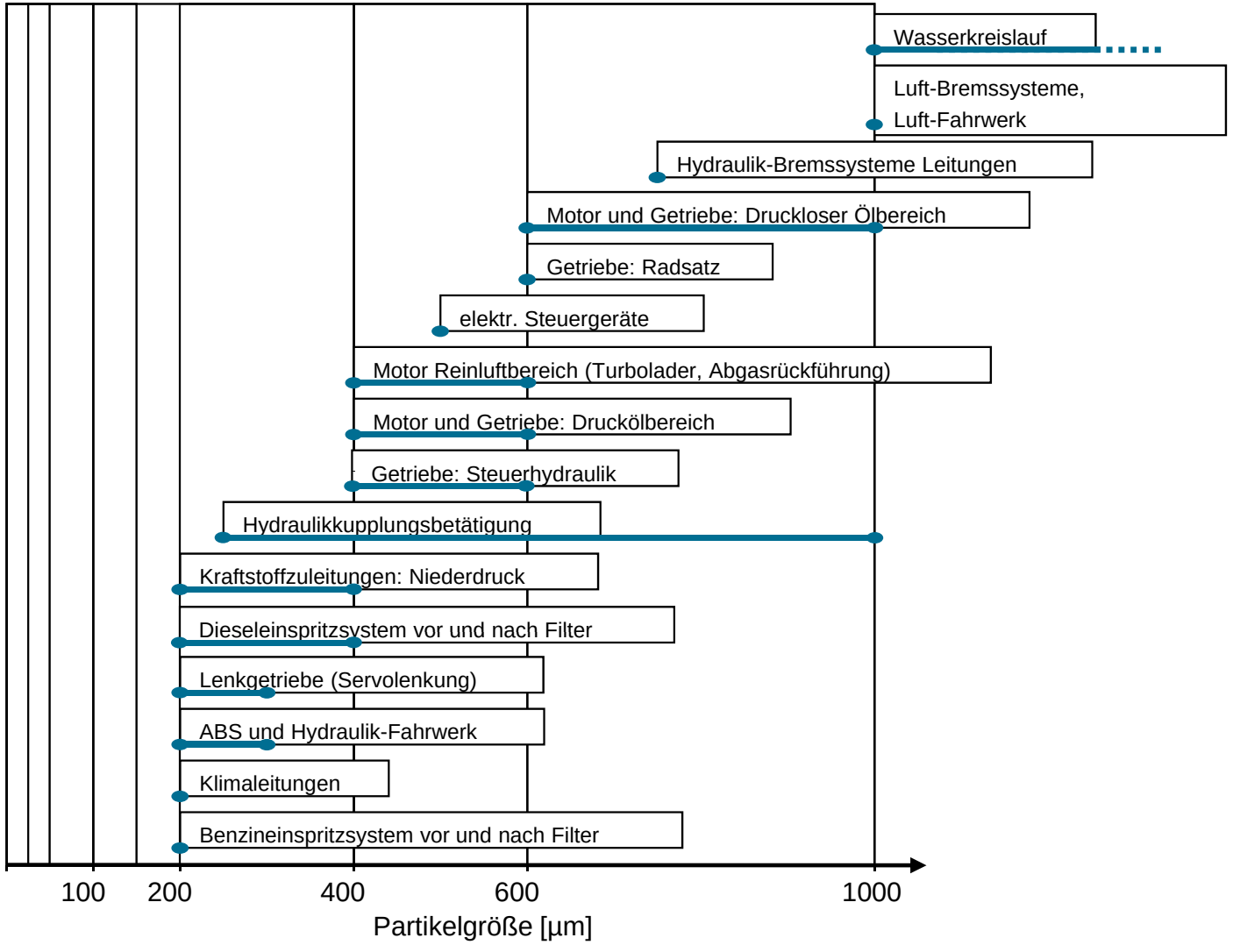
Systeme im Markt:

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

Quelle JOMESA

Quelle RJL

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

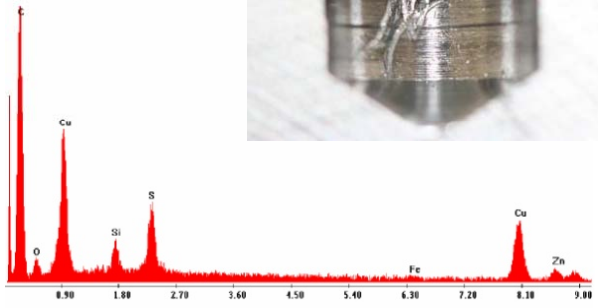
„…heute fordern wir 200µm, nächste Jahr werden wir bei 100µm sein und wenn die Entwicklung so weiter geht, bald bei 50µm…“

hört man heute nicht mehr.

Themen für die nahe Zukunft

Entwicklung neuer Messtechniken zur:

Optimierung von Prozessen

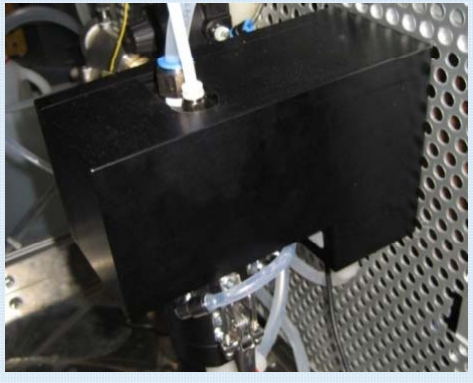


- präzise (kostengünstige) Analytik
- hoher Informationsgehalt
- **Ursachenforschung**

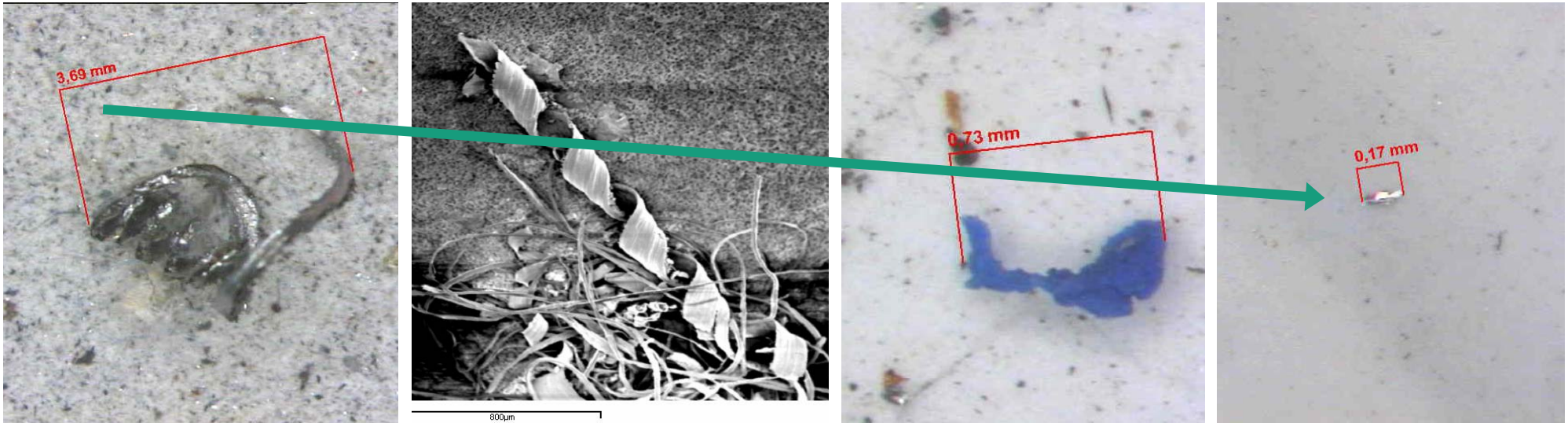
Überwachung von Prozessen

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

Monitoringsysteme in der Entwicklung



3. Reinigungstechnik im Wandel



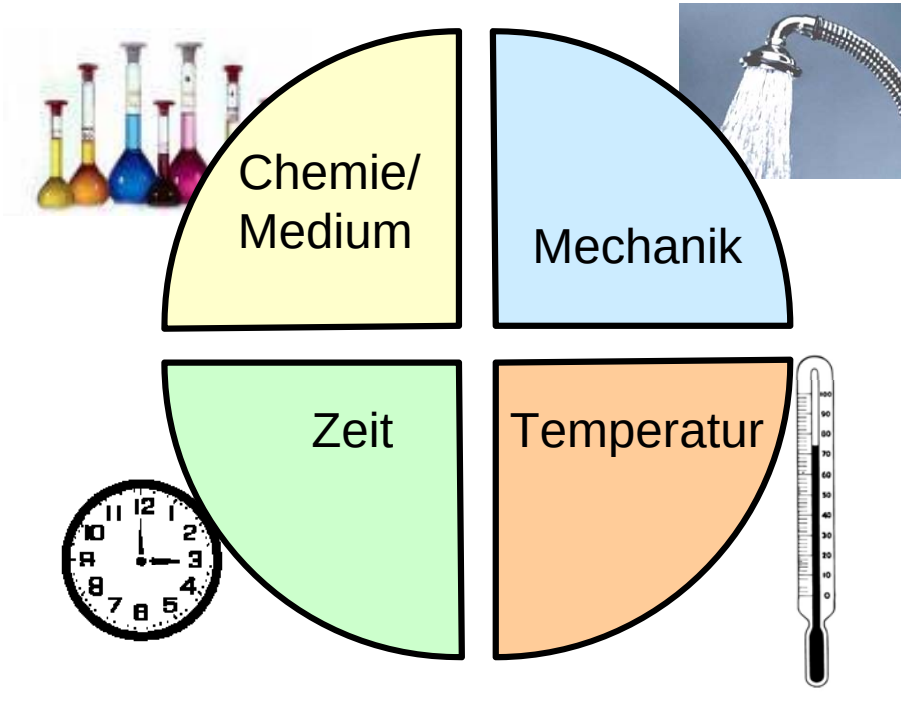
Bauteile müssen <u>messbar</u> sauber werden!!!

Die industrielle Teilereinigung entwickelt sich von der „fett- und spanfrei-Technologie“ zur präzisen Abreinigungstechnik für feinste Partikel.

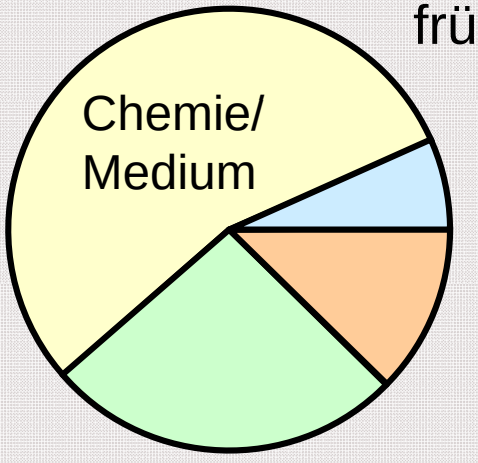
3. Reinigungstechnik im Wandel

Parameter der Reinigung:

- Sinnerscher Kreis
- „Erhaltungssatz der Reinigung“



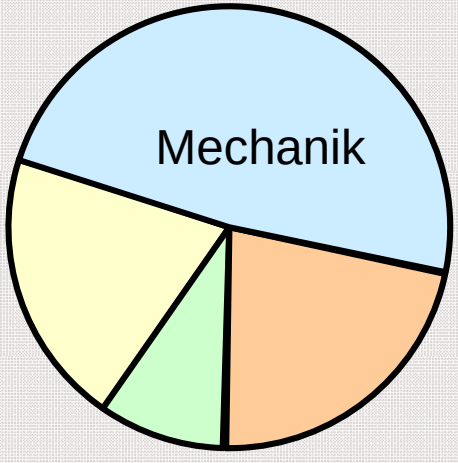
früher



Quelle: Waechter

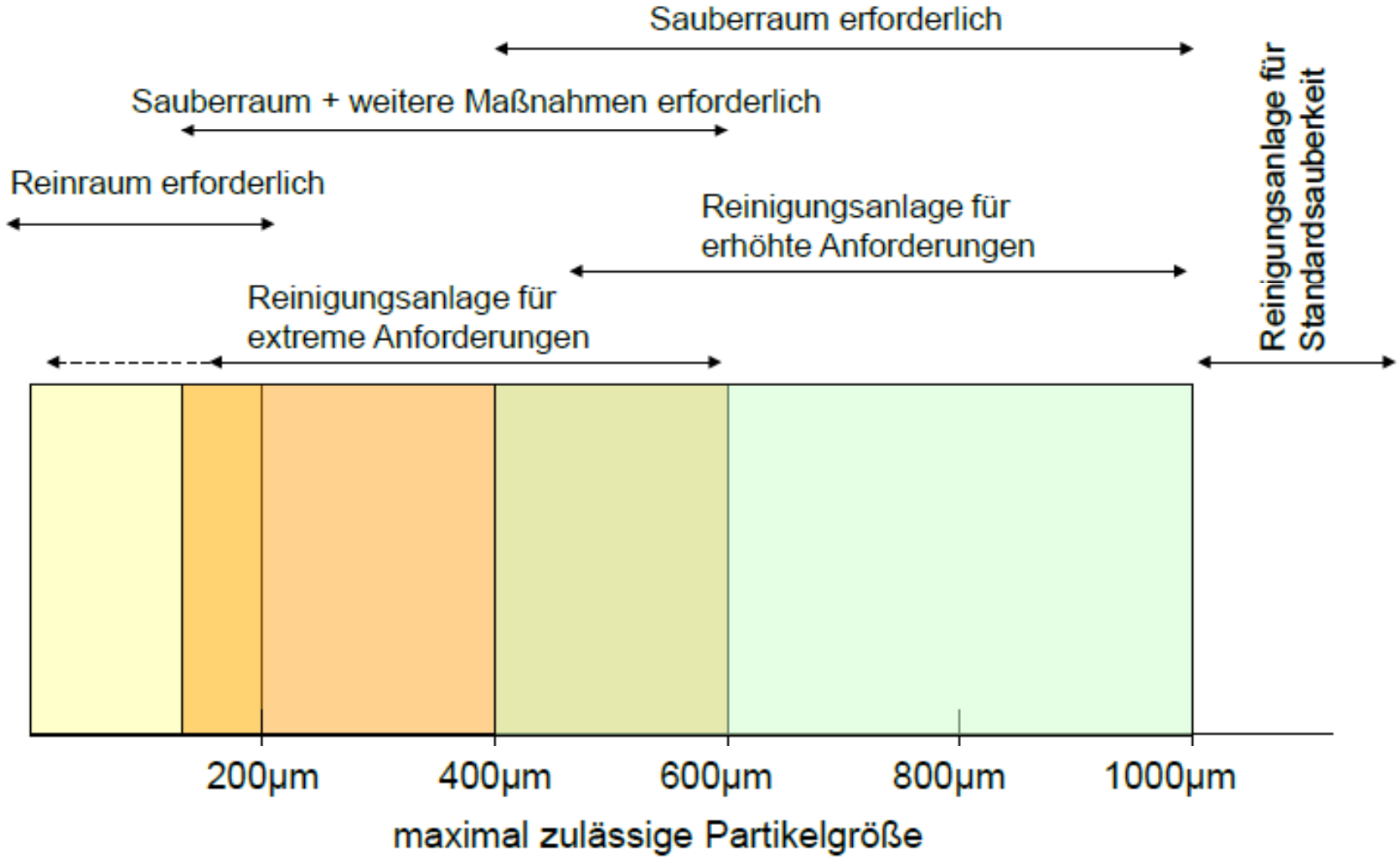
heute

Quelle: Dürr Ecoclean



Konsequenzen von Restschmutzgrenzwerten

Quelle: SCHAEFFLER GRUPPE



Konsequenzen von Restschmutzgrenzwerten

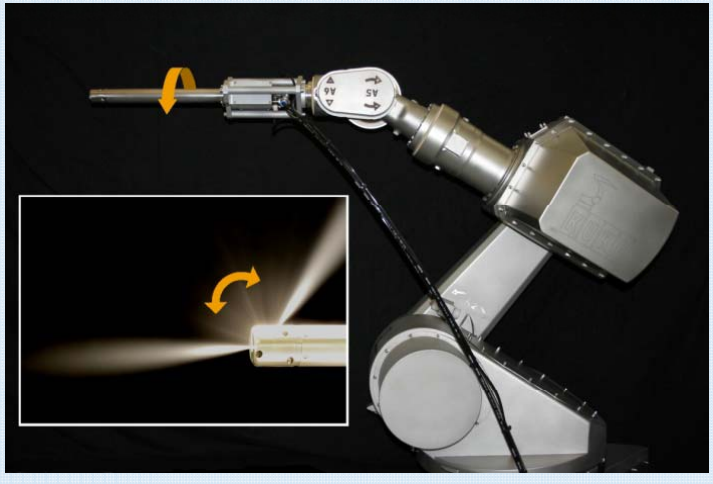
Quelle: SCHAEFFLER GRUPPE

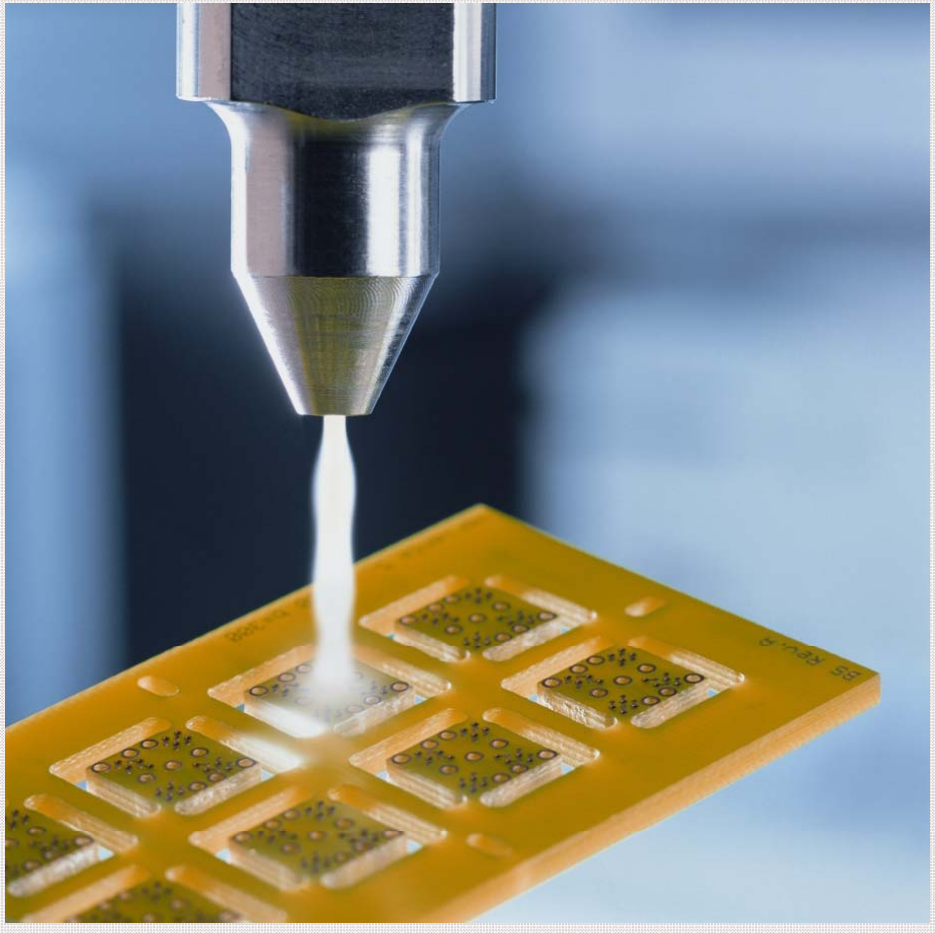
	Standard – Sauberkeit	erhöhte Anforderungen	extreme Anforderungen
Anlageninvest	1	+ 30%	+ 50%
Taktzeit	1	Faktor 2	Faktor 4
Körbe/Waschgestelle	1	Faktor 10	Faktor 20
Füllmenge	1	50%	25%
Nutzung (Ausfall durch Filterwechsel/Neuansatz)	100%	90%	80%
Aufwand Teile Handling	100%	100%	125%
zusätzliche Arbeitsgänge	nein	ja/nein	Ja/nein
Gesamtbewertung	**1**	**Faktor 5 - 10**	**Faktor 15 - 20**

