

Innovative Lösungen zum Schutz vor beweglichen Teilen an Bohrgeräten nach DIN EN 16228 unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit

Kirill LORENZ, Peter RASCHE, Alexander MERTENS

*Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen University
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

Kurzfassung: In diesem Beitrag werden die Herausforderungen durch den Benutzerschutz am Beispiel eines Übertage-Bohrwagens evaluiert. Auf Basis von Experteninterviews wurden die mit der Umstellung der DIN-Norm auftretenden Problemstellungen beim täglichen Betrieb und Umgang mit Übertage-Bohrgeräten und deren Schutzeinrichtungen identifiziert. Im Zuge einer umfassenden Internetrecherche wurden passende Lösungsmöglichkeiten ermittelt. Besondere Berücksichtigung fanden dabei innovative Lösungsansätze, die auch unter widrigen Umweltbedingungen die Voraussetzungen der Normenreihe DIN EN 16228 erfüllen und modular an verschiedenen Bohrwagentypen implementiert werden können. Auf Basis einer Kosten-Nutzen-Rechnung wurden die identifizierten Lösungsmöglichkeiten abgewogen und auf ihren wirtschaftlichen Einsatz in der Praxis hin überprüft.

Schlüsselwörter: Bohrgeräte, Arbeitsschutz, Benutzeranforderungen, Wirtschaftlichkeit

1. Einleitung

In verschiedenen Bereichen der Rohstoffgewinnung sowie des Baugewerbes werden Bohrgeräte eingesetzt, um Erdarbeiten zu tätigen oder Fundamente vorzubereiten. Diese Maschinen zeichnen sich durch eine beschränkte Rundumsicht aus und verfügen über schnell drehende und damit gefährliche Maschinenteile, wie z.B. das Bohr-gestänge oder den Bohrer selbst (vgl. Abbildung 1). Gemäß aktuellen DIN-Normen müssen diese rotierenden Bauteile und der damit verbundene Gefahrenbereich durch eine Schutzeinrichtung abgesichert werden, so dass das Bohrpersoneel während der auszuführenden Tätigkeiten nicht versehentlich in diesen Gefahrenbereich und damit in die rotierenden Maschinenteile gelangen kann. Aktuell existieren verschiedene trennende und nicht-trennende Lösungen für eine Schutzeinrichtung, welche im Rahmen der hier beschriebenen Studie auf ihre wirtschaftliche Einsatzfähigkeit und ihre Akzeptanz seitens des Bohrpersonals hin untersucht werden sollte.

2. Methodik

Zur Erreichung des Studienziels wurden vier Schritte unternommen. Im ersten Schritt wurden mittels Leitfaden-gestützter Experteninterviews benutzerzentrierte Anforderungen an Schutzeinrichtungen an Übertage-Bohrgeräten erhoben. Das

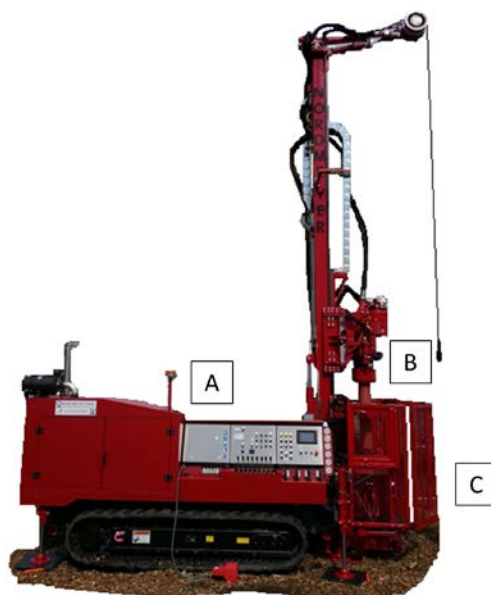


Abbildung 1: Beispiel eines Übertage-Bohrgerätes mit Bedienstand (A), Bohrgestänge und Bohrer (B) und Schutzkäfig (C).

Leitfadeninterview wurde als Erhebungsmethode gewählt, weil es einen vergleichsweise natürlichen Gesprächsverlauf mit Freiheitsgraden für beide Interviewpartner ermöglicht und dabei gleichzeitig sicherstellt, dass alle relevanten Themen abgefragt werden (Bogner 2009; Meyen 2011; Pickel & Pickel 2009; Gläser & Laudel 2010). Im Rahmen dieser Interviews wurden die Experten auch explizit dazu befragt, ob sie eine trennende oder nicht-trennende Schutzeinrichtung bevorzugen würden.

Der zweite Schritt bestand darin, die identifizierten Anforderungen zu priorisieren, da eine reine Sortierung nach Häufigkeit der Nennungen über die verschiedenen Interviews hinweg nicht zwangsläufig aussagekräftig wäre. Deshalb wurden alle identifizierten Anforderungen in der Gesamtschau aller Interviews mittels eines paarweisen Vergleichs durch den Studienleiter priorisiert (Pfeifer & Schmitt 2014). Eine Gleichwertigkeit von Anforderungen wurde bewusst ausgeschlossen, um eine eindeutige Rangfolge zu erhalten. Abschließend wurde die Gewichtung durch den Paarweisen Vergleich entsprechend dem Vorgehen von Pfeifer und Schmitt (2014) auf eine Zehnerskala normiert.

Aufbauend auf der so ermittelten Anforderungsliste wurden im dritten Schritt verschiedene Lösungsvarianten recherchiert, welche prinzipiell geeignet sind, zum Schutz des Bohrpersonals eingesetzt zu werden.

Die identifizierten Lösungsvarianten wurden anschließend einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse unterzogen, um sowohl für verschiedene Bohrgeräte als auch Bohrprozesse Praxisempfehlungen zur Ausgestaltung der Schutzeinrichtungen abzuleiten (Hoffmeister 2008). Hierfür wurden zunächst die Anschaffungskosten der einzelnen Lösungen ermittelt und anschließend mit deren Nutzwert verrechnet. Der Nutzwert drückt dabei aus, wie gut die identifizierte Lösung die in den vorherigen Schritten identifizierten Anforderungen erfüllt. Hierbei wurde je nach Erfüllungsgrad 0 Punkte bis 4 Punkte vergeben, wobei mit steigender Punktzahl die untersuchte Lösung die betrachtete Anforderung umso besser erfüllen kann. Diese Punktzahl wurde dann mit der normierten Gewichtung der Anforderung aus dem Paarweisen Vergleich multipliziert (Däumler et al. 2010; Bechmann 1978; Pfeifer & Schmitt 2014). Über alle Anforderungen hinweg konnte so für die betrachteten Lösungsvarianten ein jeweiliger Ge-

samtnutzwert berechnet werden. Im Rahmen dieser Kosten-Wirksamkeits-Analyse wurden die Anschaffungskosten fokussiert, da die Betriebskosten von einer Vielzahl unbestimmter Einflussfaktoren, wie Art des Auftrags oder Beschaffenheit der Baustelle (Geothermie- oder Gründungsbohrungen, etc.) abhängen können (Bayer op. 2005).

3. Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 21 Experten interviewt, die als Bauleiter, Geschäftsführer, Konstrukteure, Vertriebsmitarbeiter oder als Bohrergerätführer tätig waren und im Durchschnitt über jeweils 21,3 Jahre Berufserfahrung verfügten. 18 dieser Expertengespräche wurden auf der Veranstaltung „68. Deutsche Brunnenbautage“ in Bad Zwischenahn vom 26. bis 28. April 2017 geführt. Die übrigen wurden im Anschluss an diese Veranstaltung telefonisch durchgeführt.

3.1 Ergebnisse der Experteninterviews

Ziel der Experteninterviews war es, praxisrelevante Anforderungen an die Schutzeinrichtung von Bohrergeräten zu ermitteln. Insgesamt konnten 13 Anforderungen aus den geführten Interviews extrahiert werden. In Tabelle 1 sind die Anforderungen, die Anzahl der Nennungen und die normierte Gewichtungen aufgeführt.

Tabelle 1: Identifizierte Anforderungen geordnet nach der Gewichtung und unter Angabe der Häufigkeit der Nennung in den Experteninterviews.

Nummer	Anforderung	Gewichtung 10er Skala	Nennungen
13	Schutz des Bohrpersonals	10	7
6	Akzeptanz beim Bohrpersonal	9	16
10	Robustheit des Gesamtsystems	9	16
4	Vermeidung Fehlalarm	8	4
2	Kurze Prozesszeiten	7	21
1	Zugänglichkeit zum Bohrstrang	6	21
5	Sicht auf den Bohrstrang	6	6
11	Flexible Anpassung der Schutzeinrichtung an die Gegebenheiten am Einsatzort	5	4
9	Flexible Anpassbarkeit der Schutzeinrichtung an verschiedene Bohrverfahren	4	5
7	Kompatibilität der Schutzeinrichtung über verschiedene Modelle eines Herstellers hinweg	3	7
12	Zugänglichkeit bei Instandhaltung	3	1
8	Transportfähigkeit	2	4
3	Wahrnehmung des Gefährdungsbereiches um den Bohrstrang	1	1

Befragt nach der bevorzugten Art von Schutzeinrichtung (trennend oder nicht-trennend) gaben 90 % der befragten Experten an eine nicht-trennende Schutzeinrichtung zu bevorzugen, da durch diese freie Sicht und schnelle Zugänglichkeit zum Bohrstrang gegeben ist.

3.2 Lösungsvarianten zum Schutz des Bohrpersonals

Mittels einer umfassenden Internetrecherche wurden verschiedene Lösungsvarianten für den Schutz des Bohrpersonals an Übertage-Bohrgeräten ermittelt. Insgesamt wurden fünf Systeme identifiziert, wovon zwei für die weitere Betrachtung ausgewählt wurden. Je eine der ausgewählten Lösungsvarianten stand für die Gruppe der trennenden und eine für die Gruppe der nicht-trennenden Schutzeinrichtungen.

Für die Gruppe der trennenden Schutzeinrichtungen wurde der klassische Schutzkäfig gewählt, wie er auch in der aktuellen Norm empfohlen wird (DIN EN 16228-1 2014). Ein Schutzkäfig besteht dabei aus einem Rahmengerüst aus Metall, welches mit Gittern versehen ist und die Gefahrenstelle am Bohrgerät physisch umgibt. Er ist fest mit dem Bohrgerät verbunden und verfügt über eine Tür, die je nach Variante nach vorne oder zur Seite hin geöffnet werden kann. Sollten die räumlichen Gegebenheiten der Baustelle einen Betrieb des Bohrgerätes mit geschlossenem Schutzkäfig nicht ermöglichen, kann im Bedarfsfall bei geöffneter Tür gearbeitet werden, wobei in diesem Fall das Bohrgerät nur mit verminderter Bohrerndrehzahl und damit mit verminderter Leistung betrieben werden kann.

Für die Gruppe der nicht-trennenden Schutzeinrichtungen wurde die iDrillrig Systemlösung ausgewählt, welche auf der iRTT RadioTransponderTag Funkortungstechnologie basiert (Indurad GmbH 2017). Dieses System ermittelt mittels eines Senders den Abstand der am Bohrgerät tätigen Arbeitsperson zum rotierenden Bohrstrang (vgl. Abbildung 2). Der Sender ist am Schutzhelm oder aber am Gürtel der Arbeitsperson angebracht. Sollte sich die Arbeitsperson in den Gefahrenbereich begeben, wird je nach Abstand zum rotierenden Bohrgestänge die Leistung des Bohrgerätes respektive die Drehzahl des Bohrgestänges reduziert oder das Bohrgerät notabgeschaltet.

