

Unfallprävention bei Baumaschinen: Analyse der Informationsaufnahme von Baggerführern

Markus KOPPENBORG, Birgit NABER, Peter NICKEL

*Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

Kurzfassung: Bei der Arbeit mit Hydraulikbaggern haben die vom Maschinenführer aufzunehmenden Informationen in den letzten Jahren stark zugenommen. Dies kann zu einer Beeinträchtigung der Informationsverarbeitung und damit zu Fehlhandlungen führen. Zur Untersuchung der Informationsaufnahme des Maschinenführers ist eine Methoden-Kombination zusammengestellt worden, welche die Erstellung von Aufgabenmodellen, Tätigkeitsanalysen in Verbindung mit Blickbewegungsanalysen, sowie Gestaltungsanalysen anhand bestehender Designprinzipien umfasst. Es wird ein Aufgabenmodell für die Arbeit mit Hydraulikbaggern vorgestellt und diskutiert, welche Aussagen die gewählten Methoden zur Informationsaufnahme des Maschinenführers ermöglichen.

Schlüsselwörter: Mensch-Maschine-Interaktion, Baumaschinen, Informationsaufnahme, Blickbewegungsanalyse, Unfallprävention

1. Einleitung

Trotz rückläufigem Trend bleibt die Anzahl der Unfälle mit Baggern auf einem hohen Niveau. Im Jahr 2011 ereigneten sich in Deutschland über 1000 meldepflichtige Unfälle mit Hydraulikbaggern (DGUV 2013). Dabei kann ein möglicher Gefährdungsschwerpunkt in der ungünstigen Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle gesehen werden (s. a. Leisering 2011). Dies betrifft insbesondere die dem Maschinenführer zur Ausführung seiner Aufgaben zusätzlich bereitgestellten Informationen, z. B. mit Kamera-Monitor-Systemen, welche eine sichere Einsicht in rückwärtige Bereiche der Maschine erlauben sollen. Mit weiteren Warnsignalen zum Maschinenstatus (Liebherr 2013) ergibt sich insgesamt ein Anstieg der aufzunehmenden und zu verarbeitenden Informationen.

Die Menge und Beschaffenheit der Informationen von innerhalb und außerhalb des Führerstandes kann zu einer Beeinträchtigung der Informationsverarbeitung beim Operateur führen, woraus sich Fehlhandlungen und schließlich Unfälle ergeben können. Zur Untersuchung der Prozesse der Informationsverarbeitung bei der Arbeit mit Baumaschinen hat die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) mit einem interdisziplinären Forschungsprojekt beauftragt. Ziel ist es, auf der Grundlage von empirischen Felduntersuchungen Empfehlungen zur Gestaltung der Informationsdarstellung der Mensch-Maschine-Schnittstelle abzuleiten.

2. Methode

In einem Arbeitssystem gehören Anzeigen und weitere Informationsquellen zu den Arbeitsmitteln (i.S.v. Werkzeugen) mithilfe derer ein Baumaschinenführer auf der Baustelle seine Aufgaben erfüllen soll (DIN EN ISO 6385:2004). Zur Bewertung und Gestaltung solcher Arbeitsmittel werden sowohl Aufgaben als auch Tätigkeiten analysiert, ein aktueller Gestaltungszustand der Arbeitsmittel dokumentiert und schließlich mit ergonomischen Gestaltungsgrundsätzen, soweit nutzbar, abgeglichen.

2.1 Aufgabenanalyse

Aufgaben als geforderte Aktivitäten zur Zielerreichung (DIN EN ISO 9241:1998) definieren, an welchem Gegenstand, welche Veränderungen, unter welchen Bedingungen von wem vorgenommen werden (Hacker 1986). Anhand von Fachliteratur aus der Arbeitspsychologie

(z.B. zur Aufgabenanalyse) und dem Bauwesen (z.B. zum Tiefbau) waren die vielfältigen Aufgaben von Maschinenführern von Hydraulikbaggern zunächst zu sammeln, zu systematisieren und zu strukturieren. Dazu erscheint eine hierarchische Aufgabenanalyse geeignet. Vor der Durchführung von Feldstudien sollte das resultierende Aufgabenmodell für eine spezifische Baustelle dann auch mit Ausbildern von Maschinenführern und Baustellenleitern diskutiert und ggf. angepasst werden (Kirwan & Ainsworth 1992). Das Aufgabenmodell gibt für einzelne und kombinierte Teilaufgaben darüber Auskunft, welche Informationen Maschinenführer zur korrekten und sicheren Ausführung ihrer Aufgabe benötigen (Stanton 2006).

2.2 Tätigkeitsanalyse und Blickbewegungsanalyse

Zur Untersuchung der konkreten Ausführung der Arbeitsaufgaben auf Baustellen sollten Tätigkeitsanalysen in Feldstudien als ganzschichtige Arbeitsablaufstudien durchgeführt werden. Die tatsächliche Aufgabenbearbeitung von Maschinenführern wird mittels Beobachtung in Tätigkeitskategorien nach Dauer, Häufigkeit und Gefährdungspotential erfasst. Nach Abstimmung mit dem Aufgabenmodell ergeben sich bei häufig ausgeführten oder sicherheitskritischen Tätigkeiten besondere Anforderungen an die Gestaltung der relevanten Anzeigen. Solche Gestaltungsmerkmale, z.B. in Bezug auf Größe, Position und Anordnung müssen wiederum in der Gestaltungsanalyse berücksichtigt werden.

Die Tätigkeitsanalyse wird durch Blickbewegungsanalysen und damit um kognitive Aspekte der Aufgabenbearbeitung erweitert. So können in Kombination mit den anderen Analysen etwa häufige und große Blicksprünge zwischen verschiedenen Anzeigen auf eine notwendige Änderung der Anordnung von Anzeigen hinweisen. In Verbindung mit den Ergebnissen der Tätigkeitsanalyse ergibt sich ein Gesamtbild über die Interaktion zwischen Maschinenführer und Maschine in Bezug auf Anzeigen und andere Informationsquellen.

2.3 Gestaltungsanalyse

Ziel dieser Analyse ist die Bewertung des Ist-Zustands der Gestaltung durch einen Soll-Abgleich anhand bestehender Gestaltungsprinzipien und -grundsätze aus Normen und der einschlägigen arbeitswissenschaftlichen Fachliteratur. Für Aufgaben, die Vergleiche zwischen Informationsquellen fordern, leitet sich beispielsweise aus dem Prinzip der Nähe ab, dass Informationen zusammengehörend dargestellt werden sollten (vgl. Wickens et al. 2004; DIN EN ISO 10075-2:2000). Für die Gestaltungsanalysen während der Feldstudie werden Beurteilungsmerkmale in einer Checkliste aufbereitet.

3. Ergebnisse

Für die Bearbeitung von Aufgaben mit mobilen Hydraulikbaggern wurde ein Aufgabenmodell erstellt (vgl. Abb. 1), mit dem einerseits sehr viele Einsatzgebiete systematisch und ausgerichtet auf Arbeitsprozesse abgedeckt werden können. Andererseits erlaubt das Modell auch für die Feldstudie eine Fokussierung auf prototypische Aufgaben. Teilaufgaben mit Spezialanbauwerkzeugen werden im Detail dann berücksichtigt, wenn konkrete Baustellen für die Feldstudien festgelegt sind. Nebenaufgaben wurden gesammelt, definiert und gesondert aufgeführt. In die hierarchische Struktur eingegliedert sind Merkmale sequenziell vollständiger Aufgaben (Hacker 1995). Diese umfassen die Planung, Vorbereitung, Umsetzung und Kontrolle der auszuführenden Aufgabe. Als weiterer strukturgebender Aspekt wurden prototypische Teilaufgaben eingefügt (vgl. Bauer 2007).

Auf der Grundlage des Aufgabenmodells konnten auch die Beobachtungskategorien zur arbeitsablaufbezogenen Dokumentation der Tätigkeiten abgeleitet werden. Für die Feldstudie werden diese Kategorien dann nach einer explorativen Untersuchung und in Abstimmung mit der BG BAU weiter verfeinert und ergänzt.

