

# Eye-Tracking an Operatorarbeitsplätzen – Ableitungen von Gestaltungsmöglichkeiten für ergonomische Leitstände



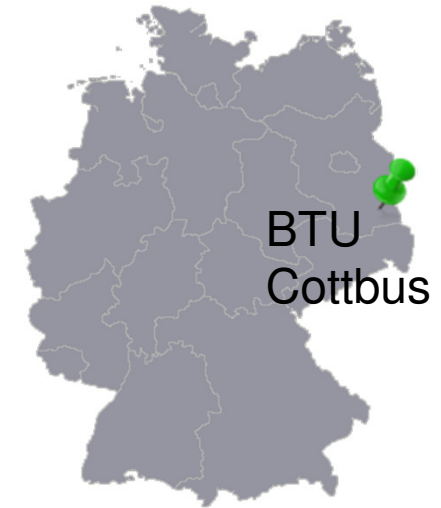
Roberto Kockrow, Sven Binkowski, Annette Hoppe

## Brandenburgische Technische Universität Cottbus

### Zahlen und Fakten:

- 6722 Studierende
- 119 Professuren und 571 akademische Mitarbeiter
- 577 nichtwissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- Haushaltsmittel: 52,9 Mio. €
- Drittmiteleinahmen: 20 Mio €

(BTU-Jahresbericht 2010)



### Lehrgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie

- Das Team um Frau PD Dr. paed. Dr.-Ing. habil. Hoppe
  - acht Mitarbeiter
  - drei Hilfskräfte

### Kernkompetenzen:

- Ergonomische Gestaltung und Bewertung von Arbeitsplätzen
- Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen
- Gestaltung und Optimierung von Kommunikationsprozessen
- Optimierung von Führungstätigkeit
- Individuelle Aus- und Weiterbildungstätigkeit

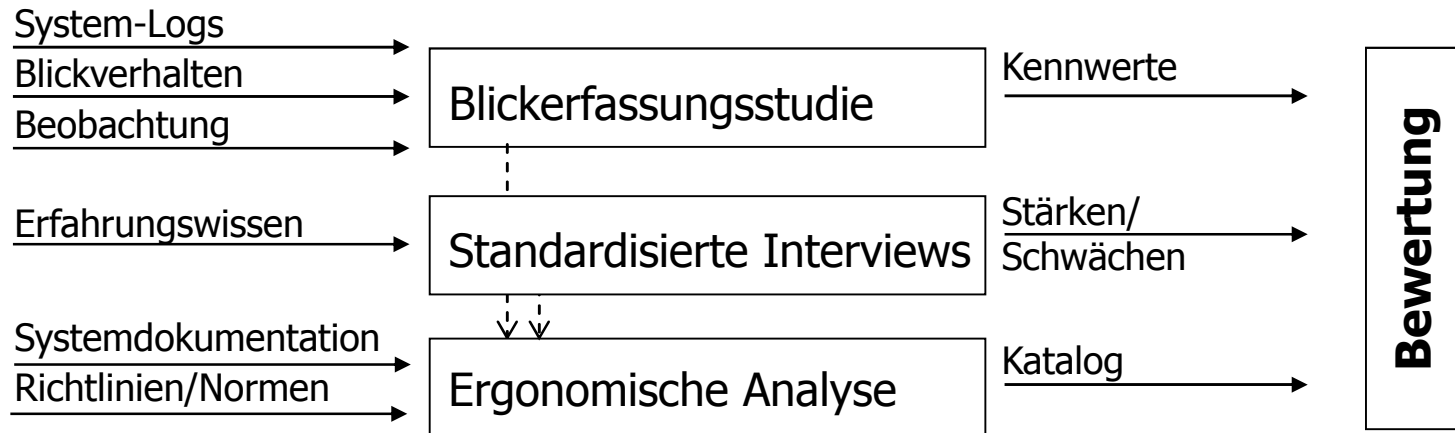


## Zielstellungen

- Bewertung der software-ergonomischen Qualität von Prozessleitsystemen und die Identifikation angewandter Bedienstrategien
- Auswertung von Nutzungshäufigkeiten der vorhandenen Visualisierungsmittel
- Gestaltungsempfehlungen zur Minimierung von Bedienfehlern sowie negativen Beanspruchungen
- Grundkonzepte zur optimalen Gestaltung von Wartenarbeitsplätzen



## Ergonomie und Blickerfassung



### Grundlagenforschung zur ergonomischen Gestaltung von Prozessleitsoftware

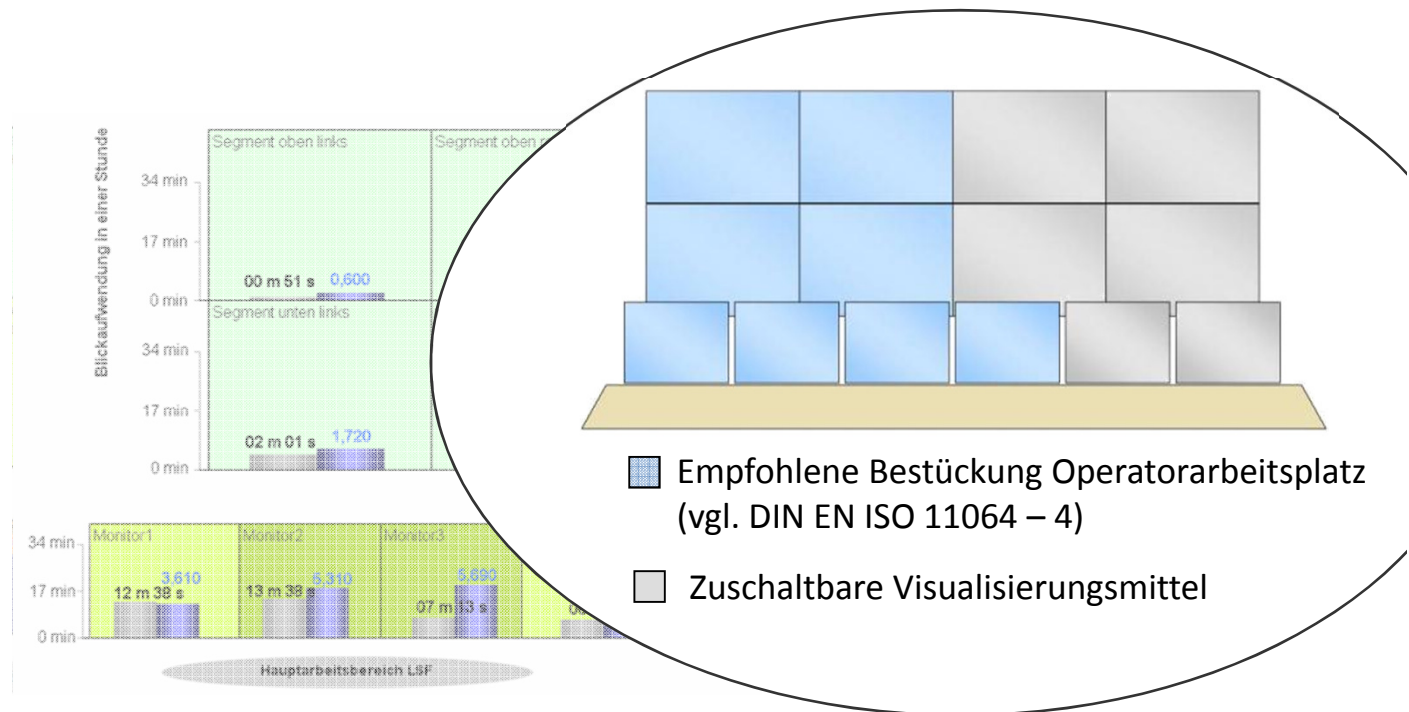
- softwareergonomische Bewertung
- Erfassung von Blickkenndaten
- Beurteilung von Informationsmengen
- Verwendung verschiedener Arbeitsmittel



## Durchführung der Studie





- Untersuchungsort: Leitwarten in regionalen Kraftwerken
- drei Warten mit unterschiedlichen Visualisierungskonzepten und Leitwartensimulator
- Insgesamt 40 ProbandInnen
- Fortsetzung der Studie zur Generalisierung der Aussagen in acht weiteren Leitwarten mit ca. 55 ProbandInnen derzeit in Bearbeitung

## Verwendungsstatistik



## Erkenntnisse aus Blickerfassungsstudie

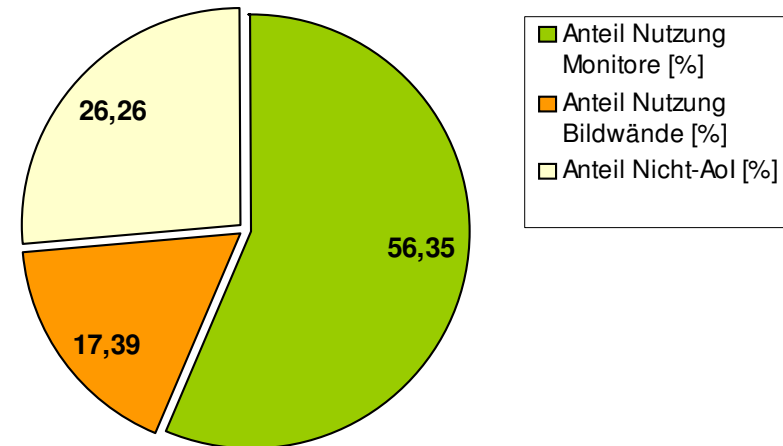
- Nutzung der Visualisierungsmittel abhängig von Entfernung zum Hauptarbeitsbereich
  - Beobachtungshandlungen → alle Visualisierungsmittel
  - Bedienhandlungen → Visualisierungsmittel nahe Hauptarbeitsbereich
- für Normalbetrieb vier Monitore + ggf. Übersichtsanzeigen ausreichend
- Visualisierungsmitteldichte bedingt verwendete Bedienstrategien
- kein direkter Zusammenhang mit Beobachtungsdichte erkennbar

	viele Visualisierungsmittel geringe Bildaufschaltfrequenz	wenige Visualisierungsmittel hohe Bildaufschaltfrequenz
ruhiger Betrieb, keine Störungen bzw. geringe Ereignisdichte	möglicherweise Beeinträchtigung von Vigilanz und Aufmerksamkeit 	Aktive Prozessbeobachtung und kognitive Anforderung 
besondere Betriebszustände Störungen bzw. hohe Ereignisdichte	umfassende Prozessbeobachtung und kognitive Entlastung 	hohe Anforderungen an Kurzzeitgedächtnis und mentale Leistungsfähigkeit 

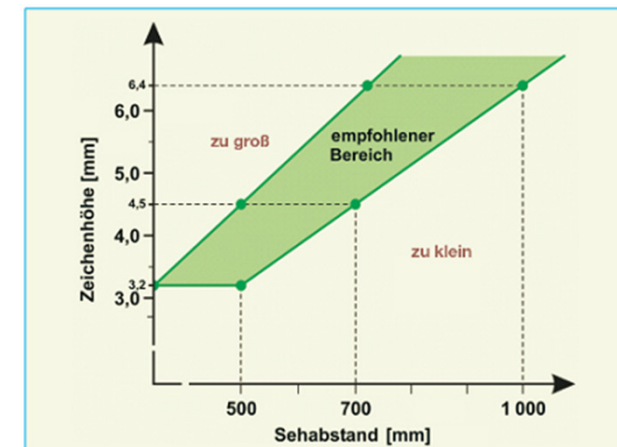


## Problematik zwischen Visualisierungen und Sehpositionen

- Tendenz zu hoher Visualisierungsmitteldichte
  - Sicherheitsbedürfnis
  - Überblick

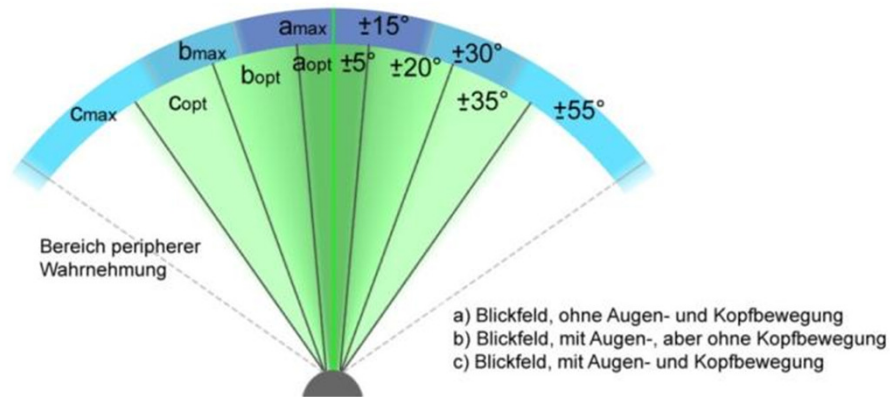


- Ableitung für Positionierung und Ausführung von Anzeigesystemen
- Bewegungsmöglichkeit des Operators muss gegeben sein
- gleiche Sehabstände zu allen Visualisierungsmitteln wünschenswert
- wahrgenommene Schriftgröße für gleiche Informationen sollte gleichartig sein
  - variiert in Abhängigkeit vom Sehabstand
  - Zeichengröße i.d.R. deutlich zu klein



