



**IFA**

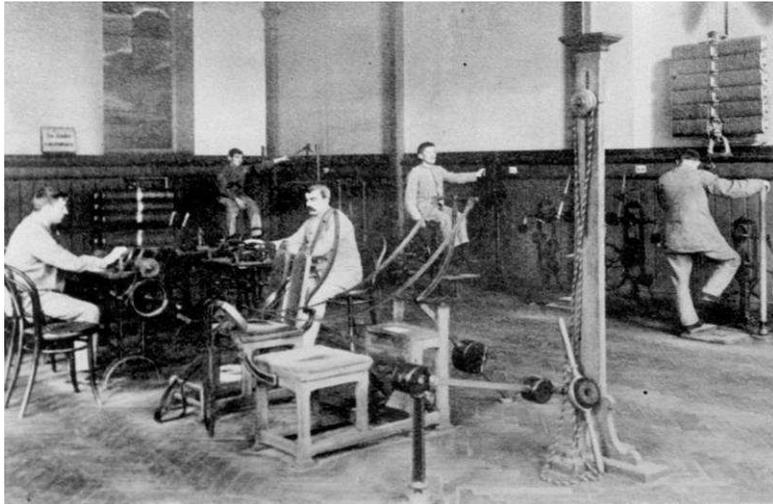
Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

## **73. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 7. Juni 2011**

**Forschung für die Prävention:  
Das Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (DGUV)**

Helmut Blome

## Anfänge der BG-Forschung



**1892:** Beginn der Rehabilitations-  
Forschung an der BG-Klinik  
Bergmannsheil, Bochum



**1935:** Erste gemeinsame  
Forschungseinrichtung  
beim HVBG, Berlin  
(Staubbekämpfungsstelle)



**1908:** Beginn der  
Forschung zu  
Arbeitsunfällen;  
Beteiligung an der  
Bergbauversuchsstrecke  
in Dortmund-Derne

## Prävention

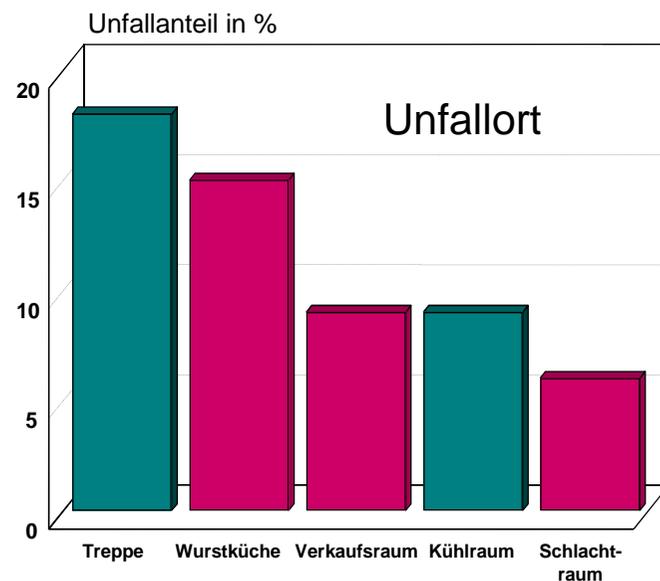
Die bisherigen Modelle zur Prävention sind

- nicht wissenschaftlich genug
- nicht genügend praxisgerecht
- nicht spezifisch genug und
- nicht hinreichend holistisch

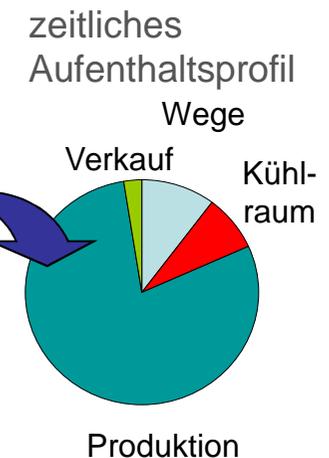
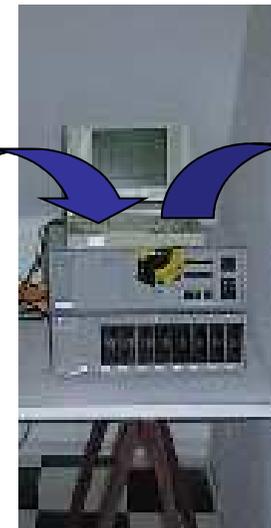
# Stolper-, Rutsch- und Sturzunfälle (SRS) in der FW

## Anlass/Problem:

- Hohe Unfallzahlen
- Überproportionale Unfallschwere
- Hohe Folgekosten



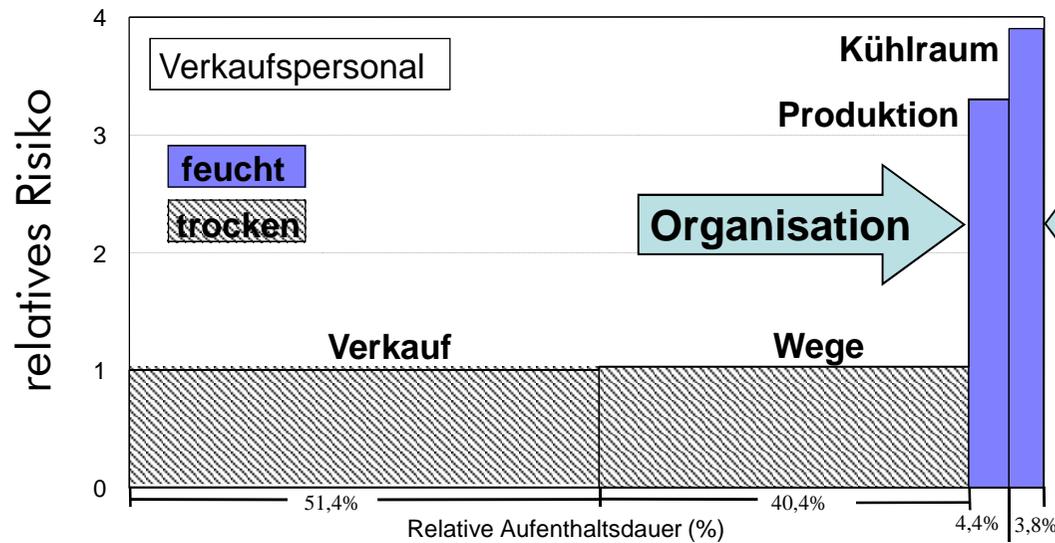
## Erfassung der Aufenthaltsdauer



## Methode

Unfallepidemiologischer Ansatz:  
Ermittlung spezifischer Risikofaktoren

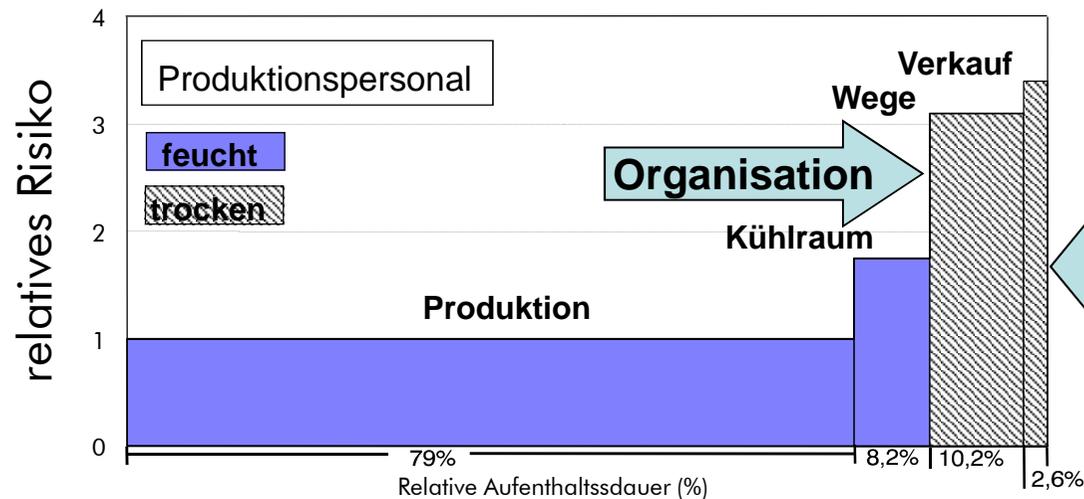
# Stolper-, Rutsch- und Sturzunfälle (SRS) in der FW



## Ergebnisse und Maßnahmen

Risiko für einen SRS-Unfall für das .....

... Verkaufspersonal



... Produktionspersonal

## Zurückziehung von Normen



## Zurückziehung von Normen



Quelle: GroLa BG

## Fahrzeugkran

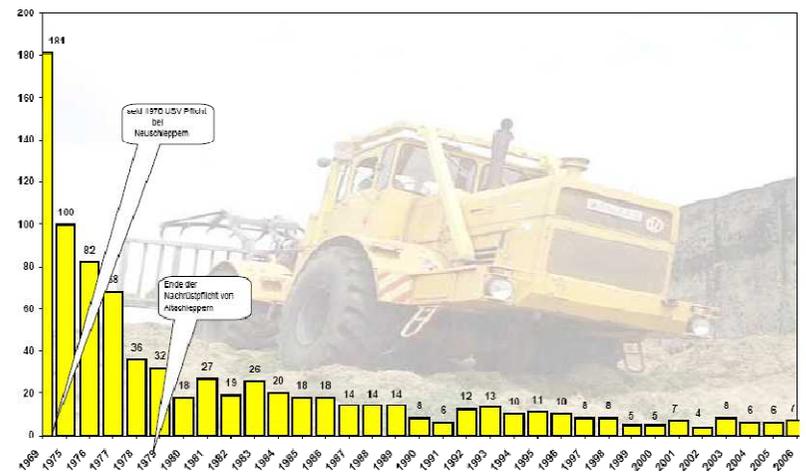
Schwerer Unfall  
mit Fahrzeugkran  
auf Grund von  
Überbrückung  
des Überlastbegrenzers

Quelle:  
BG für Fahrzeughaltungen



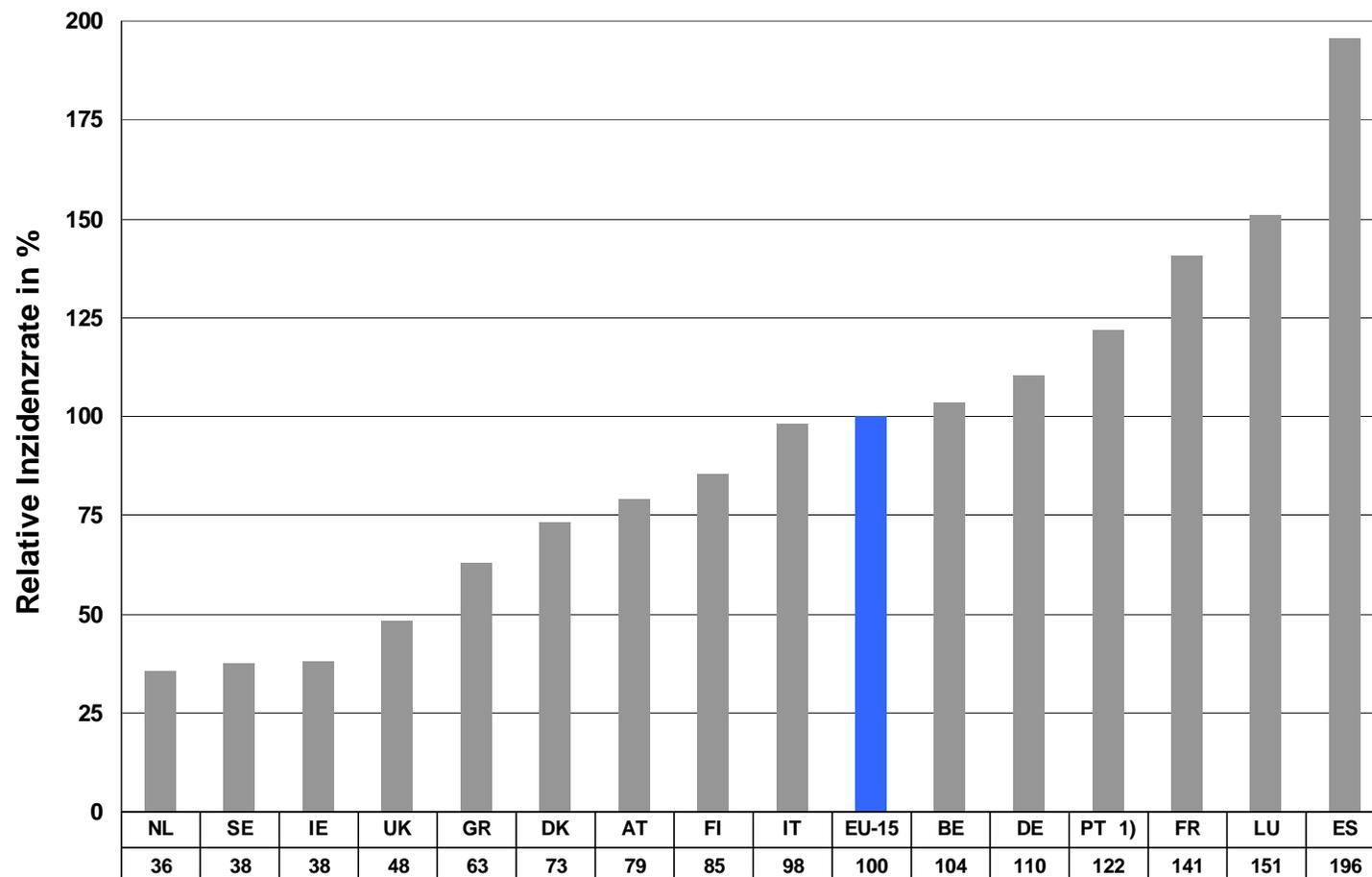


Entwicklung der tödlichen Ackerschlepper-Umsturzunfälle



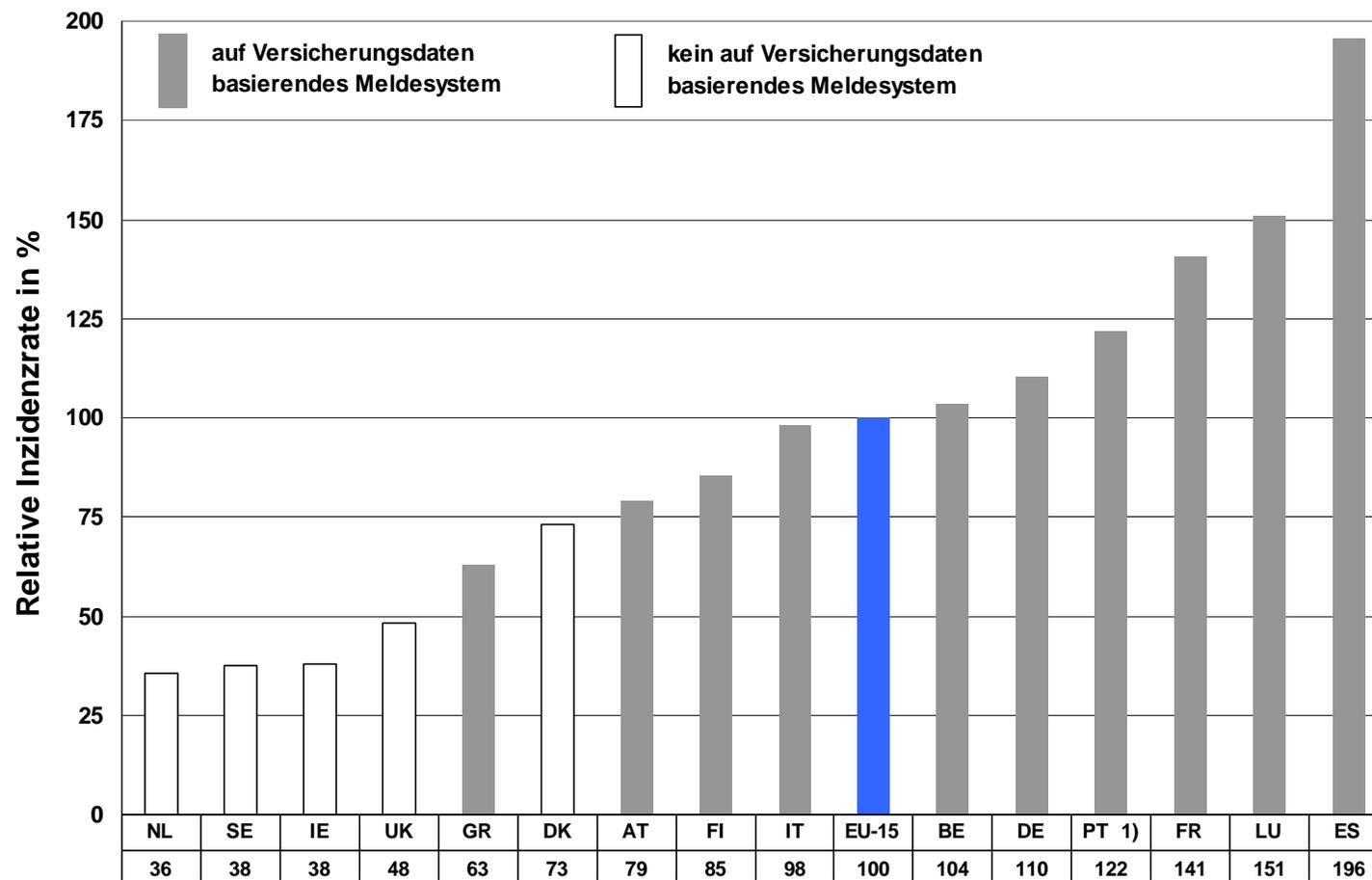
Quelle: BLD-Statistik

## Stand schwerer Arbeitsunfälle 2003 (Quelle Eurostat)



EU-15 bzw. Mitgliedstaat

## Stand schwerer Arbeitsunfälle 2003



EU-15 bzw. Mitgliedstaat

## Institute der DGUV (getragen und/oder finanziert)

**IPA-** Institut für Prävention  
und Arbeitsmedizin  
Institut der Ruhr-Uni-Bochum



● Bochum

● Sankt Augustin

**IFA** - Institut für Arbeitsschutz



**IAG** – Institut Arbeit und  
Gesundheit



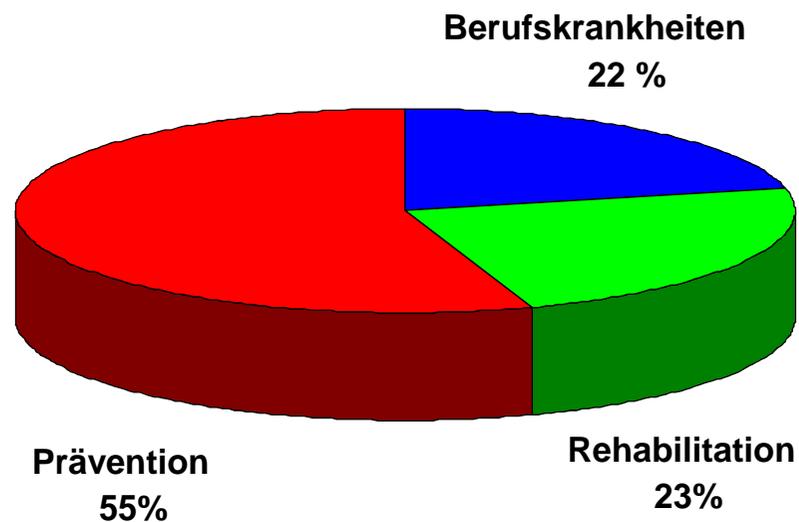
● Dresden

... und zusätzlich:

**Förderung von  
Forschungsprojekten  
externer Einrichtungen**

## Fördermittel – Übersicht

Fördermittel 2005 - 2010  
durchschnittlich 4,0 Mio. Euro / Jahr



- derzeit ca. 60 laufende Projekte
- typische Laufzeit 2 - 3 Jahre
- Themenbeispiele:
  - Psychosoziale Belastungen
  - Mechanische u. chemische Einwirkungen
  - Schichtarbeit
  - Hautkrankheiten
  - Wirbelsäulenbelastungen
  - Ergebnisqualitätsscore für Berufsgenossenschaftliche Heilverfahren

## Fördervorhaben der Universität Wuppertal

Projekt-Nr. Webcode*	Titel
<b>FP 259</b> <a href="#">d71341</a>	<b>Rutschhemmung Sicherheitsschuhe - Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Rutschhemmungsprüfung von Sicherheits-, Schutz- und Berufsschuhen nach DIN EN 13287 auf kritische Praxisbedingungen</b>
<b>FP 288</b> <a href="#">d91034</a>	<b>Rutschhemmungsmatrix - Entwicklung einer Rutschhemmungsmatrix für die Auswahl von Bodenbelägen und Schuhen zur Reduzierung von Ausgleitunfällen</b>
<b>FP 258</b> <a href="#">d71443</a>	<b>RFID - Sicherheitstechnik mit Radio Frequency Identification - Modul 1 Grundlagen</b>
<b>FP 278</b> <a href="#">d71457</a>	<b>RFID Module 2 &amp; 3 - Sicherheitstechnik mit RFID - Module 2 &amp; 3</b>
<b>FP 301</b> <a href="#">d106133</a>	<b>PSA Auto-ID - Lebenszyklusdatenerfassung für Persönliche Schutzausrüstung mit Auto-ID-Systemen</b>

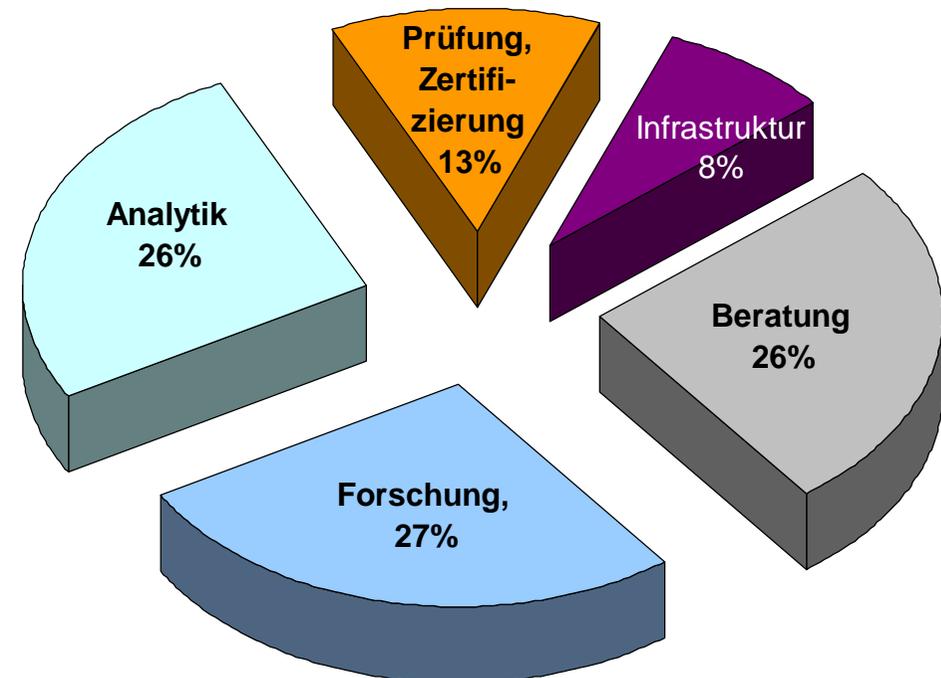
\* unter [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Fördermittel gesamt: 861.440 €

## Wissenschaftliche Disziplinen des IFA

- Chemie
- Physik
- Mineralogie
- Mikrobiologie
- Toxikologie
- Epidemiologie
- Ergonomie
- Bauwesen
- Verfahrenstechnik
- Maschinenbau
- Textiltechnik
- Metallurgie
- Elektrotechnik
- Elektronik
- Steuerungstechnik
- Informatik

## Aufgabenverteilung im IFA (2010)



### Aktivitäten ....

- 1/4 im Bereich Unfallverhütung
- 3/4 im Bereich Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren

## Präventionsforschung des IFA

Die Forschungsvorhaben des IFA haben ihren überwiegenden Ursprung in den aktuellen Fragestellungen der Unfallversicherungsträger.

Hierbei werden internationale Kooperationen und Erfahrungsaustausche genutzt.

Vom IFA initiierte Forschungsvorhaben basieren auf Erkenntnissen aus Mitwirkungen in wissenschaftlichen und politischen Gremien und werden mit den UVT auf ihre Praxisrelevanz geprüft (Nano, MSE, Schichtarbeit, Synergy, AMI).

## Initiativen für Forschungsprojekte

UVT (BG, UK), Fachbereiche, Gremien der DGUV  
Fachgespräche des IFA  
Wissenschaftliche Gremien  
Staatliche Ausschüsse  
Normung (DIN, CEN, ISO)  
Verbund Arbeitsschutzinstitute (Perosh)  
Europäische Agentur Bilbao

---

Organisation durch Projektinitiierung und Abstimmung im IFA

Rückspiegeln in

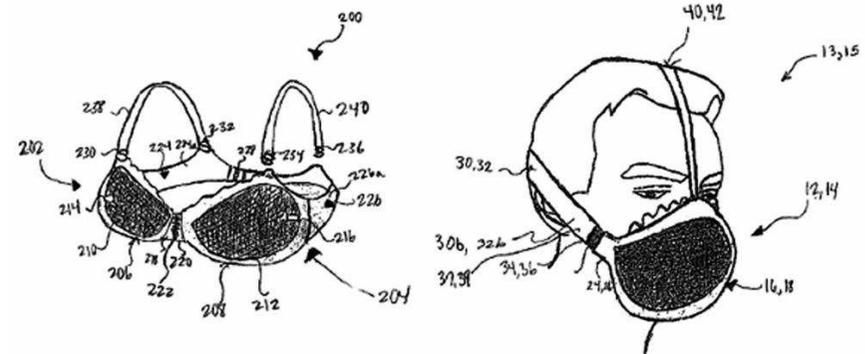
- ☞ UVT-Arbeit
- ☞ Fachgespräche
- ☞ Gremien

## Ig-Nobelpreis 2009 Gesundheitswesen (1)



Die Preisträgerin hatte die Idee, einen Büstenhalter in 2 Atemschutzmasken umzuwandeln

## Ig-Nobelpreis 2009 Gesundheitswesen (2)



## Ig-Nobelpreis 2009 Physik

Rechnerische Begründung, warum Schwangere nicht nach vorne fallen



Ihre Erklärung für die Kippsicherheit: Mit ihrer ausgeprägten Kurvenform im unteren Rücken könnten Frauen den oberen Teil des Rumpfs besser nach hinten schieben – und so auch mit Babybauch die Balance halten.

## Warum schmiegt sich der Duschvorhang an den Körper?



Das strömende heiße Wasser erhitzt die heiße Luft, die daraufhin nach oben steigt. Dadurch soll Unterdruck entstehen. Dieser „Bernoulli-Effekt“ als Rätsels Lösung erklärt es nicht.

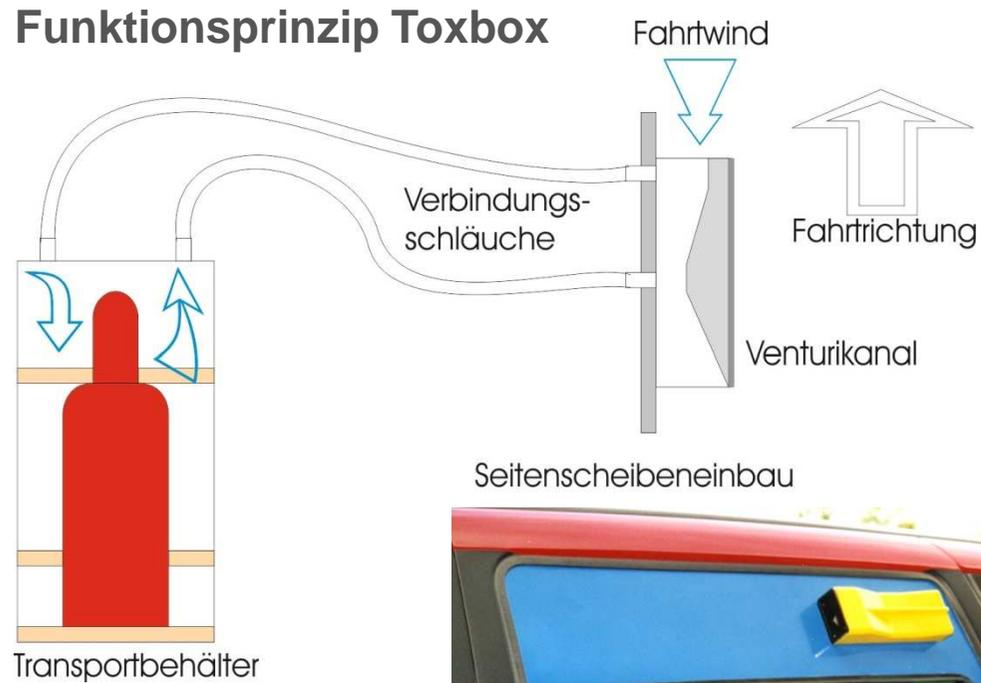
Vielmehr:

Durch die Reibung zwischen Luft und Wassertropfen entstehen Unmengen kleiner Luftwirbel. Wie bei einem Tornado herrscht im Zentrum dieser Luftwirbel Unterdruck. Und der saugt den Vorhang nach innen (IG-Nobelpreis 2001).

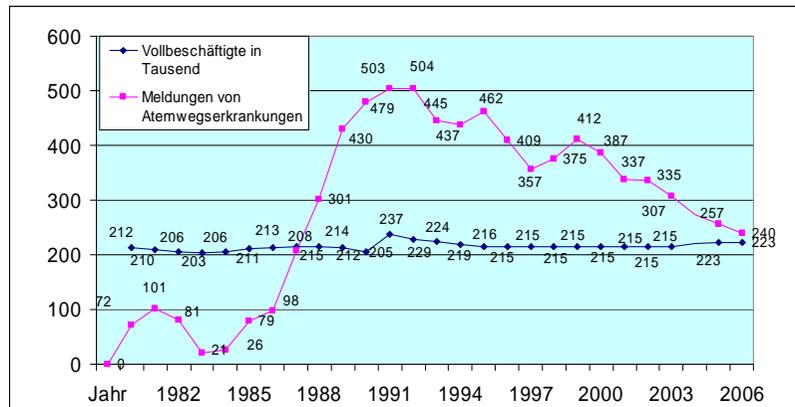
# Sicherer Transport von Gasflaschen in PKW



Toxbox für Brenngase



# Friseure: Atemwegsbelastung, luftfremde Stoffe



- Problem**

Starke Zunahme der Anzeigen bei Atemwegserkrankungen

- Lösung**

Einrichtung Modellarbeitsplatz  
Ermittlung der Exposition bei typischen Friseurarbeiten (Blondieren, Dauerwellen, Färben)

- Ergebnisse (Blondieren):**

starke Verminderung der Exposition bei Einsatz emissionsarmer Blondierpulver



## Zielsetzung des UVT-Gesamtvorhabens „Qualität in der Prävention“

- Politik, Wirtschaft und Sozialpartner erwarten konkrete Aussagen zur Qualität der Präventionsarbeit
- Darstellung des Erfolgs präventiver Maßnahmen
- Wirkung von Prävention im Betrieb
- Empfehlungen für Verbesserungen der Prävention

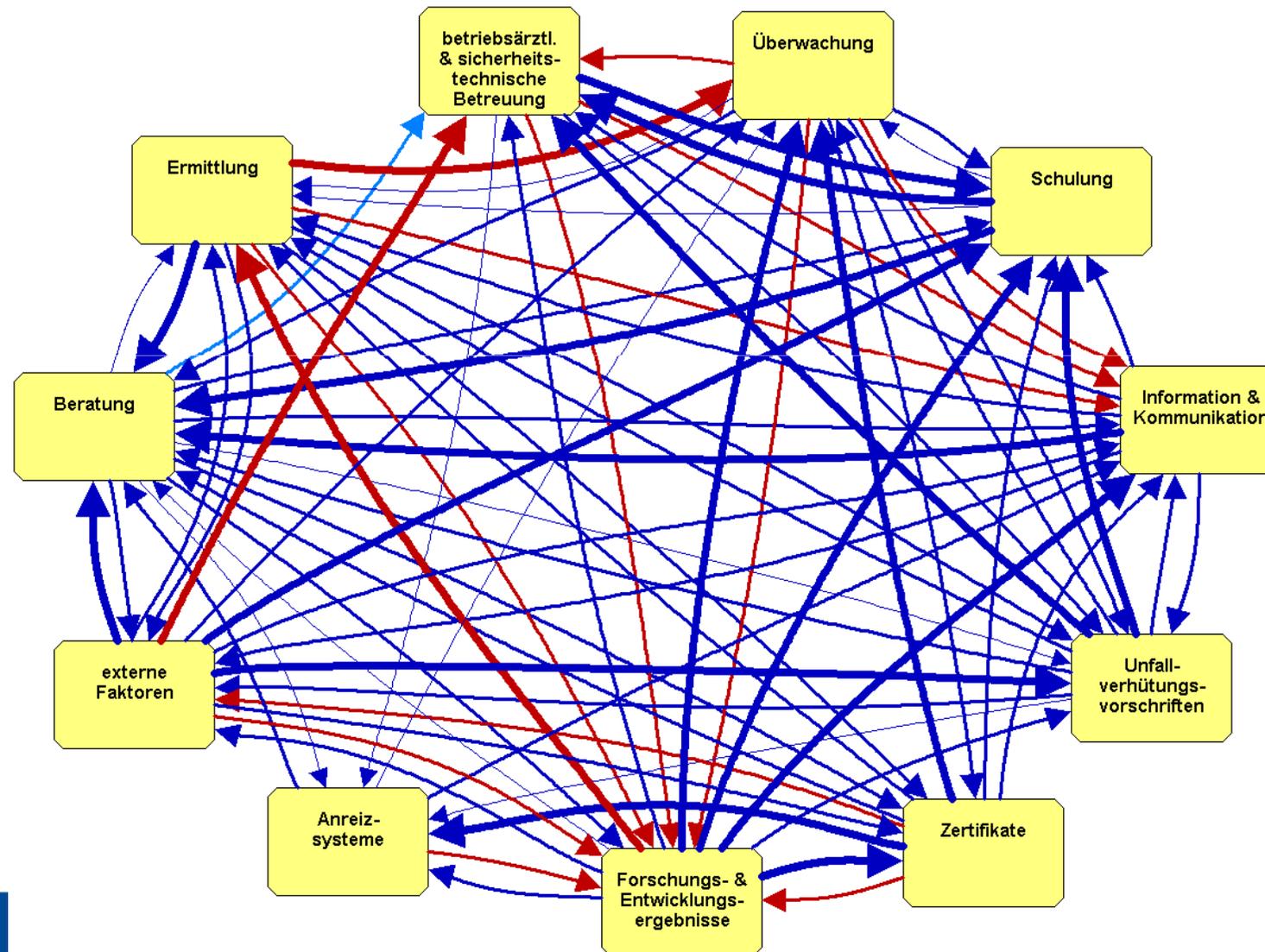
## Zielsetzung des UVT-Gesamtvorhabens

### Randbedingungen

- Arbeitsschutz und Prävention sind endogen, d.h. müssen aus dem Betrieb kommen
- Präventionsdienstleistungen sind ein Mix aus gesetzlich vorgeschriebenen Maßnahmen und aus partner- sowie kundenorientierten Angeboten
- Einbeziehung der Wissenschaft



# Teilprojekt „Wechselwirkungen“



## Risikobeobachtungsstelle der UVT (RIBEO-UV)

### *Ziel*

- frühe Ermittlung von Präventionsschwerpunkten  
= frühzeitige Ressourcenplanung

### *Methode*

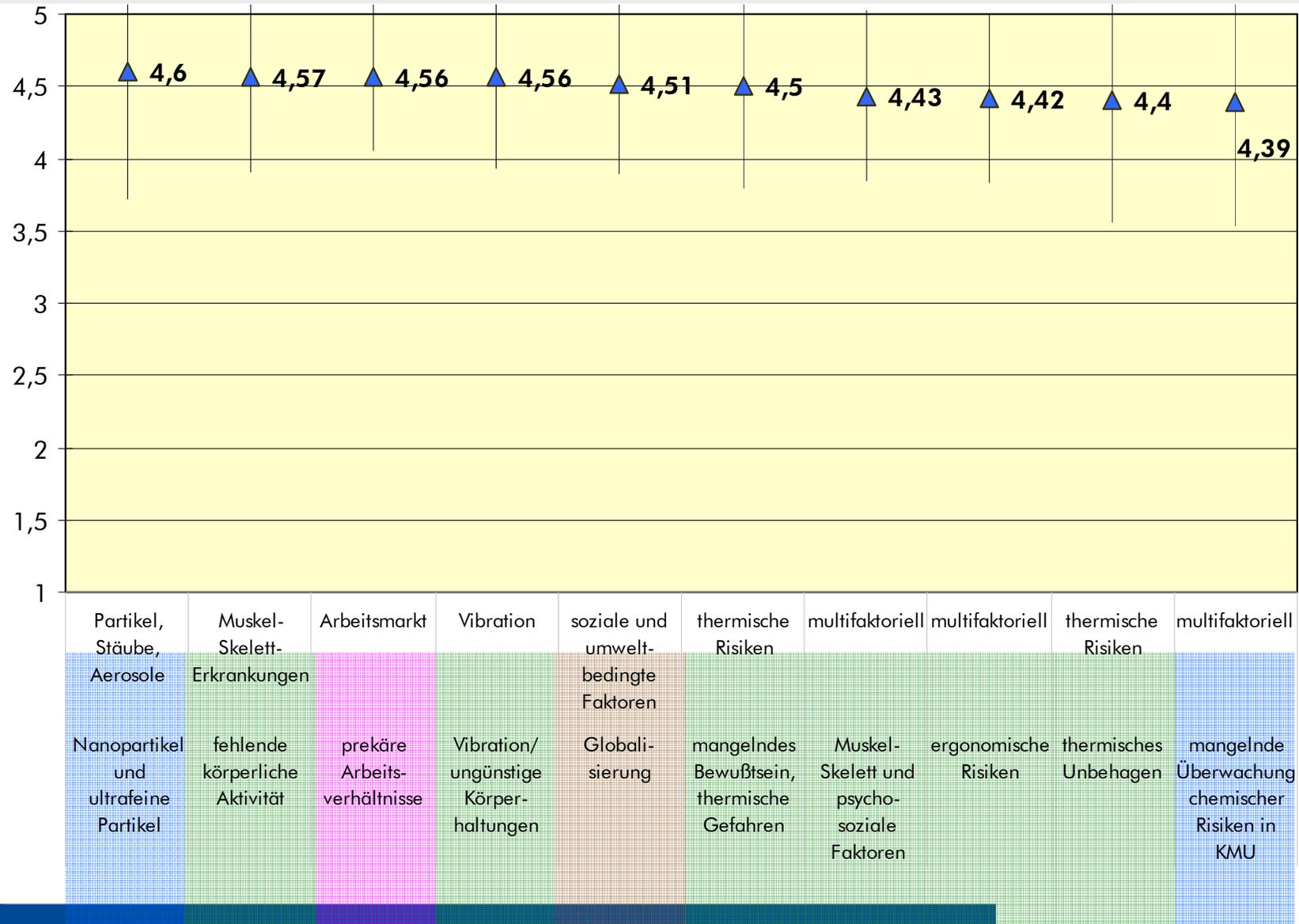
- Befragung der APen (internetgestützt)
- Validierung der Ergebnisse durch SiFas und Betriebsmediziner
- Ergebnisworkshop mit Präventionsleitern

### *Ergebnis*

- aktuelle und zukünftige Trends mit Folgen für Sicherheit und Gesundheit der UVT-Versicherten
- prioritäre Maßnahmen zur Prävention dieser Folgen
- UVT-übergreifend und branchenspezifisch

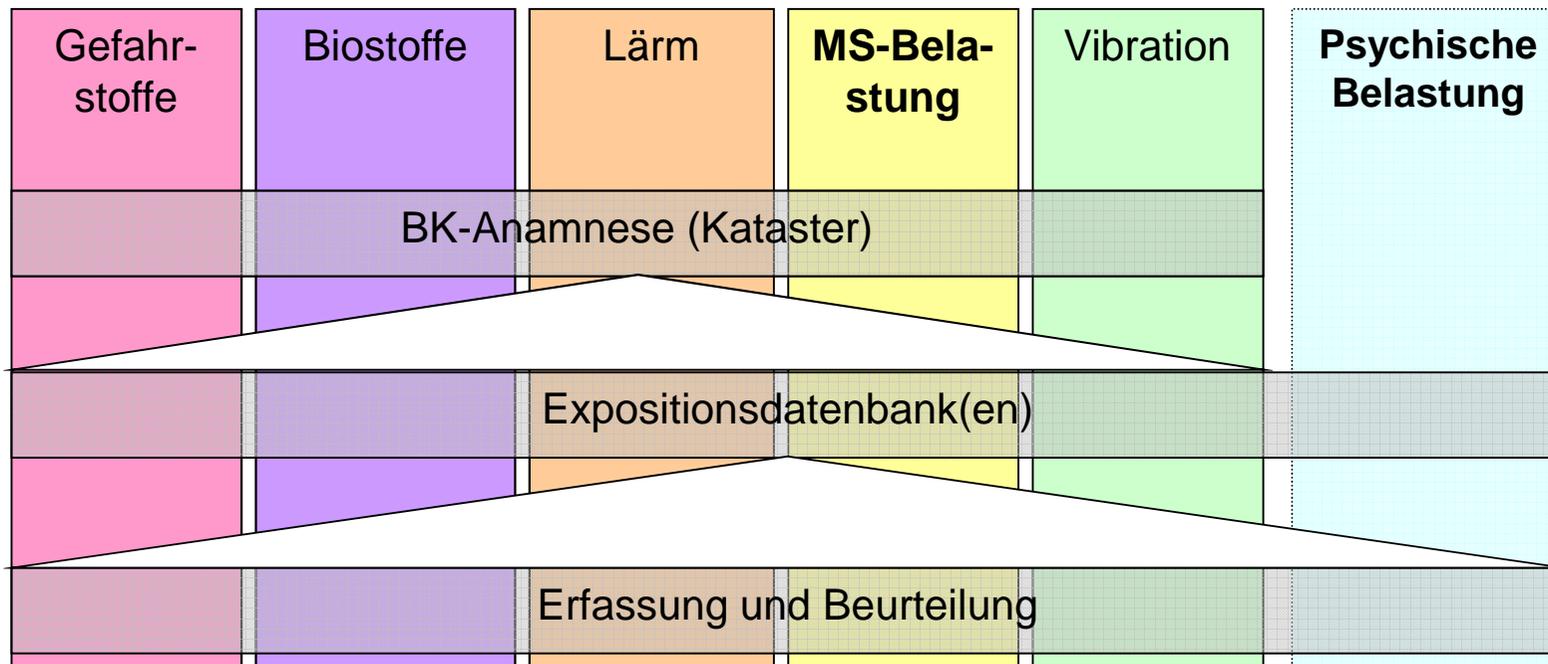


# Die 10 wichtigsten zukünftigen Risiken



# Expositionsdatenbank der DGUV

## eine UVT- und belastungsübergreifende Datenbank



Einheitliche Systematik: Arbeitsbereiche, Tätigkeiten, Branchen

# Risikowerte für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen

## Stoffübergreifend

Toleranzrisiko: 4 : 1000 ( $4 \times 10^{-3}$ ; 1 : 250)

Akzeptanzrisiko:

übergangsweise: 4 : 10000 ( $4 \times 10^{-4}$ ; 1 : 2500)

spätestens ab 2018: 4 : 100 000 ( $4 \times 10^{-5}$ ; 1 : 25000)

## Stoffspezifisch

Stoff	Toleranzrisiko	Akzeptanzrisiko
Asbest	100 000 F/m <sup>3</sup>	10 000 F/m <sup>3</sup>

# NanoPortal des IFA

- Informationen und Hilfestellungen zum Thema:  
Ultrafeine Aerosole und Nanopartikel am Arbeitsplatz
- Messtechnische Empfehlungen
- Empfehlungen zu Schutzmaßnahmen
- Zur Beurteilung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen werden Anzahlkonzentrationswerte vorgeschlagen



[www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa)  
Webcode: d90477

## Nanoportal des IFA, Beurteilungshilfen (1)

Name	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	N in cm <sup>-3</sup> bei			
		20 nm	50 nm	100 nm	200nm
CNT, kommer- zielles Produkt	110	217.029.468	13.889.886	1.736.236	217.029
CNT	1.350	17.683.883	1.131.768	141.471	17.684
Typischer A-Staub	2.500	9.549.297	611.155	76.394	9.549
Titandioxid	4.240	5.630.481	360.351	45.044	5.630
Eisen	7.874	3.031.908	194.042	24.255	3.032
Gold	19.320	1.235.400	79.083	9.885	1.236

N: Teilchenzahlkonzentration, die notwendig ist, um die Teilchen der angegebenen Größe in nm eine Massenkonzentration von 0,1 mg/m<sup>3</sup> zu erreichen.

## Nanoportal des IFA, Beurteilungshilfen (2)

**Größe und Dichte der Nanopartikel**  
müssen als Ordnungskriterien genutzt  
werden für eine Ableitung von  
Beurteilungswerten.

## Nanoportal des IFA, Beurteilungshilfen (3)

- Für Metalle, Metalloxide und andere biobeständige granuläre Nanomaterialien mit einer Dichte  $> 6.000 \text{ kg/m}^3$  soll eine Teilchenkonzentration von  $20.000 \text{ Partikel/cm}^3$  im Messbereich von 1 bis 100 nm nicht überschritten werden.
- Für biobeständige granuläre Nanomaterialien mit einer Dichte unter  $6.000 \text{ kg/m}^3$  soll eine Teilchenkonzentration von  $40.000 \text{ Partikel/cm}^3$  im Messbereich von 1 bis 100 nm nicht überschritten werden.

## Nanoportal des IFA, Beurteilungshilfen (4)

Nur solche CNTs (die der WHO-Faser-Definition entsprechen) verwenden, die auf den Endpunkt „Krebs“ getestet wurden (Herstellerdeklaration!)

Für Kohlenstoffnanoröhren wird basierend auf der Exposition-Risiko-Beziehung für Asbest eine vorläufige Faserkonzentration von 10.000 Fasern/m<sup>3</sup> zur Beurteilung vorgeschlagen.

Zusätzliches Tragen von Atemschutz und persönlicher Schutzausrüstung wird empfohlen.

## Nanoportal des IFA, Beurteilungshilfen (5)

Zurzeit mangelt es jedoch an Sammelmethode und an Analysemethoden. Hier besteht dringender Bedarf, Analysemethoden und Konventionen zur Auswertung zu erarbeiten.

Übergangsweise sollte eine Teilchenzahlkonzentration von 20.000 Partikel/cm<sup>3</sup> nicht überschritten werden. Dies entspräche 20 Milliarden Fasern/m<sup>3</sup>.

Alternativ:

Firmeninterne Richtwerte als Massenkonzentrationswerte auf der Basis des Restgehalts an metallischen Katalysatoren in den CNT.

## Nanoportal des IFA, Beurteilungshilfen (6)

Für ultrafeine Flüssigpartikel (wie z.B. Fette, Kohlenwasserstoffe, Siloxane) sollten wegen des Nicht-Wirksamwerdens von Effekten von Feststoffpartikeln die gültigen MAK-Werte bzw. AGW Anwendung finden.

## Nanoportal des IFA, Beurteilungshilfen (7)

Für einige Verfahren und Technologien, bei denen ultrafeine Partikel entstehen, existieren bewährte Schutzmaßnahmen und verbindliche Vorgaben beim Umfang.

Beispiele sind Schweißrauche und Dieselmotoremissionen. Das Vorschriften- und Regelwerk sollte bis zum Vorliegen neuer Erkenntnisse angewendet werden.

## Schadstoffemission aus Farbtonern

### Anlass:

Öffentliche Diskussionen um die Emission von Schadstoffen beim Farbkopieren /-drucken

### Maßnahme:

Systematische Untersuchung zum Emissionsverhalten



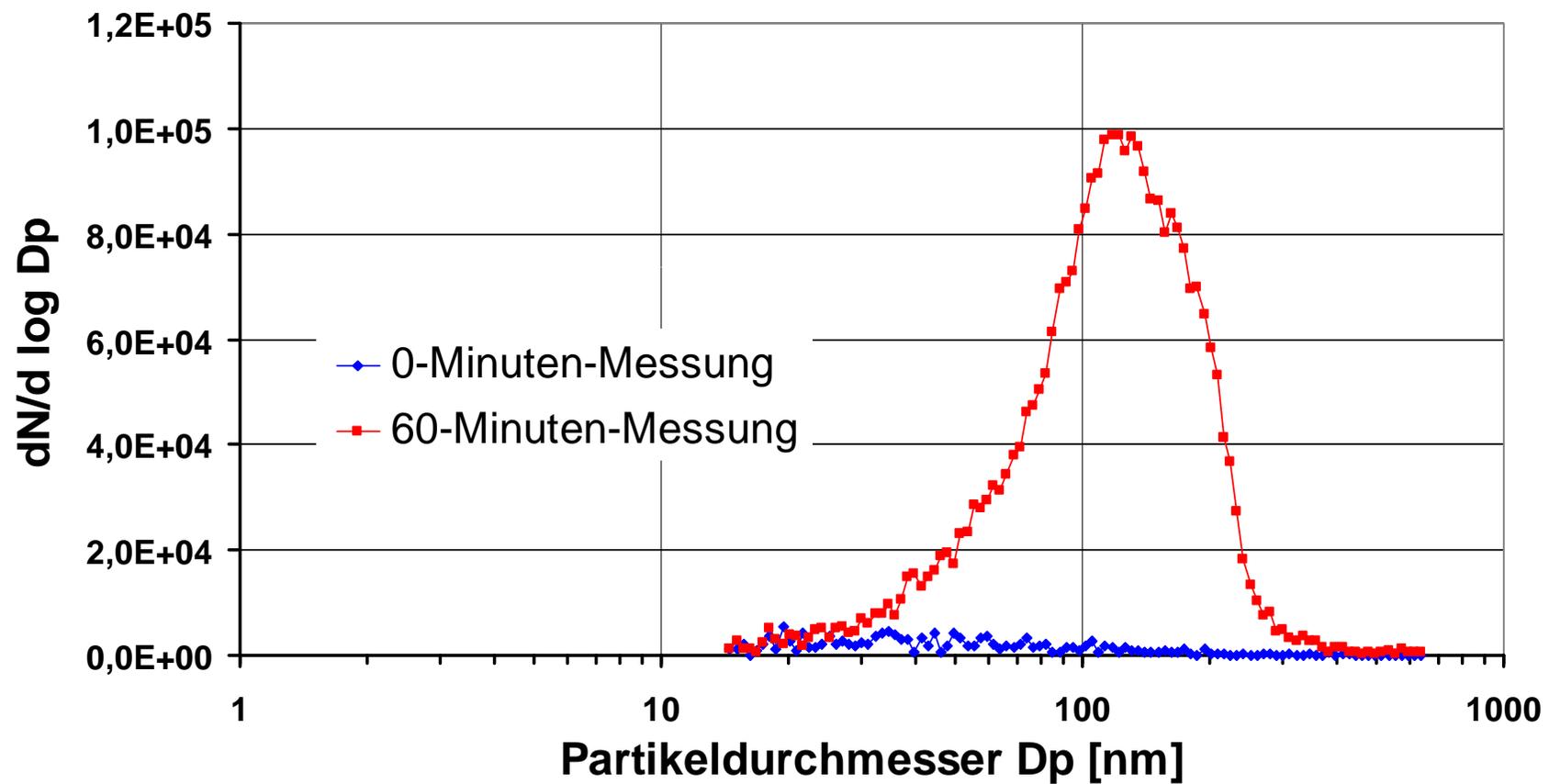
Prüfzeichen des FA



### Umsetzung der Ergebnisse:

- ☞ Wissenschaftliche Veröffentlichung
- ☞ Prüfempfehlung
- ☞ Gefahrstoffbezogene Teilprüfung („emissionsarm“) für FA Verwaltung

## Farbkopierer A: Ultrafeinstaubmessung



## Fazit des Bundesinstituts für Risikobewertung:

- Zwischen den Emissionen aus Büromaschinen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Büroangestellten lassen sich nur schwache Verbindungen herstellen.
- Wer mit Laserdruckern und Fotokopierern arbeitet, sollte seine individuelle Staub- und Feinstaubbelastung reduzieren.
- Die angewandten Methoden und das Studiendesign scheinen bei einem ausreichend großen Probandenkollektiv geeignet, die zu klärenden Fragen wissenschaftlich fundiert zu beantworten.
- **Aber:** „eine signifikante Aussage [ist] allerdings nur dann zu erwarten, wenn an der Studie mehrere Millionen Probanden teilnehmen und aufwändig untersucht würden.“

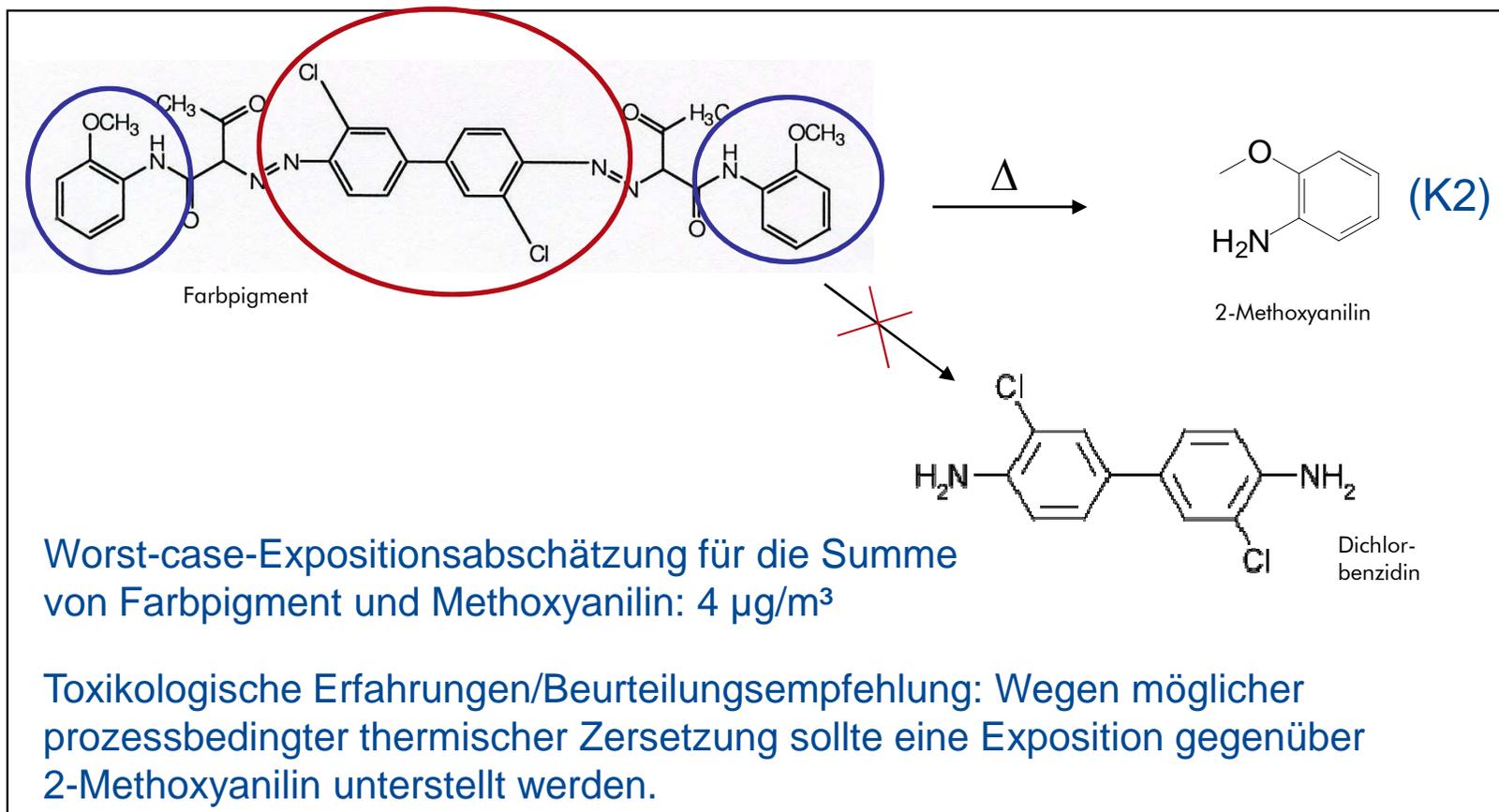
## Drucker/Kopierer: UFP-Emissionen

1. Geräteabdichtungen mit Spezialfiltern berücksichtigt nicht die Hauptquelle (Papierauslass) für Partikelemissionen.
2. **Vielmehr:** Filter an diversen Auslässen erhöhen die UFP-Zahl bis zum Faktor 10.

