



BG ETEM
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse

Fachveranstaltung

18. Vortragsveranstaltung ELEKTROTECHNIK

7. und 8. Juni 2016 in Kassel

SICK
Sensor Intelligence.



: Optische Schutzeinrichtungen (BWS)

Technik, Auswahl und Anwendung

Harald Schmidt / Safety Solution Development

08. Juni 2016

Auswahl und Einsatz Optische Schutzeinrichtungen

Harald Schmidt

- SICK AG, