
Wachstumsmarkt Cleantech:

Triebfeder für innovative Produktionstechnik

in Hightechbranchen



MOTEK

Business Brunch

Trends in der Produktionsautomatisierung

10. Oktober 2011, Neue Messe Stuttgart

Dr.-Ing. Markus Rochowicz

Fraunhofer IPA, Reinst- und Mikroproduktion

Gliederung

1. Vorstellung der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion
2. Einführung
3. Drei Beispiele – drei Lösungen:
 - 1. Optimierte Verbrennungsmotoren
 - 2. Effiziente Photovoltaik
 - 3. Batterieproduktion für die Elektromobilität
4. Fazit
5. Blick über den Tellerrand
6. Da war noch was

1. Vorstellung

Abteilung Reinst- und Mikroproduktion



Arbeitsgebiete:

- Prüfung der Reinraumtauglichkeit von Gerätschaften und Werkstoffen
- Fertigungsoptimierung in der Sauber- und Reinstproduktion
- Schulung
- CO₂-Reinigung
- Reinigungsvalidierung
- Prüfung der Technischen Sauberkeit
- Entwicklung von Reinheitsprüftechnik
- ...

2. Einführung

Cleantech meets Clean Tech

Definition: „...finden sich keine genauen und einheitlichen Definitionen. Gemeinhin wird unter Cleantech aber die Idee verstanden, durch den Einsatz neuartiger Verfahren, Produkte und Dienstleistungen Effizienzerhöhungen, Leistungs- oder Produktivitätssteigerungen bei gleichzeitiger Emissionsreduktion und Ressourcenschonung zu erzielen“ (Quelle: Wikipedia)



Umweltfreundliche und ressourcenschonende Technologien und Produkte sind immer auch Systeme mit hoher Effizienz und hohem Wirkungsgrad .

Damit wird die **Reinheit und Präzision** in der Produktion eine wichtige **Qualitätsgröße**



2. Reinheitstechnik

Welche Fragen kann die Reinheitstechnik bei der Steigerung der Produktqualität lösen?



2. Einführung

Was bedeutet Reinheitstechnik

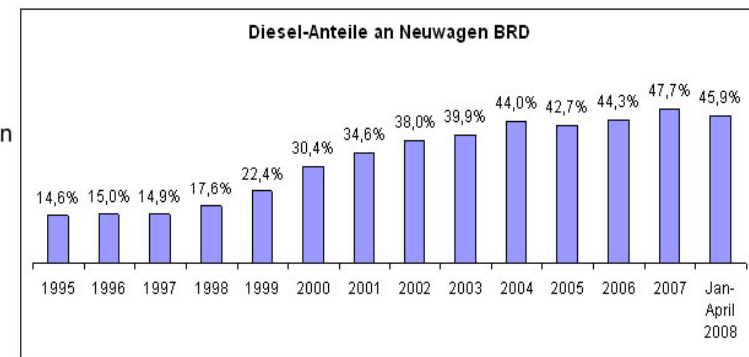
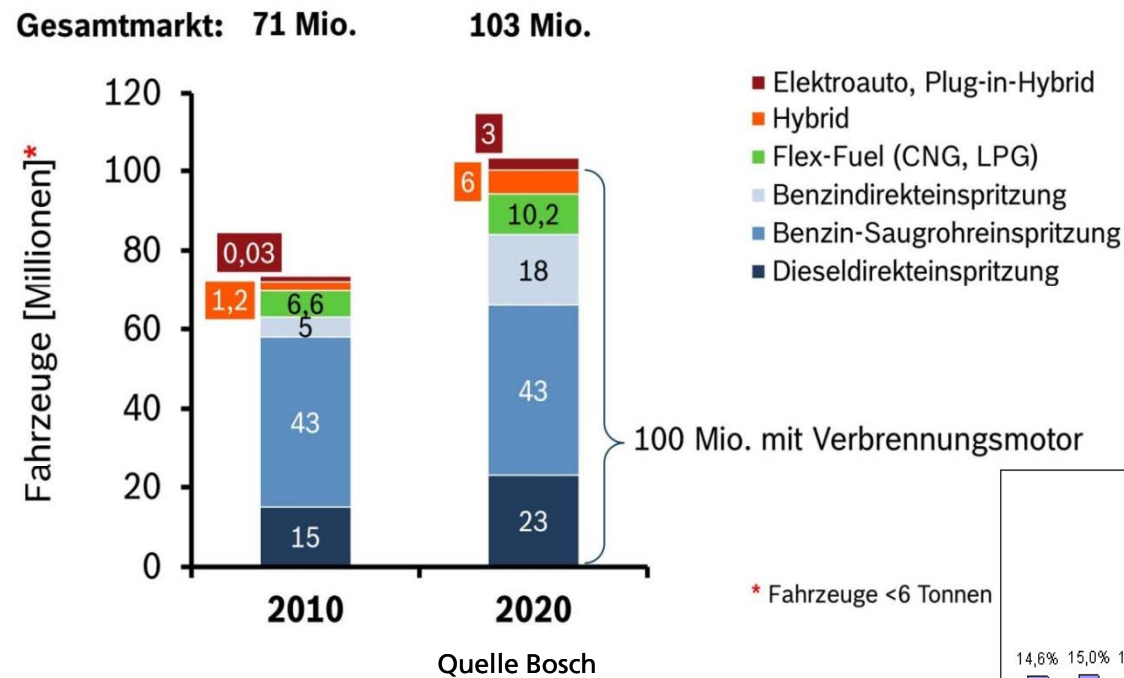
Reinheit ist eine Frage der kompletten Prozesskette!



3. Beispiel 1

Optimierte Verbrennungsmotoren

Antriebstechniken: Perspektiven 2020



3. Beispiel 1

Optimierte Verbrennungsmotoren

Moderne Motoren können viele **partikelsensible Teile** und Systeme enthalten



Direkteinspritzung



Beispiel 250 CDI (OM 651)

- 2,2 Liter Hubraum
- 204 PS Leistung
- 500 Nm Drehmoment
- 5,2 l/100km Verbrauch



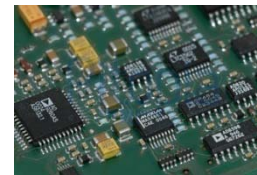
Lagerschalen



Nockenwellensteller



Turbolader



Elektroniken

3. Beispiel 1

Optimierte Verbrennungsmotoren

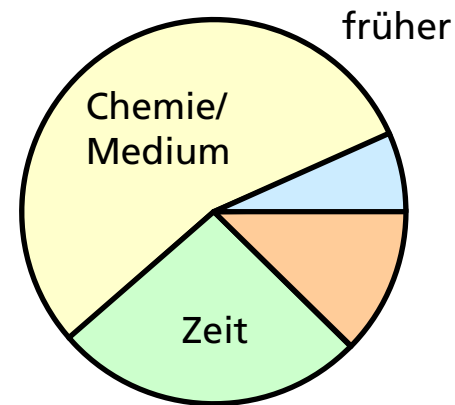
Schäden durch Partikel

- Blockierung von Ventilen
- Klemmen von Steuerkanten in der Hydraulik
- Lagerschäden
- Kurzschlüsse
- Verstopfen von Bohrungen (oder Filtern)
- Verschleiß



Opfer einer Partikel bedingten Dauereinspritzung

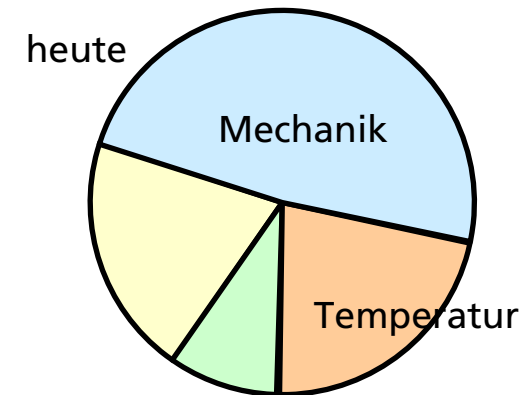
Schlüsseltechnologie Reinigung im Wandel



