

FSA-Symposium: Die Individuelle Warnung – Perspektiven und Möglichkeiten für das Arbeiten im Gleisbereich



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

**„EU-ALARP-Projekt: Konzepte zur individuellen Alarmierung /
Warnung von Arbeitspersonen im Gleisbereich durch visuelle-,
akustische- und taktile Signale “**

Dr.-Ing. Jurij Wakula
Dipl.-Ing. Michael Schultheis
Institut für Arbeitswissenschaft, TU Darmstadt

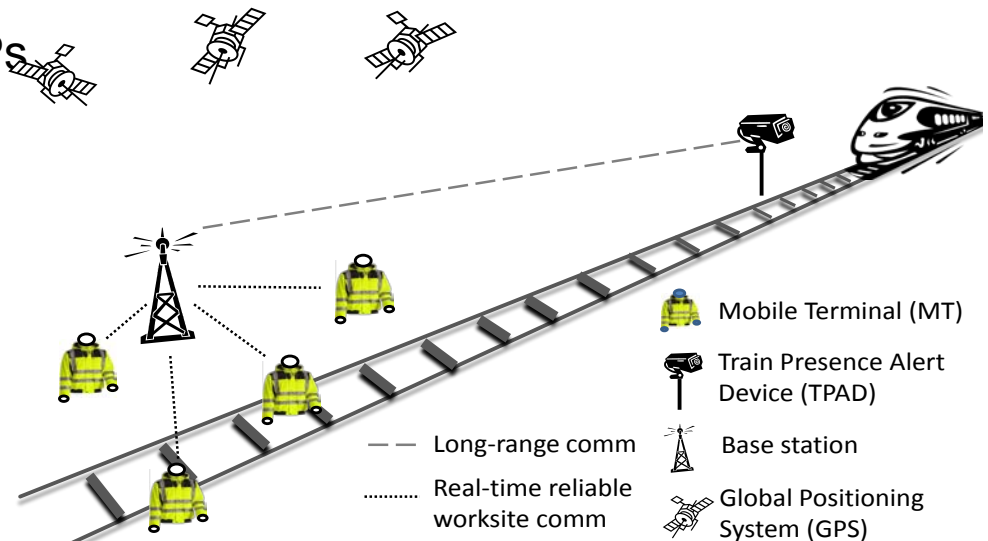
ALARP-Projektziel: Entwicklung eines Konzeptes mit Prototypen eines Warnsystems zur individuellen Warnung der Gleisbauarbeiter

Die grundlegenden ALARP-Ziele:

- Ergonomisches mobiles System für kleine Bauarbeiten / Reparaturen
- Warnung bzw. Alarmierung der APs
- Lokalisation & Kommunikation

Konsortium:

- Ansaldo STS → Industrie/Koordinator
- Uni Florenz → MT-HW&SW
- Elbit (Israel) → TPAD-Entwickler
- FTW Wien → Kommunikation & Lokalisation
- PROPST (GB) → Appl. Logic
- RESILTECH (Italien) → System-Implementierung
- IAD Darmstadt → MMS & Ergonomie des MTs

