

Proximity Detection Systems - Schutzeinrichtungen für Gefahrenzonen im Untertagebereich - Stand der Technik

Nikolaus A. Sifferlinger

Jahrestagung 2016 für Sicherheit im Bergbau

- Die räumliche Beengtheit in untertägigen Arbeitsstätten in Berg- und Tunnelbau führt immer wieder zur Gefahr von Kollisionen zwischen Mensch und Maschine.

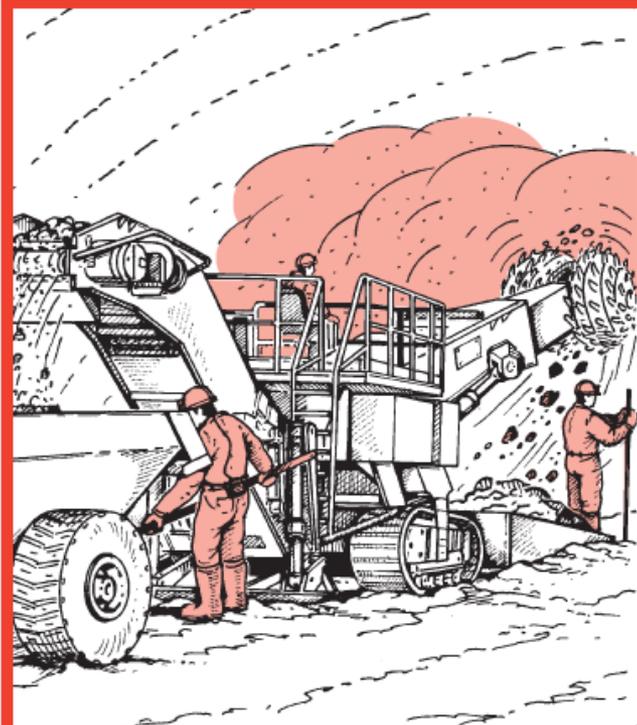




Trotz entsprechender Arbeitsvorschriften und Sicherheitsschulungen sind Unfälle zwischen Menschen und Maschinen immer noch zahlreich.

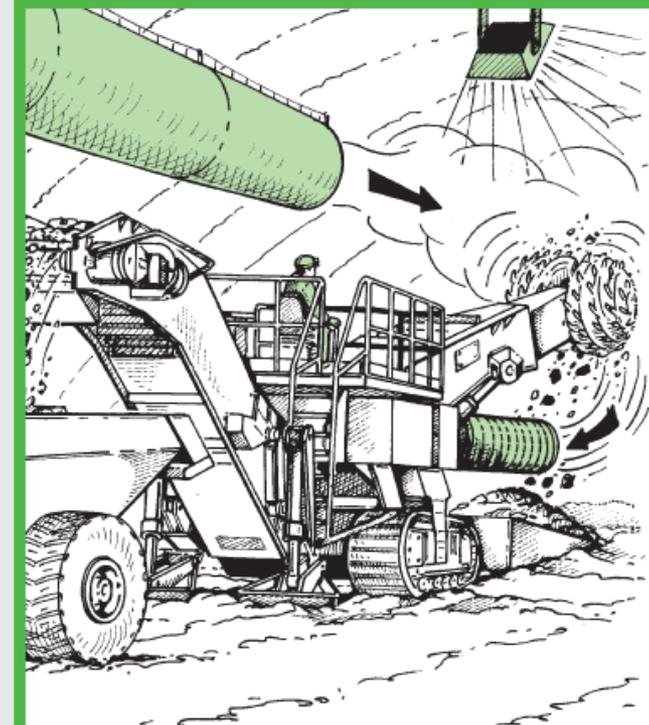
4.6

Excavation with Roadheader



Danger

- dust containing quartz (silicosis)
- being crushed
- being run over
- flying debris



Protection

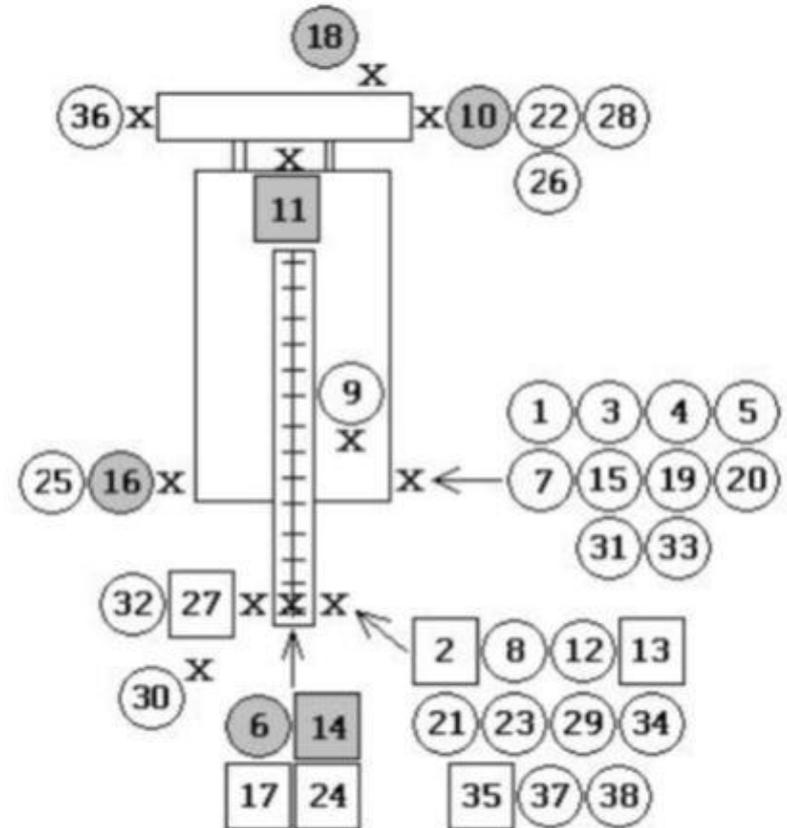
- install effective dust control system
- install waterspray system at cutting head
- do not enter machine danger zone
- light the working area adequately