Quelle: Waechter

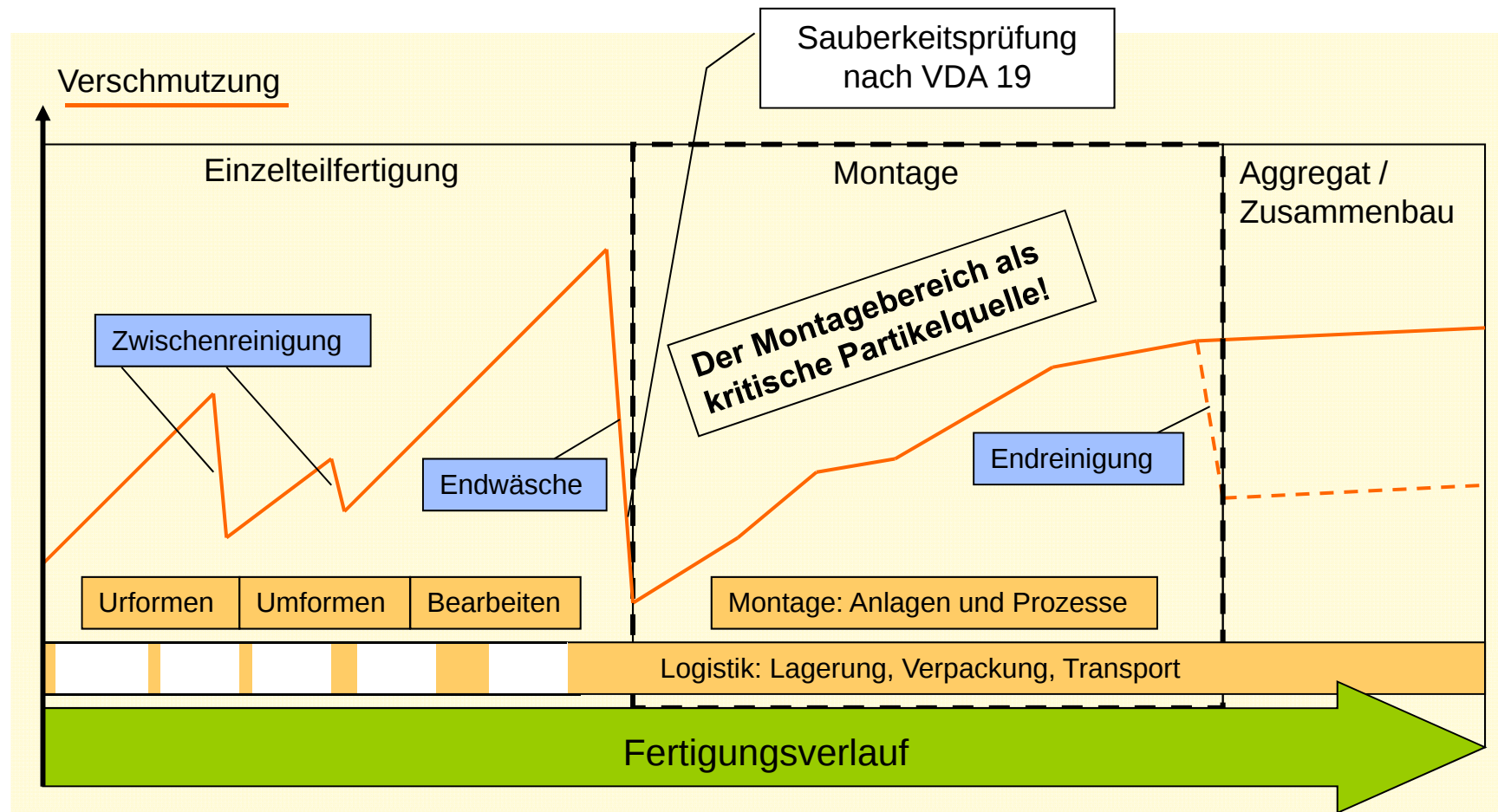


Quelle: Dürr Ecoclean



3. Beispiel 1

Optimierte Verbrennungsmotoren

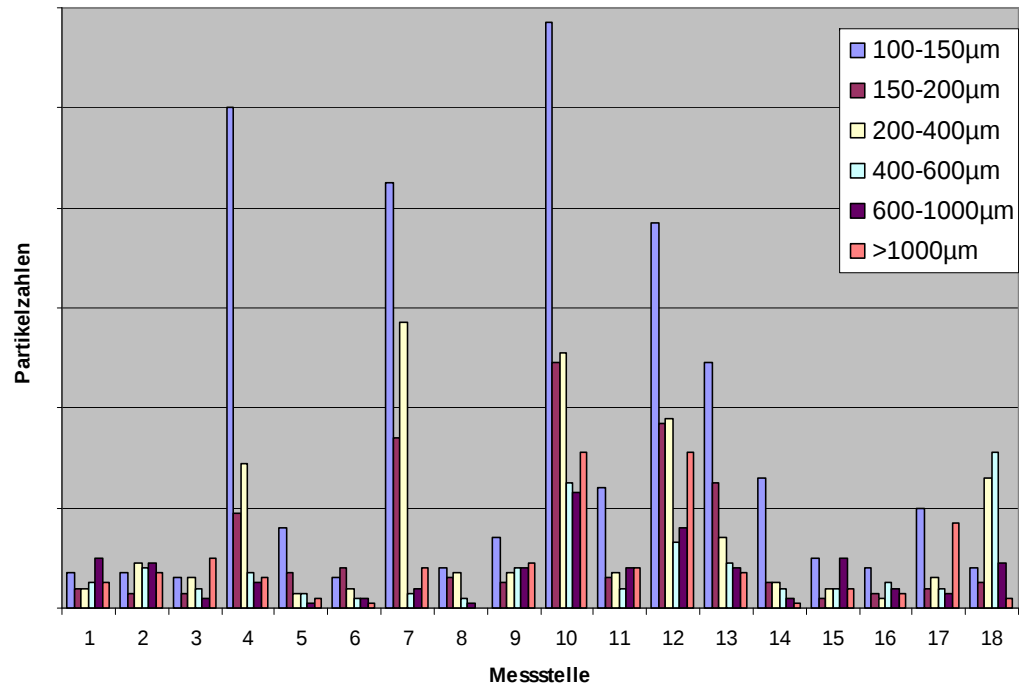


3. Beispiel 1

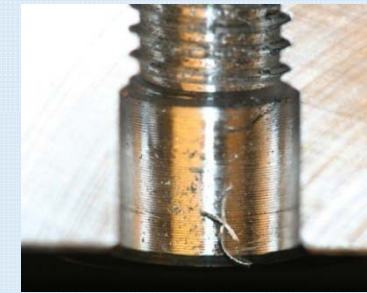
Optimierte Verbrennungsmotoren

Verschmutzungen durch Montageanlagen und -prozesse

Auswertung: "Partikelfallen" nach einer Woche



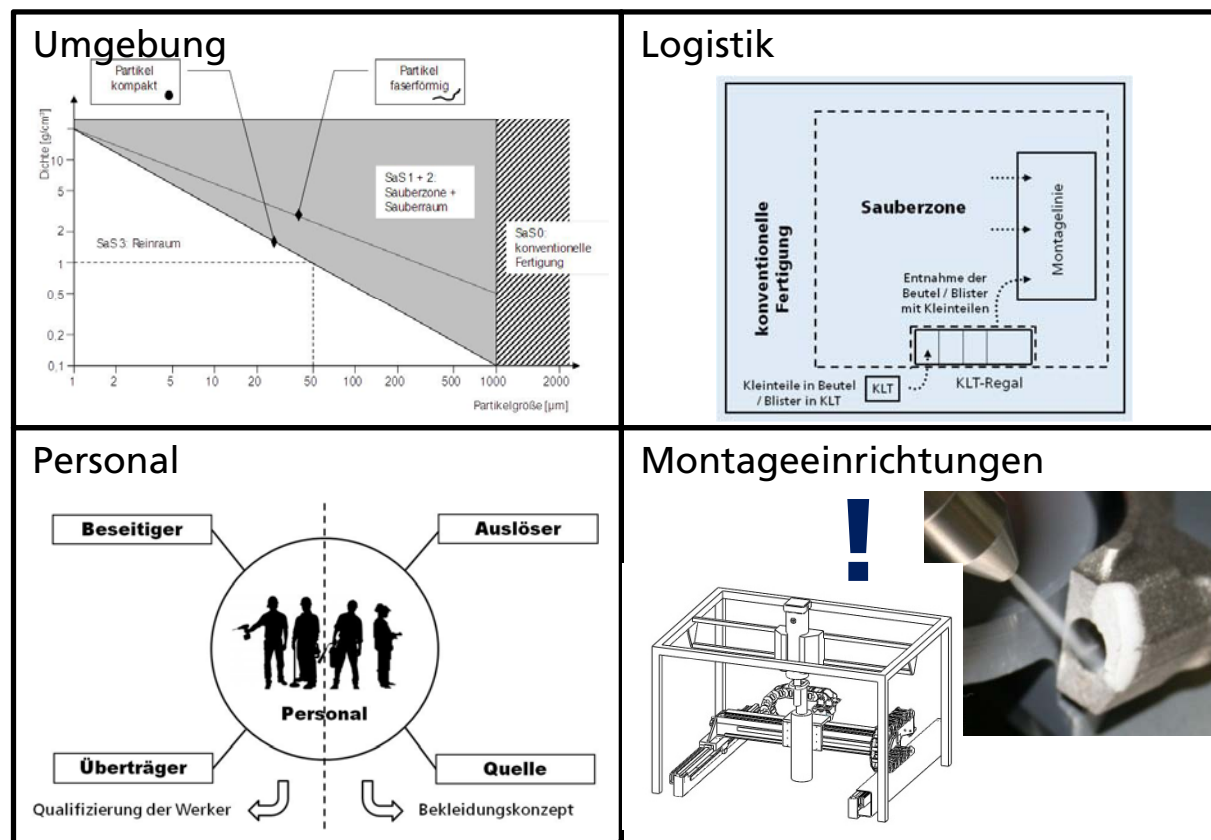
Bsp. Schraubprozess



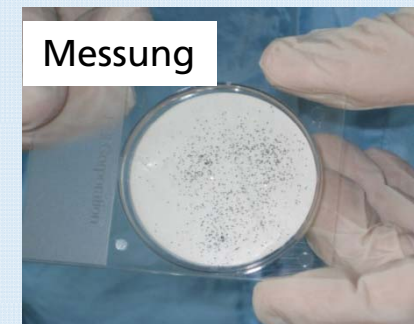
3. Beispiel 1

So sauber wie nötig nicht wie möglich

Beispiel: VDA 19 Teil 2 für die Technische Sauberkeit in der Montage



Leitfaden für den Planer
(keine Vorschrift!!!)



**Ziel: So sauber wie
nötig nicht wie möglich**

3. Beispiel 2

Effiziente Photovoltaik



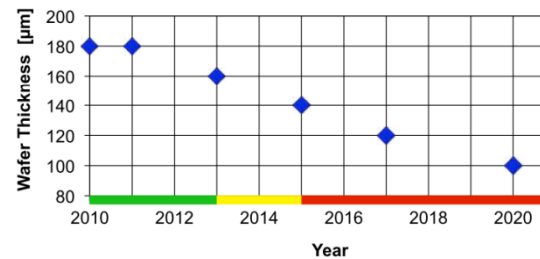
3. Beispiel 2

Effiziente Photovoltaik

Trends in der Produktion von kristallinen Solarzellen

- **Waferdicke:**