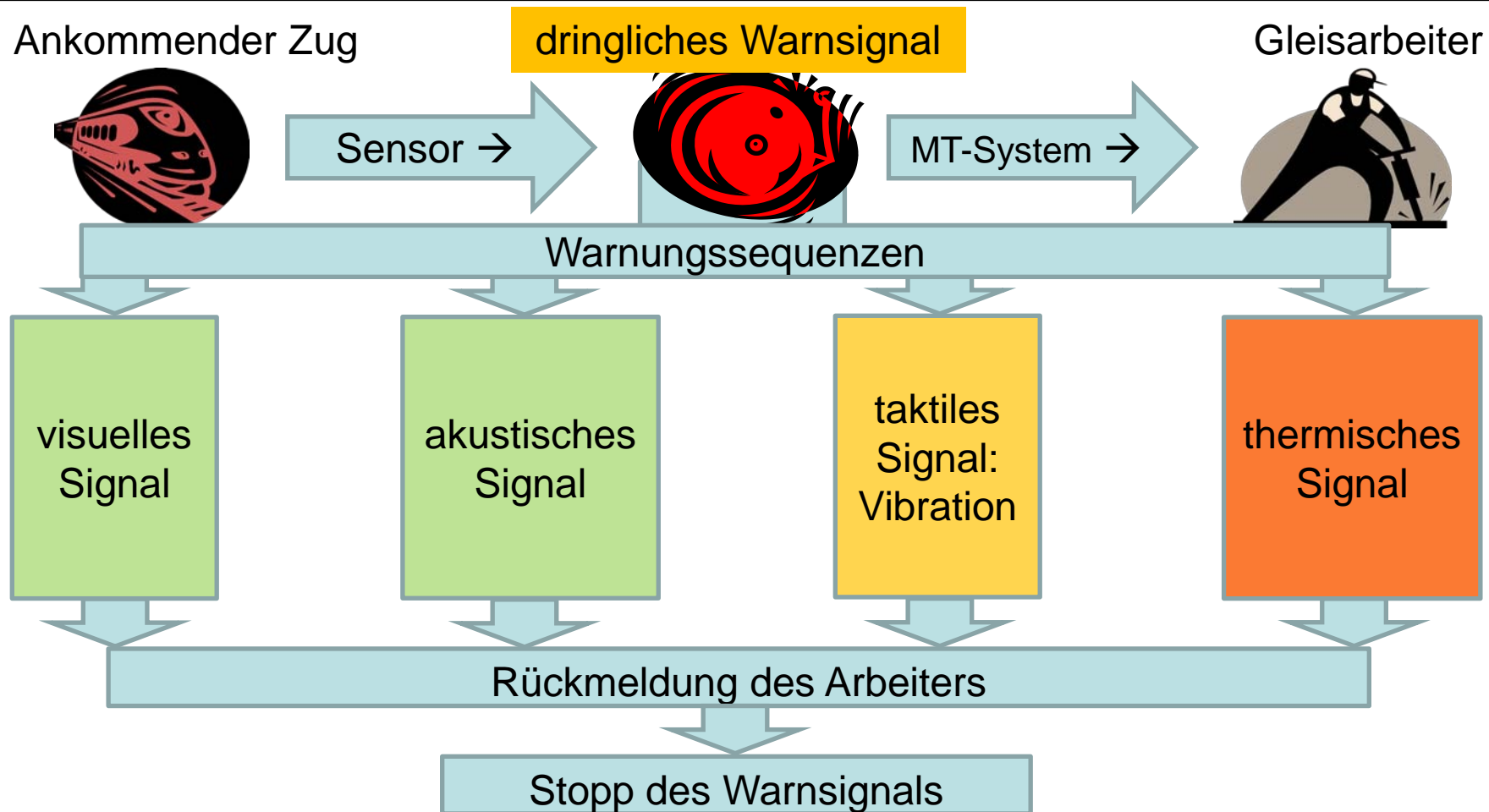


Entwicklungen im Bereich Mensch-Maschineinteraktion für das „Mobile Terminal“ (MT):

- Gewinnung der Aufmerksamkeit der Arbeiter;
- Warnung / Alarmierung der Gleisarbeiter mit gleichzeitiger Informationsvermittlung;
- Ergonomische Auslegung der Warnsignale (im internationalen Kontext);
- Kontrolle des gesundheitlichen Zustandes der Gleisbauarbeiter (z.B. Herzschlagfrequenz);
- Preiswertes, tragbares MT;

Prozess der individuellen Warnung

Konzept A → alle Signale wirken gleichzeitig



Vorgehensweise bei den Entwicklungen im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion (visuell, akustisch, taktil, thermisch) für MT

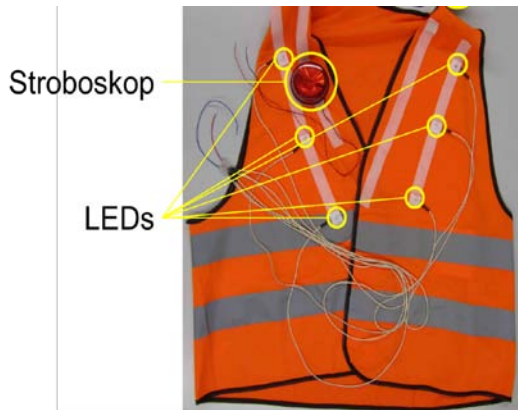


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Analyse des ergonomischen Wissens
- Erarbeitung eines Grobkonzeptes
- Marktanalyse der Komponente
- Entwicklung von Prototypen
- Testung der Prototypen (Laborstudien + teilweise kontrollierte Feldversuche)

Visuelle Warnsignalgeber

Schutzweste mit
Stroboskop und LEDs



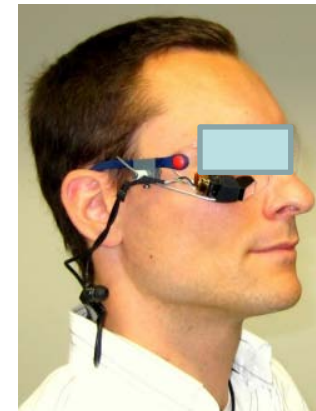
(IAD: Ringwald u.a., 2011)

