

# Kooperationsprojekt MEGAPHYS

## Entwicklung eines Methodenpakets zur Gefährdungsanalyse bei physischen Belastungen

**Gemeinschaftsvorhaben von BAuA und DGUV**

**Dr. med. Ulrike Hoehne-Hückstädt  
Dr. Dirk Ditchen**

4. Fachtagung „Arbeitsplanung und Prävention - Leistung  
und Gesundheit“ am 18.12.2014

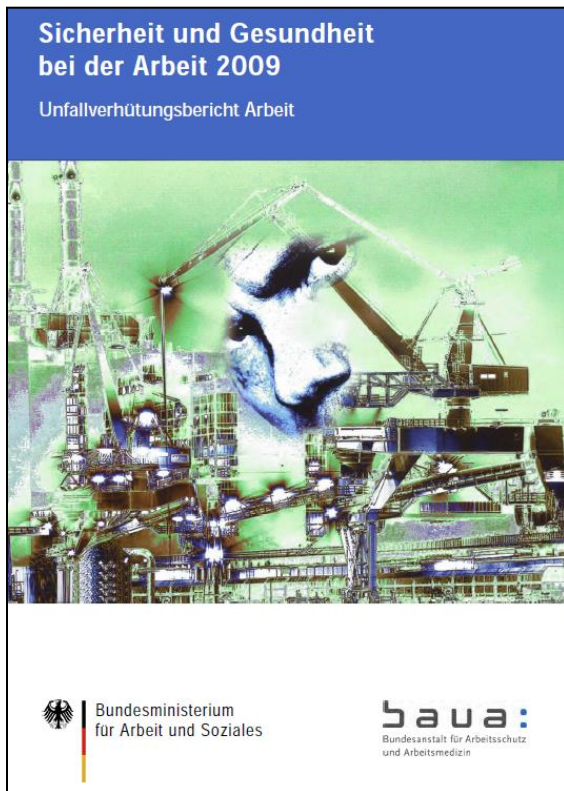
## Ko-Autoren und Projektpartner

(in alphabetischer Reihenfolge)

J Botter, F Brandstädt, H Gebhardt, U Glitsch, B Hartmann, M Jäger, C Jordan, A Klussmann, K Schaub, M Schust, A Sinn-Behrendt, U Steinberg



## MSE in Deutschland sind Ursache für ...



... Arbeitsunfähigkeit

(ca. **23% aller AU-Tage**)

... Minderung der Erwerbsfähigkeit

(ca. **26.000 neue Renten** pro Jahr)

... Produktionsausfall (**ca. 9,8 Mrd. € /a**)

... Ausfall an Bruttowertschöpfung

(**ca. 17,1 Mrd. € /a**)

# Gemeinsame Deutsche Arbeits | schutz | strategie

## Arbeitsschutzziele 2013-2018

- Verbesserung und Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes
- **Verringerung von arbeitsbedingten Gesundheitsgefährdungen und Erkrankungen im Muskel-Skelett-Bereich**
- Schutz und Stärkung der Gesundheit bei arbeitsbedingter psychischer Belastung

**Gemeinsame Arbeitsschutzziele  
2013 – 2018**  
Wichtige Themen richtig angehen



# Gefährdungsbeurteilung

Arbeitsschutzgesetz § 5 (1):

„Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen **Gefährdung zu ermitteln**, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.“

Arbeitsschutzgesetz § 6 (1):

„Der Arbeitgeber muss über die je nach Art der Tätigkeiten und der Zahl der Beschäftigten erforderlichen **Unterlagen** verfügen, aus denen das **Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung**, die von ihm festgelegten Maßnahmen des Arbeitsschutzes und das Ergebnis ihrer Überprüfung ersichtlich sind.“

## Ziele des Projekts MEGAPHYS

Bereitstellung eines Standards der Gefährdungsbeurteilung berufsbezogener körperlicher Belastungen.

→ **Verbesserung**

→ **Evaluierung**

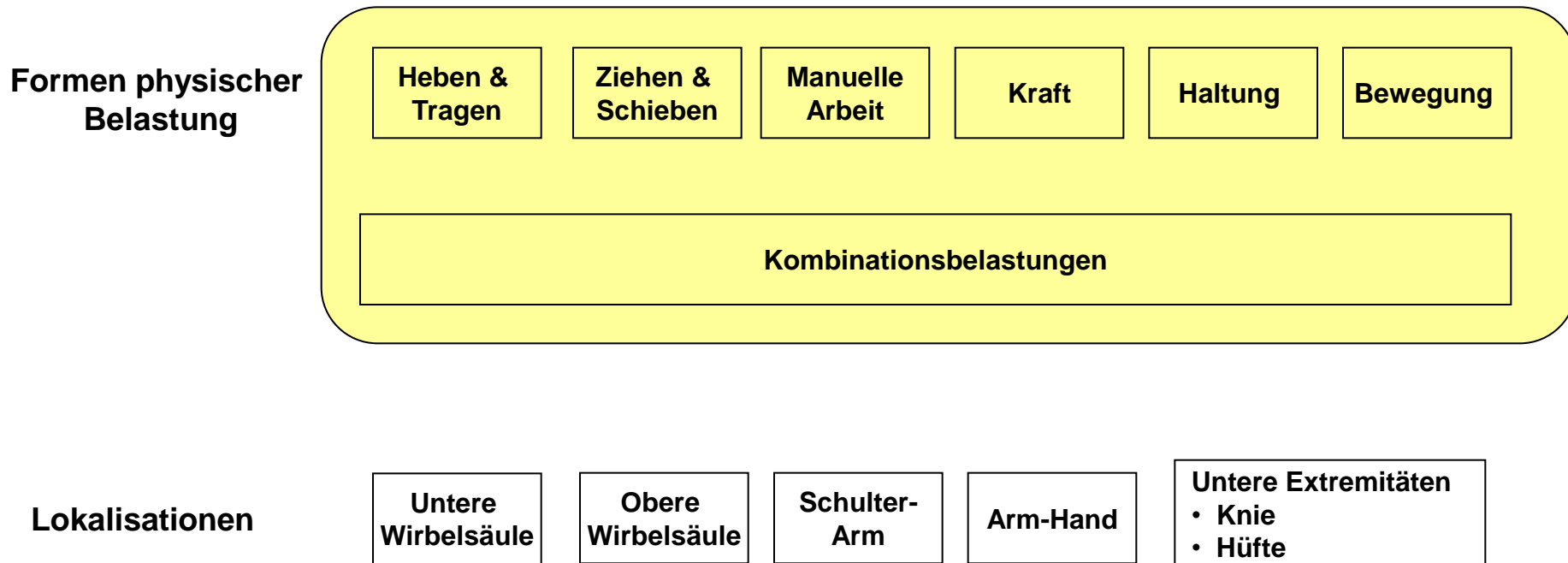
→ **Ergänzung**

} des vorhanden Methodeninventars

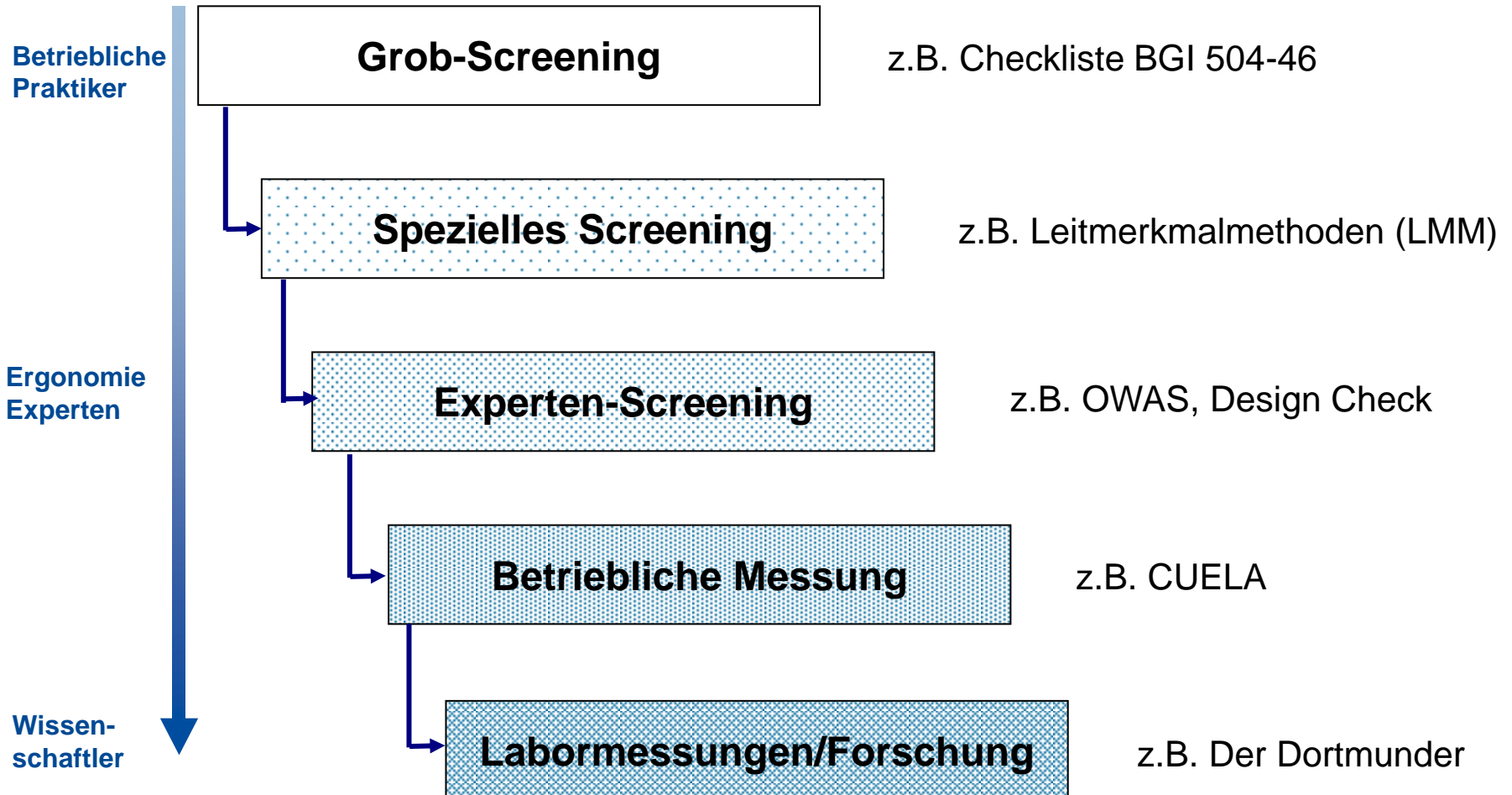
mit verschiedenen Differenzierungsstufen (Spezielles Screening, Experten-Screening, Messtechnische Analyse)