Waferdicke wird abnehmen und die Handhabung muss sich hierauf einstellen (Bruchgefahr)



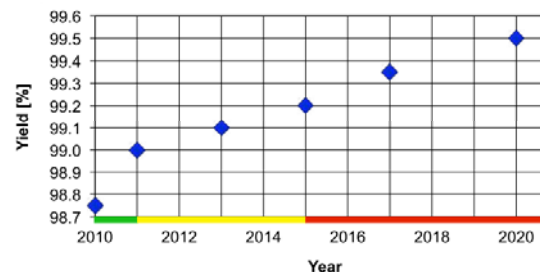
- **Durchsatz:**

Die drastische Erhöhung führt zu einer Verkürzung der Handhabungszeiten

Year	Front end [wafer/h] (chemical + thermal)	Single line back end [wafer/h] (metallization + classification)
2011-2012	3600	3000
2013	5000	3600
2015	6400	5400
2020	7200	7200

- **Effizienz:**

Stark vom Grad und der Qualität der Automatisierung abhängig; simulationsgestützte Fabrikplanung deckt Optimierungspotenziale auf



Waferdicke in der Massenfertigung

Durchsatz front-end / back-end

Effizienz in der Modul Fertigung

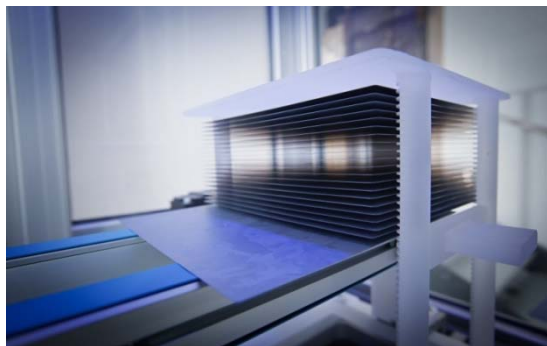
Quelle:

ITRPV 2010 Results
2nd Edition March 2011

3. Beispiel 2

Effiziente Photovoltaik

Dünnere Wafer und kürzere Taktzeiten erhöhen die Belastung auf die Substrate in der Fertigung

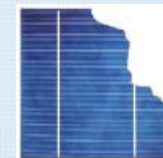


- Transport
- Drehen
- Greifen
- Magazinieren



Fazit:

- Es können Schäden an den Substraten entstehen

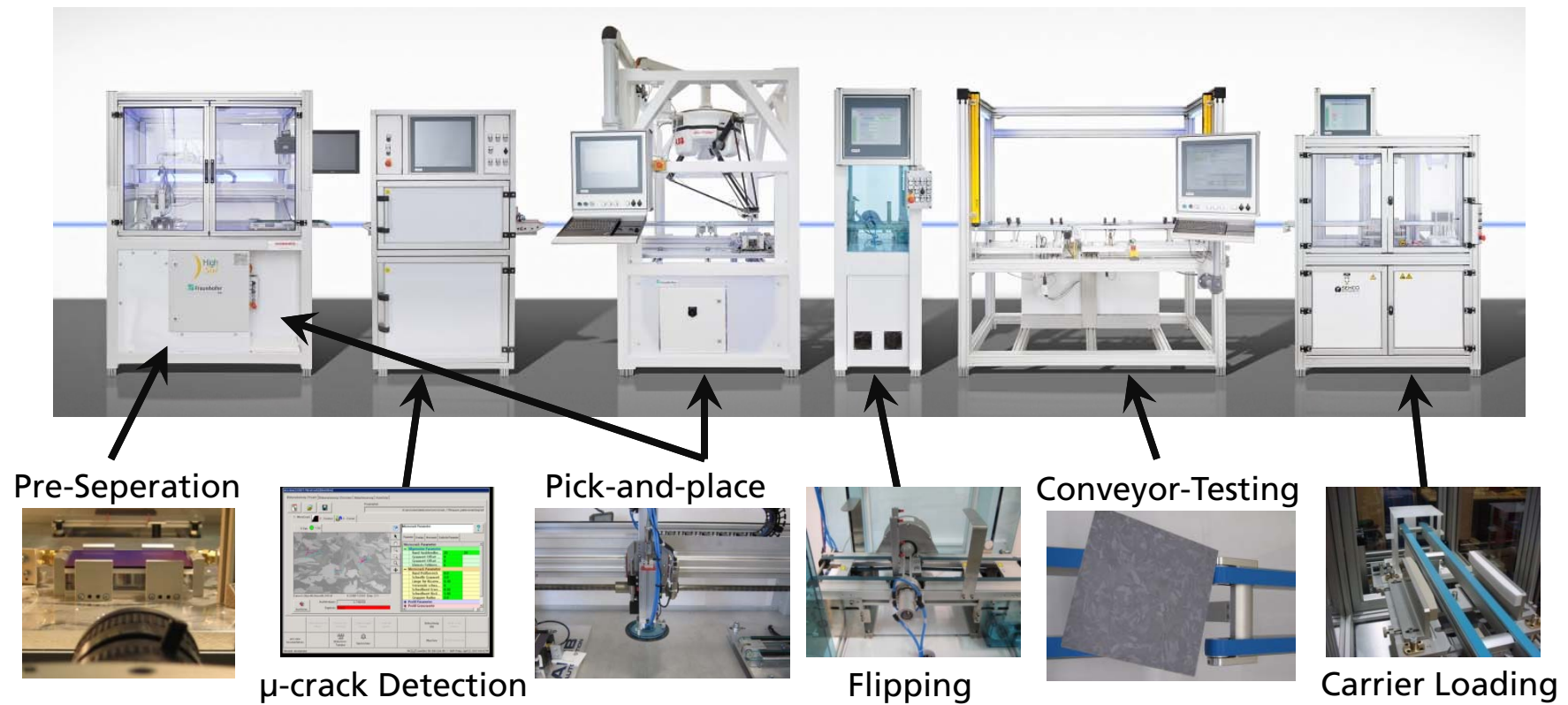


- Diese müssen nicht sichtbar sein (Microcracks)
- **Es besteht großes Optimierungspotenzial bei der Automatisierung der PV-Produktion**

3. Beispiel 2

Effiziente Photovoltaik

PV-Lab am Fraunhofer IPA



3. Beispiel 2

Effiziente Photovoltaik

Bsp. Reinheit von Dünnschicht-PV-Substraten

Untersuchung von Automatisierungskomponenten auf ihr Partikelabgabeverhalten

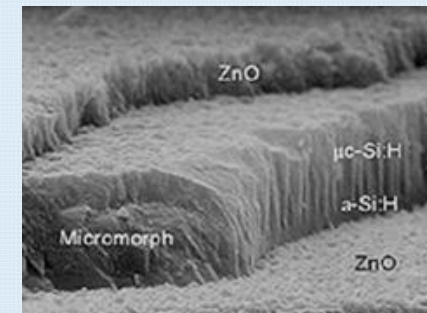
Ziel: Bestimmung der Reinraum-Klasse (nach ISO 14644-1)



Klassifizierung:

Betriebsmittel ist geeignet für Einsatz in der Luftreinheitsklasse X

Großflächige Glas-substrate mit Beschichtungen im μm -Bereich

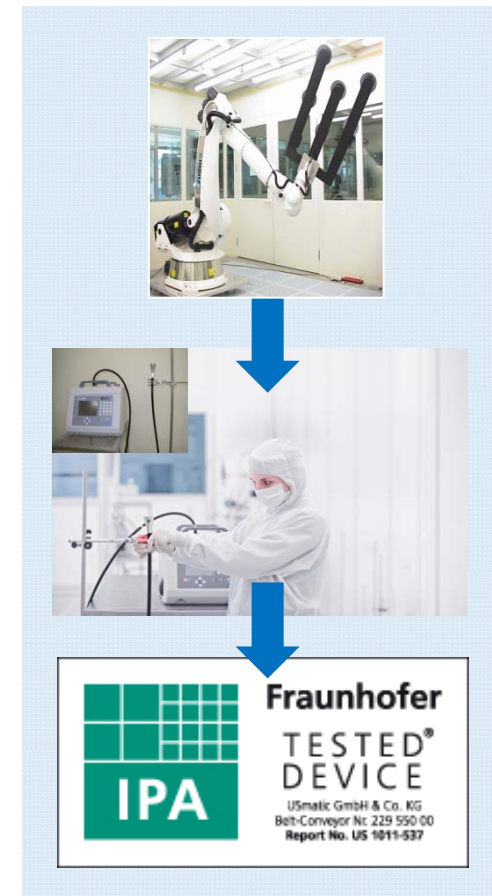
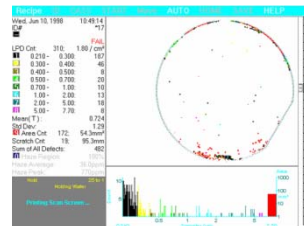