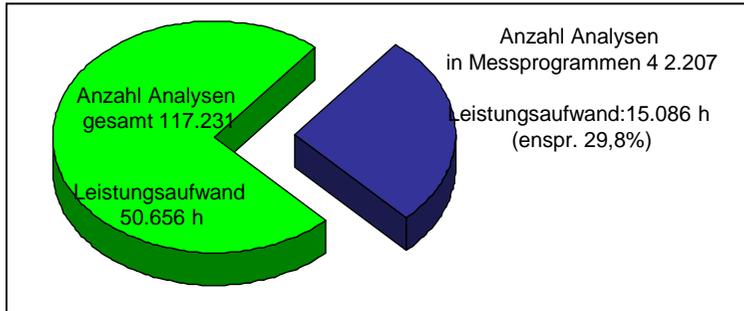
(Vermehrte Primärverdampfung von Siloxanen führt auch zu vermehrten UFP-Kondensationen; zusätzliche A-Kohle adsorbiert aber die Dämpfe und lässt es daher kaum zu UFP kommen. Siehe aber auch Punkt 1!)



## Aromatische Amine in Tonern



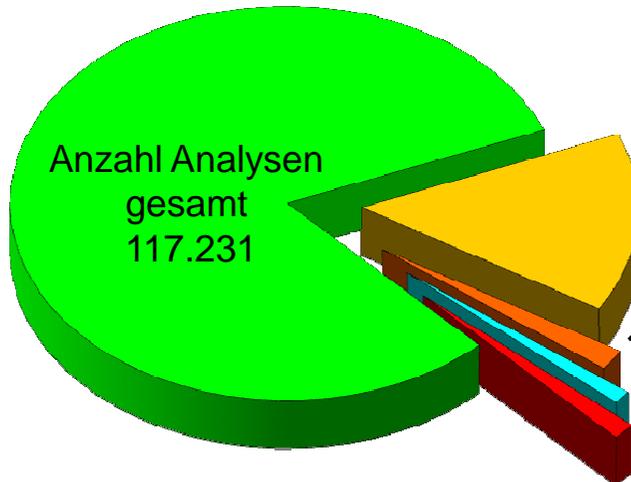
# Messprogramme im MGU in 2010 – Auszug



**Messprogramm 9157 „Gießereien – Formsand“**  
 Anzahl Analysen: 2.467  
 Leistungsaufwand: 1.099 h (entspr. 2,2%)



**Messprogramm 9124 „Innenraummessungen gemäß Messstrategie für Büroarbeitsplätze“**  
 Anzahl Analysen: 21.213  
 Leistungsaufwand: 3.390 h (entspr. 6,7%)



**Messprogramm 9080 „Fahrzeugwaschanlagen“**  
 Anzahl Analysen: 1.577  
 Leistungsaufwand: 1.096 h (entspr. 2,2 %)



**Messprogramm 9108 „Staubarme Maschinen und Geräte in der Bauwirtschaft“**  
 Anzahl Analysen: 1.980  
 Leistungsaufwand: 1.765 h (entspr. 3,5%)

## Belastung von Dachdeckern durch aromatische Amine aus Teerklebemassen

- Belastung von Dachdeckern durch Inhaltsstoffe von Teerprodukten in der Vergangenheit
- Für Ermittlung bei BK 1301 „Blasenkrebs“ (Latenzzeiten bis zu mehreren Jahrzehnten) stehen keine Expositionsdaten von früher zur Verfügung



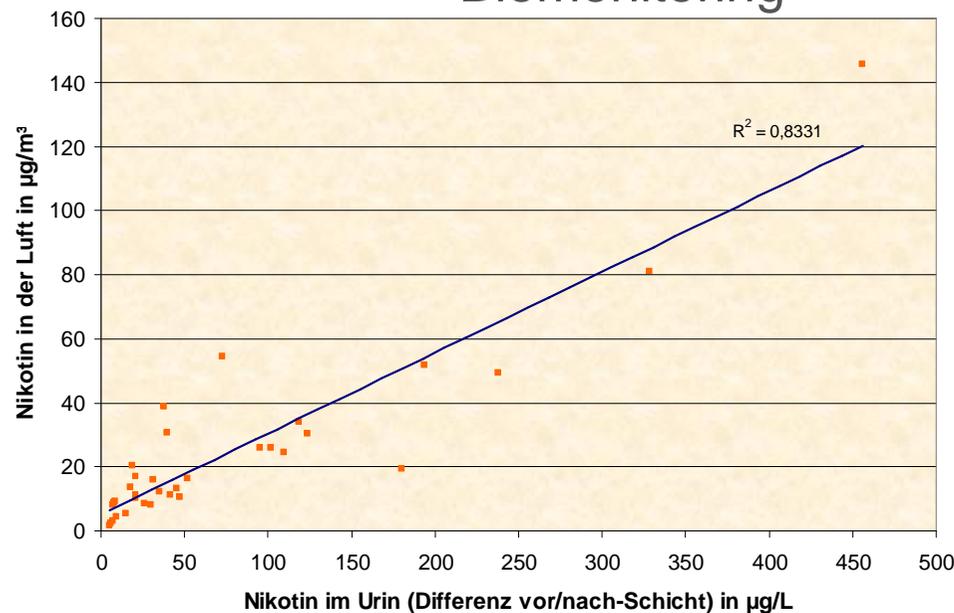
- ➔
- Nachstellung von Arbeiten mit Techniken und Arbeitsmaterial aus der Vergangenheit
  - Ermittlung von Expositionskonzentrationen der BK-relevanten Stoffe

# Tabakrauchbelastung in der Gastronomie

Gemeinschaftsstudie von IFA und IPA



- Untersuchung der Passivrauchbelastung von nichtrauchenden Beschäftigten durch Analyse von Luft-, Urin- und Blutproben
- Gute Korrelation von Luft- und Biomonitoring



- **37 Probanden**
- **11 Betriebe**
- **134 Luftmessungen**

## Chemikalienschutzkleidung

- Chemikalienschutzhandschuhe müssen für den praktischen Einsatz eine Mindestzeit der Durchdringung (Permeation) von Chemikalien widerstehen.
- Bisher war die Messung der Permeation nur mit aufwändigen und festen Laboraufbauten realisierbar.
- Die Permeationszeit ist sowohl für die Fertigungskontrolle des Herstellers als auch für den Einsatz der Handschuhe in der Praxis wichtig.



## „Die Praxis“ individuelle Arbeitsbedingungen

- Art der Einwirkung (*Vollkontakt, Spritzer, Benetzung*)
- **Temperatur** (*Handoberfläche, Chemikalie, Arbeitgegenstand*)
- Mechanische Beanspruchung (*Dehnung, Einstich, Riss*)
- Wiederverwendung (*Degradation*)
- Handschuh-Reinigung (*mechanisch oder mit Lösemittel*)
- Lagerung + Umgebungsfaktoren (*UV, O3, Feuchte,...*)

## Materialien für Chemikalienschutzhandschuhe

Jedes Material hat spezifische Eigenschaften in Bezug auf die Durchdringung von Chemikalien!!!



### *Elastomer:*

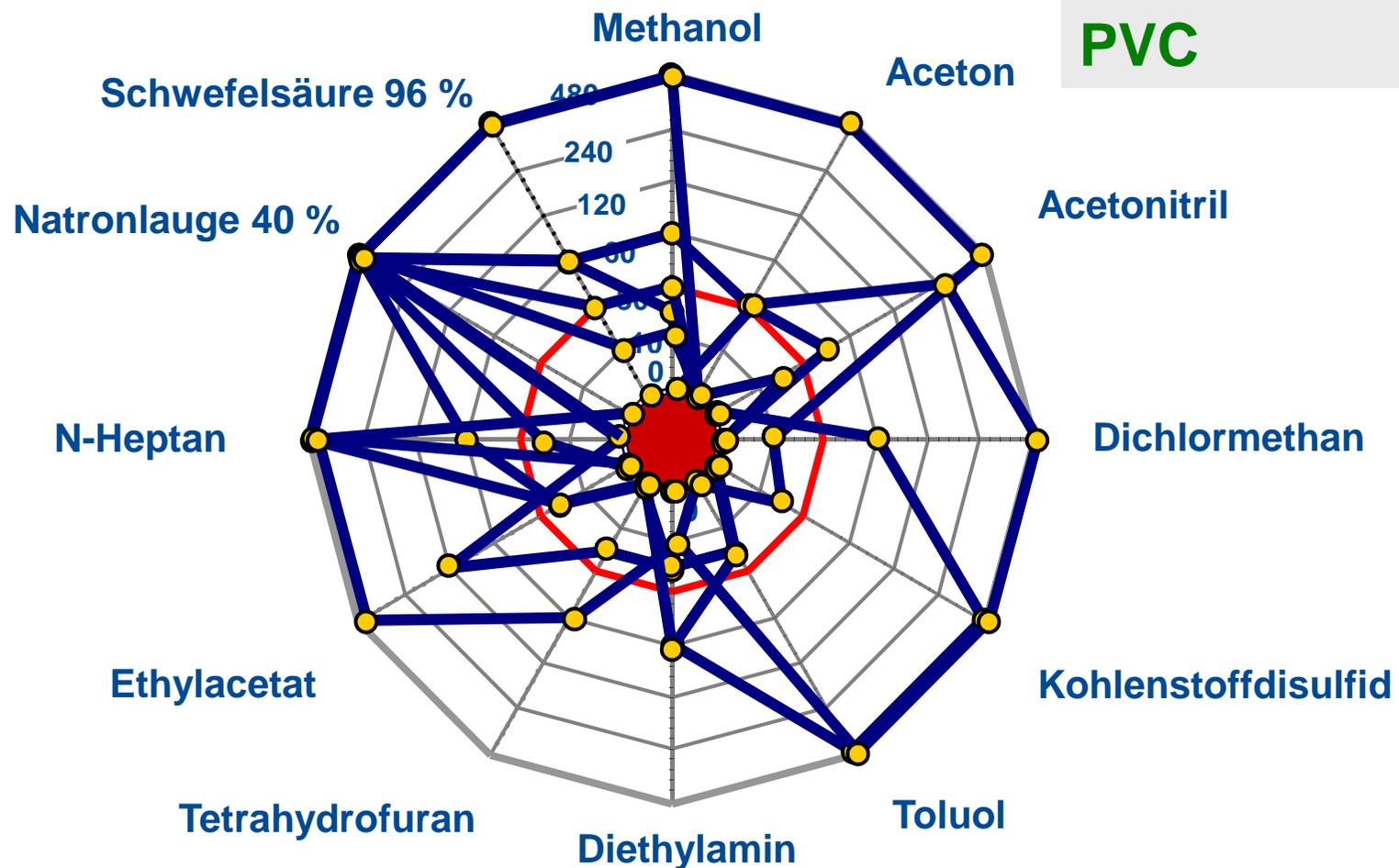
Nitrile	(NBR)
Chloropren	(CR)
Butyl	(Butyl)
Naturlatex	(NR)
Fluorkautschuk	(Viton®)

### *(Thermoplast) :*

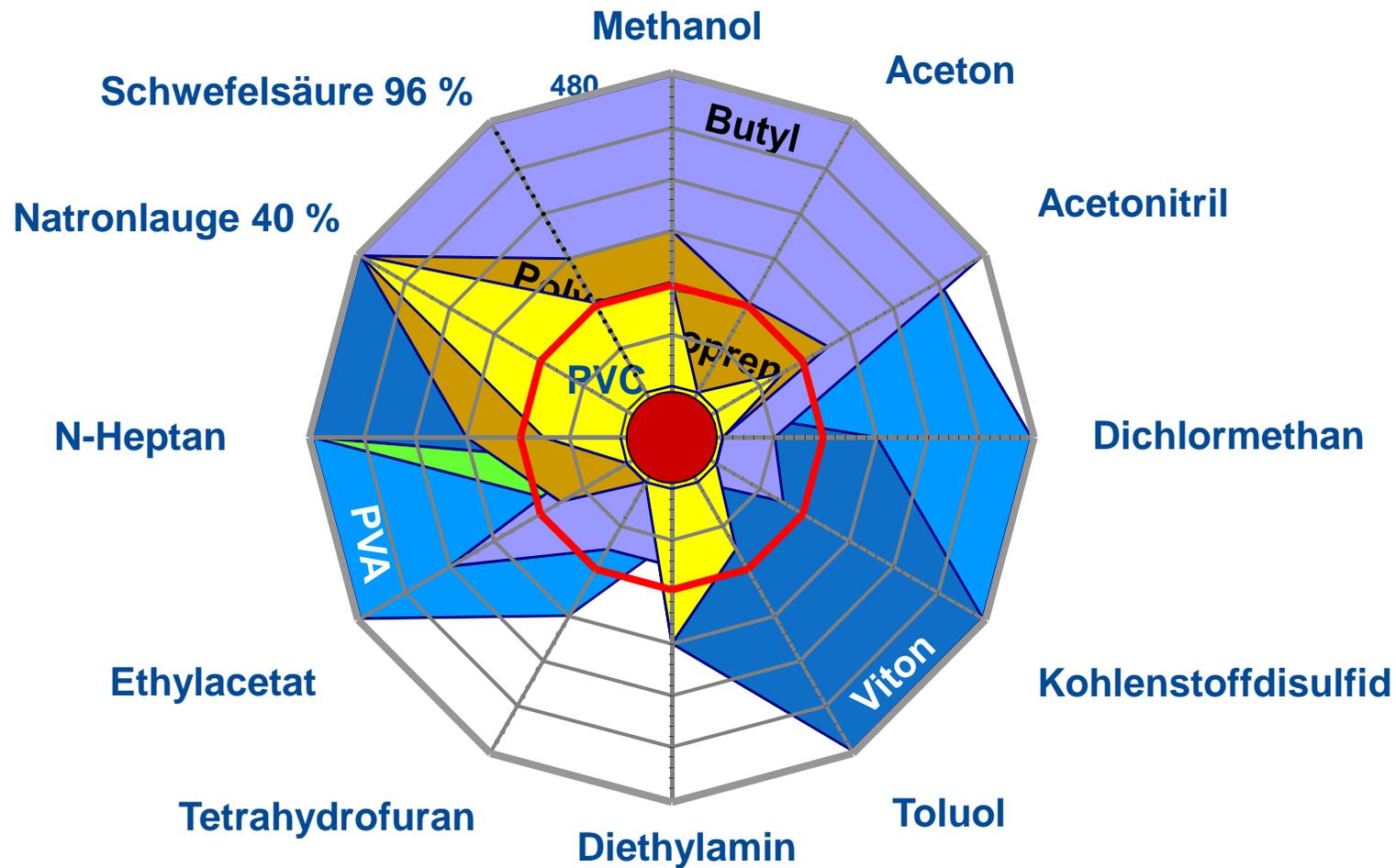
PVC , PE , PVA

mehrschichtige Handschuhe  
z.B. Kombination von Butyl  
und Viton®

# Schutzhandschuhmaterialien Eigenschaften



## Der „fast“ optimale Schutzhandschuh

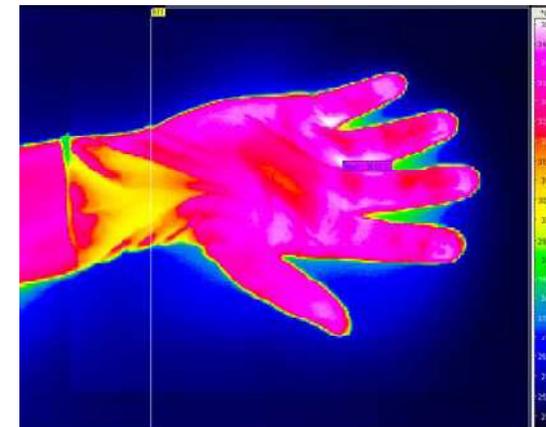
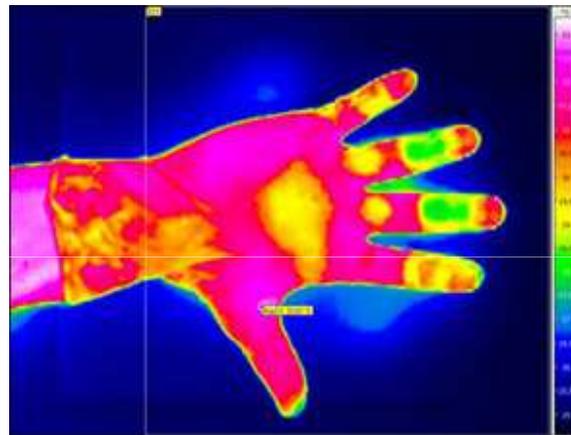


