

# EINE UNTERSUCHUNGSMETHODE ZUR ARBEITSPLATZANALYSE AN OPERATORARBEITSPLÄTZEN: EYE-TRACKING ZUR SOFTWAREANALYSE

---

PD Dr. paed. Dr.-Ing. habil. Annette Hoppe  
Hochschuldozentin und Leiterin des Lehrgebiets

M.Sc. Roberto Kockrow  
Akademischer Mitarbeiter

Lehrgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie  
BTU Cottbus

Graz 10.02.2010



## BTU Cottbus

- Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus
- derzeit über 6.300 Studierende, davon rund 1.000 aus dem Ausland aus über 80 Nationen
- *Forschungsschwerpunkte:*  
Regionaler Wandel | Leichtbau und Funktionsmaterialien | Wandlung, Übertragung und Nutzung von Energie | Fahrzeug- und Triebwerkstechnik | Informations- und Kommunikationstechnologien | Nachhaltiges Bauen | Modellierung und Simulation



## Profil LG Awip

*Das Team um Frau PD Dr. paed. Dr.-Ing. habil. Hoppe*

- sechs akademische MitarbeiterInnen
- technischer Mitarbeiter
- fünf studentische Hilfskräfte

→ interdisziplinäres Team



## Forschungsfelder

Messausrüstung

- Biosignale
- Thermografie
- Eye-Tracking
- Beleuchtung
- Vigilanz
- Umgebungsfaktoren



- Stress & Technikstress
- Handlungsregularien & Kompetenzen
- Unternehmensphilosophie

## Untersuchungsmethoden Software-Ergonomie

- Software-Ergonomie: Anpassung von Softwareeigenschaften an die psychischen Eigenschaften der damit agierenden Menschen  
→ benutzerfreundliches und damit gebrauchstaugliches Produkt
- eine Reihe von Normen und Vorgaben (z.B. ISO 9241, BildschArbV, BGI 852)
- keine allgemeingültige Lösung!  
→ Anpassung an speziellen Anwendungsfall

			Entwurf	Entwicklung	Endprodukt	Anwender
subjektiv	verbale Berichte	Lautes Denken Videokonfrontation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tester
	Fragebögen			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tester
	Walktroughs	Cognitive Walkthroughs	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Experte
objektiv	heuristische Analyse	Checklisten, Leitfäden, Rankings	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Experte
	Gebrauchsdaten	Eye-Tracking Logfile-Recording		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tester

## Eye-Tracking

- Fahr- und Flugsicherheitsforschung | Virtual Environments | Usability- und Ergonomieforschung | Markt- und Konsumentenforschung | medizinische Forschung | Verhaltens- und Kommunikationsforschung

## Fixationen

- „die Zustände, bei denen sich das Auge bezüglich eines Sehobjektes in „relativem“ Stillstand befindet“ (Rötting 2001)
- während der Fixation visuelle Informationsaufnahme

## Sakkaden

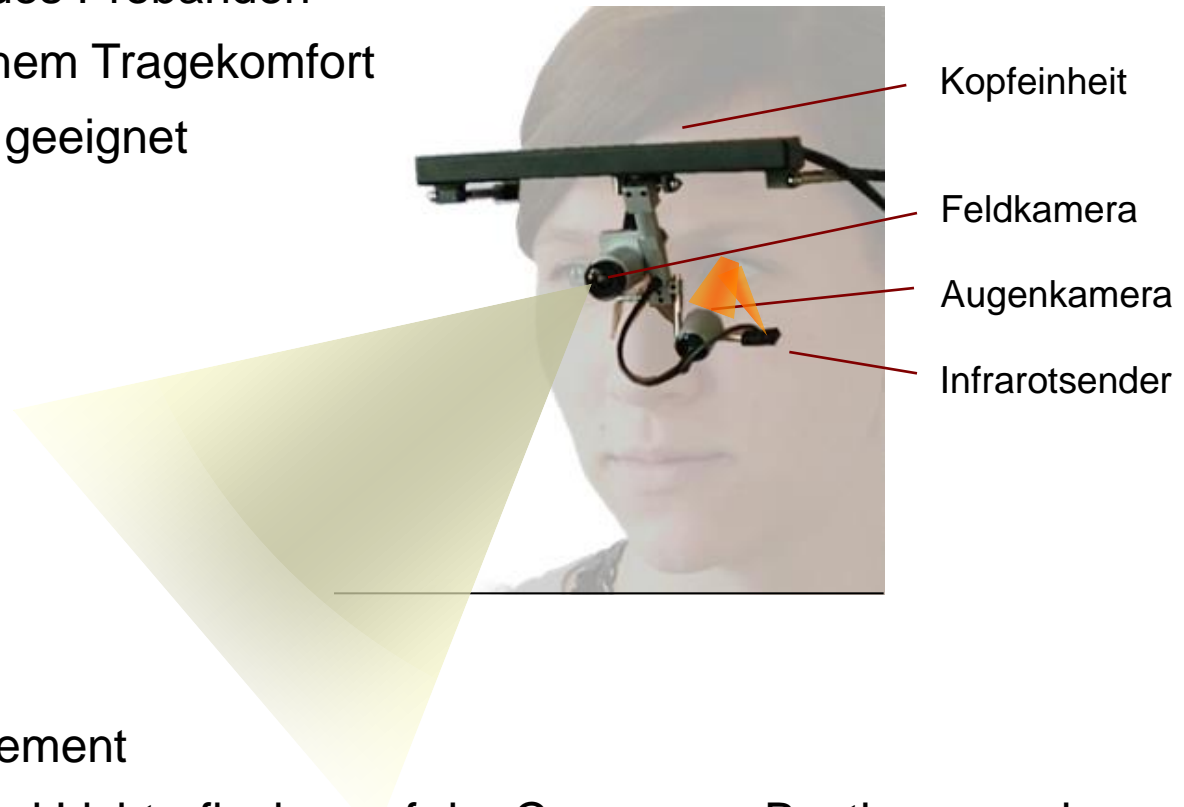
- binokulare Blicksprünge zur Abbildung eines neuen Objektes auf der Fovea
- ballistische, schnellste vom menschlichen Körper ausführbaren Bewegungen
- während der Sakkade keine Informationsaufnahme

## Eye-Tracking zur Usability-Evaluation

- desktopbasierte Systeme
  - oft Usability-Analyse von Webseiten bzw. Softwareoberflächen
  - visuelle Aufmerksamkeit bestimmter Elemente der Nutzeroberfläche
  - Fokus auf einem Visualisierungsmittel
  - Positionierung wichtiger Elemente / Struktur der Applikation durch Nutzerverhalten und Blickkennwerte
  
- kopfgetragene Systeme
  - oft Usability-Analysen im Produkt- und Automotive-Bereich
  - Beweglichkeit des Probanden notwendig
  - mobiler Einsatz möglich
  - Analyse von Verhalten bei Szenarien

## Dikablis

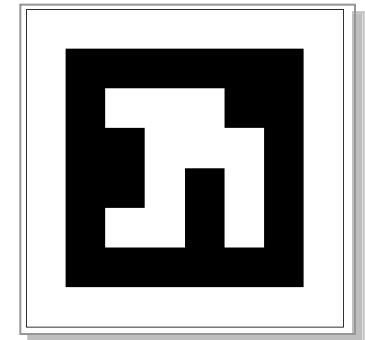
- kopfgetragenes, video-basiertes Eye-Tracking-System
  - freie Kopfbewegung des Probanden
  - leichtes Gerät mit hohem Tragekomfort
  - auch für Brillenträger geeignet



- Point of Regard-Measurement
  - Pupillenmittelpunkt und Lichtreflexion auf der Cornea zur Bestimmung der Blickrichtung

## Dikablis

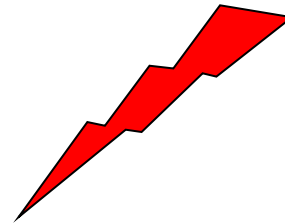
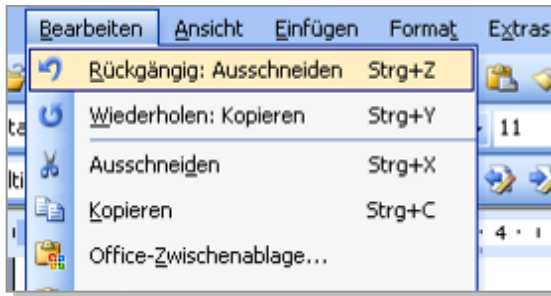
- Datenübertragung per Funk in Echtzeit
  - Proband kann sich frei am Leitstand bewegen
  - Nachjustierung online möglich
- frei definierbare Bezugspunkte im Raum durch Markerkarten
  - Definition von Areas of Interest (Aoi)
  - statistische Auswertung der Blickdaten
  - HeatMaps





## Usability und Blickerfassung an Operatorarbeitsplätzen

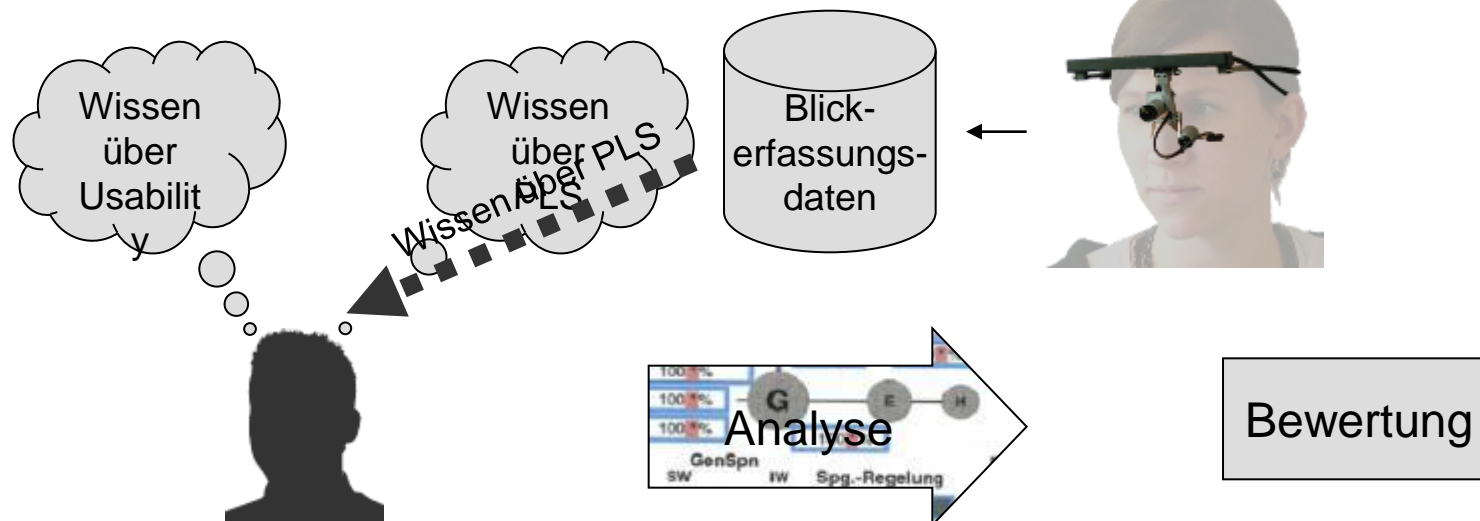
- Empfehlungen und Richtlinien der Software-Ergonomie auf Systeme mit mehreren Visualisierungsmitteln beschränkt adaptierbar
- Grundsätze der Dialoggestaltung müssen ggf. anders spezifiziert und interpretiert werden
  - Beispiel Steuerbarkeit



- oftmals mehrere Visualisierungsmittel
  - breites Aktionsfeld für Bedien- und Beobachtungshandlungen
  - Fokus auf ein Objekt schwierig
- exakte Justierung des Blickerfassungssystems für hohe Genauigkeit notwendig

## Ziel der Studie

- Frage: Sind Aussagen über die ergonomische Qualität von Prozessleitsoftware mit Eye-Tracking möglich?
  - Blickerfassungsdaten als Datenbasis geeignet?
  - Arbeits- und Visualisierungsmittel?
- Ableitung von Kriterien zur Evaluation entsprechender Parameter anhand der Blickerfassungsdaten
- Generalisierung der Methode



## Methode

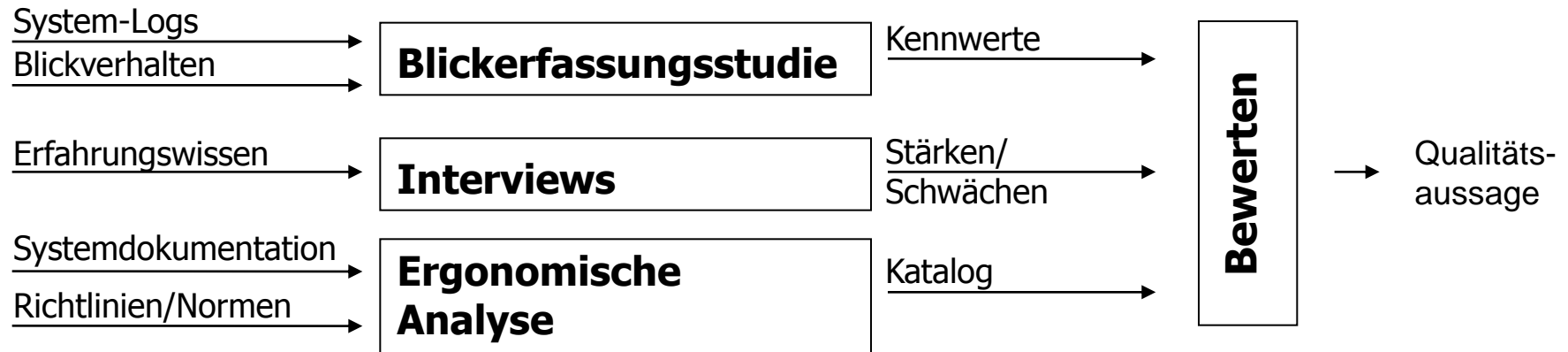
- Machbarkeitsstudie an Simulationsarbeitsplatz unseres Lehrgebiets (4 Probanden)
  - Größe und Positionierung der Markerkarten
  - Konfiguration des Blickerfassungssystems (Ebenen)
  - Optimierung der Pupillenerkennungsrate



*Diese kleine Untersuchung ließ erkennen:*

- Genauigkeit der Eye-Tracking-Daten im Realbetrieb nicht hinreichend genau für software-ergonomische Analyse
  - nicht planbare Prozessabläufe
  - Arbeit mit allen verfügbaren Arbeitsmitteln zur Zielerreichung
- Abhilfe durch Konzeption eines Simulatorszenarios
  - gewünschter Prozessablauf und antizipierbare Aktionen

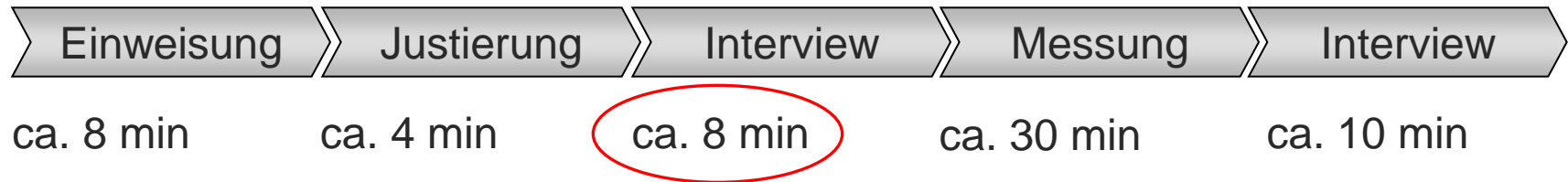
## Methode



- Blickerfassungsuntersuchung
  - Identifizierung von Bedienstrategien
  - Protokollierung der Fließbildwechsel zur Nachvollziehbarkeit
- an Leitfaden orientierte Interviews
  - Standardisierung des Interviewablaufes
  - Indikator für Defizite der Software zur detaillierten Analyse
- Ergonomische Analyse
  - anhand von Normen, Regelwerken, Dokumentationen

## Leitstand im Realbetrieb Kraftwerk

- Operatoren mit Qualifikation als Leitstandsfahrer
- Hauptaugenmerk: Bedienstrategien der Probanden bei der Arbeit mit dem PLS  
→ Vergleich mit Vorgaben / implementierter Bedienphilosophie



## Leitstand im Kraftwerksimulator

- teilnehmende Operatoren der Untersuchung im Kraftwerk
- Hauptaugenmerk: Software-ergonomische Beurteilung des Systems



## Stand der Untersuchung

- Durchführung der Studie in einem Kraftwerk
  - eine Haupt- und eine Nebenwarten werden einbezogen
- geplante Probandenzahl: 12 – 15 je Leitwarte
- erste Teilnehmer haben erfolgreich an Studie teilgenommen
  - Interviewdauer variiert
  - Markererkennung an Operatorarbeitsplätze mit vielen Visualisierungsmitteln
  - sehr große Datenmengen
- Leitstandstätigkeiten ohne Arbeitsmittel während der Untersuchung könnte Daten verfälschen
  - Ausschluss derartiger Abschnitte
- Simulatorstudie wird derzeit konzipiert

## Ausgewählte Literaturempfehlungen

- Duchowski, A. T.: Eye Tracking Methodology : Theory and Practice. London, Springer-Verlag, 2003.
- Hammoud, R.: Passive Eye Monitoring – Algorithms, Applications and Experiments. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2008.
- Meyer, I.: Effektivität der Prozessführung bei unterschiedlichen Oberflächen eines Prozessleitsystems. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg). Dortmund/Berlin/Dresden, Wirtschaftsverlag NW, 2006.
- Nickel, P.; Nachreiner, F.; Meyer, I.: Aufgabenangemessenheit. Zur Übertragbarkeit eines ergonomischen Gestaltungsgrundsatzes von Büro- auf Prozessleitsysteme. In: Bungard, W.; Koop, B.; Liebig, C.: Psychologie und Wirtschaft leben. Mering, Hampp Verlag, 2004.
- Pannasch, S.: Ereignisbezogene Veränderungen der visuellen Fixationsdauer. Dissertationsschrift, TU Dresden, 2003.
- Rötting, M.: Parametersystematik der Augen- und Blickbewegungen für arbeitswissenschaftliche Untersuchungen. Aachen, Shaker-Verlag, 2001.
- Schmidts, H.: Usability Evaluation. Eine Studie zur Identifizierung von Nutzungsproblemen mittels Eye-Tracking-Parametern. Saarbrücken, VDM-Verlag Dr. Müller, 2007.
- N. Stanton; M. Young: A Guide To Methodology In Ergonomics. Designing For Human Use. London, Taylor & Francis, 1999.

---

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit