

# Arbeitssystemgestaltung für Maschinen- und Systemsicherheit

Peter Nickel, Peter Bärenz, Siegfried Radandt,  
Michael Wichtl, Urs Kaufmann, Luigi Monica,  
Hans-Jürgen Bischoff, Manobhram Nellutla



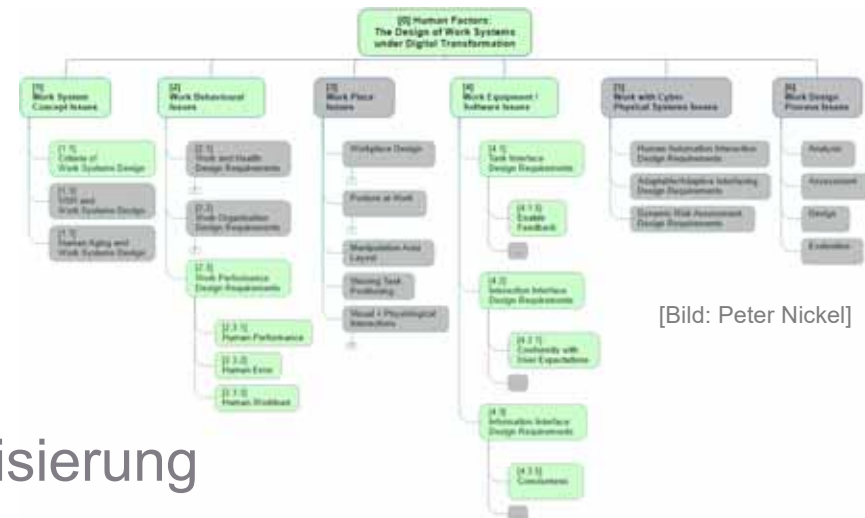
7. DGUV Fachgespräch „Ergonomie“  
25.-26.11.2019, DGUV Congress Tagungszentrum, Dresden

# Agenda

## ■ IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

## ■ Gestaltungsaspekte der Mensch-System-Interaktion

- Arbeitssystem
- Arbeitsverhalten
- Arbeitsplatz
- Arbeitsmittel
- Herausforderungen  
Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung



## ■ Zusammenfassung

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)

# International Social Security Association (ISSA) Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS)

## ■ IVSS

- Internationales Engagement für soziale Sicherheit

## ■ Besonderer Ausschuss für Prävention

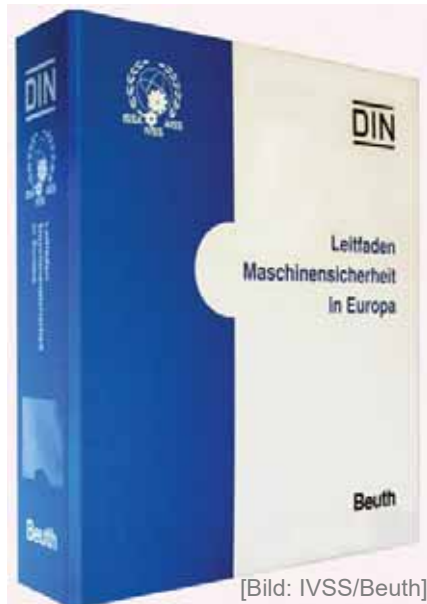
- Aktivitäten für Verbesserungen im Arbeitsschutz koordinieren
- Internationalen Erfahrungsaustausch organisieren
- 14 Sektionen

### ISSA INTERNATIONAL SECTIONS ON THE PREVENTION OF OCCUPATIONAL RISKS




[Bild: ISSA]

# IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit



[Bild: IVSS/Beuth]



ISSA Section Machine and System Safety

Home | About us | Control Devices | Digital Manufacturing | Explosion Protection | Human Factors | Stop Defeating | Membership | Useful Links

**News**

**Cyber Security in Small Enterprises**  
 Also small enterprises become victims of hacker attacks! Devices and machines with an Internet connection still have many security gaps. And more than...  
[Read more](#)

**Events**

**Nov. 25th, 2019 | Rome**

**Seminar INAIL-ISSA**  
 Emerging risks in industry 4.0: innovative approaches for safety and security  
[Bookings](#)  
 On November 25th, an international seminar on emerging risks.  
[Read more](#)

**Prevent Groups**

- Control Devices**  
 Detect and consider developments in the field of control devices concerning safety and security of machines.  
[Learn more](#)
- Digital Manufacturing**  
 Challenges from digital transformation for the system and its elements man-machine-environment.  
[Learn more](#)
- Explosion Protection**  
 Evaluation of explosion risks and classification of measures for machines, conveyors and modularization of plants.  
[Learn more](#)
- Human factors, ergonomics and safe machines**  
 Human factors and ergonomic design requirements regarding occupational safety and health and emphasizing future work systems.  
[Learn more](#)
- Stop defeating of safeguards on machinery**  
 Specific information directly accessible to the parties involved in this topic: manufacturers, suppliers and users of machinery.
- General information**  
 Here you find information on membership and members.  
[Learn more](#)

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)

Prevention. International.

# IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

ISSA Section **Machine and System Safety**



## HUMAN FACTORS, ERGONOMICS AND SAFE MACHINES

[Home](#) | [About us](#) | [Control Devices](#) | [Digital Manufacturing](#) | [Explosion Protection](#) | **[Human Factors](#)** | [Stop Defeating](#) | [Membership](#) | [Useful Links](#)

[Home](#) | [Human Factors](#)

### Contact

Hans-Jürgen Bischoff  
ISSA-Section Machine and System Safety,  
Mannheim, Germany

<mailto:scholl@ivss.org>

### News



### Welcome

Welcome to the new website of our ISSA-Section Machine and System Safety! Our aim is to improve safety and health at work in the field of machine and...