## Welche Temperatur erwarten wir in der Praxis?

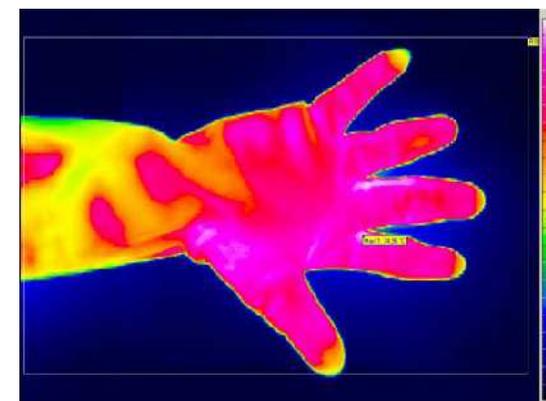
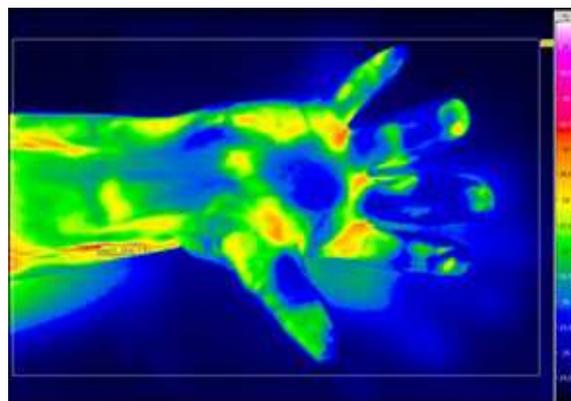
nach 1 Minute:

nach 5 Minuten:

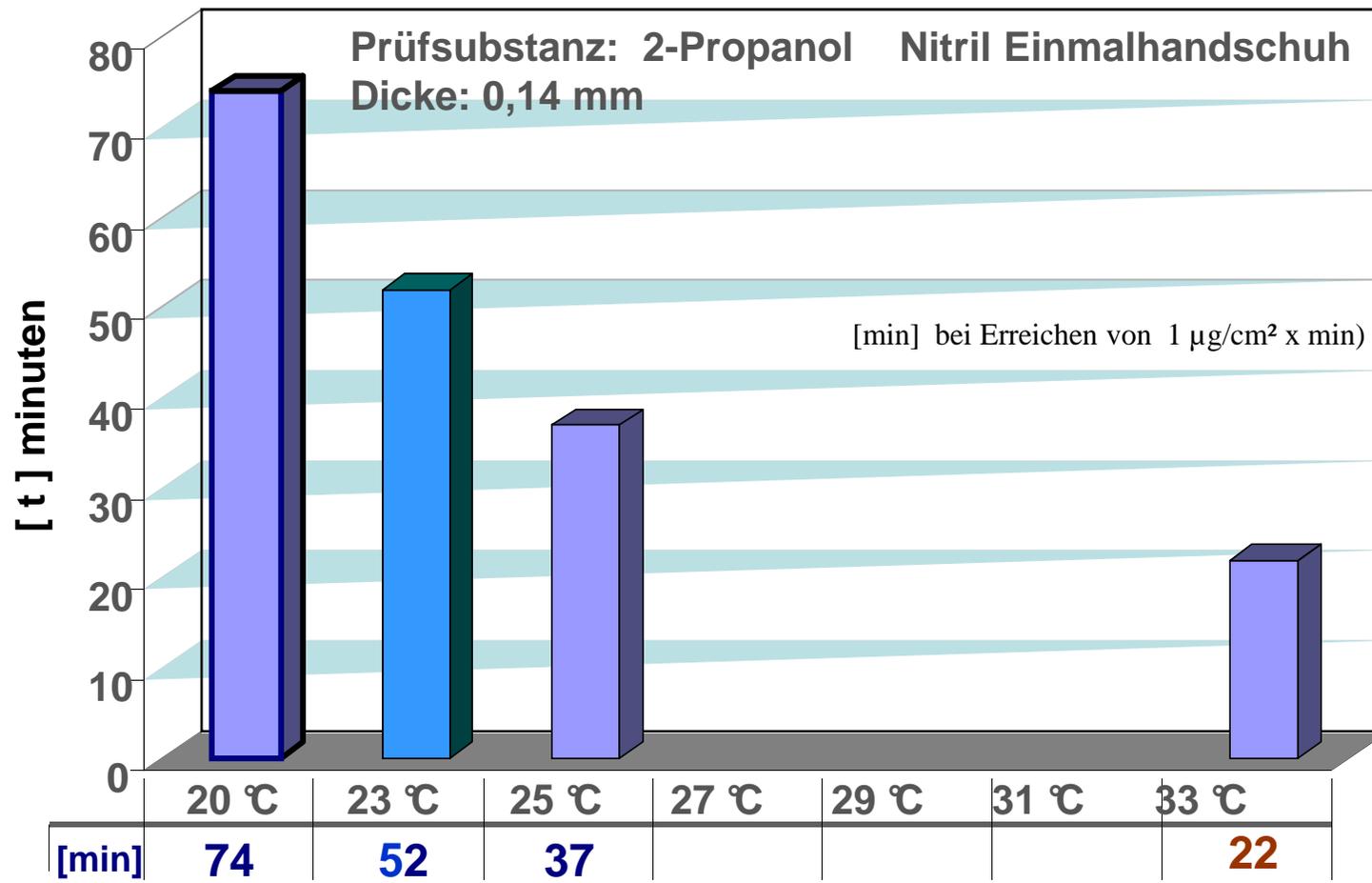
**Nitril Handschuhe,  
Dicke 0.10 mm**  
(Einmalhandschuhe)



**Nitril Handschuhe,  
Dicke 0.65 mm**



## Permeation in Abhängigkeit der Temperatur



## Permeationsänderung unter Temperatureinfluß

Abnahme der Durchbruchzeit bei Erhöhung der Temperatur von **23°C** auf **33°C**

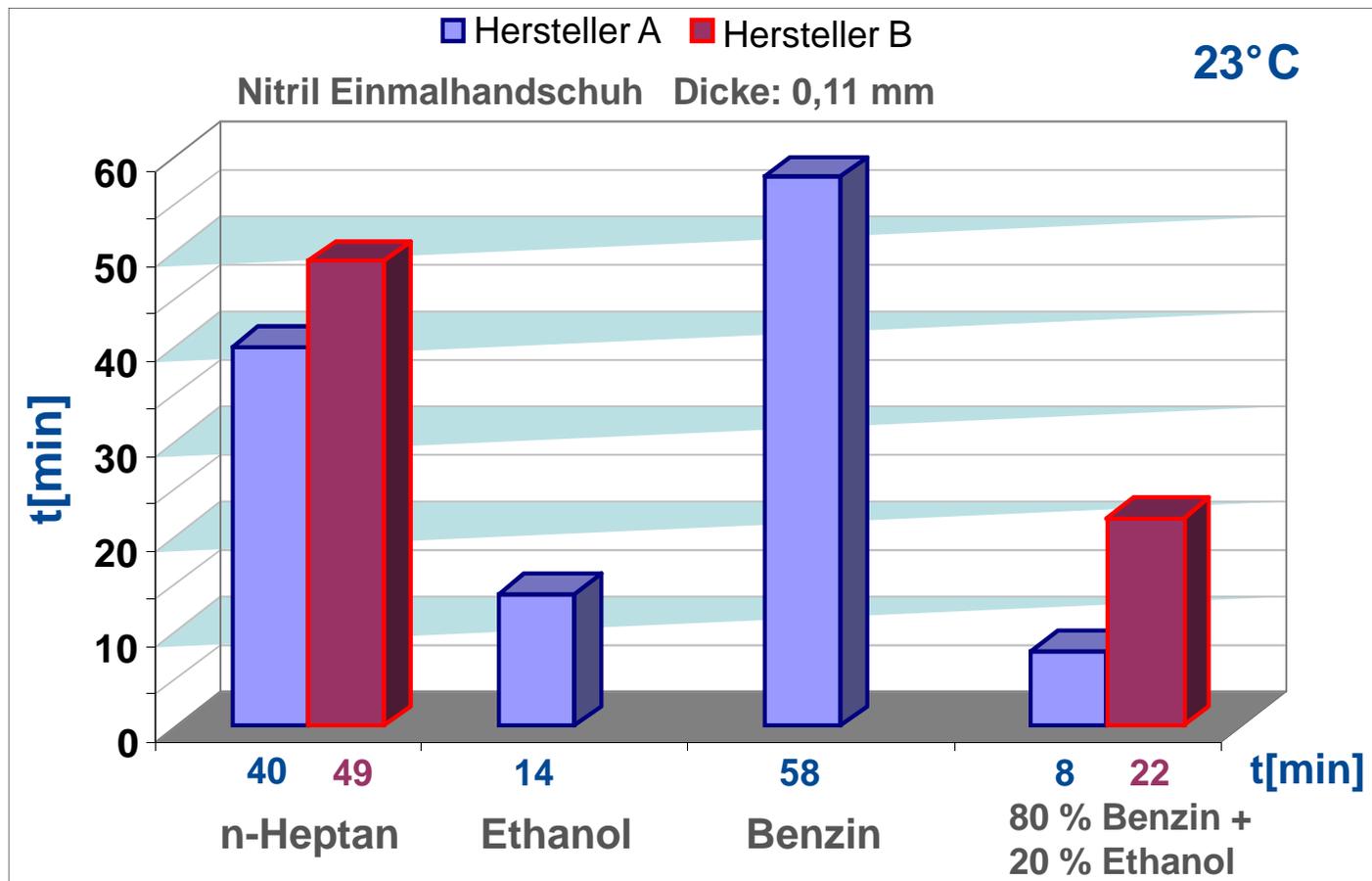
Material: **Nitril** (Dicke 0,10 mm )

	Ethanol	Ethylacetat	N-Heptan	2-Propanol	Toluene
	<b>- 59 %</b>	<b>- 33 %</b>	<b>- 68 %</b>	<b>- 56 %</b>	<b>- 33 %</b>

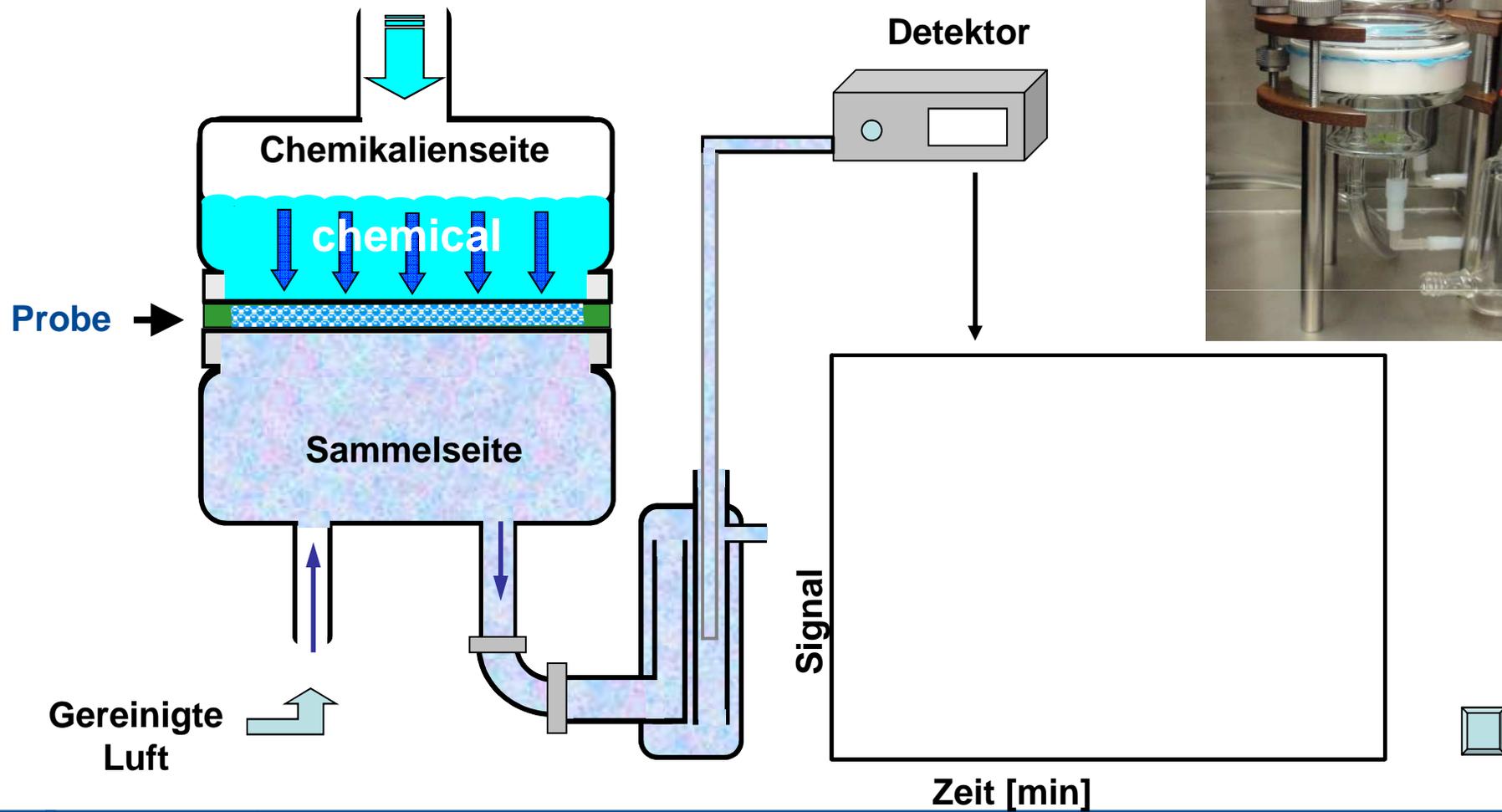
(Durchbruchzeit bei 23°C entspricht 100%)



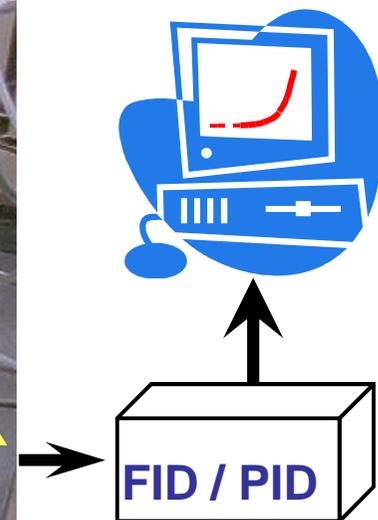
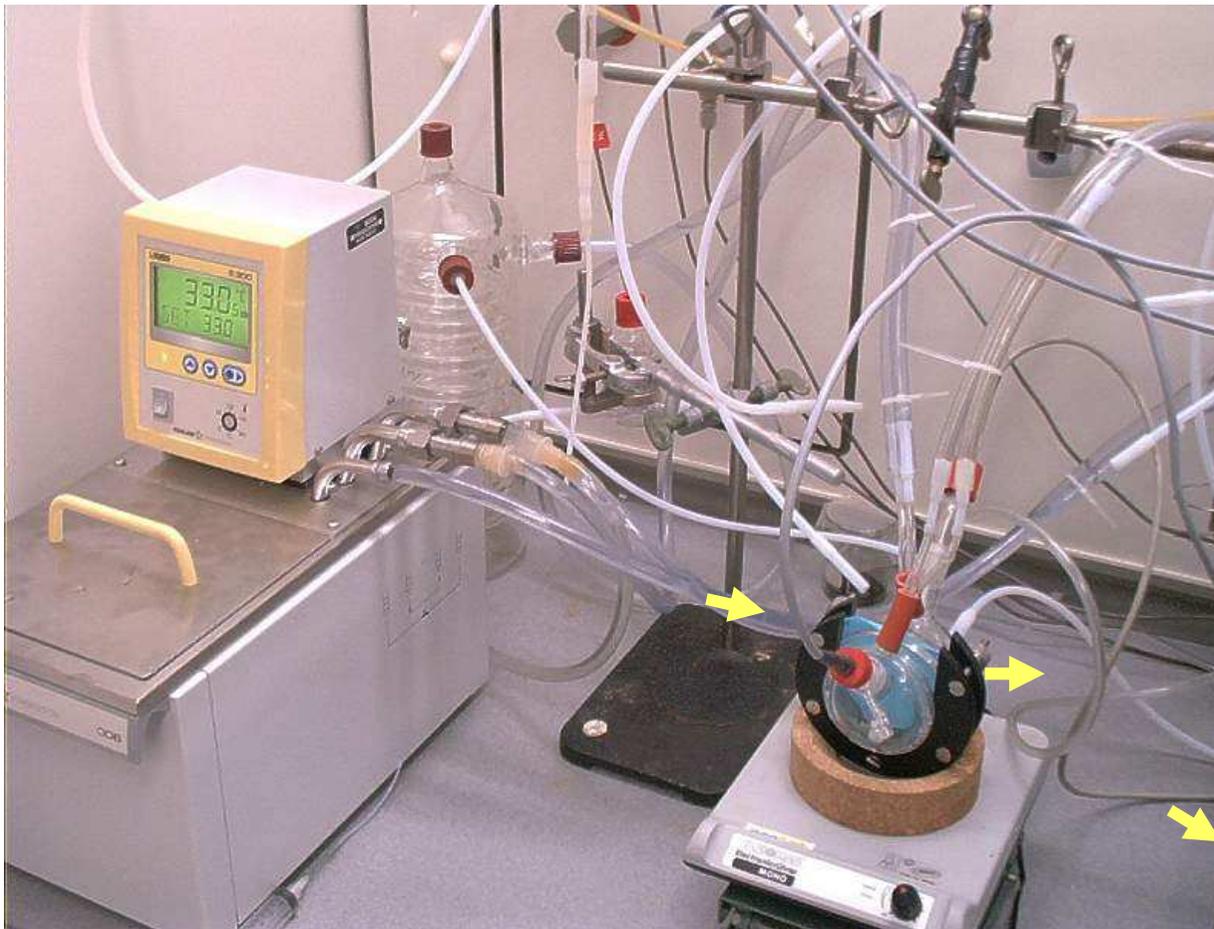
## Verhalten von Mischungen