Reinigung - machmal reicht es auch lokal

In manchen Fällen ist nur die Sauberkeit einer begrenzten Funktionsfläche wichtig:

- Ein „Waschen“ des gesamten Bauteils ist nicht notwendig
- Lokal wirkende Reinigungsverfahren wie CO_2-Schnee können hier eingesetzt werden (fertigungs- oder montageintegriert).





4. Herausforderung E-Mobility

Partikelprobleme in Batterien? Die Öffentlichkeit ist gewarnt!

„Nach dutzenden Fällen von Überhitzung haben mehrere große Computerhersteller 100.000 -Akkus des Herstellers Sony zurückgerufen. Zuvor hatte es mindestens 40 Fälle gegeben, in denen sich die Akkus überhitzt hatten, wie Sony am Freitag mitteilte. In vier der Fälle erlitten Laptop-Nutzer leichte Verbrennungen, andere berichteten von Stichflammen oder Rauch aus ihrem tragbaren Computer“ **Ursache: Metallpartikel in der Isolationsschicht**

Quelle: http://computer.t-online.de/rueckrufaktion-computerhersteller-rufen-sony-akkus-zurueck/id_16699514/index

Quelle: www.laptopseite.de

„Am wüstesten hat dieser Laptop im Juli 2006 in einem Truck sein Ende gefunden: Die Idylle am Lake Mead in Nevada (USA) wurde erst sanft durch einen kokelnden Laptop, dann heftiger durch die Explosionen der im Handschuhfach gelagerten Munition und schlussendlich durch das die Explosion des kompletten Trucks erschüttert. Der Besitzer staunte nicht schlecht, als er von einer Wanderung auf dem Parkplatz zurückkam“.

Gäbe es **solche Qualitätsprobleme** im Bereich von Antriebsbatterien wäre das Kundenvertrauen in die aufkeimende Elektromobilität nachhaltig beschädigt.

Beispiel 1: Reinheit von Transportsystemen

Untersuchung eines Rollenförderers für die Produktion von Automobil-Antriebsbatterien auf sein Partikelabgabeverhalten – **Ziel: Reinraum-Klasse 6** (nach ISO 14644-1)

Beispielhafte Vorgehensweise:

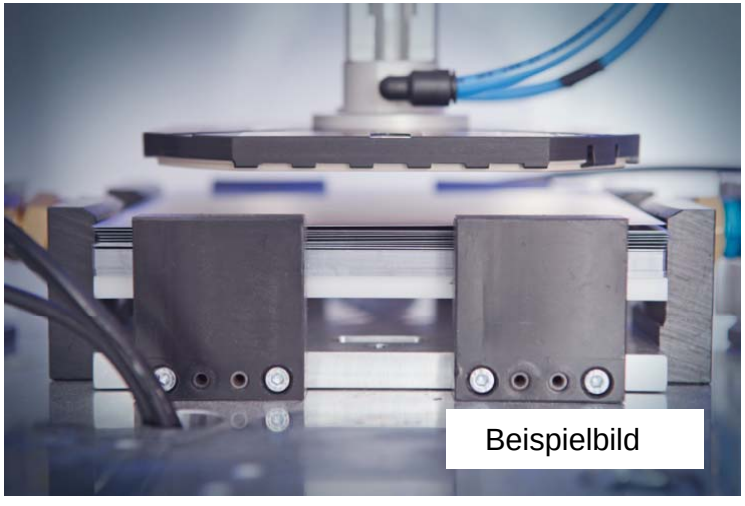
- Festlegung der Prüfumgebung
- Dekontamination des Prüflings
- Definition Betriebsparameter
- Lokalisierung der Messstellen
- Klassifizierungsmessungen
- Statistische Verifikation