und der Beurteilung hinsichtlich verschiedener Lokalisationen.

# Formen und Lokalisationen physischer Belastung



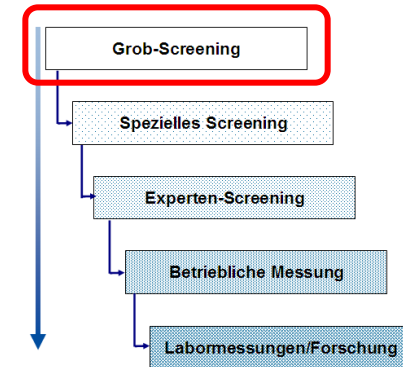
# Ebenen der Gefährdungsbeurteilung








# Beispiel: Checkliste G 46

→ Erkennen von Gefährdungen auf „Ja/Nein“-Ebene



Belastungsart	Orientierungsfrage (bezogen auf Tätigkeiten typischer Arbeitsschichten)	Erhöhte Belastung		Tätigkeits-spez. Beschwerden bekannt?																								
		Ja	Nein																									
<b>1. Manuelle Lastenhandhabung</b>																												
Heben oder Halten, Tragen  	Werden folgende Belastungen erreicht oder überschritten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Art der Last-handhabung</th> <th colspan="2">Frauen</th> <th colspan="2">Männer</th> </tr> <tr> <th>5-10 kg</th> <th>10-15 kg</th> <th>10-15 kg</th> <th>15-20 kg</th> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align:center">Häufigkeit pro Arbeitstag</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heben</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Halten, Tragen (ab 5 s Dauer)</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Art der Last-handhabung	Frauen		Männer		5-10 kg	10-15 kg	10-15 kg	15-20 kg	Häufigkeit pro Arbeitstag					Heben	100	50	100	50	Halten, Tragen (ab 5 s Dauer)	60	30	60	30			
	Art der Last-handhabung		Frauen		Männer																							
		5-10 kg	10-15 kg	10-15 kg	15-20 kg																							
Häufigkeit pro Arbeitstag																												
Heben	100	50	100	50																								
Halten, Tragen (ab 5 s Dauer)	60	30	60	30																								
Ergänzend zur Tabelle gilt: Lastenhandhabungen mit																												
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr hoher Häufigkeit niedrigerer Lastgewichte,</li> <li>• höherer Lastgewichte mit einer gewissen Regelmäßigkeit,</li> <li>• sehr ungünstigen Körperhaltungen</li> </ul> sind ebenfalls als erhöhte Belastung einzustufen.																												

Belastungsart	Orientierungsfrage (bezogen auf Tätigkeiten typischer Arbeitsschichten)	Erhöhte Belastung		Tätigkeits-spez. Beschwerden bekannt?
		Ja	Nein	
Kraft-/Druckeinwirkung bei der Bedienung von Arbeitsmitteln  	Regelmäßig erhöhte Kräfte oder erhöhte Druckeinwirkungen bei der Bedienung von Arbeitsmitteln?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4. Repetitive Tätigkeiten mit hohen Handhabungsfrequenzen</b>				
	Arbeiten ununterbrochen ab 1 Stunde mit ständig wiederkehrenden, gleichartigen Schulter-, Arm-, Hand- Bewegungen mit erhöhter Kräfteinwirkung oder in extremen Gelenkstellungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

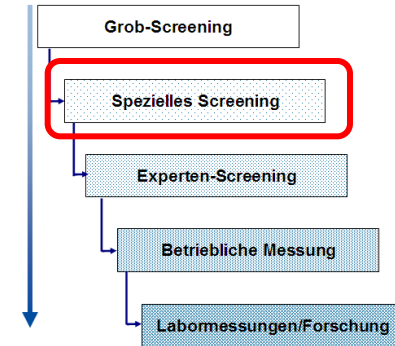
# Beispiel: Leitmerkmalmethoden (LMM)

Quelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

## Gefährdungsbeurteilung zu ...

- Heben, Halten, Tragen
- Zieh- und Schiebevorgänge
- manuelle Arbeitsprozesse

→ Risikobeurteilung von Einzeltätigkeiten anhand von „Leitmerkmalen“ und „Ampel-Schema“



Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen Version 2007

Die Gesamtbelastung ist ggf. in Teilblättern zu gliedern. Jede Tätigkeit mit erheblichen körperlichen Belastungen ist getrennt zu beurteilen.

Arbeitsplatz/Tätigkeit: \_\_\_\_\_

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)



Hebe- oder Umsetzvorgänge (t < 5 kg)		Halten (t < 5 kg)		Tragen (t < 5 kg)	
Anzahl am Arbeitsplatz	Zeitwichtung	Gesamtdauer am Arbeitsplatz	Zeitwichtung	Gesamtlänge am Arbeitsplatz	Zeitwichtung
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	5 bis 15 min	2	300 m bis < 1 km	2
40 bis < 200	4	15 min bis < 1 Stunde	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	1 Stunde bis < 2 Stunden	6	4 km bis < 8 km	6
500 bis < 1000	8	2 Stunden bis < 4 Stunden	8	8 km bis < 16 km	8
> 1000	10	> 4 Stunden	10	> 16 km	10

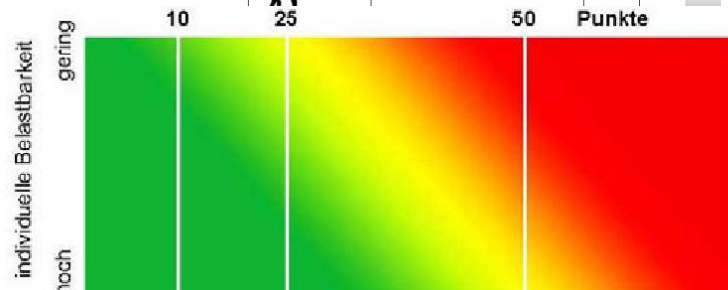
**Beispiele:**  
 • Setzen von Maschinen, Einlegen von Werkstücken in eine Maschine, • Packen von einem Container entnehmen und auf ein Band legen  
 • Heben und Führen eines Gegenstands bei der Bearbeitung an einem Arbeitstisch, • Halten einer Handbohrmaschine, • Führen einer Motorsäge  
 • Mitbewegert • Tragen von Gegenständen von Liege zum Aufsteller

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen

Wirksame Last* für Männer	Leistung	Wirksame Last* für Frauen	Leistung
< 10 kg	1	< 5 kg	1
10 bis < 20 kg	2	5 bis < 10 kg	2
20 bis < 30 kg	4	10 bis < 15 kg	4
30 bis < 40 kg	7	15 bis < 25 kg	7
> 40 kg	25	> 25 kg	25

\* Mit der wirksamen Last ist die Gewichtskraft bzw. Zug/Stoßkraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausüben muss. Sie entspricht nicht immer der Lastmasse. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 %, bei der Verwendung einer Schubkarre oder Sackkarre nur 10 % der Lastmasse.

Charakteristische Körperhaltungen und Lastpositionen <sup>1)</sup>	Körperhaltung, Position der Last	Haltungswichtung
	• Oberkörper aufrecht, nicht verdreht • Last am Körper	1
	• geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers • Last am Körper oder kopfnah	2



Ausführungsbedingungen	Ausf.-wichtung
ergonomische Bedingungen, z. B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Bereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, Lichtbedingungen	0
Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z. B. Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitstafel unter 1,5 m <sup>2</sup> reichend oder 2. Gangsicherheit durch ebener, weichen Boden eingeschränkt)	1
Eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (Patiententransfer)	2

3. Schritt: Bewertung  
 z. Diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen.

$$\begin{matrix}
 \text{Leistungswichtung} \\
 + \\
 \text{Haltungswichtung} \\
 + \\
 \text{Ausführungsbedingungenwichtung} \\
 = \\
 \text{Summe}
 \end{matrix}
 \times \begin{matrix}
 \text{Zeitwichtung} \\
 = \\
 \text{Punktewert}
 \end{matrix}$$

10 des errechneten Punkteertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.<sup>2)</sup> Unabhängig davon gelten die Bestimmungen des Mutterschutzgesetzes.