aus ITA/AITES: Safe Working in Tunnelling - Teilschnittmaschine

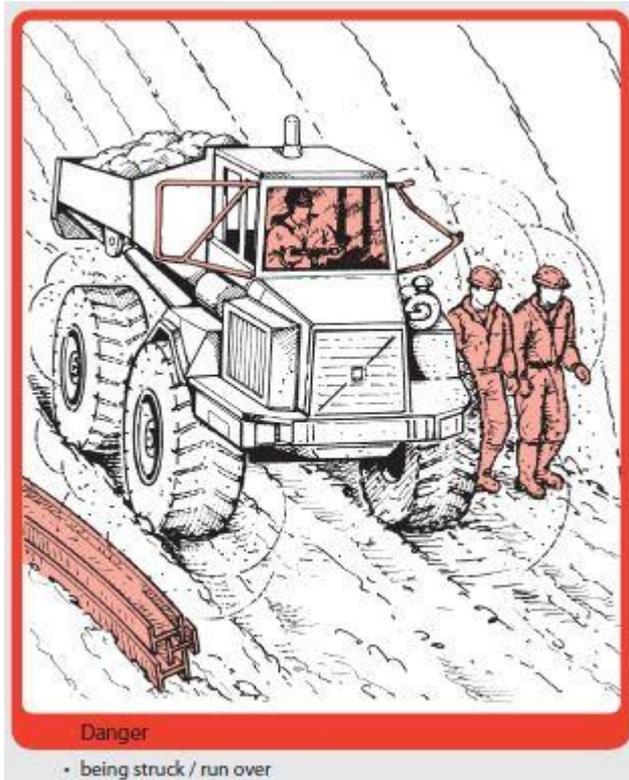
In den Vereinigten Staaten von Amerika hat die Mine Safety and Health Administration (MSHA) die Unfälle seit 1984 im Kohlenbergbau analysiert. Bei funkferngesteuerten Continuous Minern, bei denen der Maschinenfahrer mit dem Funkfernsteuerpult in der Nähe der Maschine steht, wurden für den Zeitraum **Oktober 1984 bis September 2014 insgesamt 38 tödliche Unfälle** gefunden.

Dabei wurden die Verunglückten durch ungeplante Maschinenbewegungen und/oder durch Wahl des falschen Standortes von der Maschine an Stoß oder Firste eingeklemmt.

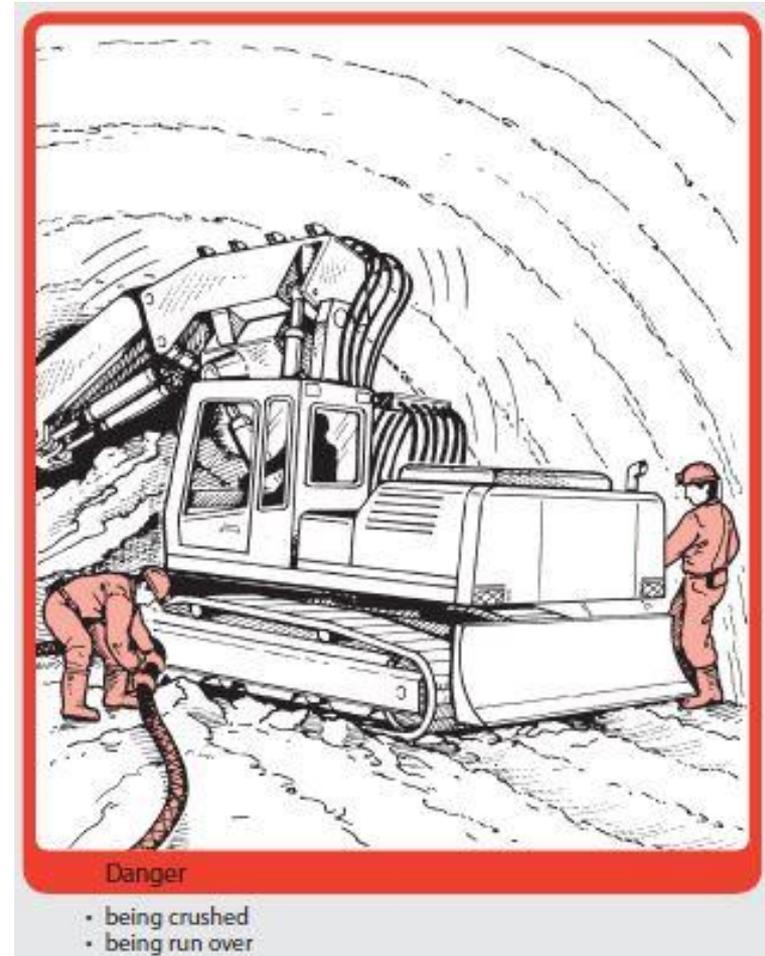
Orte der 38 tödlichen Unfälle an funkferngesteuerten Continuous Minern im US-Kohlenbergbau im Zeitraum 1984 bis 2014. Die Schneidtrommel ist oben, der Förderer am Heck der Maschine. Die Nummern beziehen sich auf die einzelnen Unfälle in der angeführten MSHA-Analyse. Das „x“ kennzeichnet den ungefähren Unfallort. Eine graue Hinterlegung zeigt dass der Unfall während der Wartung geschah. Ein Kreis um die Nummer zeigt, dass das Opfer der Maschinenfahrer war, ein Quadrat bezeichnet ein Opfer das als Helfer in der Sektion arbeitete. (Quelle: MSHA)