Beispielbild

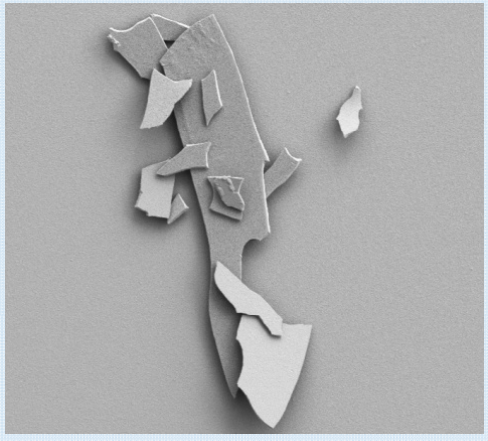
Klassifizierung:
Betriebsmittel ist geeignet für Einsatz in der Luftreinheitsklasse X

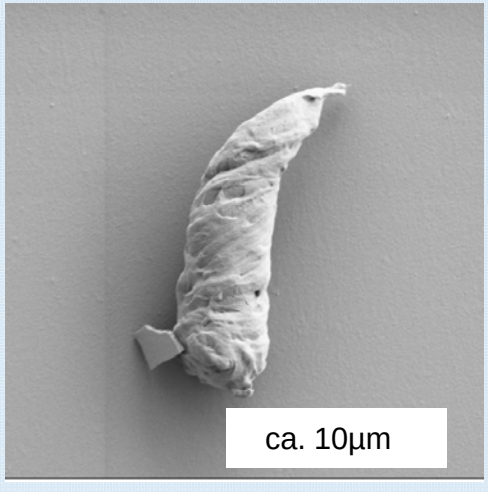
Beispiel 2: Reinheit von Foliengreifern

Untersuchung verschiedener Greifer (Vakuum, Bernoulli, …) für konfektionierte Folienstücke hinsichtlich Partikelabgabe direkt an das empfindliche Substrat – **Ziel: Vergleich verschiedener Greifer**



Ergebnis: Große Unterschiede hinsichtlich Produktverschmutzung bei unterschiedliche Greifprinzipien und Greifertypen.