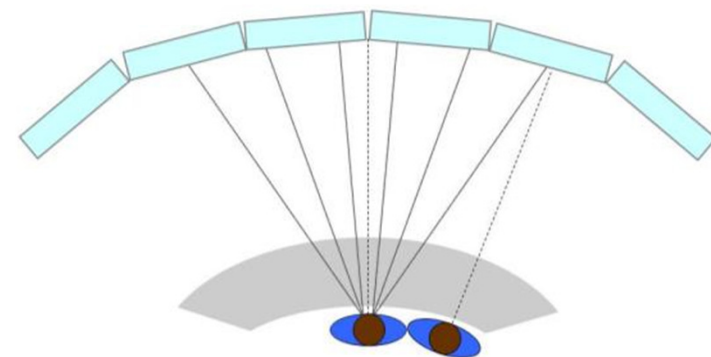
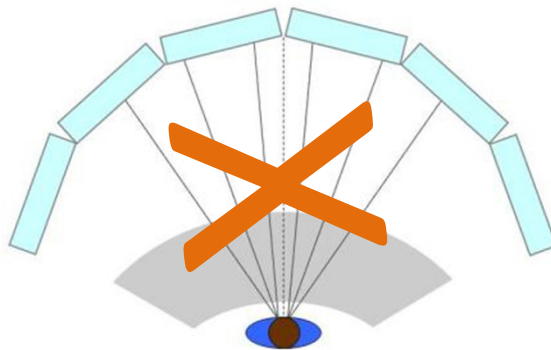
BGI 742

## Problematik der Visualisierungsaufstellung



- angemessene Augenbewegung bis  $20^\circ$  nach links und rechts
- weitere  $15^\circ$  durch eine leichte Kopfbewegung
- Betrachtungswinkel möglichst  $90^\circ$

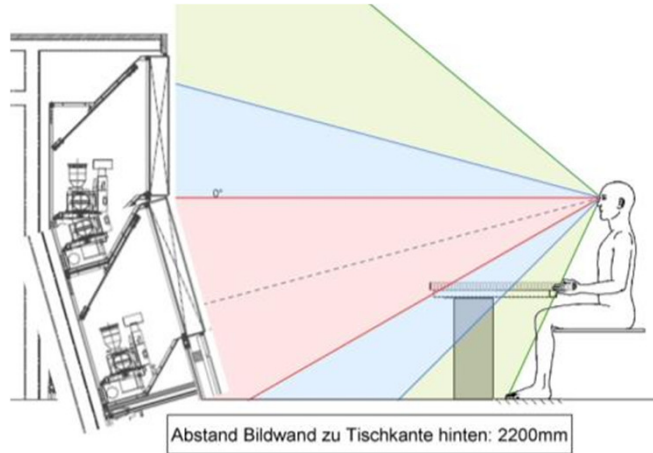
- frontale Visualisierungen geben Hauptsehinformationen wieder
- angrenzende Visualisierungen für Kontrollblicke
- halbrunde Tischform zur Anpassung des Greifraumes und Regulierung des Sehabstandes bei Körperbewegungen