Partikel können die Beschichtung kurzschließen

3. Beispiel 2

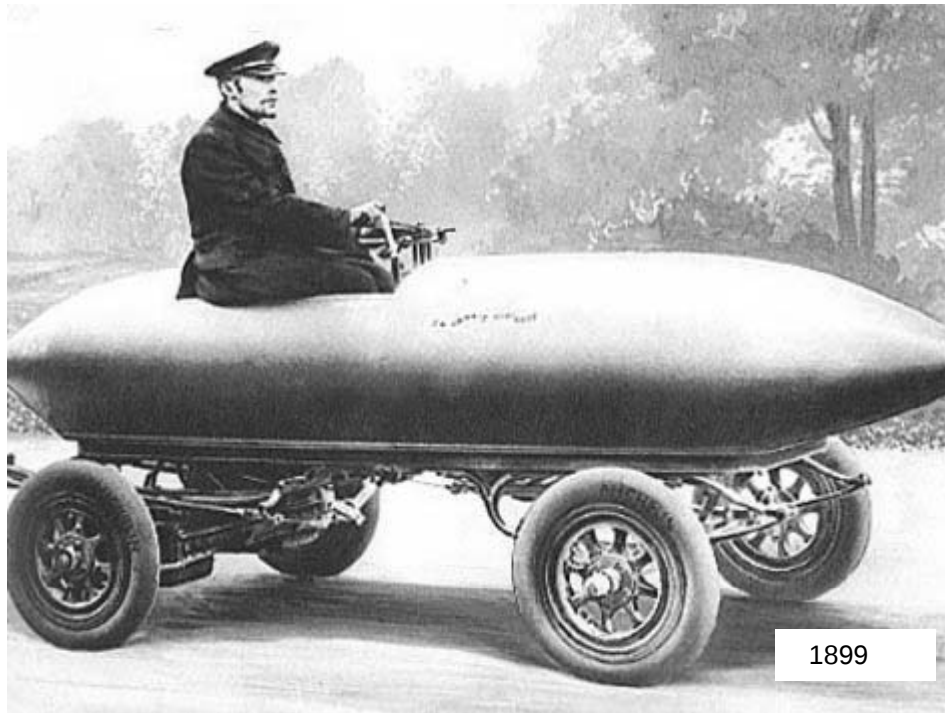
Effiziente Photovoltaik

Bsp. Qualifizierung eines Roboters für die Glashandhabung



3. Beispiel 3

Batterieproduktion für die Elektromobilität



Bundeskanzlerin Angela Merkel (CDU) ist trotz aller Probleme optimistisch, das Ziel von **einer Million Elektroautos bis 2020** zu erreichen. Bis 2030 könnten es sechs Millionen Fahrzeuge sein, erklärte Merkel ... Quelle Focus

„Der **deutsche Maschinen- und Anlagenbau** wird in den kommenden Jahren vom Ausbau der Elektromobilität profitieren (ca 4.8 Mrd Euro bis 2020). Das prognostizieren der VDMA sowie die Strategieberatung Roland Berger in einer gemeinsamen Studie.“ Quelle ATZ online

3. Beispiel 3

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 kokehenden 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“.



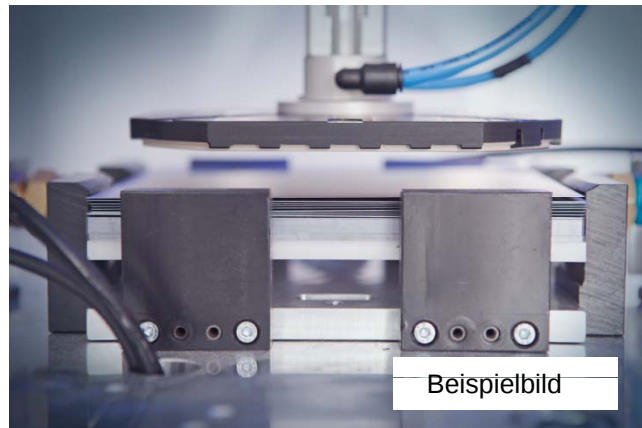
Gäbe es **solche Qualitätsproblemen** im Bereich von Antriebsbatterien wäre das Kundenvertrauen in die aufkeimende Elektromobilität nachhaltig beschädigt.



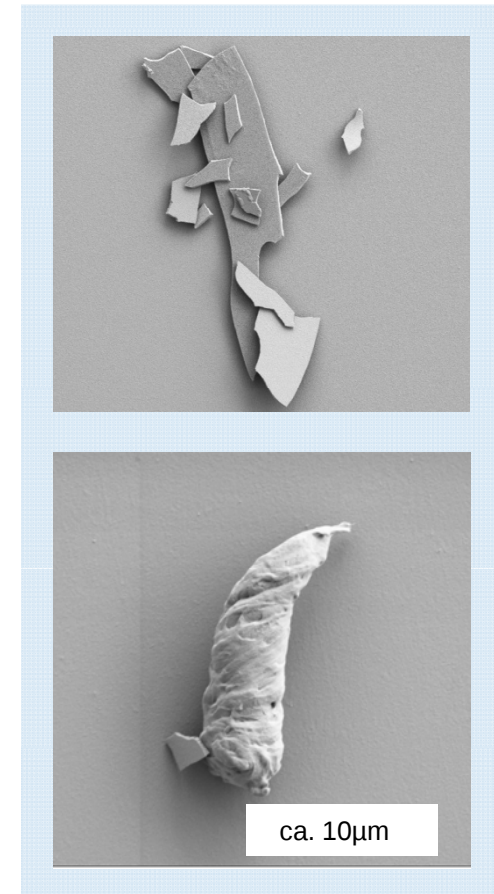
3. Beispiel 3

Reinheit von Foliengreifern

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



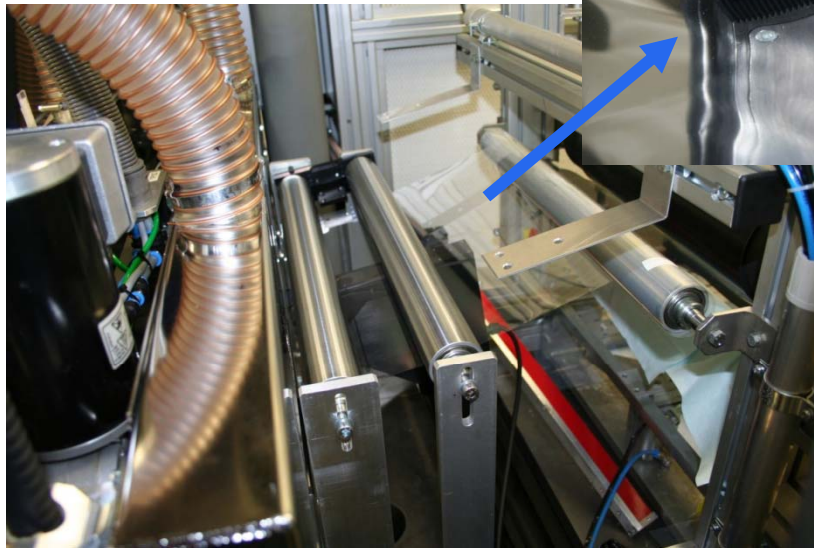
Ergebnis: Große Unterschiede hinsichtlich Produktverschmutzung bei unterschiedliche Greifprinzipien und Greifertypen.