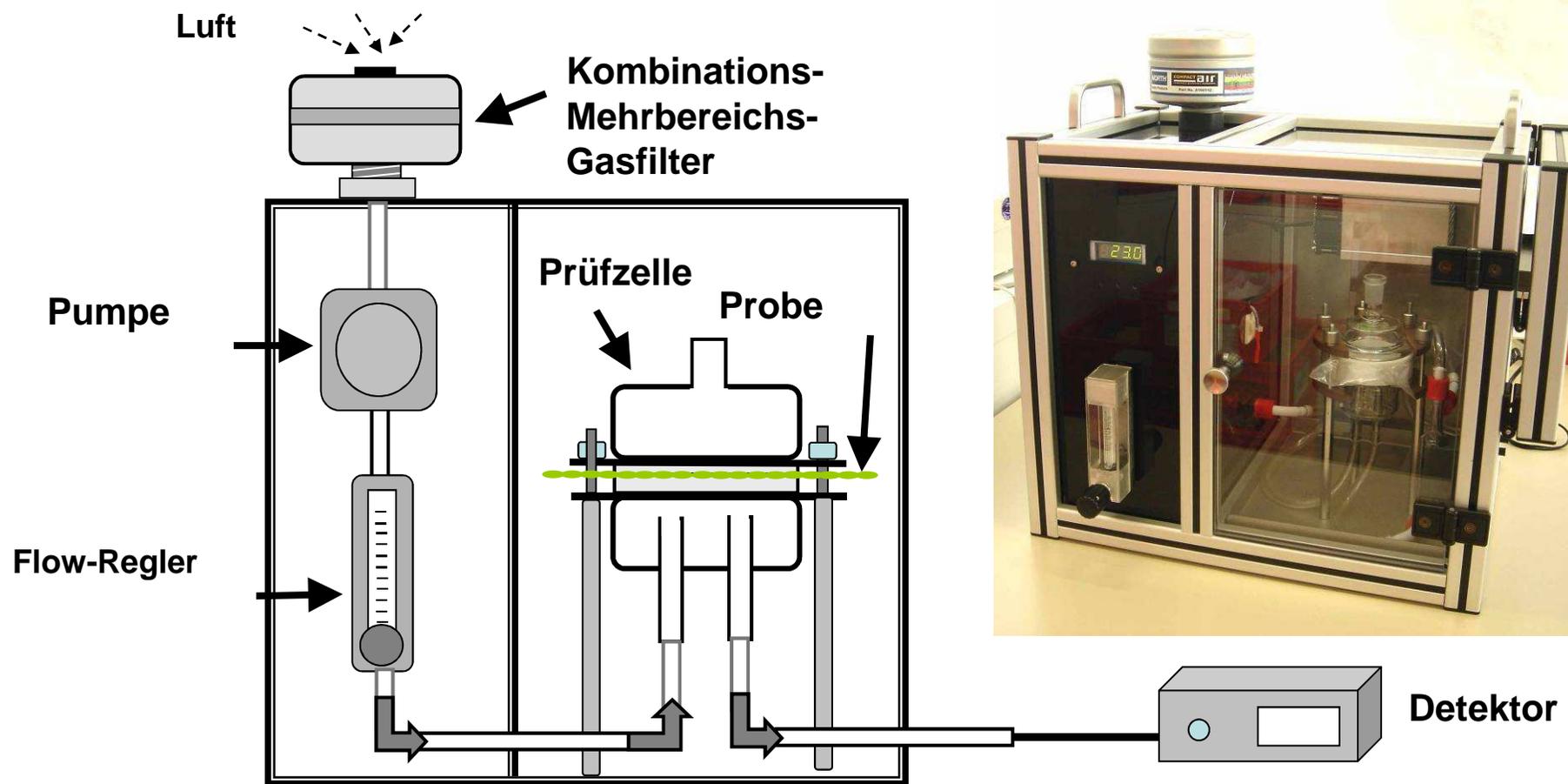
## Messung der Permeation



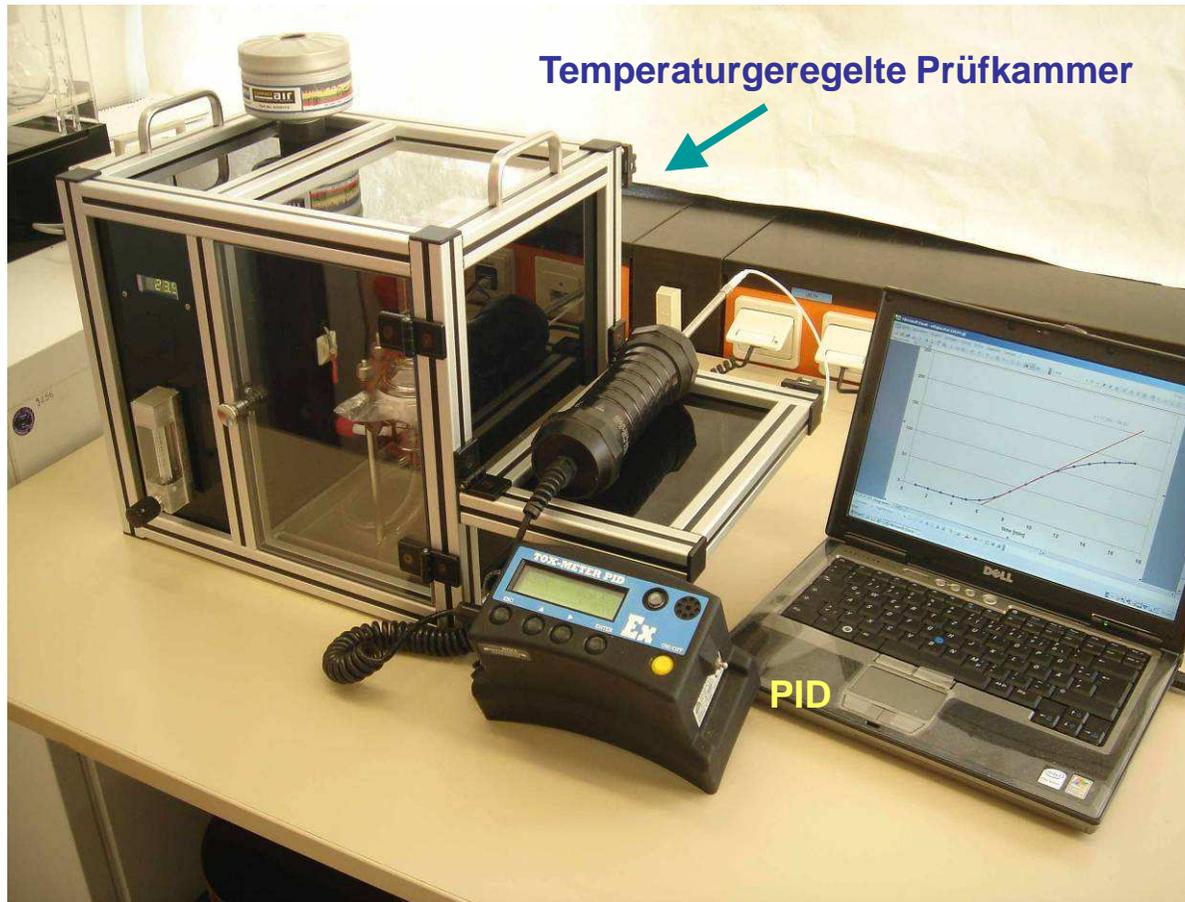
## Prüfung der Permeation Labor-Prüfeinrichtung



# Permobil – Ein kompaktes Gerät zur Permeationsmessung



# Gesamtmesseinrichtung



0304

IFA  
Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Aus der Arbeit des IFA

Ausgabe 3/2010

617.0-IFA.638.1

## Permobil – Ein kompaktes Gerät zur Permeationsmessung

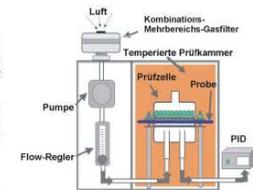
### Problem

Chemikalienschutzhandschuhe und Chemikalienschutzkleidung müssen im praktischen Einsatz eine Mindestzeit der Durchdringung (Permeation) von Chemikalien widerstehen. Nach der Richtlinie 89/686/EWG (Persönliche Schutzausrüstungen) sind Chemikalienschutzhandschuhe einer Baumusterprüfung zu unterziehen, und der Hersteller ist verpflichtet, während der Produktion eine Qualitätsüberwachung vorzunehmen. Die Permeation wird in der Regel mit der Chemikalie, gegen die der Handschuh schützen soll, unter standardisierten Bedingungen bestimmt.

Bisher standen für Permeationsbestimmungen nur relativ aufwendige Laborapparaturen zur Verfügung. Aussagefähige Messungen, z. B. während der Produktion, waren nicht ohne größeren Aufwand durchzuführen.

### Aktivitäten

In Eigeninitiative entwickelte das IFA in Zusammenarbeit mit einem Gerätehersteller eine kompakte Prüfeinrichtung für die Permeation bei Handschuhmaterialien zum Einsatz gegen flüssige organische Lösungsmittel. Wesentliche Vorgaben waren die Erfüllung aller in der Norm DIN EN 374-3 festgelegten Prüfbedingungen und eine kompakte Bauweise.



Permeationsmessgerät – schematisch.

### Ergebnisse und Verwendung

Das tragbare Gerät verfügt über eine Prüfkammer mit einer elektronisch gesteuerten Thermostatisierung. Temperiert wird sie mithilfe einer luftungs-gestützten Kombination aus einer elektrischen Heizung und einer Peltierkühlung. Zur Prüfung spannt man die Materialprobe in eine genormte Zelle ein und beaufschlagt die Vorderseite mit der Testsubstanz.

## Praxisnahe Ermittlung der Tragedauer – ein Ansatz



Gefahrstoff auf die Handinnenfläche der .....

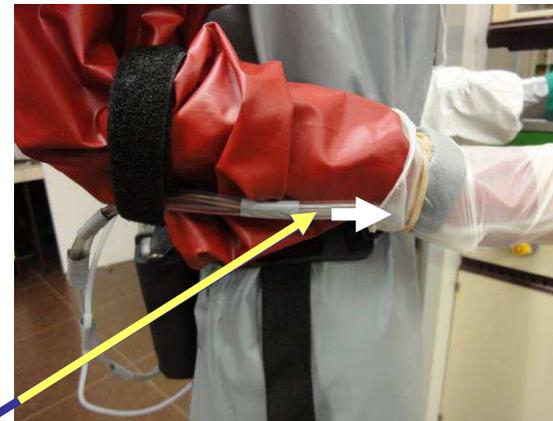
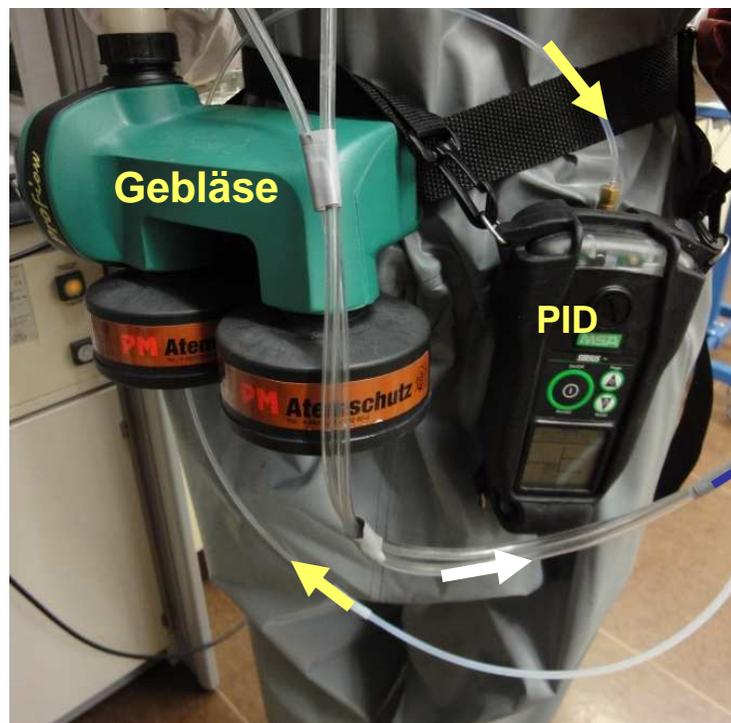


..... mit einem Schutzhandschuh geschützten Hand der Puppe.



Rückseite der Puppe

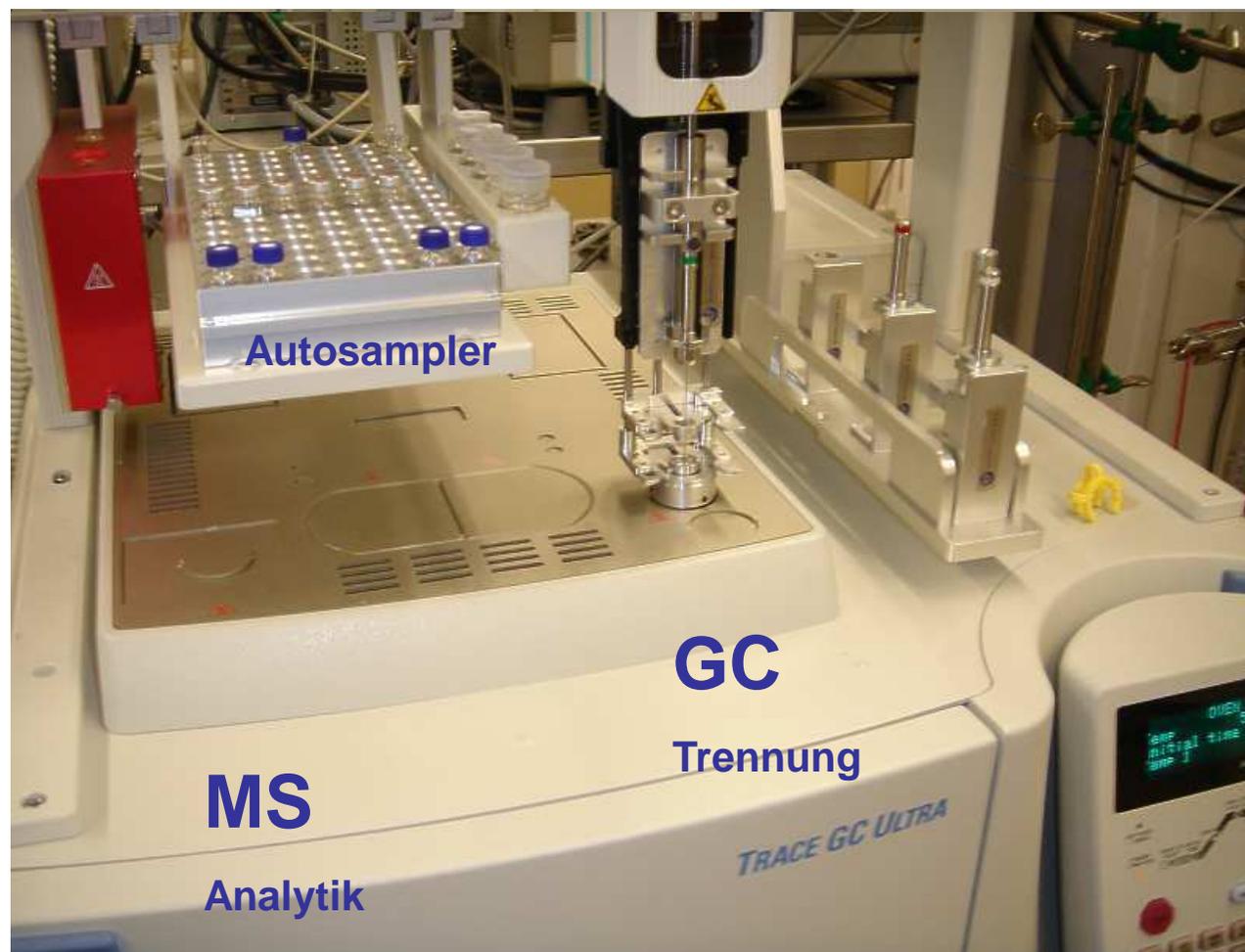
## Mobiles Probennahmesystem



**Frischluft-Zuführung, zum Ausgleich der zwecks Analyse entnommenen Luft, an die Fingerkuppen der Hand.**

**Probenahme aus der Handschuh-Innenseite**

# GC/MS System (BG BAU / BGIA)



Umbau von Dreistufen-Perlsäure-Fasern in Zink-PC  
The auto sampler for SPME-Fasern in Zink-PC  
(Entwicklung/Konzeption BG BAU)

## Projekt EL<sub>3</sub>

- **Problem:**
  - In vielen Schulen herrschen in den Klassenräumen nicht ideale Lernbedingungen. Das Mobiliar kann nicht individuell an die Körpermaße angepasst werden, das Licht ist zu schwach und die Raumakustik und Luftqualität sind problematisch.
- **Ziel:**
  - Pragmatische Hilfestellung zur Umgestaltung von Klassenräumen durch Erstellung eines realen Musterklassenzimmers
- **Beteiligte:**
  - IFA, IPA, UK NRW, UK Sachsen, SiGe, Fachgruppe Bildungswesen

## Projekt EL<sub>3</sub>

### Themen:

- Ergonomie
  - Auswahl von Mobiliar (z.B. Tische und Stühle), das an die Körpermaße und Bedürfnissen von Kindern und Jugendlichen angepasst ist.
- Licht
  - Die Beleuchtung muss jederzeit gute Sehbedingungen gewährleisten. Die Schüler könnten durch ein dynamisches Lichtkonzept im Unterricht unterstützt werden.
- Lärm
  - Verbesserung der Raumakustik, da Lärm die Informationsaufnahme behindert und in der Konzentration stört.
- Luft
  - Organisatorische und klimatechnische Maßnahmen für ein gutes Raumklima. Schlechte Luftqualität kann zu Müdigkeit und einer nachlassenden Konzentration führen.