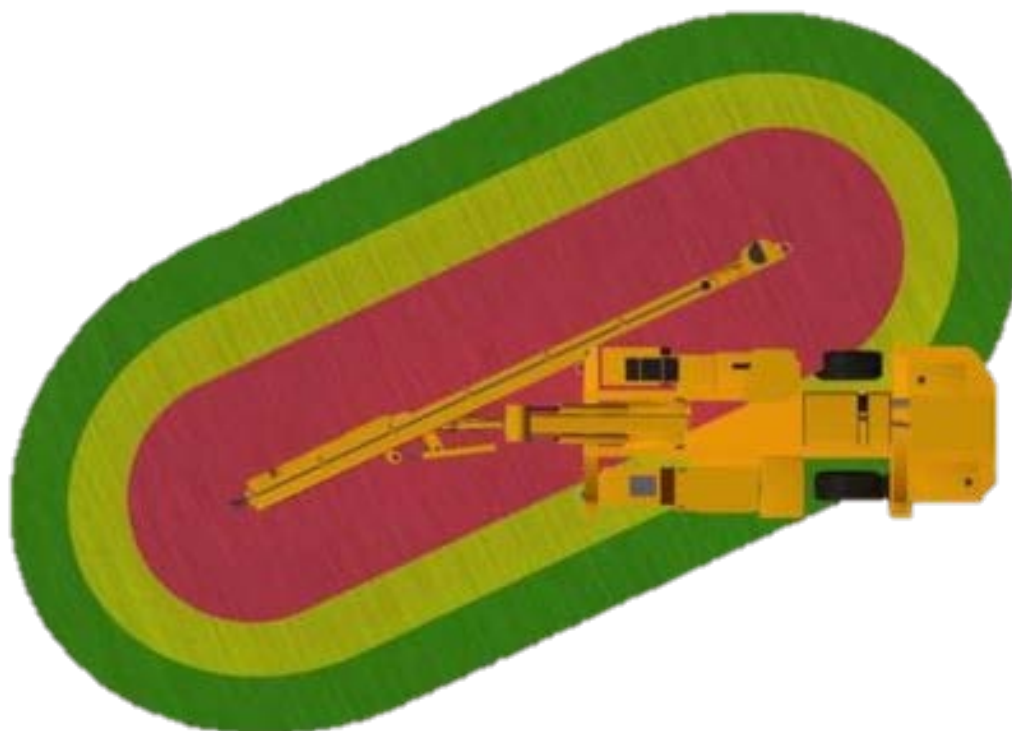


Abbildung 2: Schematische Funktionsskizze des iRTT-System der Firma Indurad im Draufblick. Farblich sind die verschiedenen Sicherheitszonen markiert.

3.3 Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse

Bei der Kalkulation des Nutzwertes ergab sich für die trennende Schutzeinrichtung in Form des Schutzkäfigs ein Gesamtnutzwert von 163 Punkten auf einer Skala von 73 bis 292 Punkten. Die Kosten für eine solche Schutzeinrichtung rangieren nach Angaben der befragten Hersteller zwischen 5000 € und 10000 €, je nach Komplexität des Bohrgerätes und in Abhängigkeit der Anforderungen an die Schutzeinrichtung. Daher wurde das Kosten-Nutzen-Verhältnis für den Schutzkäfig einmal mit Anschaffungskosten von 5.000 € und einmal mit 10.000 € berechnet.

Das iRTT-System erreichte hingegen einen Gesamtnutzwert von 252 Punkten auf einer Skala von 73 bis 292 Punkten. Der im Vergleich zum Schutzkäfig höhere Punktwert ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die nicht-trennende Schutzeinrichtung kurze Prozesszeiten, eine sehr gute Zugänglichkeit zum Bohrstrang und freie Sicht auf diesen ermöglicht. Die Kosten der iDrillrig Systemlösung liegen bei der Basisausführung bei etwa 14.000€ (indurad GmbH 2017).

Basierend auf diesen Informationen konnte für den Schutzkäfig ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 31 €/Nutzenpunkt bei einem einfachen und von 61 €/Nutzenpunkt bei einem komplexen Bohrgerät ermittelt werden. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis des iRTT-System liegt bei Berücksichtigung der Kosten für eine Basisausführung bei 56 €/Nutzenpunkt für ein einfaches, wie auch komplexes Bohrgerät.