Iskobereich	Punkteert	Beschreibung
< 10	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unbedeutend.
10 bis < 25	10 bis < 25	Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermehrt belastbaren Personen <sup>3)</sup> möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
> 25	> 25	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angebracht. <sup>4)</sup>
> 50	> 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. <sup>5)</sup>

1) In den mit negativen Punkteerten sind die Belastung des Muskel-Skelettsystems zuzunehmen. Die üblichen und aufgrund der individuellen Arbeitszeiten und Leistungsanforderungen bedingt als Größtmöglichkeit verstanden werden. 2) In diesen Zusammenhängen Beschäftigte, die älter als 40 oder jünger als 21 Jahre alt, in Vorkursen, in Vorkursen und in Vorkursen. 3) Personen, die durch Beschäftigung in Vorkursen, in Vorkursen und in Vorkursen. 4) Personen, die durch Beschäftigung in Vorkursen, in Vorkursen und in Vorkursen. 5) Personen, die durch Beschäftigung in Vorkursen, in Vorkursen und in Vorkursen.

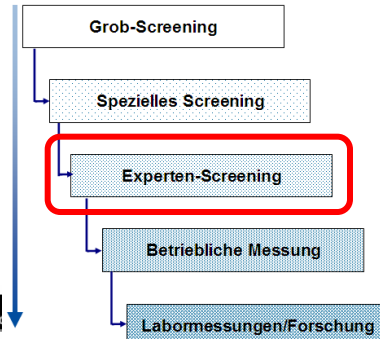
aus sonstigen Gründen erforderlich:

Beurteilt von: \_\_\_\_\_

2) und Arbeitsmedizin und Länderausschuss für Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit 2007

# Beispiel: Design Check

Quelle: Institut für Arbeitswissenschaft an der TU Darmstadt



IAD Erhebungsbogen zu **Design Check** (Version 1.4)

Firma / Abteilung:	Tätigkeit / Arbeitsplatz:	Bemerkungen:	Analytiker: Datum: Uhrzeit:
--------------------	---------------------------	--------------	-----------------------------------

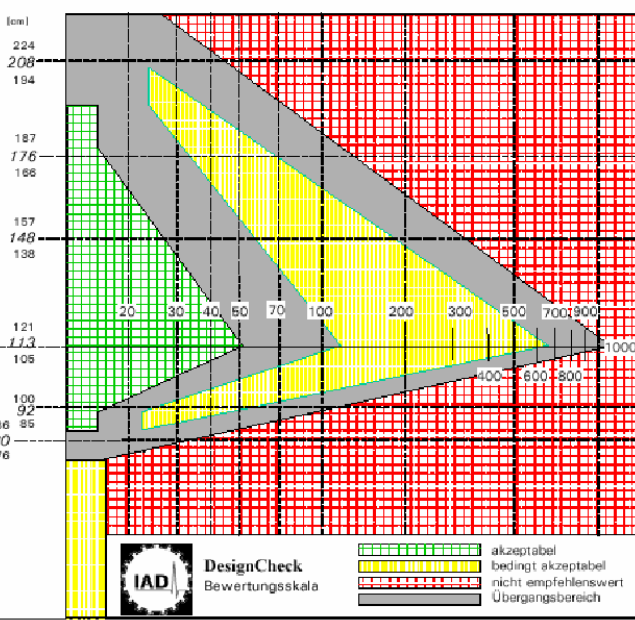
bezogen auf Körperhöhe (cm) Männer: P5 bis P95, mit Bezugsmaß von P50

**Körperhaltung**

Blicklinie nach oben (statisch) und zur Seite geneigt

normale Blicklinie (30°) (Neutral-Null-Stellung)