3. Beispiel 3

Integrierte Reinigungs- und Inspektionslösungen

Beispiel einer Rolle-zu-Rolle-Folienbeschichtungsanlage mit integrierter Reinluftversorgung (clean machine), Partikelinspektion und Folienreinigung



Beispiel **CO₂-Schnee-Reinigung** als integrierbare, automatisierbare und hochreine Alternative zu etablierten Reinigungsverfahren

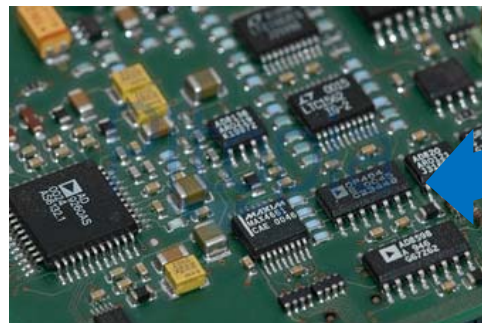


3. Beispiel 3

Sauberkeit von Gehäusedeckeln für die Batteriesteuerung

Partikelabgabe im Gehäuse kann zu Kurzschlüssen auf der Elektronikplatine führen.

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



Etabliert in der Automobilindustrie:

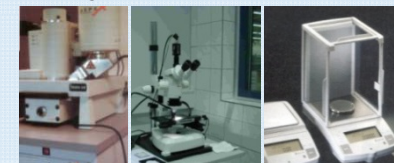
- Extraktion durch Nachreinigung im Labor



- Filtration



- Analyse



4. Fazit

Der Trend in der reinen Produktion

- Die **Handhabung, Montage und Automatisierungstechnik** entwickelt sich immer mehr zur **Schlüsseltechnologie für eine reine Produktion**
- Die gilt insbesondere in den **boomenden Cleantech-Branchen**:
 - Photovoltaik
 - Brennstoffzelle
 - Leistungsbatterien für die E-Mobilität
 - Effizienzsteigerung konventioneller Technologien

Wir brauchen in Deutschland Firmen, die diese Anforderungen und Herausforderungen annehmen und in Ihre Produkte umsetzen.

Wir als Fraunhofer IPA sind auf diese Herausforderungen vorbereitet und gehen diesen Weg gerne mit Ihnen.



Aber vergessen wir dabei auch nicht die Aufgaben in den **klassisch reinen** Branchen.



4. Fazit

Wir benötigen dringend

Clevere Lösungen

Bsp. Warum beginnt ein Montagearbeitsplatz immer mit einem Tisch?



Gesamtlösungen

Bsp. partikelarmerer Schraubprozess

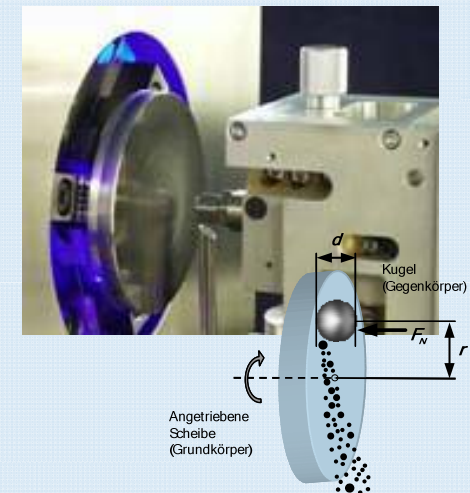


Lösung aus:
Schraube
Vereinzelung
Zuführung
Schraubwerkzeug
Schraubprozess



Neue Lösungen

Bsp. Forschung an partikelarmen Materialien für die Vakuumbeschichtung



Entwicklung eines Vakuumtribometers

5. Blick über den Tellerrand

Reinheit in der Weltraumforschung

Leistungssteigerung von Raumflugkörpern:

- Bsp. Weltraumteleskope: Reinheit von Spiegeln und Linsen gewährleistet hohe Auflösungen



Planetary Protection Program:

- Zielplanet muss vor Biokontamination des Landefahrzeugs geschützt sein
- Erde muss vor Einschleppung von Biokontamination geschützt sein
- Bodenproben dürfen nicht durch terrestrische Kontaminationen verunreinigt werden

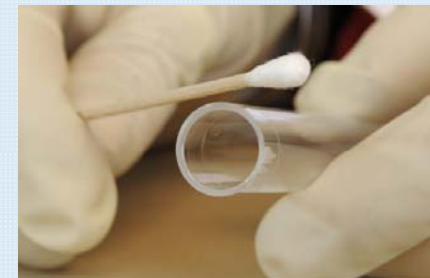


Quelle: ESA/NASA

Erinnern Sie sich noch an das Phantom von Heilbronn?

- Polizeimord
- 45 weitere Verbrechen mit derselben DNA-Spur
- Kein Täter konnte verhaftet werden

Ursache: verunreinigte Wattestäbchen bei der Spurensicherung



6. Da war noch was

...aber vergessen wir auch den Menschen nicht

Werker:

Das Produktionspersonal fungiert als Quelle, Auslöser, Überträger und/oder Beseitiger von kritischen Verunreinigungen und muss entsprechend geschult werden:

- Verständnis für die technische Notwendigkeit von Reinheitsmaßnahmen
- Korrekter Umgang mit Reinraum und Reinraumkleidung
- Bewusstsein über die möglichen Konsequenzen für das Produkt bei Falschverhalten



Reinheit und Reinigungstechnik muss in die Lehre!

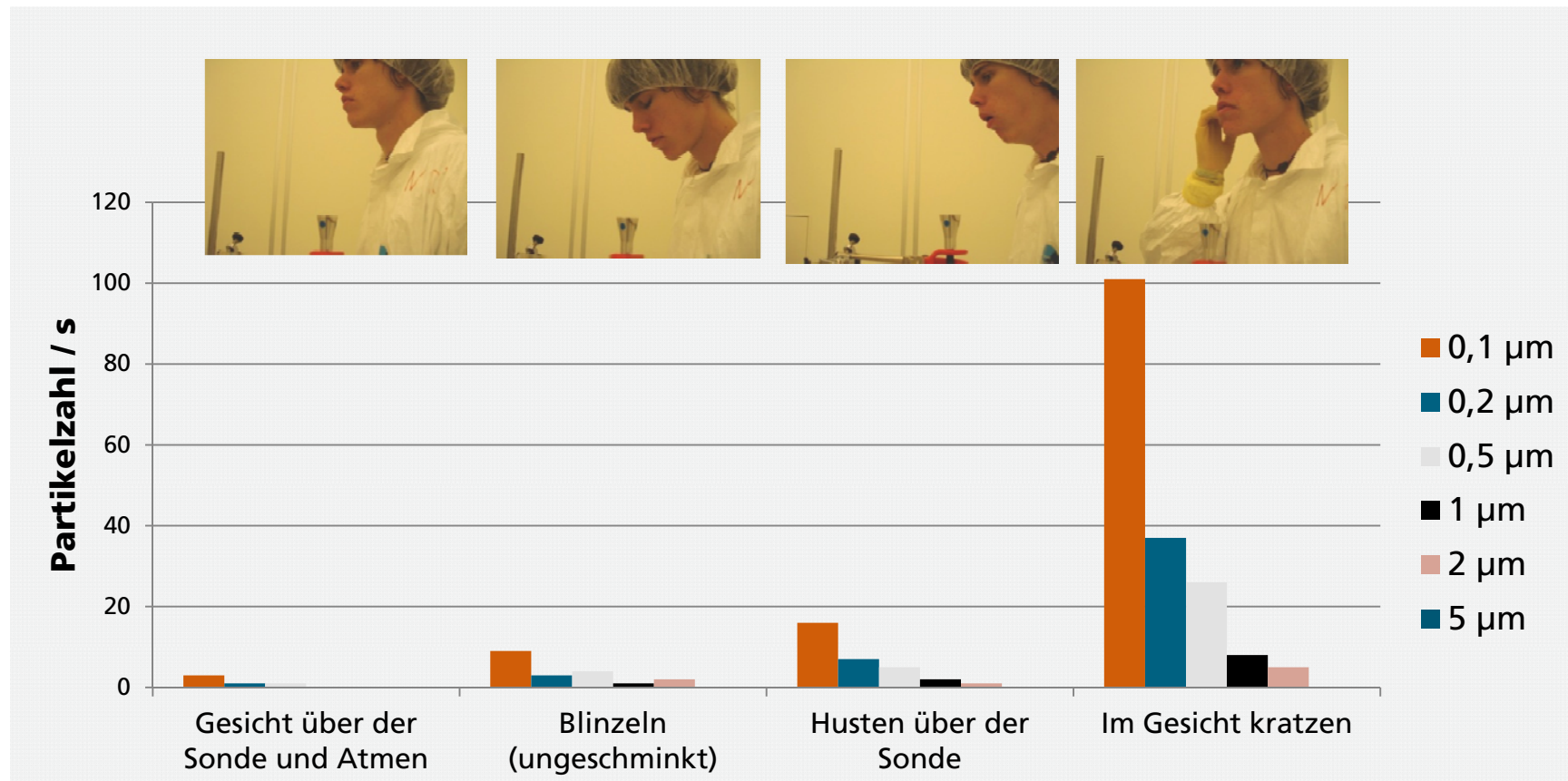
Management:

- Verständnis für die technische Notwendigkeit
- Notwendigkeit von Investitionsentscheidungen
- Rückendeckung für QS und Produktion
- Wichtig für das Mindset im Unternehmen



6. Da war noch was

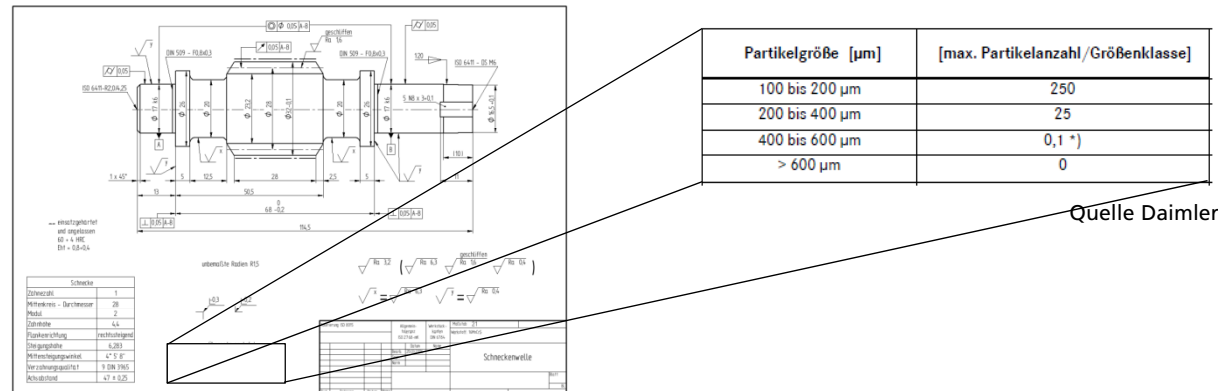
...aber vergessen wir auch den Menschen nicht



6. Da war noch was

Wie wird sich die Bedeutung der Reinheit weiter entwickeln?

Wird Reinigung damit nun endlich wertschöpfend



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





**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