[Read more](#)



## Activities Human factors, ergonomics and safe machines

The working group reviews, selects, and presents design requirements and recommendations according to Occupational Safety and Health as well as Human Factors and Ergonomics. This is to inform about how to integrate Human Factors and Ergonomics design requirements into machinery construction, in workplace and equipment design and in human-system interaction in practice.

Human Factors and their interactions workload, which i

[www.safe-machines-at-work.org/human-factors](http://www.safe-machines-at-work.org/human-factors)

With some future work systems remaining unchanged, others in the context of digital manufacturing may develop into new systems. For Human Factors

[www.issa.int](http://www.issa.int)



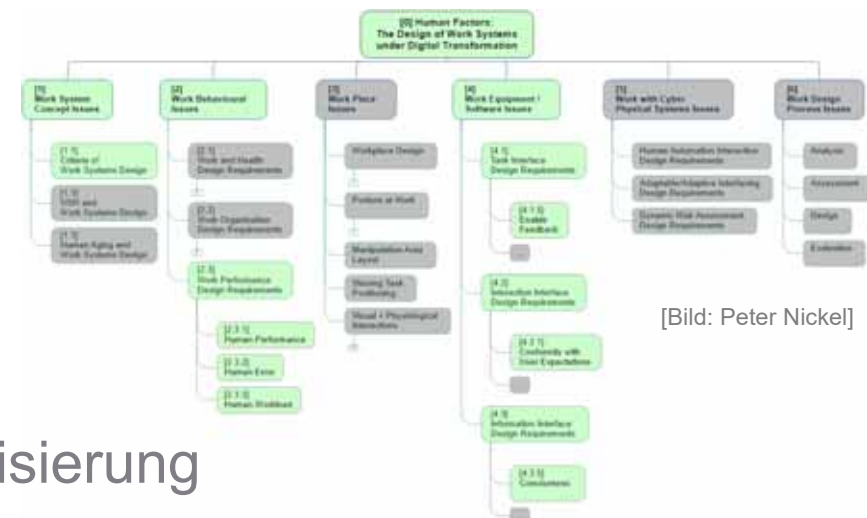


# Agenda

## ■ IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

## ■ Gestaltungsaspekte der Mensch-System-Interaktion

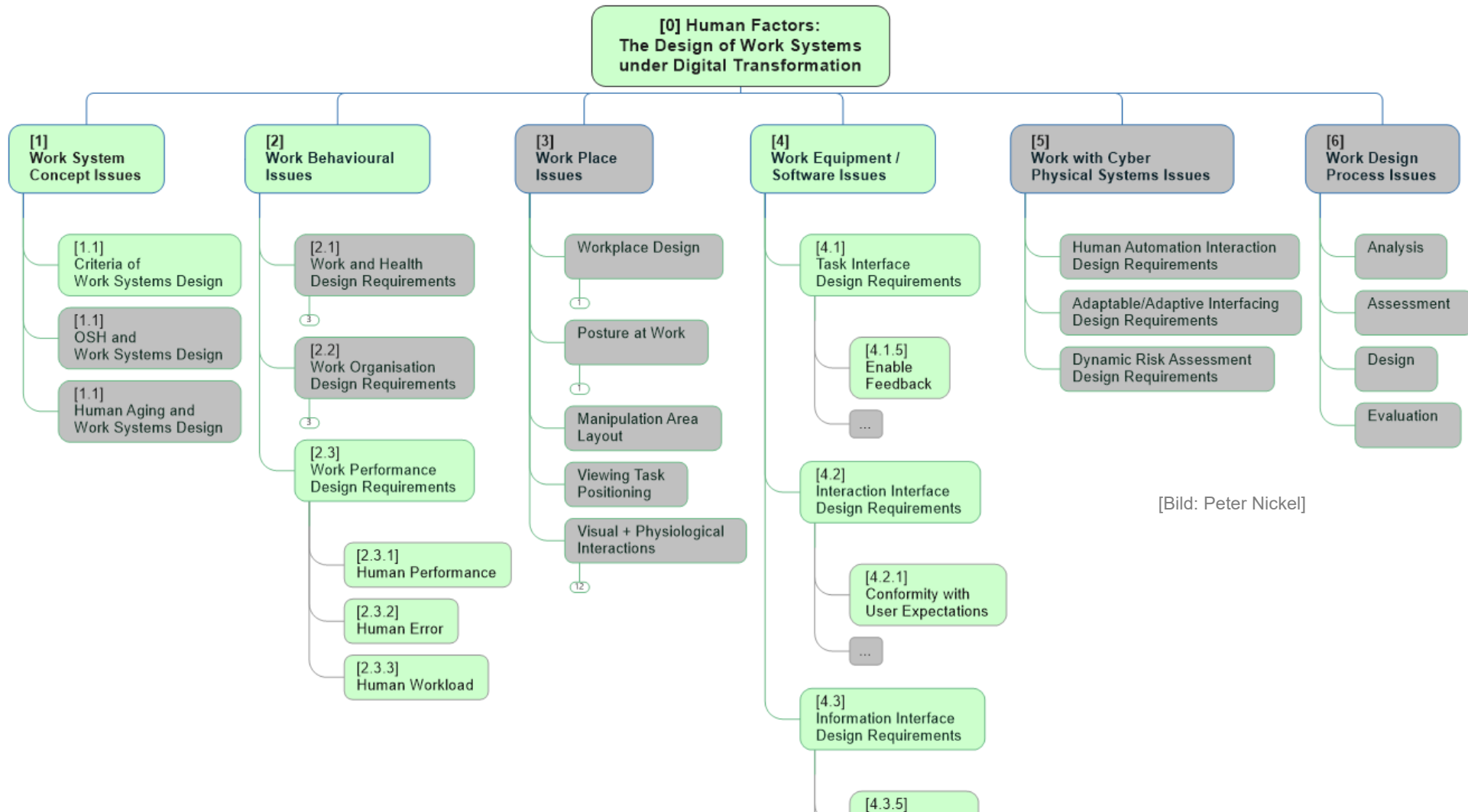
- Arbeitssystem
- Arbeitsverhalten
- Arbeitsplatz
- Arbeitsmittel
- Herausforderungen  
Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung



## ■ Zusammenfassung

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)

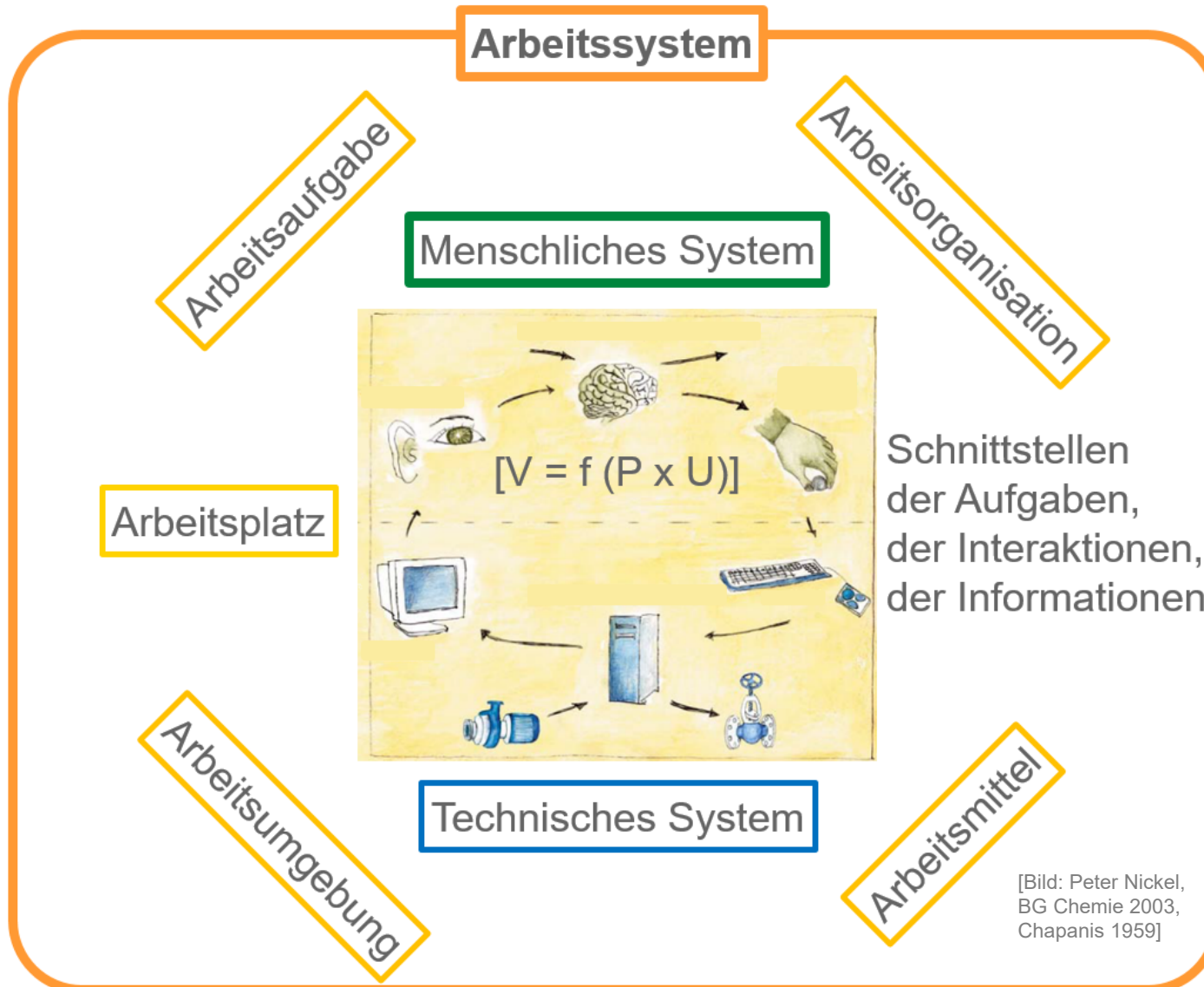
# Gestaltungsaspekte Mensch-System-Interaktion



[Bild: Peter Nickel]

[www.safe-machines-at-work.org/human-factors](http://www.safe-machines-at-work.org/human-factors)

# Das Konzept der Arbeitssystemgestaltung



[Bild: Peter Nickel, BG Chemie 2003, Chapanis 1959]