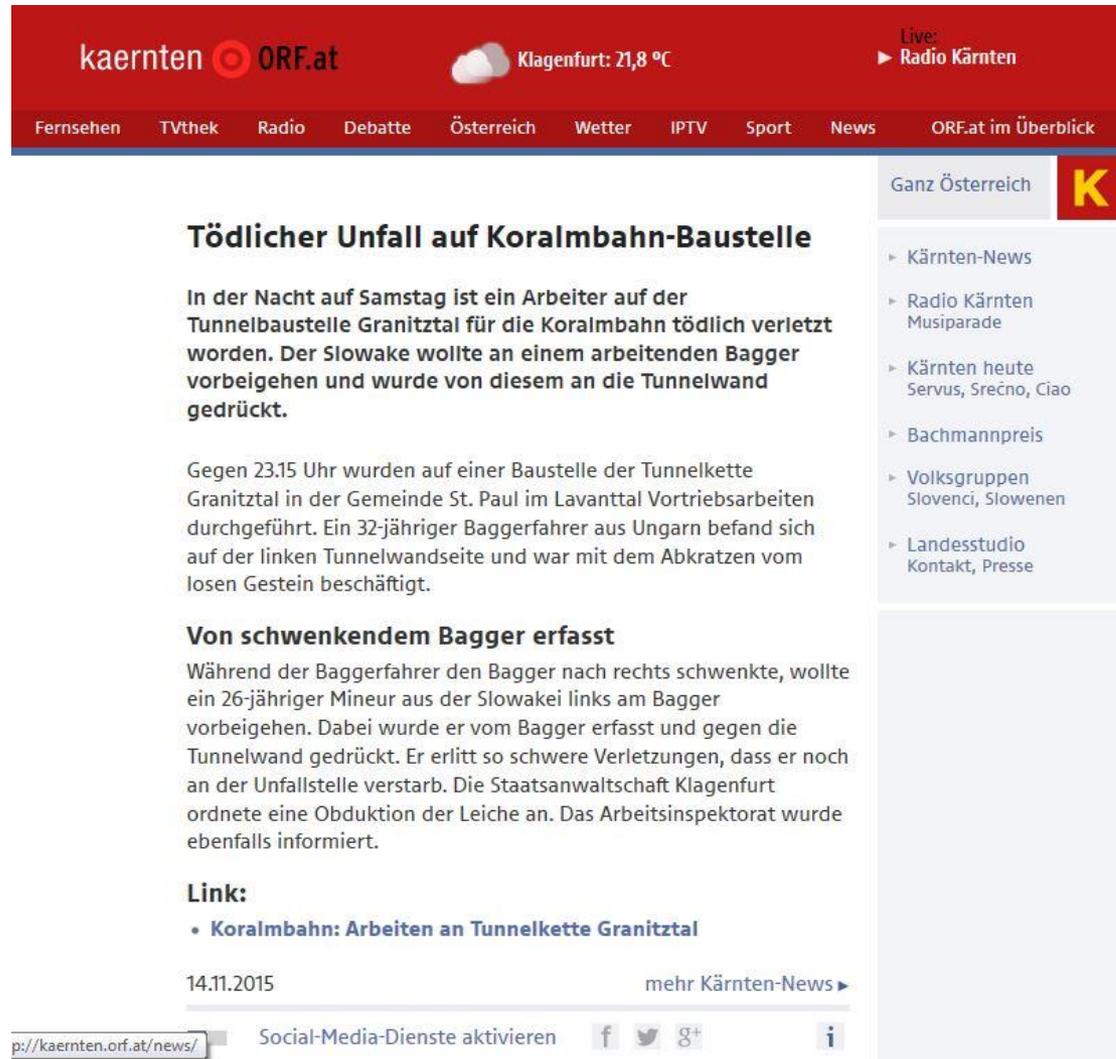
- Weiters hat MSHA bei der Analyse der Unfälle für mobile Transportmaschinen im Kohlenbergbau für den Zeitraum von 1984 und 2014 insgesamt 42 tödliche und 179 verletzende Unfälle festgestellt, welche bei Einsatz eines Schutzsystems zur Erkennung von Personen in Gefahrenzonen möglicherweise zu vermeiden gewesen wären.
- Daher wird auch eine Vorschrift für Transportmaschinen vorbereitet.



Im toten Sichtwinkel eines Baggers ist die Gefährdung, überfahren oder eingequetscht zu werden besonders groß. Videoüberwachung der blicktoten Räume ist eine mögliche Abhilfe.



Leider kam es auch auf der Koralmbahn-Tunnelbaustelle am 13. 11. 2015 zu einem tödlichen Unfall in dieser Kategorie

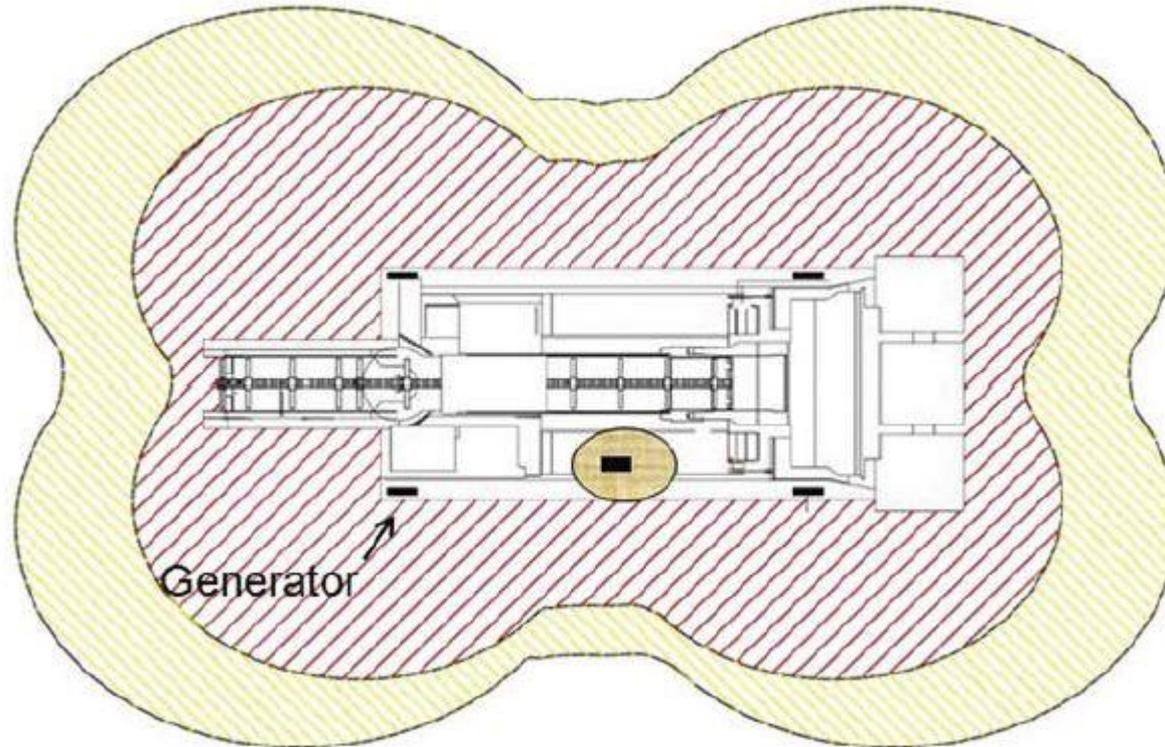


The screenshot shows a news article on the ORF.at website. The header includes the 'kaernten ORF.at' logo, a weather widget for Klagenfurt (21,8 °C), and a 'Live: Radio Kärnten' indicator. A navigation bar contains links for Fernsehen, TVthek, Radio, Debatte, Österreich, Wetter, IPTV, Sport, News, and ORF.at im Überblick. The article title is 'Tödlicher Unfall auf Koralmbahn-Baustelle'. The text describes a fatal accident on the Koralm railway construction site on Saturday night, where a Slovak worker was killed by a bulldozer. A second section, 'Von schwenkendem Bagger erfasst', details the incident: a 26-year-old miner from Slovakia was struck by a bulldozer while passing, leading to fatal injuries. A 'Link:' section provides a bullet point for 'Koralmbahn: Arbeiten an Tunnelkette Granitztal'. The date '14.11.2015' and a link to 'mehr Kärnten-News' are visible. At the bottom, there are social media sharing options and a URL bar showing 'p://kaernten.orf.at/news/'.

- Alle diese Unfallberichte zeigen die **Notwendigkeit von technischen Schutzsystemen**, die Kollisionen zwischen Maschinen und von Menschen und Maschinen im Berg- und Tunnelbau verhindern.
- Eine große Anzahl dieser Unfälle wäre durch **Proximity Detection Systeme**, die **bei Anwesenheit einer Person in der roten Gefahrenzone die entsprechende gefährliche Maschinenbewegung stoppt**, zu verhindern gewesen.

An technischen Methoden zur Erkennung von Personen in Gefahrenzonen untertage kommen zum Einsatz bzw. werden untersucht:

- - Elektromagnetische Feldmessungen
- - RADAR
- - Radio Frequency Identification (RFID)
- - Optische Videosysteme (3D-Vision)
- - Thermobild-Kamerasysteme
- - Schallaufzeitmessungen
- - Time-of-Flight Systeme (Signallaufzeiten)



Prinzip des elektromagnetischen Feld um einen Continuous Miner, erzeugt von vier Generatoren auf der Maschine. Dabei ist zu beachten dass das Feld in Form einer dreidimensionalen Blase um die Maschine liegt. (Quelle: NIOSH)



JOY Continuous Miner 12CM mit dem Matrix M3-1000 Proximity Detection System, auf der Las Vegas Mining Show im September 2012. Die Feldgeneratoren bei diesem System sehen aus wie quadratische Fenster (Foto: N. Sifferlinger)



- Funkferngesteuerter Continuous Miner mit Matrix M3-1000 Proximity Detection System in den USA. (Quelle: Matrix)

INFOTRONIX

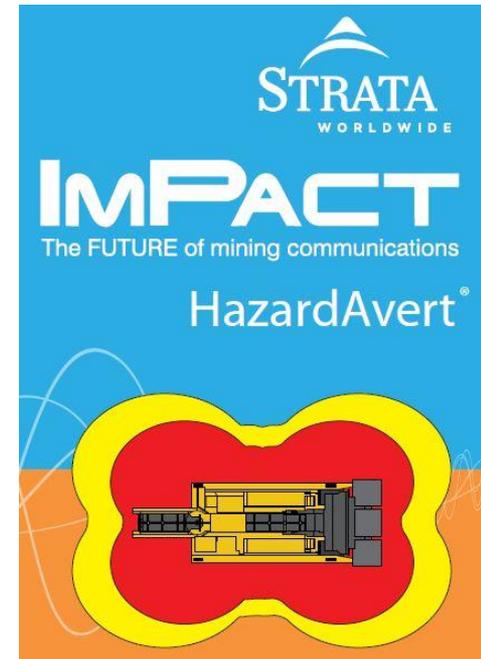
Typical Usage Scenario

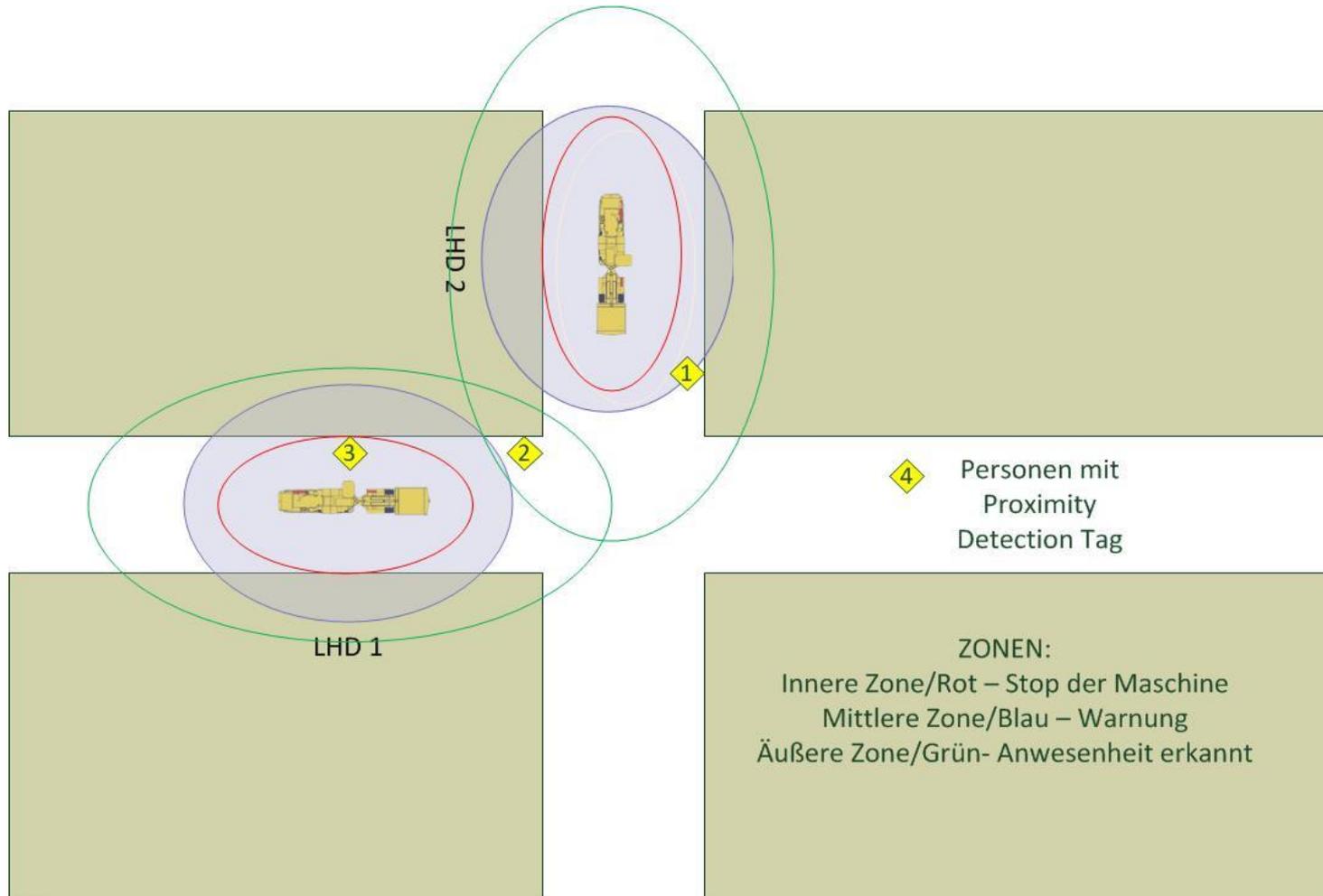


© 2016 Infotronics, Inc.

Einige der derzeitigen Hersteller von Proximity Detection Systemen:

- Strata Mining Products „Hazard Avert®“
- Matrix Design Group M3-1000/Joy Global SmartZone® Gen1
- Matrix Design Group IntelliZone™/Joy Global SmartZone® Gen 2
- Modular Mining Systems
- GE Mining Collision Avoidance System
- Booyco Electronics
- Becker Mining Systems





- Am 15. Jänner 2015 publizierte die MSHA die endgültige Vorschrift für den Einsatz von Proximity Detection Systemen an Continuous Mining Maschinen. Diese trat mit 16. März 2015 in Kraft und hat unter anderem folgenden Inhalt:
- Continuous Mining Maschinen, welche nach dem 16. März 2015 hergestellt werden, müssen bis zum 16. November 2015 mit einem Proximity Detection System ausgerüstet sein.
- Continuous Mining Maschinen, welche vor dem 16. März 2015 hergestellt wurden und noch kein den Vorschriften entsprechendes Proximity Detection System haben, müssen bis zum 16. März 2018 mit einem vorschriftsmäßigen System ausgerüstet werden.

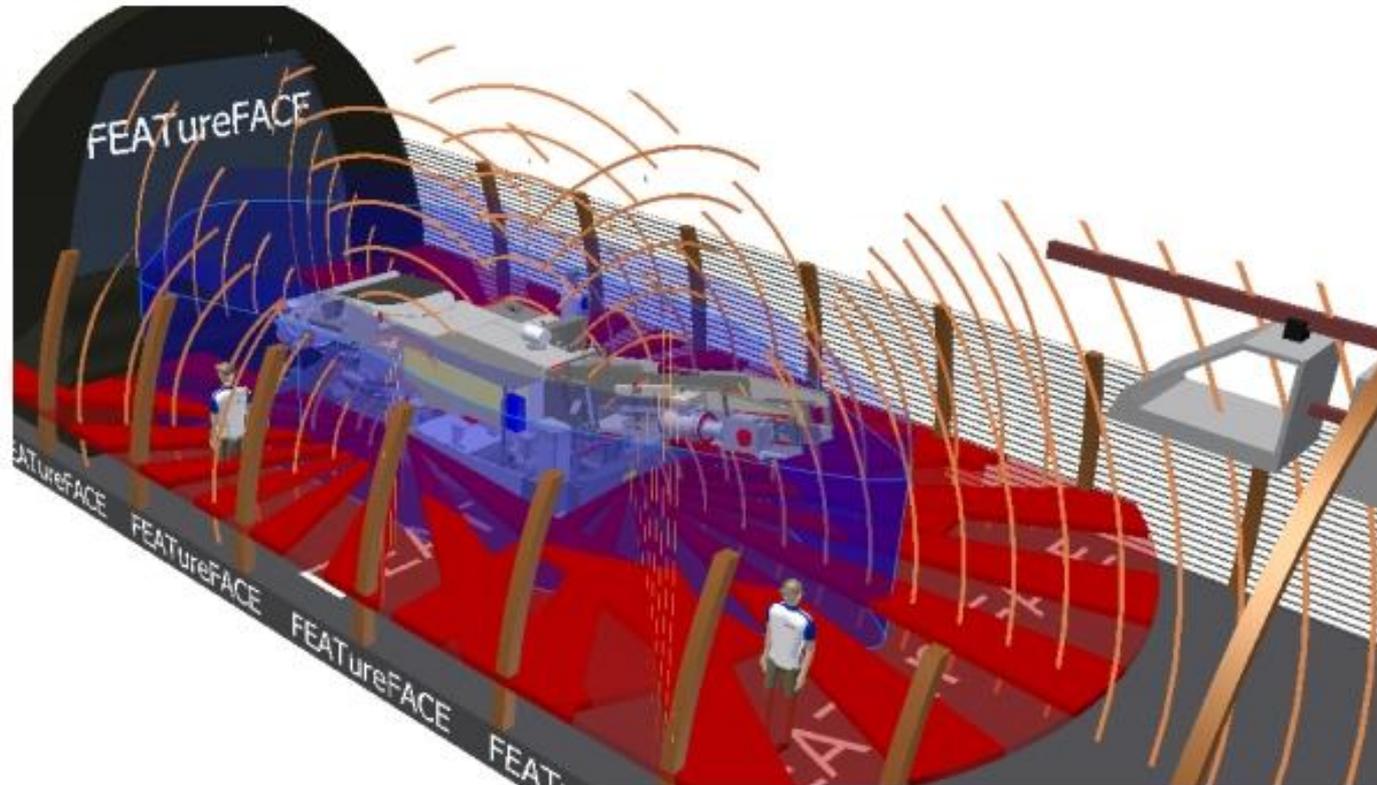
Mit 25. November 2015 war im US-Kohlenbergbau nach Angaben von MSHA/NIOSH die folgende Anzahl von Maschinen mit Proximity Detection Systemen ausgerüstet:

- Continuous Miner: 479;
- Shuttle Cars: 61;
- Coal Haulers: 33;
- Scoops: 63;
- Lademaschinen: 24;
- Roof Bolter: 1;
- Feeder Breaker: 1;
- Sonstiges mobiles Gerät: 4;
- **Gesamtsumme: 666 Systeme.**



- Im Frühjahr 2015 hat das Department of Mineral Resources für den Südafrikanischen Bergbau eine Ergänzung für die Vorschriften für Maschinen und Gerätschaften in Kraft gesetzt, welche für schienenungebundene mobile Maschinen folgendes vorschreibt:
- Zur Vermeidung von Kollisionen zwischen schienenungebundenen mobilen Maschinen und Fußgängern müssen entsprechende Einrichtungen verwendet werden, die die Präsenz von Fußgängern in der Umgebung automatisch erkennen und im Gefahrenfall die Geschwindigkeit des Fahrzeuges automatisch bis zum Stillstand reduzieren.
- Zur Vermeidung von Kollisionen zwischen Dieselbetriebenen schienenungebundenen mobilen Maschinen untereinander müssen entsprechende Einrichtungen verwendet werden, die die Präsenz von anderen Maschinen in der Umgebung automatisch erkennen und im Gefahrenfall die Geschwindigkeit der beteiligten Maschinen, wenn die Maschinenfahrer auf die Warnungen nicht reagieren, automatisch bis zum Stillstand reduzieren.
- Dies gilt sowohl für Obertage- wie auch Untertage-Betriebe.

- Die EN 16228-2:2014 für die Sicherheit von mobilen Bohrgeräten für Tiefbau, Geotechnik und Gewinnung von 15. November 2014 fordert einen eingeschränkten Zugang zu einem Gefahrenbereich mit drehenden Teilen: „Bohrwagen müssen Bewegungsmelder haben, um den Zugang von Personen zum Gefahrenbereich mit drehenden Teilen zu melden“ und „Wenn die Maschine in der automatischen Betriebsart für den vollen Bohrzyklus betrieben wird, muss das Bohren unterbrochen werden, sobald eine Person den Bewegungsmelder passiert.“ Dazu die Anmerkung: „Es kann andere technische Lösungen als Bewegungsmelder geben, mit denen das gleiche oder ein besseres Schutzniveau erreicht werden kann. Dieses in Kombination mit den Felswänden begrenzt den Zugang zum Gefahrenbereich.“
- Die Normung fordert noch kein explizites Proximity Detection System.



Das prinzipielle Konzept einer 360° Überwachung von FEATureFACE am Beispiel einer Teilschnittmaschine (Quelle: IMR/RWTH Aachen)

R&D and Engineering Coal&Minerals

General arrangement



R&D and Engineering Coal&Minerals

General arrangement



Für Schutzsysteme zur Erkennung von Personen im Gefahrenbereich sind zwei Arten von Fehlern besonders kritisch:

a) **Nichterkennen einer Person im Gefahrenbereich**

- Ausfall des Systems
- Kein Tag an der zu schützenden Person
- Verfälschung der Abstandsmessung

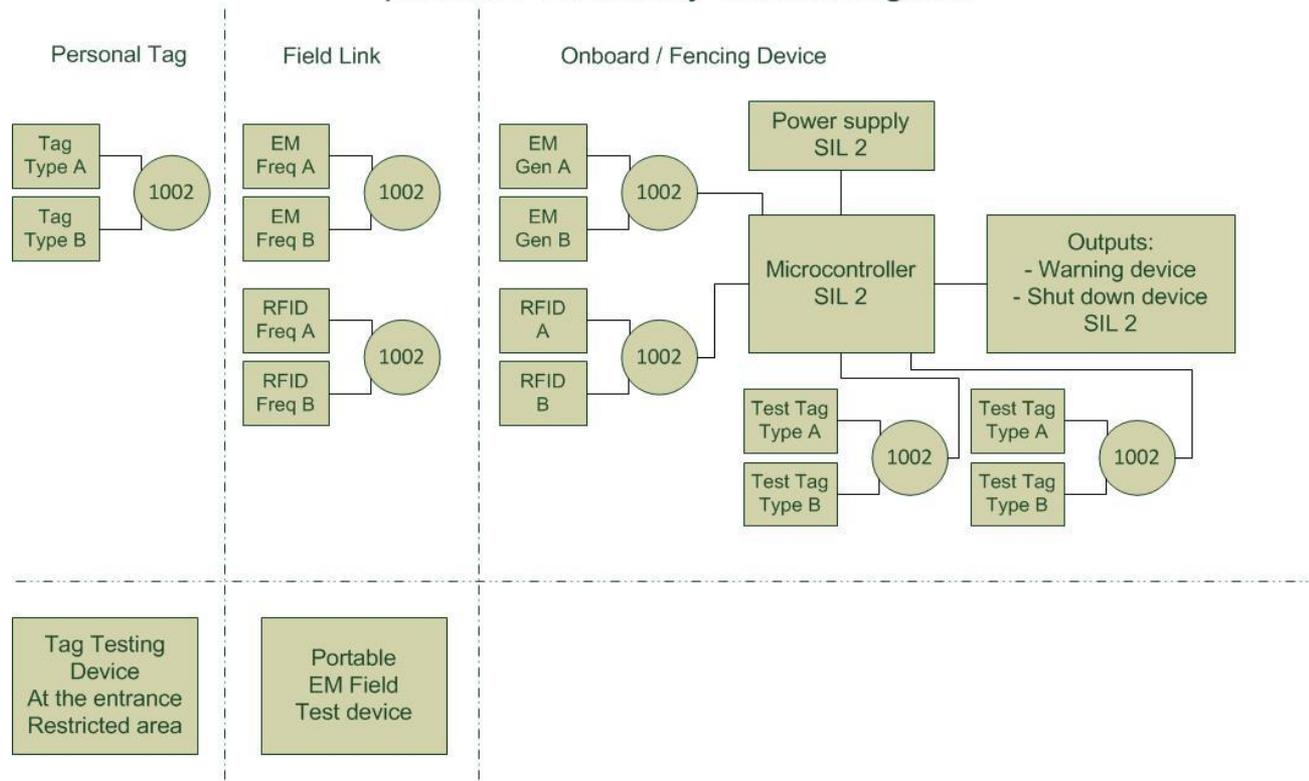
b) **Fehlalarme (falsche Meldung einer Person im Gefahrenbereich)**

Häufige Fehlalarme führen dazu dass das System deaktiviert wird. Daher gilt es für Weiterentwicklungen Fehlalarme zu eliminieren.

- Auch bleibt mit **Tag-basierenden Systemen am Gürtel oder am Helm das Problem, dass die Distanz des Sicherheitsabstandes von dort gemessen** wird. Und wenn zum Beispiel der Sicherheitsabstand zur Maschine vom Tag mit 50 cm festgelegt ist, so würde im Falle dass die zu schützende Person am Boden liegt, die Gefahr bestehen dass die Maschine zu nahe kommt und die Person noch vor Erreichen der Abschaltentfernung verletzt.

- Es ist außer Frage dass die Einführung der bestehenden Schutzsysteme mit der derzeitig verfügbaren Technik richtig ist und damit laufend Unfälle vermieden werden. Und die Erfahrungen mit diesen Systemen ermöglichen es die Sicherheit in Zukunft weiter zu verbessern.
- Dazu gehört auch die **Funktionale Sicherheit**.
- Wenn **sicherheitsgerichtete Steuerungssysteme ihre Sicherheitsfunktionen zuverlässig erbringen**, spricht man von funktionaler Sicherheit.

System overview „Functional Safe Proximity Detection System“ possible Reliability Block Diagram



An der MU Leoben beschäftigen zwei Institute mit Industriepartnern in der Forschung und Entwicklung im Bereich „Funktionale Sicherheit“.



Derzeit ist es im Bergbau so, dass Bereiche in denen autonome, unbemannte Fahrzeuge unterwegs sind, vollkommen für Personen abgesperrt werden müssen. Mit einem Umfeldüberwachungssystem, welches den Anforderungen der Funktionalen Sicherheit entspricht, könnte eine Koexistenz möglich werden.

- Derzeit in den USA und Südafrika über 1500 Systeme im Einsatz.
- Die Weiterentwicklung der Schutzsysteme gegen Kollision von Mensch und Maschine im Untertagebereich ist im Gange, mit nachgewiesener Betriebszuverlässigkeit werden auch die Behörden die Vorschriften entsprechend nachschärfen.
- Damit wird die Anwendung dieser Schutzeinrichtungen im Bergbau – aber auch im Tunnelbau – zum Standard werden.