Blicklinie nach unten (statisch) und zur Seite geneigt



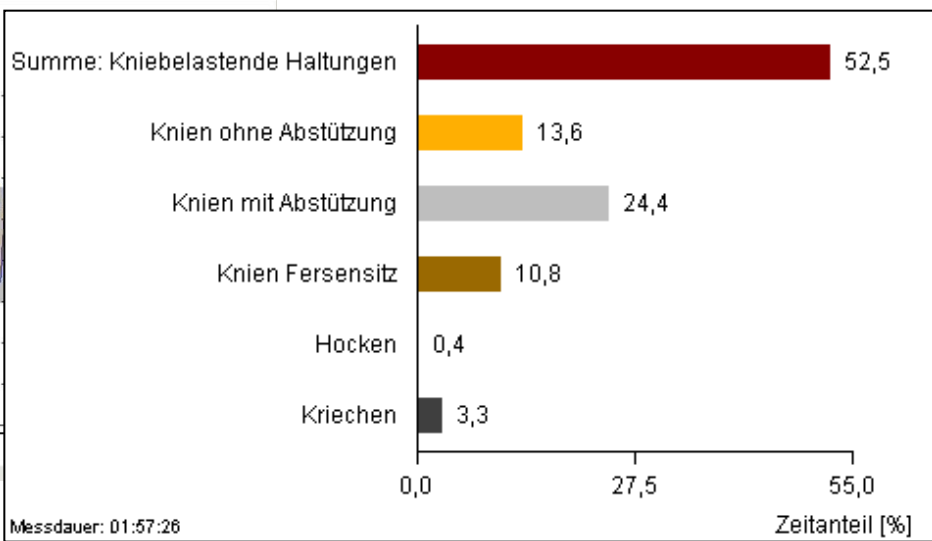
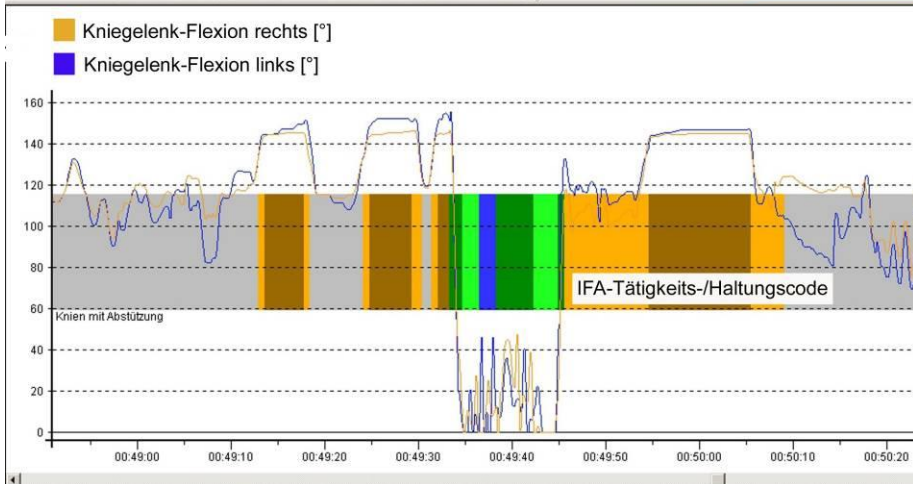
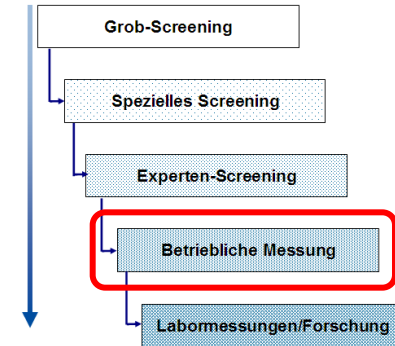
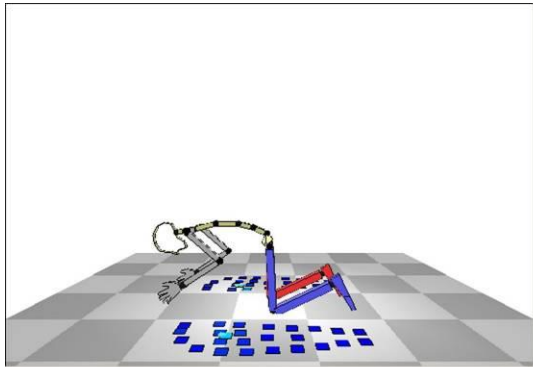
Erhebungsbogen zu **Design Check** (Version 1.4)

	grün - gelb	gelb	rot	score
misch	überwiegend	niedrigfrequent dynamisch	hochfrequent oder statisch (großer Anteil an Halteungsarbeit)	
beugt x Ab-/tdig x	leicht seitlich - gebeugt/seitl. gebeugt x Abstützung möglich x (10 - <40)/Schicht - (40 - < 200)/Schicht	stark seitlich gebeugt u. gedreht. Beugung nach hinten x Abstützung nicht vorhanden x (200 - <500)/S. bzw. >500/Schicht		x
gleich x cm) x	überwiegend freie Haltung x mittlerer Abstand zum Körper (21 - 55 cm) x (10 - <40)/S. bzw. (40 - < 200)/Schicht	erzwungene Armhaltung x körperfern (> 55 cm) x (200 - <500)/S. bzw. >500/Schicht		x
8kg	15kg 25% F <sub>max</sub> gering	20kg 30% F <sub>max</sub> häufig	25kg o. 33kg 40% F <sub>max</sub> überwiegend	> 40kg 70% F <sub>max</sub> ständig
misch	überwiegend	niedrigfrequent dynamisch	hochfrequent oder statisch	
forderlich	mittlere Präzision erforderlich	hohe bis sehr hohe Präzision erforderlich		x
x cm) x	überwiegend normale Stellung x mittl. Entfernung z. Körper (21 - 55)cm x (40 - <160)/ S. bis (160 - <800)/Schicht	extrem abweichend x körperfern (>55 cm) / bzw. ganz eng am Körper x (800 - 2000)/S. bzw. >2000/ S.		x
	25N gering	50N häufig	80N überwiegend	> 120N ständig
ne, Knie- u. odens u.a.	teilweise eingeschränkte Bewegungsfreiheit bzw. Zugänglichkeit des Arbeitsbereiches	Standfläche nicht ausreichend vorhanden, keine Bewegungsfreiheit und Zugängl., uneben, Verletzungsgefahr		x
bei Montage	überwiegend optimale Sichtbedingung	Sichtverhältnisse beeinträchtigen Arbeitsperson (Körperhaltung)		x
habung der iswerte Pro-	eingeschränkte Handhabung, Aus- und Umbau von Komponenten	Betriebsmittel / bzw. Produkt: Neugestaltung empfehlenswert		x
wingungen x	überwiegend keine oder nur geringe x geringe Beeinträchtigung x (40 - <160)	im Resonanzbereich des Körpers x erhebliche Beeinträchtigen x (800 - 2000) > 2000/Schicht		x