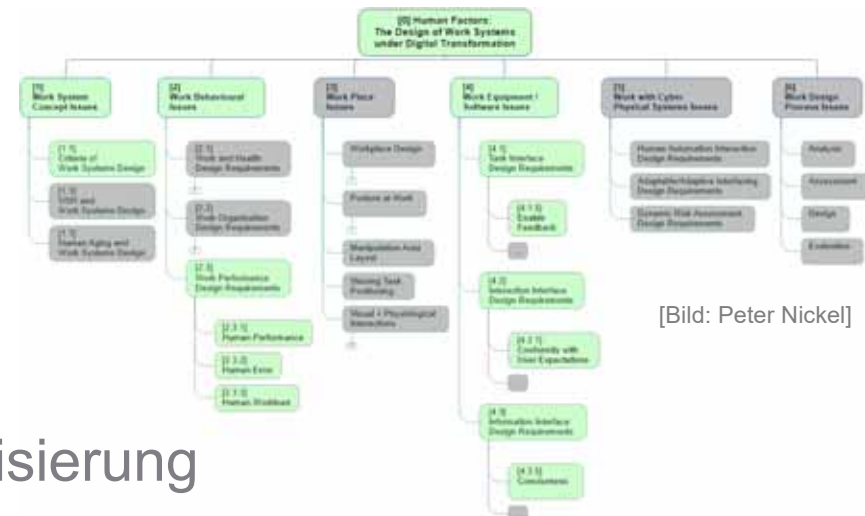


# Agenda

## ■ IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

## ■ Gestaltungsaspekte der Mensch-System-Interaktion

- Arbeitssystem
- Arbeitsverhalten
- Arbeitsplatz
- Arbeitsmittel
- Herausforderungen  
Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung



## ■ Zusammenfassung

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)

# Arbeitsverhalten – Belastung und Beanspruchung

## Human Workload

Physical and mental stress is the total of all assessable influences impinging upon a human being from external sources and affecting that person physically and mentally.

Physical and mental strain is the immediate effect of physical and mental stress within the individual; with their current condition potentially having a moderating effect.

Work stress and work strain are crucial for assessments of work systems design, measurement and differentiation with regard to human factors.

Work stress  
stress-s

**Physische und psychische Belastung ist die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und physisch sowie psychisch auf ihn einwirken.**

References.

- EN ISO 10075-1:2017. Ergonomic principles related to mental workload - Part 1: General issues and concepts, terms and definitions. Brussels: CEN
- Hacker (2011). Mental workload. In: Stellmann, J.M. (ed.) ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety (vol. 1, 29.41-43). International Labour Office



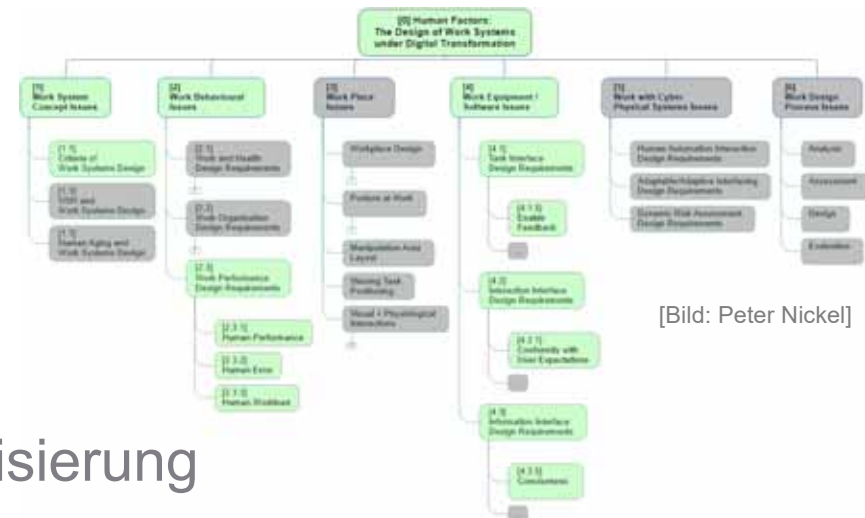
[www.safe-machines-at-work.org/human-factors](http://www.safe-machines-at-work.org/human-factors)

# Agenda

## ■ IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

## ■ Gestaltungsaspekte der Mensch-System-Interaktion

- Arbeitssystem
- Arbeitsverhalten
- Arbeitsplatz
- Arbeitsmittel
- Herausforderungen  
Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung



## ■ Zusammenfassung

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)

# Arbeitsplatz – Anordnung von Anzeigen und Stellteilen

## ■ Definition

- Das Blickfeld bestimmt den Ort für (besonders wichtige) Anzeigen und Stellteile während der Aufgabenbearbeitung.

## ■ Erläuterung

- Anzeigen und Stellteile werden angeordnet nach Arbeitsaufgabe, -positionen, Anthropometrie und Informationsverarbeitung.
- Anordnung an Maschine im optimalen Blickfeld um die Blicklinie und in ähnlicher Sichtentfernung ergibt weniger Fehler und psychische Ermüdung.

## ■ Beispiel

- Anzeigen stellen wichtige Informationen im optimalen Blickfeld um die Blicklinie dar.



## ■ Literatur

- Reihe EN 894 bzw. ISO 9355: Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teile 1-4. CEN, Brüssel (2010).

# Agenda

## ■ IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

## ■ Gestaltungsaspekte der Mensch-System-Interaktion

- Arbeitssystem
- Arbeitsverhalten
- Arbeitsplatz
- Arbeitsmittel
- Herausforderungen  
Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung

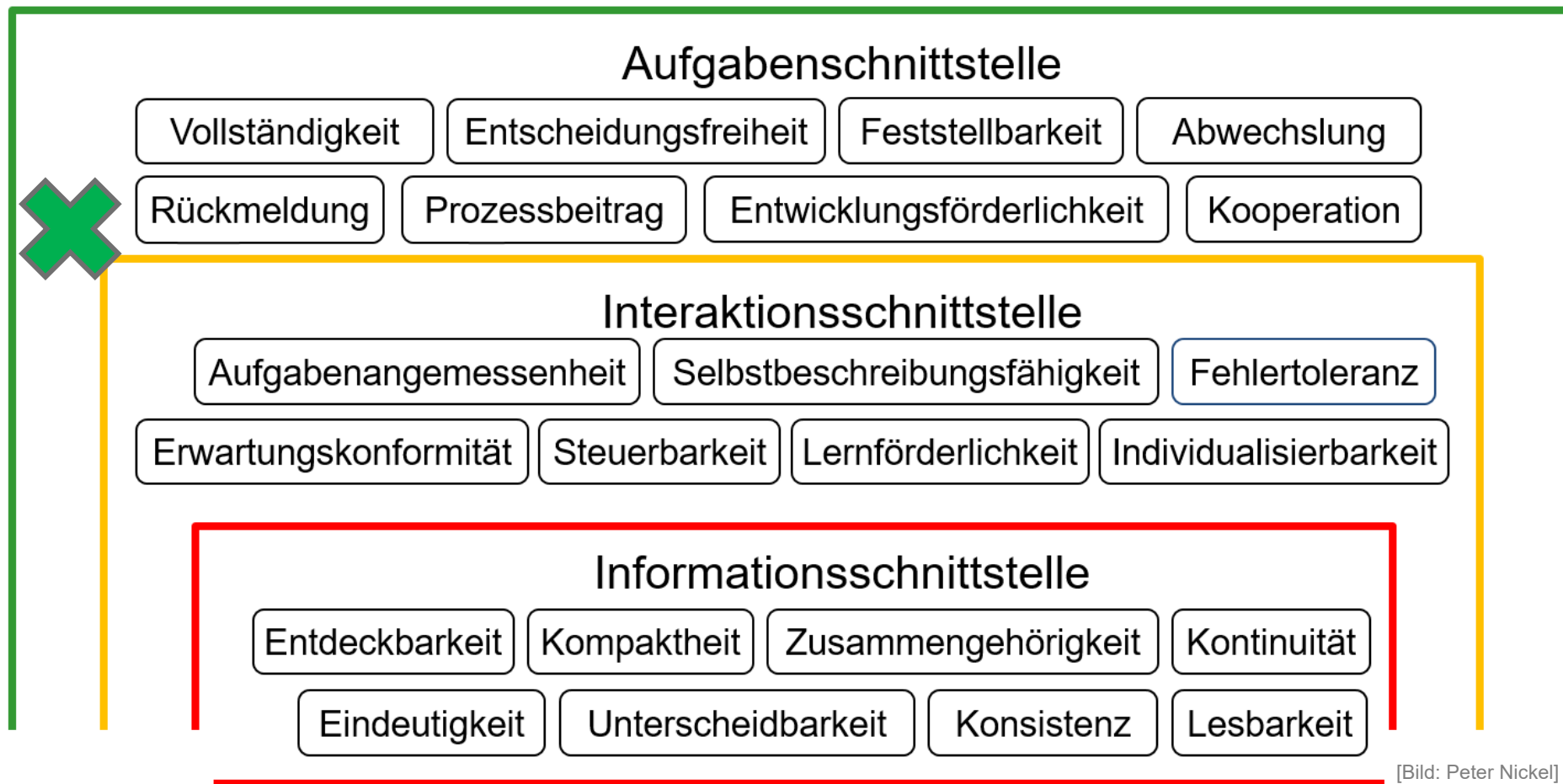


## ■ Zusammenfassung

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)



# Arbeitsmittel – Hierarchie der Schnittstellen



[Bild: Peter Nickel]

[DGUV Information 215-450 Softwareergonomie, 2016]

# Arbeitsmittel – Aufgabenschnittstelle

## Task Interface Design Requirements – Enable Feedback

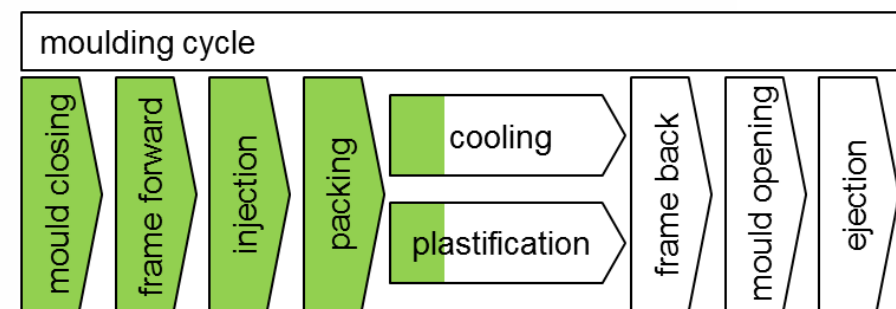
Among the task interface design requirements "Enable Feedback" is important to allow the operator to perform his/her task.

Machinery should inform operator about operations available and provide feedback about operations currently applied in the work process.

Operator decides whether systems task goals have been achieved and whether adjustments are required.

Operators require feedback about their own and the systems task to maintain job control, to coordinate interactions and to optimise workload.

Figure shows batch procedure of injection moulding machine that provides visual feedback to operator about production process.



[Bild: Peter Nickel]

### References:

- EN 614-2:2008. Safety of Machinery – Ergonomic design principles – Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks – Task design. Brussels: CEN
- Kantowitz, B.H., Sorkin, R.D. (1983). Human factors: Understanding people-system relationships. Wiley, New York.
- Wickens, C.D., Hollands, J.G., Banbury, S., Parasuraman, R. (2013). Engineering Psychology and Human-Computer Interaction. Pearson, Upper Saddle River.

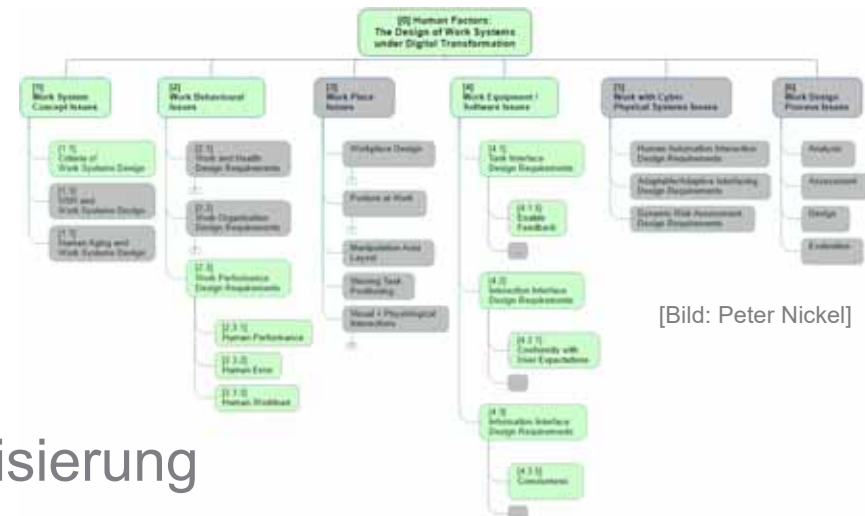
[www.safe-machines-at-work.org/human-factors](http://www.safe-machines-at-work.org/human-factors)

# Agenda

## ■ IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

## ■ Gestaltungsaspekte der Mensch-System-Interaktion

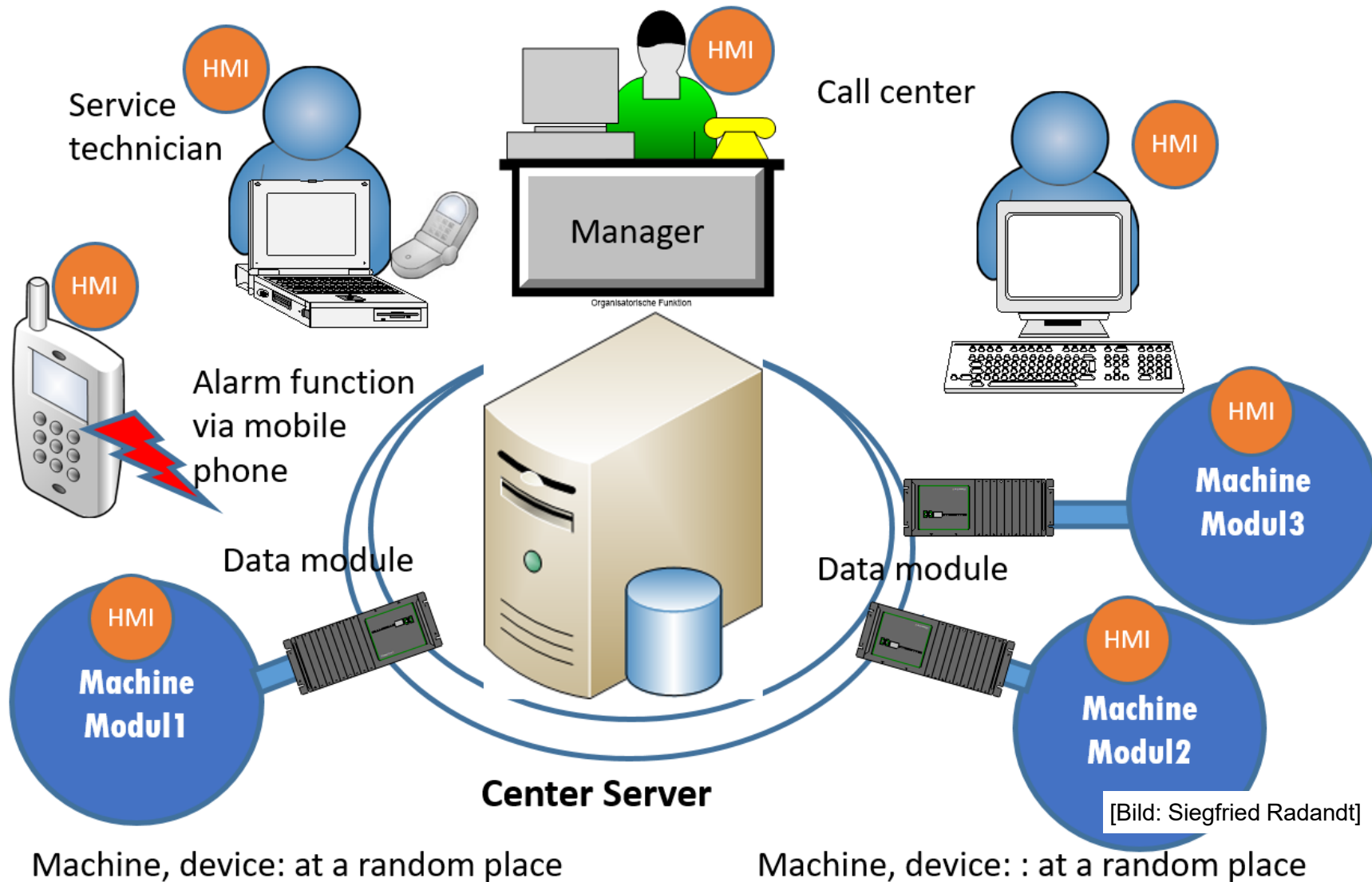
- Arbeitssystem
- Arbeitsverhalten
- Arbeitsplatz
- Arbeitsmittel
- Herausforderungen  
Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung



## ■ Zusammenfassung

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)