LED Schutzbrille



(IAD: Ringwald u.a., 2011)

Head-Mounted-
Display mit Icons



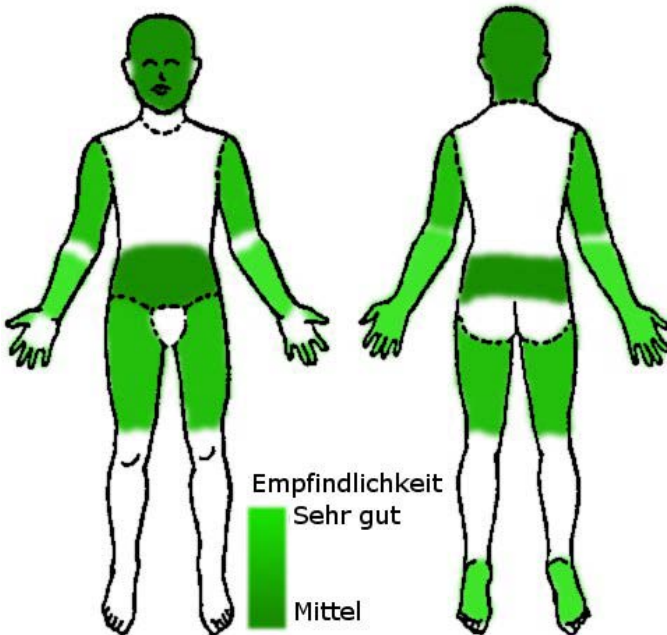
(IAD: Kellersmann, 2012)

Geprüfte Konzepte zur taktilen/ thermischen Warnung

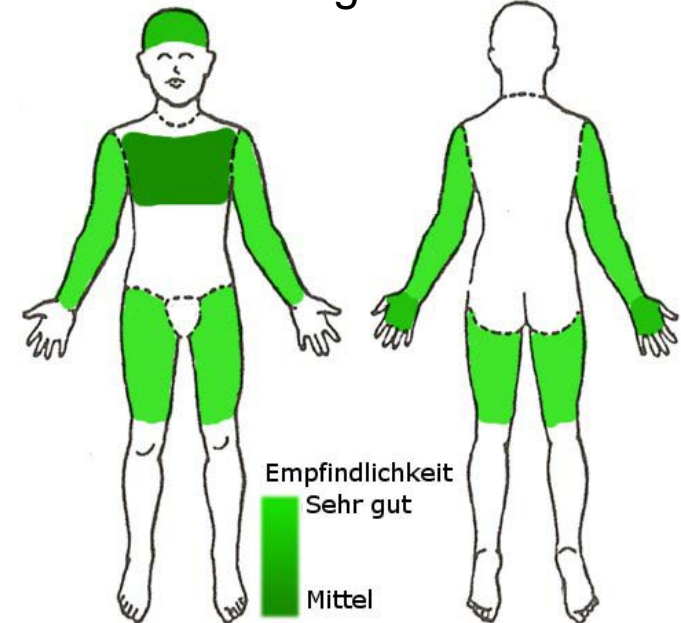
Warnsignalgeber

Taktil über Vibrationen

Thermisch über die
Einwirkung von Kälte



(in Anlehnung an Van Erp und Self, 2008)



(in Anlehnung an Campenhausen, 1981)

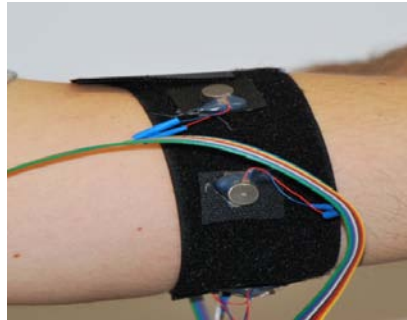
Warnsignalgeber

Vibrationen

Einwirkung von Kälte

Earbone Conduction

Vibrationsmotoren

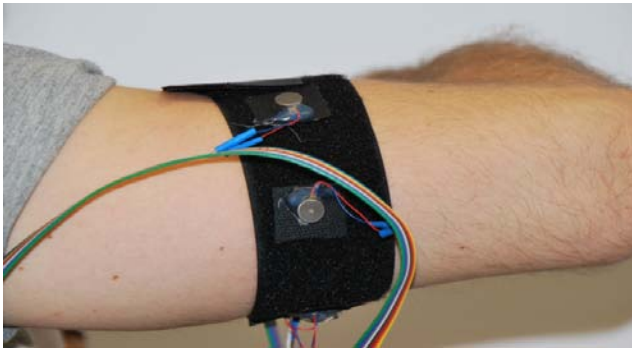


(IAD: Borger u. a., 2011)