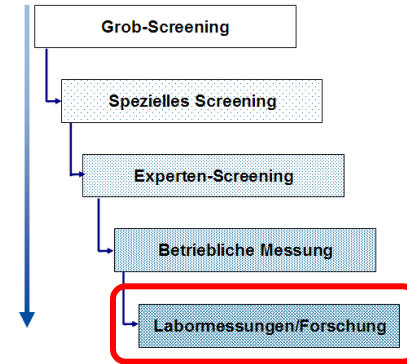
**Verbesserungsvorschläge:**

# Beispiel: CUELA-Messungen

Quelle: Institut für Arbeitsschutz der DGUV

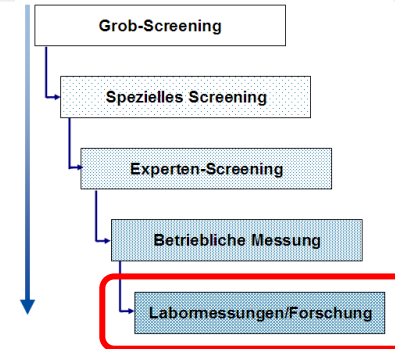


# Beispiel: VICON-Messungen

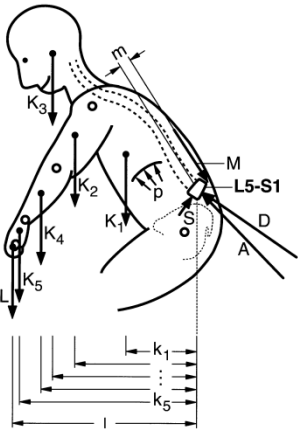


# Beispiel: Computer-Simulationswerkzeug – Der Dortmund

Quelle: Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund



**Kinetik-Modell**  
beugende Momente,  
aufrichtende Momente  
→ resultierende BS-Kräfte



**Kinematik-Modell**  
Überlagerung von  
Segmentrotationen

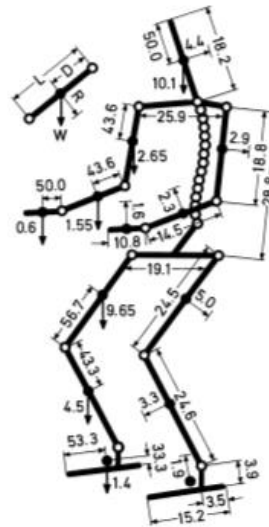
$$\vec{a}_{S_k} = \vec{a}_{P_k} + (\vec{\omega}_k \times \vec{P}_k S_k)^{\circ}$$

$$\vec{a}_{P_k} = \sum_{i=1}^{k-1} (\vec{\omega}_i \times \vec{P}_i P_{i+1})^{\circ}$$

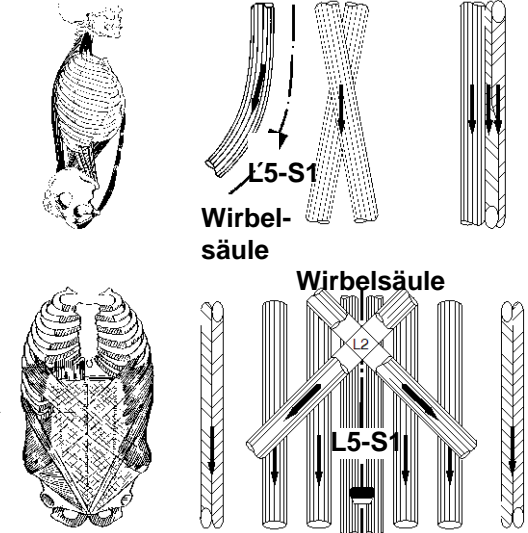
$$\vec{a}_{P_2} = \vec{a}_{P_1} + (\vec{\omega}_1 \times \vec{P}_1 P_2)^{\circ}$$