# Herausforderungen – Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung

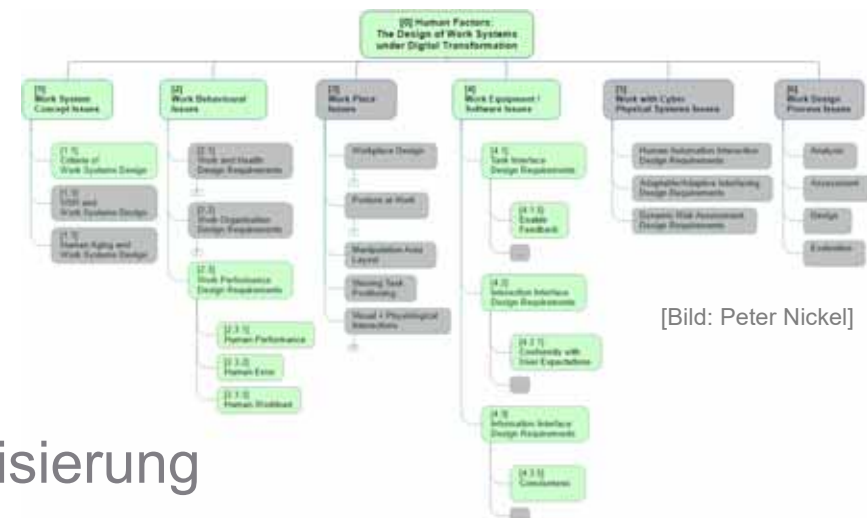


# Agenda

## ■ IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

## ■ Gestaltungsaspekte der Mensch-System-Interaktion

- Arbeitssystem
- Arbeitsverhalten
- Arbeitsplatz
- Arbeitsmittel
- Herausforderungen  
Digitalisierung, Vernetzung, Dynamisierung



## ■ Zusammenfassung

[www.safe-machines-at-work.org](http://www.safe-machines-at-work.org)



Prävention

Arbeitswissenschaftliche Kooperationen unter dem Dach der Internationalen Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS)

## Human Factors in der Systemsicherheit

Die Arbeitsgruppe Human Factors der IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit erläutert Anforderungen an die Konstruktion von Maschinen und technischen Anlagen für eine sichere und gesunde Mensch-System-Interaktion.

### IVSS-Sektion Maschinen- und Systemsicherheit

Die Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS; englisch: International Social Security Association, ISSA) setzt sich für soziale Sicherheit ein. Der „Besondere Ausschuss für Prävention“ der IVSS mit 14 Sektionen engagiert sich für einen verbesserten Arbeitsschutz durch internationalen Erfahrungsaustausch in einer zunehmend globalisierten Arbeitswelt. Die IVSS-Sektion Maschinen- und Systemsicherheit mit Sitz bei der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN) arbeitet mit diesem Ziel an den Themen Steuerungen, Digitalisierung technischer Systeme, Explosionsschutz, Human Factors, Ergonomie und Sichere Maschinen sowie Verhütung der Manipulation von Schutzvorrichtungen.<sup>1</sup>

**Arbeitsgruppe Human Factors, Ergonomie und Sichere Maschinen**  
Die Internetplattform der internationalen Arbeitsgruppe Human Factors, Ergonomie und Sichere Maschinen (kurz: Human Factors; Bild 1):

- beschreibt das Konzept der Arbeitssystemgestaltung aus der Ergonomie [DIN EN ISO 6385]. Das Konzept systematisiert Anforderungen an eine ergonomische, sichere und gesunde Gestaltung und gibt eine Orientierung für den ergo-

### Autor



Foto: Sabine/FX

**Dr. Peter Nickel**  
Sachgebiet Mensch-System-Interaktion  
Im Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)  
E-Mail: peter.nickel@dguv.de

Bild 1: Human Factors in der Maschinen- und Systemsicherheit



Foto: Screenshot von www.safe-machines-at-work.org

nomischen Gestaltungsprozess von Maschinen und technischen Anlagen.

- selektiert und erläutert ergonomische Anforderungen mit praktischen Empfehlungen für die Gestaltung von Mensch-System-Interaktionen.
- unterstützt die zukünftige, Digitalisierung, Dynamisierung und Vernetzung in Arbeits- und Produktionsprozessen zu bearbeiten. Für die Prävention werden Prozesse menschlicher Informationsverarbeitung während Mensch-System-Interaktionen relevanter. Mithilfe der Kriterien zur arbeitswissenschaftlichen Bewertung von Arbeitssystemen kann abgeschätzt werden, inwieweit die Gestaltung von Arbeitsbedingungen Ziele von Human Factors erreicht. Vorgelegt werden auch Anforderungen an eine alters- und altersgerechte, barrierefreie und ergonomische Gestaltung.

### Human Factors in der Maschinen- und Systemsicherheit

Anforderungen an ergonomische, sichere und gesunde Mensch-System-Interaktionen mit Maschinen und technischen Anlagen werden durch die Arbeitssystemgestaltung strukturiert. Besonders interessieren komplexe ergonomische Schnittstellen zwischen humanen und

technischen Systemen mit wechselseitiger Kommunikation und aufgabenbezogenen Informationsdarstellungen (wahrnehmen – verarbeiten – handeln).

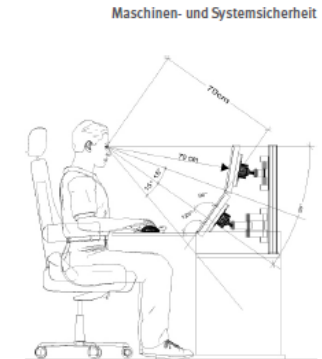
Die Herausforderungen von Digitalisierung, Dynamisierung und Vernetzung in Arbeits- und Produktionsprozessen zu bearbeiten. Für die Prävention werden Prozesse menschlicher Informationsverarbeitung während Mensch-System-Interaktionen relevanter. Mithilfe der Kriterien zur arbeitswissenschaftlichen Bewertung von Arbeitssystemen kann abgeschätzt werden, inwieweit die Gestaltung von Arbeitsbedingungen Ziele von Human Factors erreicht. Vorgelegt werden auch Anforderungen an eine alters- und altersgerechte, barrierefreie und ergonomische Gestaltung.