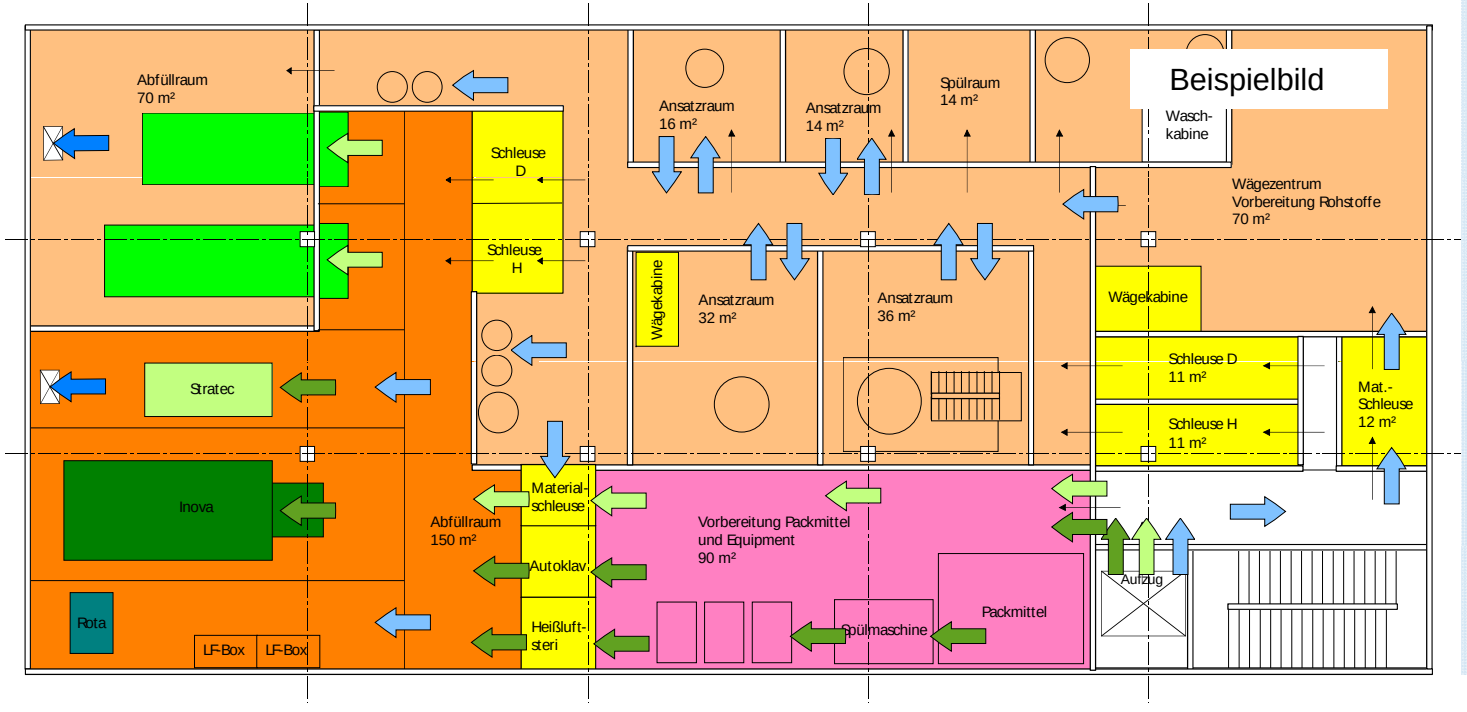


Beispiel 3: Bewertung von Reinraumkonzepten

Reinraumklasse 7 als Umgebung für die Batterieproduktion:

- Kunde macht ein Planung zusammen mit einem Anbieter von Lüftungstechnik.
- Fraunhofer IPA diskutiert und optimiert die Planung mit dem Kunden.

Hauptaugenmerk: Welche Reinheit ist wo notwendig aus Produktsicht? (so rein wie nötig nicht wie möglich)



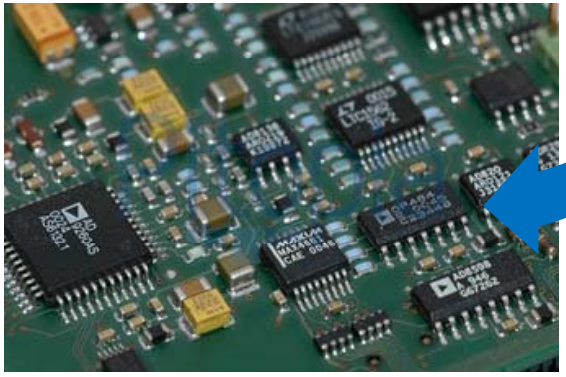
Bewertung von:

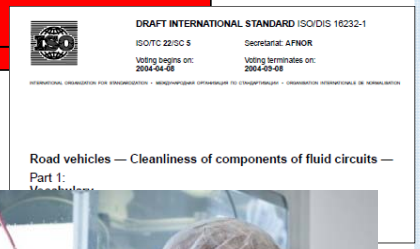
- Reinraumklasse
- Reinraumkonzept
- Materialfluss
- Personalfluss
- Fertigungsinseln
- …

Beispiel 4: Sauberkeit von Gehäusedeckeln für die Batteriesteurung

Partikelabgabe im Gehäuse kann zu Kurzschlüssen auf der Elektronikplatine führen.

Fragestellung: Halten die Bauteile eine bestimmte Sauberkeitsspezifikation vom Kunden ein (z.B. 300µm)**?**





Etabliert in der Automobilindustrie:

- Extraktion durch Nachreinigung im Labor

- Filtration

- Analyse

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Für Fragen stehe ich gerne zur Verfügung

Weitere Infos / Kontakt

Fraunhofer IPA, Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

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

Abteilungsleitung:

Dr.-Ing. Udo Gommel, 0711-970-1633,
Gommel@ipa.fraunhofer.de

www.technische-sauberkeit.de

www.ipa-qualification.com

www.ipa.fraunhofer.de