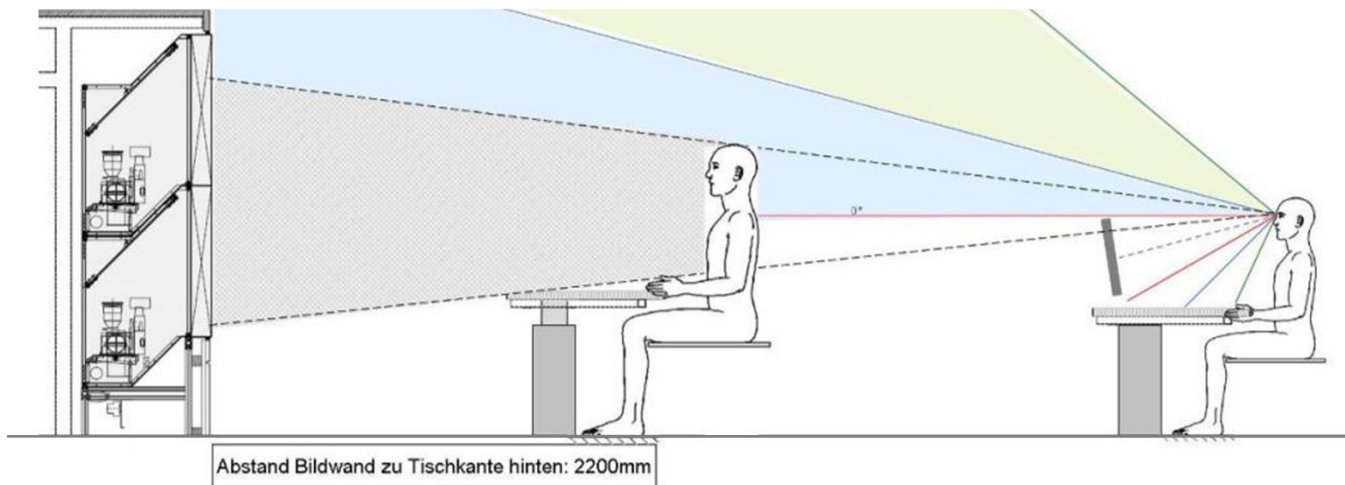
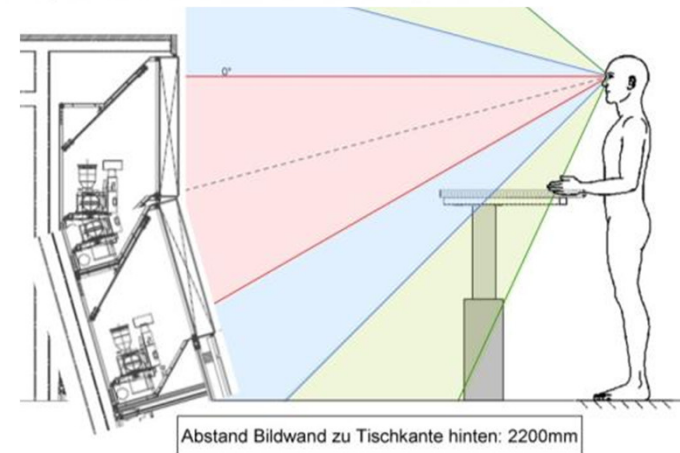


## Problematik von Sehbereichen und Körperhaltungen

Frau, sitzend, 5. Perzentil  
Augenhöhe (inkl. Arbeitsschutzschuhen): 1110mm



Mann, stehend, 95. Perzentil  
Augenhöhe (inkl. Arbeitsschutzschuhen): 1765mm



## Fazit

- Methode ist einsetzbar, liefert belastbare Ergebnisse
  - Feldstudie : Nutzungshäufigkeiten, Bedienstrategien, software-ergonomische Analyse
  - Simulatorstudie : software-ergonomische Analyse
- Visualisierungsmitteldichte hat direkten Einfluss auf Bedienstrategien
- größere Anzahl an Visualisierungsmitteln führt nicht zwangsläufig zu erhöhter Beobachtungsdichte
- Positionierung und Ausführung der Visualisierungen bedingen ergonomische Rahmenbedingungen stark
  - teilweise sind Rückbauten der Visualisierungsmitteldichte anzuraten
  - Wölbung und Neigung von Anzeigesystemen nicht vernachlässigen
  - Defizite bei wahrgenommenen Zeichengrößen durch Erfahrung kompensiert



(Fotos: Ralf Schuster, BTU-Medienbibliothek)

**Brandenburgische Technische Universität Cottbus**  
**Fakultät 3: Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen**  
**Institut für Werkstoffe und Produktionsforschung**

Lehrgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie  
PD Dr. paed. Dr.-Ing. habil. Annette Hoppe  
Konrad-Wachsmann-Allee 1  
03046 Cottbus

Ansprechpartner:

PD Dr. paed. Dr.-Ing. habil. Annette Hoppe  
Tel.: (0355) 69 4824  
Email: [hoppe@tu-cottbus.de](mailto:hoppe@tu-cottbus.de)

M.Sc. Roberto Kockrow  
Tel.: (0355) 69 4879  
Email: [kockrow@tu-cottbus.de](mailto:kockrow@tu-cottbus.de)

---

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**