- (2) **Das Arbeitsverhalten des Menschen:** Das Verhalten des Menschen in der Arbeitssystemgestaltung wird mit Zielen, Konzepten und Inhalten des Arbeitsschutzes als Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz verbunden. Erläuterungen zur Gestaltung der Arbeitsorganisation, zum Beispiel die Arbeitszeit, verknüpfen Arbeitsbedingungen mit Arbeitsverhalten und zel-

gen Wechselwirkungen auf. Beziehungen zwischen Arbeit und Leistung werden durch Arbeitsleistung, Fehler im Arbeitsprozess sowie physische und psychische Arbeitsbelastung beschrieben.

- (3) **Der Arbeitsplatz in der Arbeitssystemgestaltung:** Veränderungen der industriellen Arbeit führen dazu, dass Beschäftigte mehr Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten ausüben werden. Anforderungen an das Anordnen und Positionieren von Anzeigen und Stellteilen sowie an wechselnde Arbeitspositionen beziehen weiterhin anthropometrische Informationen ein. Sie müssen sich mehr als bisher an Aufgaben zur Wahrnehmung und Handlungsumsetzung ausrichten.

Bild 2: Anzeigen stellen wichtige Informationen im optimalen Blickfeld um die Blicklinie dar.



Grafik: Jungmann Systemtechnik GmbH & CoKG und GAWO e.V., Oldenburg

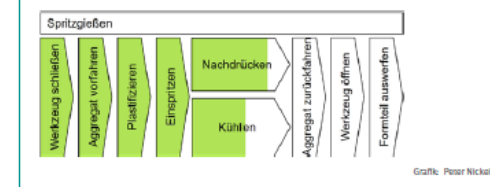
punkt. Funktionen werden auf den Beschäftigten und das technische System nach

ne geordnete Aufstellung von Anzeigen und Stellteilen) und Informationsschnittstellen (zum Beispiel Beschriftungen und Meldungen).

Eine Anforderung zur Gestaltung von Aufgabenschnittstellen ist „Rückmeldung ermöglichen“ über die Aufgabebearbeitung des Beschäftigten. Das unterstützt die Beschäftigten dabei, ihre Aufgaben zu koordinieren und ihre Arbeitsbeanspruchung zu optimieren. Eine Anzeige zu Systemzustand und Bearbeitungsprozess einer Spritzgussmaschine wie in Bild 3 ermöglicht den Beschäftigten Rückmeldungen zur eigenen Aufgabe.<sup>3</sup>

- (4) **Die Arbeitsmittel in der Arbeitssystemgestaltung:** Die Gestaltung von Mensch-System-Interaktionen in der Arbeitssystemgestaltung bezieht sich auf drei miteinander verbundene Schnittstellen zum Informationsaustausch. Die ergonomische Gestaltung der Aufgabe (Aufgabenschnittstelle) ist immer der zentrale Ausgangs-

Bild 3: Ergonomisch gestaltete Aufgaben melden Zustand und Prozess der Bearbeitung an Beschäftigte zurück



Grafik: Peter Nickel

- (5) **Anforderungen aus Arbeits- und Produktionsprozessen der Industrie 4.0:** Digitalisierung, Vernetzung und Dynamisierung fordern auch den Arbeitsschutz heraus, zum Beispiel bei einer dynamischen Zuweisung von Aufgaben und Funktionen zu Beschäftigten und technischen Systemen, bei vernetzter technischer Intelligenz von Arbeitsumgebungen und bei dynamischen Anpassungen von Risiko- und Gefährdungsbeurteilungen. Das Gestalten von Mensch-System-Interaktionen wird sich intensivieren an Human Factors und damit Prozessen menschlicher Informationsverarbeitung ausrichten müssen.

- (6) **Das Vorgehen der Arbeitssystemgestaltung:** Dieses Vorgehen führt in Stufen von der Beschreibung und Bewertung einer Ausgangssituation über die ergonomische Gestaltung bis hin zur Evaluation.

### Weitere arbeitswissenschaftliche Aktivitäten der IVSS

Diese und weitere arbeitswissenschaftliche Inhalte sind auch in anderen IVSS-Sektionen von großem Interesse.<sup>4</sup>

**★ Fußnoten**

[1] [www.safe-machines-at-work.org/](http://www.safe-machines-at-work.org/)  
 [2] [www.safe-machines-at-work.org/human-factors](http://www.safe-machines-at-work.org/human-factors)  
 [3] Ebd.  
 [4] [www.issa.int/en/communities/tc-ap/about](http://www.issa.int/en/communities/tc-ap/about)

DGUV Forum Fachzeitschrift für Prävention, Rehabilitation und Entschädigung 10, 34-35.

## Zusammenfassung

- **Internetplattform verfügbar**
  - weitere Inhalte in Vorbereitung
  - Design, Struktur, Layout
  - Redaktionsteam
- **Einladung zur Beteiligung**
  - lesen
  - kommentieren
  - mitarbeiten
- **Kontakt und Information**
  - [scholl@ivss.org](mailto:scholl@ivss.org)



The screenshot shows the website interface for 'Human Factor, Ergonomics and Safe Machines'. The main header features the title 'HUMAN FACTOR, ERGONOMICS AND SAFE MACHINES' and a navigation menu with 'Human Factors' highlighted. The content area is titled 'Work Equipment and Software Issues' and includes a sidebar with a list of topics. A yellow box at the bottom of the screenshot contains the URL [www.safe-machines-at-work.org/human-factors](http://www.safe-machines-at-work.org/human-factors).