4. Diskussion und Fazit

Ausgehend von den aktuellen Normungsprozessen, durch welche Übertage-Bohrgeräte mit einem wirksamen Schutz zur Verbesserung der Sicherheit des Bohrpersonals ausgestattet sein müssen, wurden mittels 21 Experteninterviews 13 praktische Anforderungen an eine solche Schutzeinrichtung identifiziert. Besonders häufig wurde aus Sicht der Experten die „Zugänglichkeit zum Bohrstrang“, „kurze Prozesszeiten“ und die „Robustheit des Gesamtsystems“ als Anforderungen genannt (vgl. Tabelle 1). Befragt nach der bevorzugten Art von Schutzeinrichtung gab die Mehrzahl an, eine nicht-trennende Schutzeinrichtung zu bevorzugen. Einige Interviewpartner berichteten gar von Situationen, in denen der Schutzkäfig demontiert wurde, da er die Arbeitsabläufe stark behinderte. Es gilt daher neben der Betrachtung der Akzeptanz und der Wirtschaftlichkeit dieser Systeme Lösungsstrategien zu entwickeln, die das Bohrgeräte-Personal von derartigen Maßnahmen abhalten und über die Notwendigkeit von Schutzeinrichtungen aufklären und zu deren Benutzung motivieren.

Bezogen auf die Kosten-Nutzen-Verhältnisse der identifizierten Lösungsvarianten kann zusammenfassend festgehalten werden, dass bei einfachen Bohrgeräten, welche über ein geringeres Einsatzspektrum verfügen, der Schutzkäfig als Schutzeinrichtung die zu bevorzugende Variante darstellt. Bei größeren und vor allem komplexeren Bohrgeräten, die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten gerecht werden müssen, sollte hingegen die nicht-trennende Schutzeinrichtung in Form des iRTT-Systems favorisiert werden, da das Kosten-Nutzen-Verhältnis kleiner ist, als für einen aufwändig zu gestaltenden Schutzkäfig.

Da nicht-trennende Schutzeinrichtungen im Bereich mobiler Bohrgeräte noch nicht in einem breiten Einsatz sind, sind weitere Untersuchungen notwendig mit Schwer-

punkt bei der Verifikation der hier vorgestellten Anforderungen und Wirtschaftlichkeit in der Praxis.

5. Literatur

- Bayer HJ (op. 2005), HDD-Praxis Handbuch. Essen: Vulkan-Verlag.
- Bechmann A (1978) Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung. Bern, Stuttgart: P. Haupt.
- Bogner A (2009) Experteninterviews: Theorien, Methoden, Anwendungsfelder. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Däumler K-D, Grabe J, Vanini U (2010) Kostenrechnungs- und Controllinglexikon. Herne [u.a.]: Verl. Neue Wirtschafts-Briefe.
- Norm DIN EN 16228-2: Oktober 2014, Geräte für Bohr- und Gründungsarbeiten – Sicherheit – Teil 2: Mobile Bohrgeräte für Tiefbau, Geotechnik und Gewinnung.
- Gläser J, Laudel G (2010) Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: Als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwiss.
- Hoffmeister W (2008) Investitionsrechnung und Nutzwertanalyse: Eine entscheidungsorientierte Darstellung mit vielen Beispielen und Übungen. Berlin: BWV, Berliner Wiss.-Verl.
- indurad GmbH (2017) Bohrwagensicherheit durch Transponderlokalisierung 2017-11-03. URL:<http://indurad.com/index.php?id=88&L=1> (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/6uhKrl3iP>).
- Meyen M (2011) Qualitative Forschung in der Kommunikationswissenschaft: Eine praxisorientierte Einführung [Lehrbuch]. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- T Pfeifer, R Schmitt (2014) Masing Handbuch Qualitätsmanagement. München: Hanser, Carl.
- Pickel G, Pickel S (2009) Qualitative Interviews als Verfahren des Ländervergleichs. In: Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft neue Entwicklungen und Anwendungen, Wiesbaden: VS, Verlag für Sozialwissenschaften.

Danksagung: Unser besonderer Dank gilt unseren Interviewpartnern. Die Ergebnisse dieses Beitrags beruhen auf der Abschlussarbeit von Herrn Kirill Lorenz, welche er am Institut für Arbeitswissenschaft verfasst hat.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

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.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de