Peltier Element

Geprüfte Konzepte für taktile individuelle Warnung

- Probandenversuche unter Laborbedingungen (Eingrenzung der erarbeiteten Lösungen)
- Versuche im „kontrolliertem Feld“ (Detailprüfung der erfolgsversprechenden Prototypen)



(IAD: Borger u.a., 2011)



(IAD: Fischer et al., 2012)



(IAD: Borger u.a., 2011)

Akustische Warnsignalgeber

Gehörschutz mit
integrierten Kopfhörern

In-Ear Kopfhörer

Earbone Conductor

Ergonomische Auslegung akustischer Warnsignale

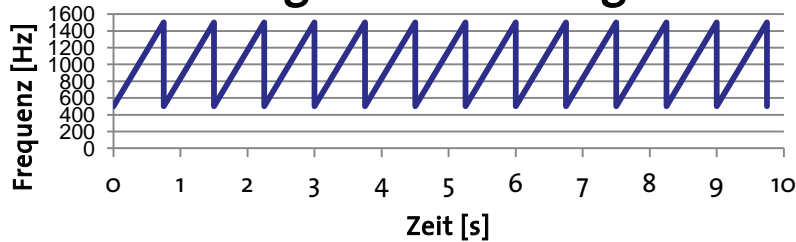
- Warnsignale müssen sich eindeutig von allen anderen auf der Baustelle existierenden Signalen unterscheiden (DIN EN ISO 7731)
- Sprachbereich besonders geeignet unter Berücksichtigung der Altersschwerhörigkeit



(IAD: Weber, 2012)

Umsetzung akustischer Warnsignale

dringliche Warnung



normale Warnung



Vorgaben aus Literaturquellen:

- Frequenzen zw. 500 Hz und 1500 Hz (DIN EN ISO 7731)
- dringliche Warnung → hohe Frequenz
- normale Warnung → niedrige Frequenz (DIN EN 981)

Signal	Signalverlauf
dringliche Warnung	linearer Anstieg von 500 Hz auf 1500 Hz in 0.75 Sekunden
normale Warnung	konstante Frequenz von 800 Hz für 0.8 Sekunden, 0.2 Sekunden Pause, 0.3 Sekunden ein, 0.2 Sekunden Pause

- > Ergonomische Konzepte zur visuellen, akustischen, taktilen und thermischen Warnung wurden erarbeitet und anhand der Prototypen geprüft;
- > Für die visuelle Warnung wurden Icons erarbeitet und für ausgewählte Einsatzzwecke (z.B. HMD) getestet;
- > Die Prüfung wurde in Laborstudien sowie im „kontrollierten Feld“ durchgeführt; Testpersonen waren vorwiegend junge männliche Personen ohne Erfahrung im Bereich Gleisbauarbeit
- > In dringlichen Situationen hat sich das Konzept mit simultanen Warnsignalen prinzipiell bewährt;
- > Besonders positiv hat sich das Earbone-Konzept gezeigt;
- > Versuche in realer Umgebung mit „komplexen“ physikalischen Umgebungseinflüssen und Gleisbauarbeitern sind erforderlich;

- Schultheis, M., Wakula, J., Theuerling, H., Bruder, R., (2011). *Entwicklung eines Versuchskonzeptes zur visuellen, akustischen und taktilen Warnung im Bereich des Gleisbaus*. Konferenz 9. BWMMS, Berlin
- Wakula, J., Schultheis, M., Theuerling, H., Bruder, R., Kalenahalli Sudarshan, P., (2011). *Developing and Testing of Warning / Alerting Systems for Railway Trackside Workers*. International conference on ergonomics and human factors, HWWE 2011, Chennai ,India
- Seminatore, A., Ceccarelli, A., Falai, L., Schultheis, M., Malinowsky, B., Ghelardoni L., (2012). *ALARP (A Railway Automatic Track Warning System Based on Distributed Personal Mobile Terminals)*. Transport Research Arena 2012, Athen
- Schultheis, M., Wakula, J., Röbig, S., Bruder, R., (2012). *Entwicklung und Erprobung von Prototypen zur taktilen Warnung von Menschen in schwierigen Arbeitsbedingungen*. Usability Professionals 2012, Konstanz
- Ceccarelli, A., Bondavalli, A., Figueiras, J., Malinowsky, B., Wakula, J., Dambra, C., Falai, L., Seminatore, A., (2012). *Design and implementation of real-time wearable devices for a safety-critical track warning system*. HASE 2012, in Vorbereitung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt: wakula@iad.tu-darmstadt.de und schultheis@iad.tu-darmstadt.de