$$\vec{a}_{P_1} = \vec{0}$$

**Skelett-Modell**  
Segmentmaße  
und -gewichte



**Muskel-Modell (Lumbalbereich)**  
Anatomie Simulation



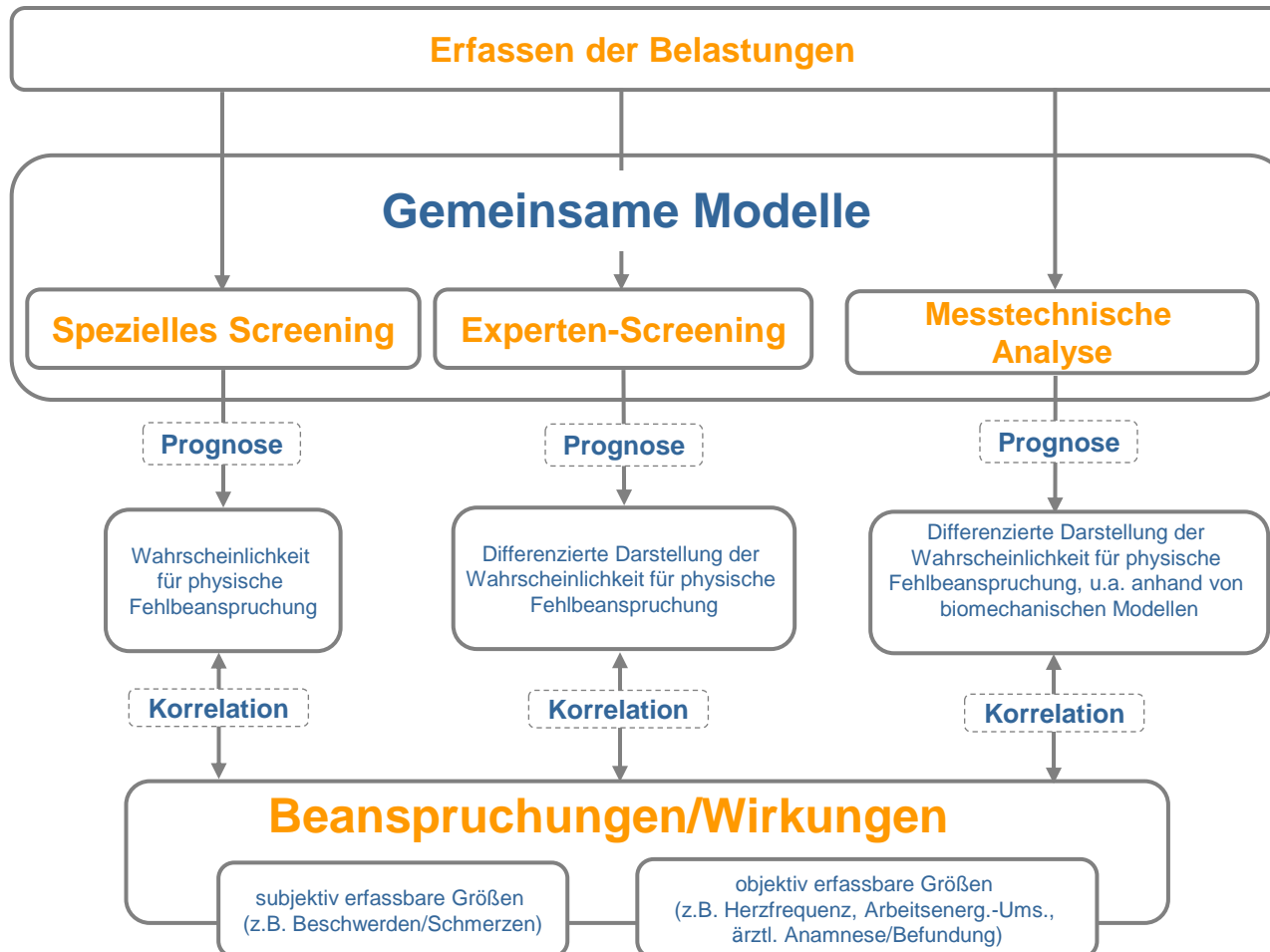
**Prinzip**  
*hier: 2-D statisch*

**Bewegung**  
*hier: 2-D dynamisch*

**32 Segmente**  
**29 Gelenke**

**14 Muskeln**  
**9 Kraft-Vektoren**

# Grundstruktur MEGAPHYS



## geplante Projektlaufzeit: 2013 - 2017

### Arbeitspakete

1. Literaturrecherche

2. Zustandsanalyse

3. Entwicklung von Bewertungsmodellen

4. Vorstudien in der betrieblichen Praxis

5. Entwicklung und Evaluation

6. Revision und Nachvalidierung

7. Zusammenfassung der Ergebnisse



## Erwartete Ergebnisse

Es soll eine

- umfangreiche in sich abgestimmtes Verfahrensgruppe zur Gefährdungsbeurteilung physischer Belastungen bieten und somit eine
- Grundlage für die Prävention arbeitsbezogener Muskel-Skelett-Erkrankungen bilden.
- Es hat Konsequenzen für die Entwicklung der ergonomischen Qualität der Arbeit einschließlich alternsgerechter Arbeitsbedingungen.