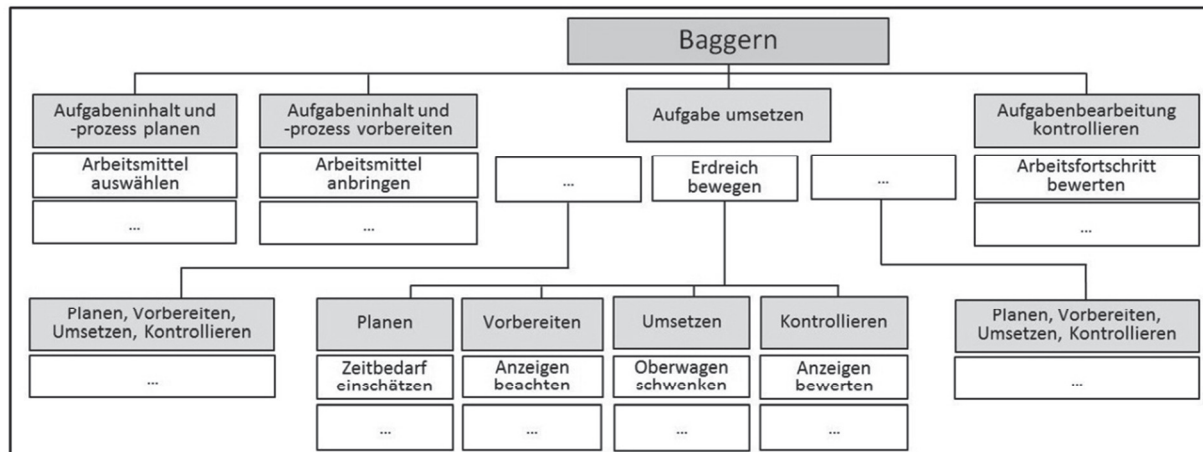


Abbildung 1: Ausschnitt des Aufgabenmodells für die Arbeit mit mobilen Hydraulikbaggern.

4. Diskussion

Durch die Aufgabenanalysen wurde ein Aufgabenmodell entwickelt, das zur Vorbereitung der Tätigkeits- und Gestaltungsanalysen und dann der Feldstudie beiträgt. Prototypische Aufgaben lassen sich nun identifizieren und Ergebnisse aller Analysen systematisieren und integrieren. Die Arbeitsaufgabe stellt die Zielsetzung der Tätigkeiten des Maschinenführers mit dem Bagger dar. Durch ein Aufgabenmodell wird beschrieben, was Maschinenführer während ihrer Aufgabenbearbeitung mithilfe von Baggern tun sollen (Hollnagel 2012). In Verbindung mit einer Tätigkeitsanalyse wird dann ein Abgleich zwischen geforderter und tatsächlicher Aufgabenbearbeitung möglich. Wenn sich aus der Aufgabenanalyse Vorgaben zu Überwachungsbereichen ableiten lassen, dann kann anhand der Tätigkeits- und der Gestaltungsanalyse ermittelt werden, inwieweit z. B. eine gegebene Anordnung von Anzeigen eine angemessene Sicht und Information für den Maschinenführer zulässt und von ihm genutzt werden kann. Aus einer Kombination der Ergebnisse sollen Empfehlungen für alternative Gestaltungen formuliert werden.

5. Literatur

- Bauer H (2007) Baubetrieb. Berlin: Springer.
- DGUV (2013) Arbeitsunfallstatistik 2011. Unveröffentlichte Analyse des Referats „Statistik - Makrodaten, Arbeits- und Schülerunfälle“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV).
- DIN EN ISO 6385 (2004) Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 9241-11 (1998) Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10075-2 (2000) Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze. Berlin: Beuth.
- Hacker W (1995) Arbeitstätigkeitsanalyse. Analyse und Bewertung psychischer Arbeitsanforderungen. Heidelberg: Asanger.
- Hacker W (1986) Arbeitspsychologie. Bern: Huber.
- Hollnagel E (2012) Task Analysis: Why, What, and How. In: Salvendy G (Ed), Handbook of Human Factors and Ergonomics. Hoboken: Wiley, 385-396.
- Kirwan B, Ainsworth L (1992) A Guide to Task Analysis. London: Taylor & Francis.
- Leisering H (2011) Rückfahrkameras an Erdbaumaschinen. BauPortal 1:7-13.
- Liebherr (2013) Betriebsanleitung Mobilbagger A924-1180 Litronic. Kirchdorf/Iller: Liebherr Hydraulikbagger GmbH.
- Stanton N (2006) Hierarchical task analysis: Developments, applications, and extensions. Applied Ergonomics 37:55-79.
- Wickens D, Lee J, Liu Y, Becker S (2004) An Introduction to Human Factors Engineering. Upper Saddle River: Pearson.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft

60. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU und Hochschule
München
12.-14. März 2014

Bericht zum 60. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 12.-14.3.2014
an der Technischen Universität und an der Hochschule München,
herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2014
ISBN 978-3-936804-17-1

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript gedruckt. Diese Schrift ist nur bei der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund, erhältlich.
E-Mail: gfa@ifado.de, Internet: www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

Druck: City DRUCK, Heidelberg

Printed in Germany



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Jahresdokumentation 2014

Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft

Bericht
zum 60. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft
vom 12.-14. März 2014