# Schalldämmung von Gehörschutz in der Praxis



## Hintergrund/Motivation:

LärmVibrationsArbSchV: maximal zulässiger Expositionswert unter dem Gehörschutz

In der Praxis: Dämmwerte meist deutlich geringer als im Labor (Baumusterprüfung)

Aktuelle Studie: Wie hoch ist die Abweichung zum Labor tatsächlich? (Vergleich mit früherer Studie 1989)

Durchführung: Betriebsmessungen in einem umgebauten Audiomobil der BG Holz und Metall

## Ergebnisse/Nutzen:

Praxisabschläge: Festlegung durch FA PSA, werden vom Labor-Dämmwert abgezogen.

Damit ergibt sich die typische, in der Praxis erreichte Schalldämmung.

Typ	Praxisabschlag [dB]
Zu formende Stöpsel	9
Fertig geformte Stöpsel	5
Bügelstöpsel	5
Kapsel-GHS	5
Otoplastiken	6 bzw. 3*

\* mit regelmäßiger Funktionskontrolle

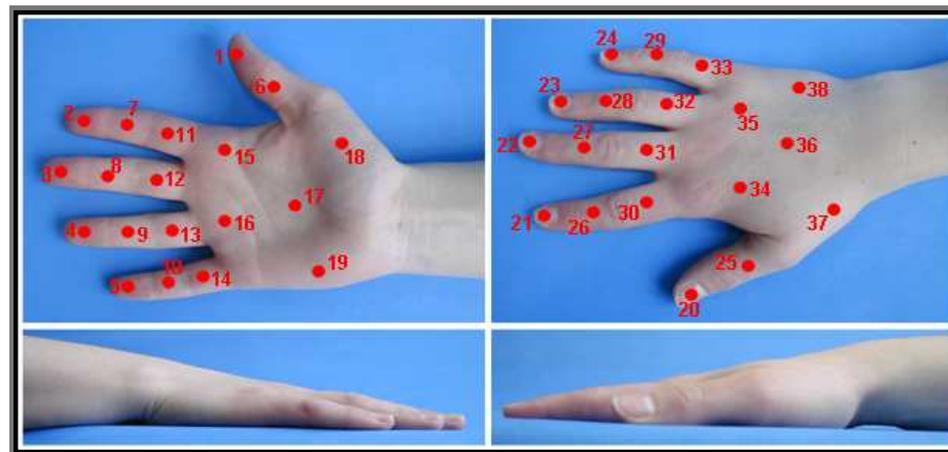
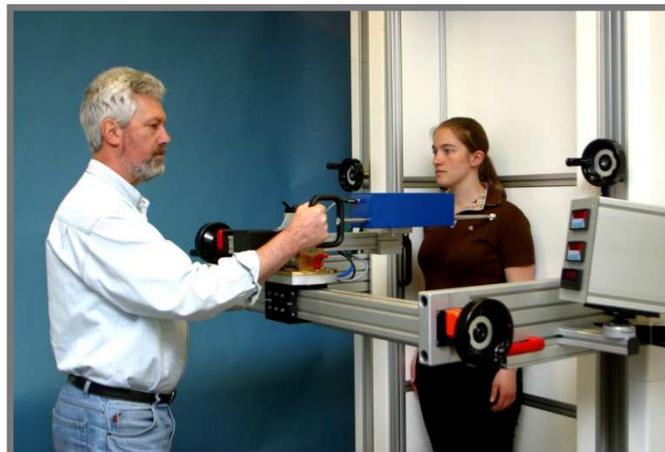


# Ermittlung Schmerzschwelle

## IFA – Laboruntersuchung

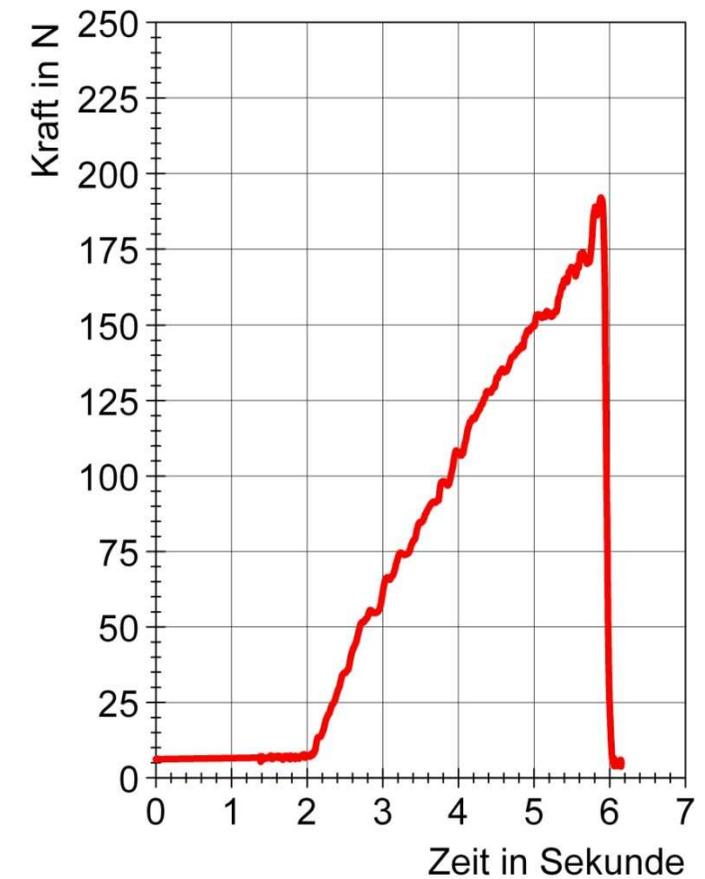
KQK(Hand) = 135 N

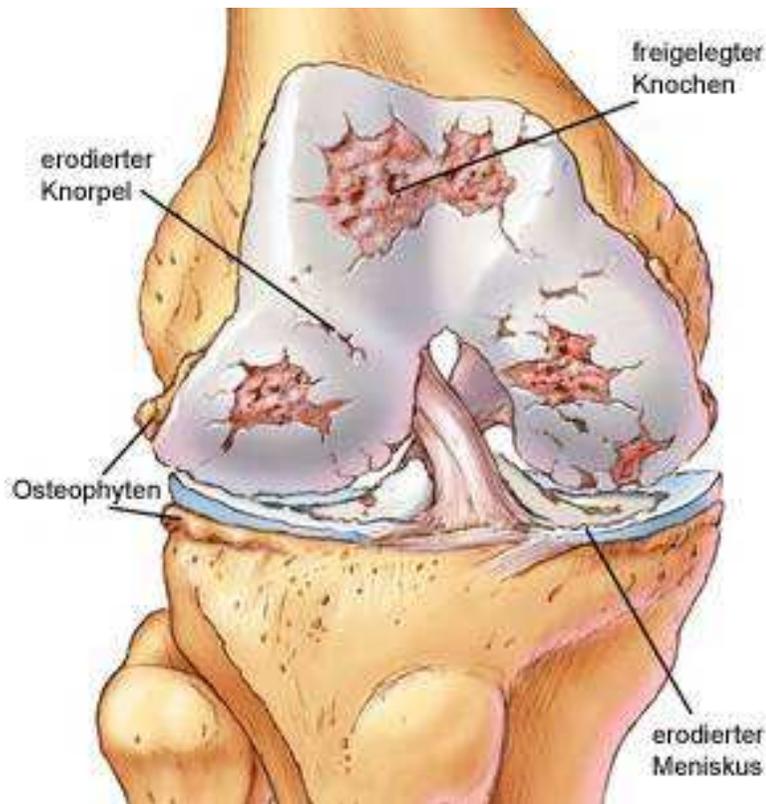
Handinnenseite			Handaußenseite			Innen- und Außenseite		
Fmin	164 N		Fmin	79 N		Fmin	79 N	
Fmax	396 N		Fmax	211 N		Fmax	396 N	
Fmittel	268 N		Fmittel	125 N		Fmittel	197 N	
P25	233 N		P25	96 N		P25	124 N	
P10	198 N		P10	86 N		P10	93 N	
Wegmin	1,9 mm		Wegmin	1,4 mm		Wegmin	1,4 mm	
Wegmax	16,0 mm		Wegmax	7,2 mm		Wegmax	16,0 mm	
Wegmittel	5,0 mm		Wegmittel	2,9 mm		Wegmittel	3,9 mm	
P25	3,3 mm		P25	1,7 mm		P25	2,4 mm	
P10	2,4 mm		P10	1,5 mm		P10	1,6 mm	



## Schmerzschwelle oberhalb Ohr (Kraftsignal)

- Schmerzschwelle oberhalb des Ohres
- Aufzeichnung des Kraftsignals
- Schmerzschwelle bei 185 N



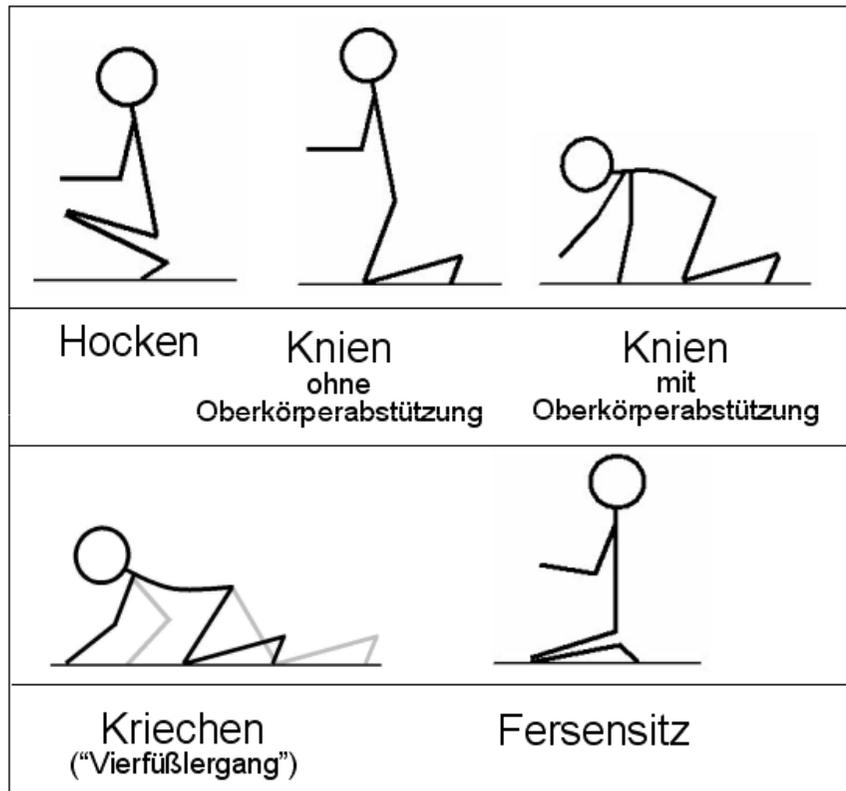


Quelle: <http://me.queensu.ca/people/deluzio/KneeOsteoarthritis.php>

## Epidemiologische Studien

### → RISIKOFAKTOREN

- Alter
- Geschlecht
- Übergewicht/Fettleibigkeit
- genetische Veranlagung
- bestimmte Sportarten
- berufliche Tätigkeiten



## Gefahrenquelle:

- Tätigkeiten im Knien oder vergleichbare Kniebelastungen

## Mindestexposition:

- „Lebensdosis“: 13.000 h
- „Tagesdosis“: 1h

## 17 Risikoberufe

- z.B. Estrich-, Fliesen-, Boden-, Parkettleger, Pflasterer ...

Quelle: Ärztlicher Sachverständigenbeirat beim Bundesministerium für Gesundheit und soziale Sicherung, 2005

## Versuchsreihen im Labor

Tiefe Hocke



Knien



Fersensitz



Fliesen legen

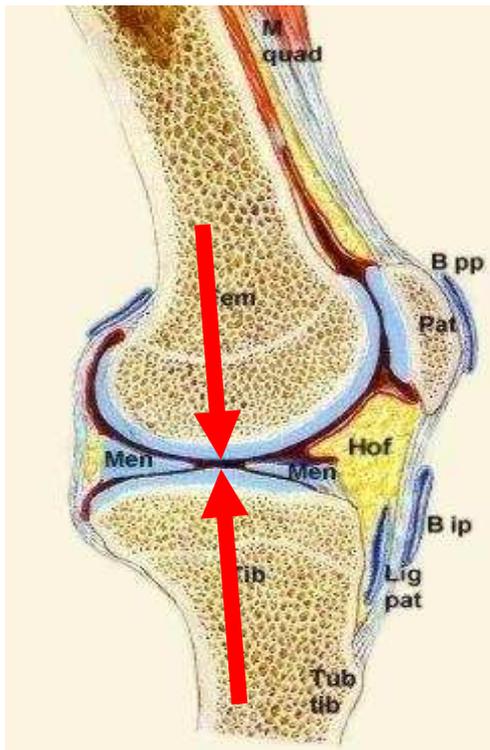


Heizkörper montieren

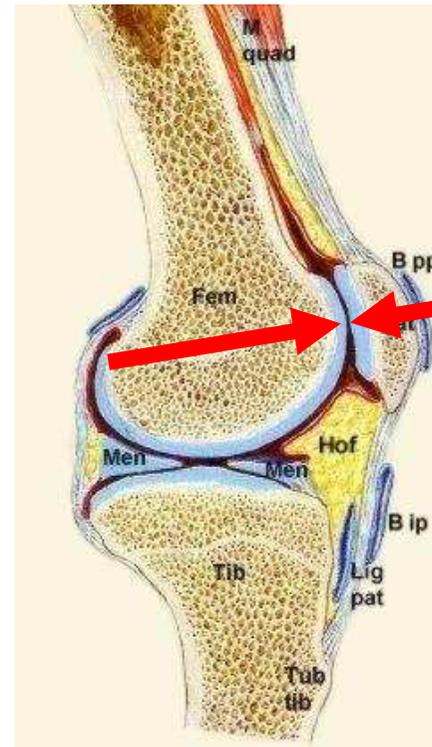


# Druckkräfte im Kniegelenk

Tibiofemoralgelenk

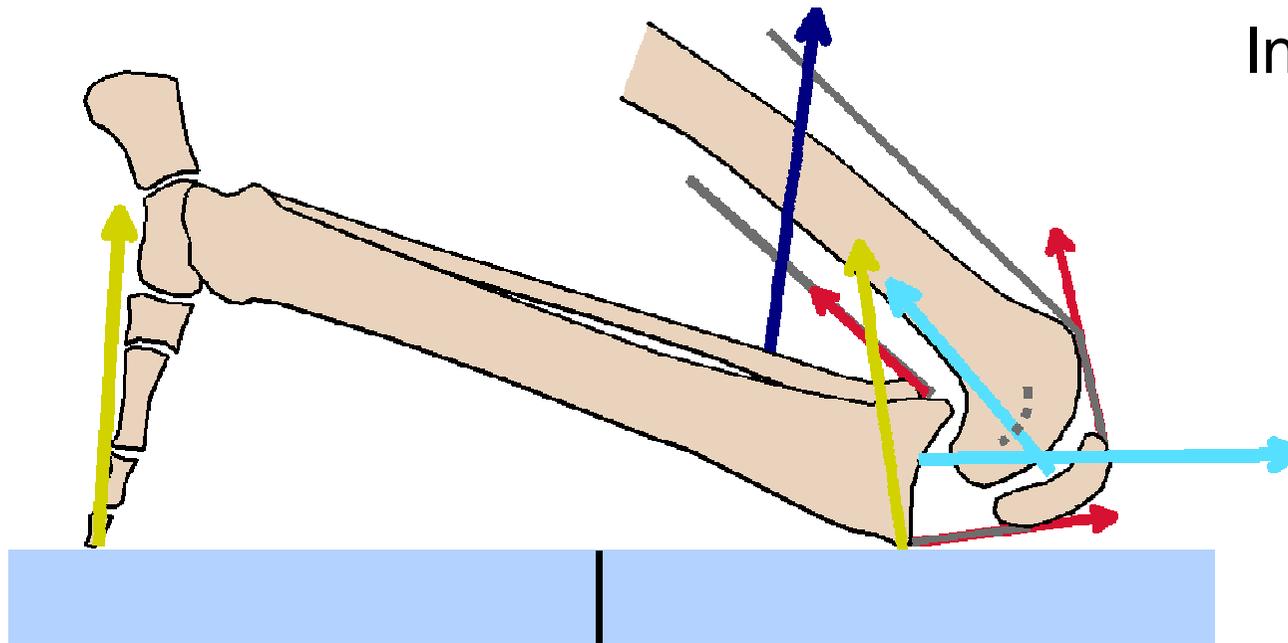


Patellofemoralgelenk



## Biomechanisches Modell des Kniegelenks (2-D) für große Beugewinkel

Inverse Dynamik



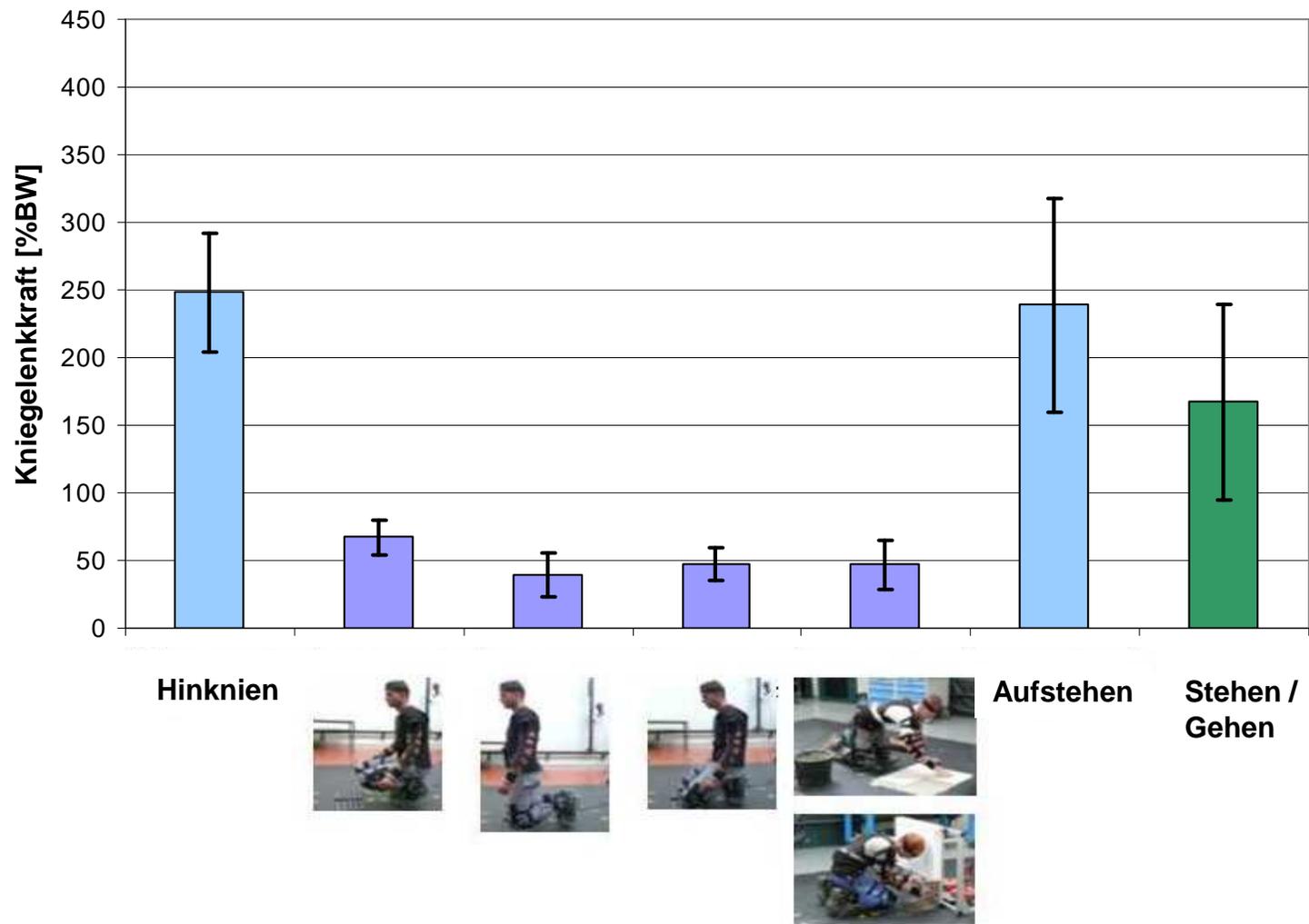
← Bodenreaktionskräfte

← Muskel-/Sehnenkräfte

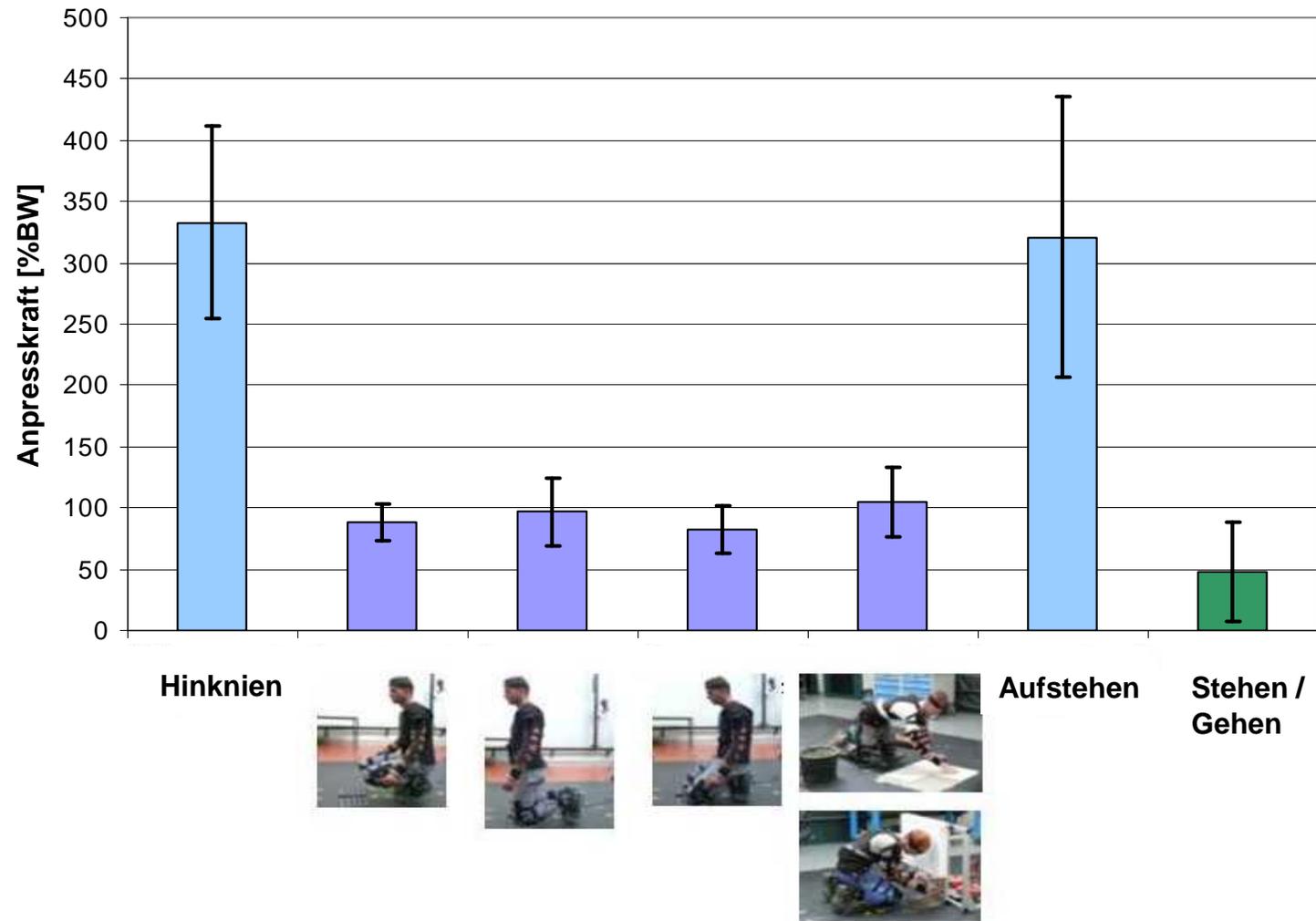
← Weichteilkontaktkraft

← Gelenkkkräfte

## Tibiofemorale Gelenkkraft



## Patellofemorale Gelenkkraft



- Gibt es ein belastungskonformes Schadensbild?
- Wie funktioniert der Pathomechanismus? Ist die Druckkraft im Kniegelenk entscheidend? Wie hoch ist diese?
- Sind alle genannten Haltungen gleich belastend?
- Wie lange arbeiten Menschen in verschiedenen Berufen in kniebelastenden Haltungen pro Tag?
- Welche Haltungen kommen wie oft vor?

- ...

**→ hoher Forschungsbedarf**

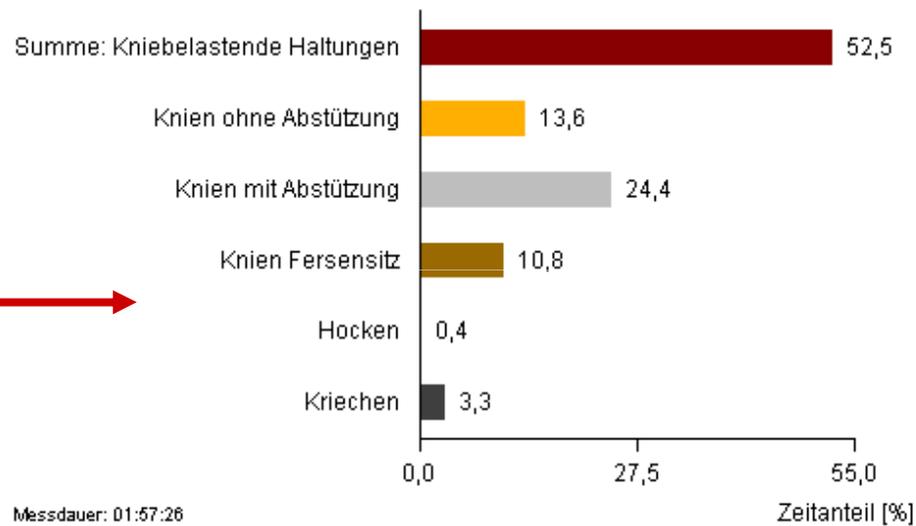
## Aufbau eines Messwertkatasters - GonKatast

- Wie lange wird in verschiedenen Berufen am Tag im Knien oder Hocken gearbeitet?
- Welche Haltungen kommen wie oft vor?
- Kooperationsprojekt: BG BAU, Holz-BG, BG RCI (ehem. LiBG), BG Verkehr, BGM, MMBG, BG ETEM und IFA
- Ziel: Aufbau einer Datenbank zur Dauer kniebelastender Tätigkeiten
  - zur Nutzung in BK-Verfahren
  - zum Erkennen von Präventionsschwerpunkten

# Messung kniebelastender Haltungen in 16 Berufen



**CUELA**



## Anpassen der Arbeitshöhe



## Einsatz spezieller Werkzeuge



## Job-Rotation

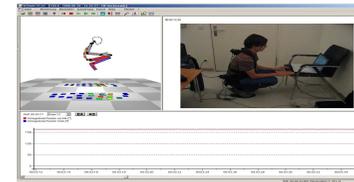


## Berufsbedingte Kniebelastungen und Gonarthrose

- ... wichtiges Thema für die Prävention;
- ... noch viele offene Fragen zu Verursachung und Entstehung;
- ... erste vielversprechende Schritte unternommen, aber weiterhin hoher Forschungsbedarf;
- ... erste Präventionsansätze sind erkennbar, aber Problematik muss den Beschäftigten verdeutlicht werden.

# CUELA – Belastungen des Muskel- und Skelettsystems

- Erstellung von Belastungsprofilen an verschiedenen Kassearbeitsplätzen
- Messung und Dokumentation der kniebelastenden Körperhaltungen mittels CUELA zur definierten Belastung vor MRT-Untersuchung nach Belastung
- Messung von Belastungen beim Ziehen und Schieben von Krankenbetten und Rollstühlen (BK 2108)
- Ermittlung der Belastungen beim Ziehen und Schieben von Müllbehältern



# Entwicklung des CUELA-Activity-Systems zur Erfassung physischer Aktivität (4166)

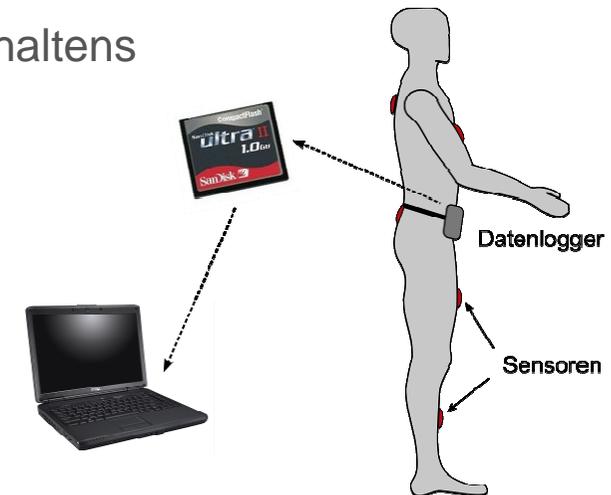
## Zielsetzung

Objektive und genaue Quantifizierung des Aktivitätsverhaltens (z.B. zur Evaluation von Maßnahmen zur Bewegungsförderung)

## Aktivitäten/Methoden

Umsetzung des folgenden Messkonzeptes:

- Gyroskop- und Beschleunigungssensoren messen Rumpf-, Bein- und Armbewegung
- Anbringung der Sensoren mit elastischen Bändern unter der normalen Kleidung
- Mobile Messung: Aufzeichnung der Bewegungsdaten auf Speicherkarte
- Automatisierte Datenauswertung: Automatische Aktivitäts- und Haltungserkennung, Bestimmung der Intensität, Dauer und Häufigkeit von Tätigkeiten, Abschätzung des Energieumsatzes



## Belastungen im professionellen Bühnentanz



**Ziel:** Verringerung der Verletzungsrate bei Tänzern/innen

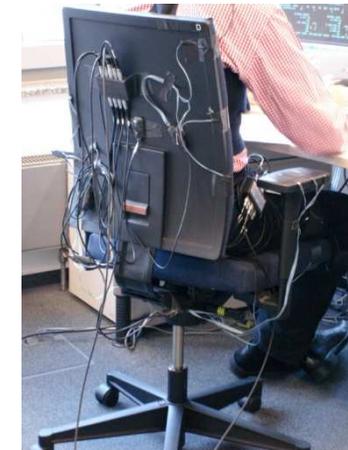
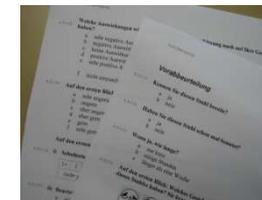
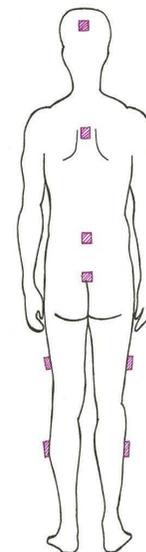




## Ergonomische Untersuchung besonderer Büro-Arbeitsstühle

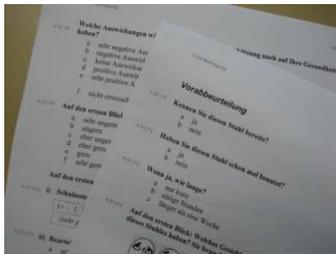
Führen besondere dynamische Büro-Arbeitsstühle im Vergleich zu einem Referenzstuhl zu einer signifikanten Verbesserung bzgl.

- Muskelaktivität.
- Sitzhaltung und –bewegung.
- physischer Aktivität und
- Komfortempfinden?





## Ergebnisse der Untersuchung

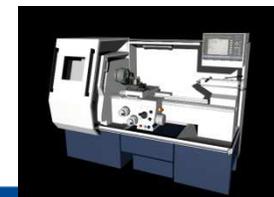
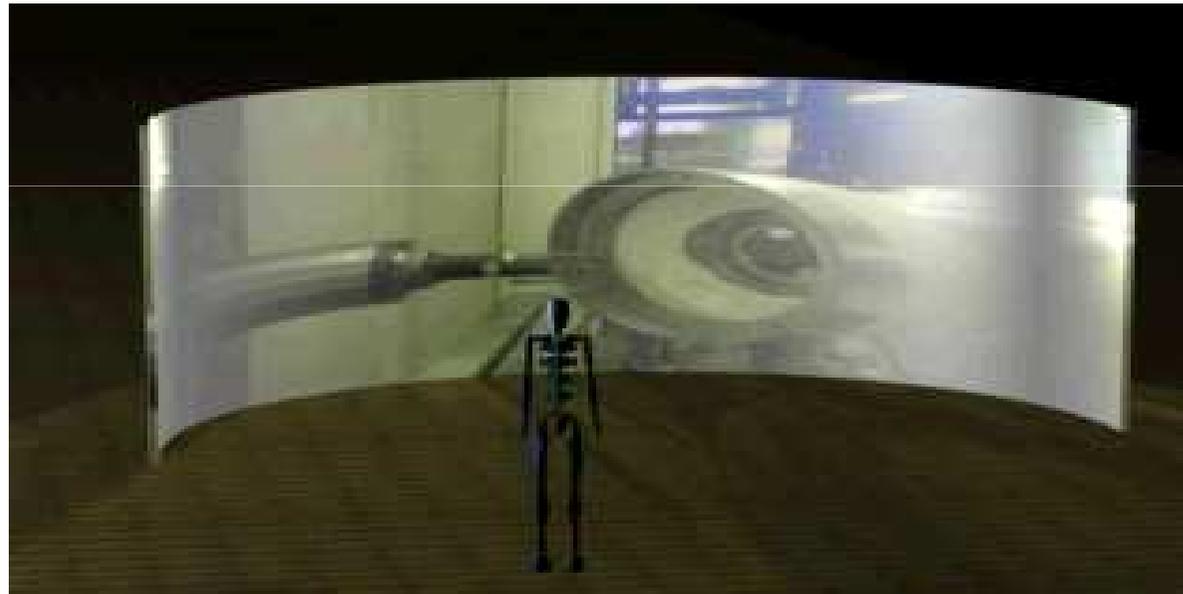


- Messtechnisch zeigten **Sitzflächenneigung**, **Sitzflächenseitneigung** und **Rückenlehnenneigung** erkennbare Unterschiede.
- Starke Abhängigkeit der Sitzdynamik und -haltung von den ausgeführten Aufgaben.
- Dynamisches Sitzen mit allen Stühlen möglich.
- Große individuelle Unterschiede bzgl. der subjektiven Bewertung einzelner Stuhleigenschaften.



Quellen: BGIA-Report 5/2008  
Praxishilfe 2009

- Unfallverhütung und Produktsicherheit
- Heute: Zuverlässigkeit von Schutzeinrichtungen
- Künftig auch: Benutzerfreundliche Schutzkonzepte
- Entwicklungsbegleitung (Forschung und Prüfung) für KMU
- Nutzung der Virtuellen Realität zur Verbesserung von Produkten



## Sicherheit & Usability durch Anwendungen in Virtueller Realität

- Produktsicherheit evaluieren während Konstruktion, Einsatz und Entsorgung mit Nutzern im Nutzungskontext
- Sicherheit und Usability in virtueller Gefahr testen; Mensch verhält sich natürlich und ist ohne Gefährdung
- Risiko-/Gefährdungsbeurteilung in VR durch interdisziplinäre Experten im Design-Review
- Produkte und Prozesse effizient variieren und Mensch-System Interaktion experimentell erforschen
- [www.dguv.de/ifa/sutave](http://www.dguv.de/ifa/sutave)



## Usability



Holz-Mehrseiten  
Hobelmaschine



## Alltagsbeispiele vs. Beispiele aus der Arbeitswelt



VS.

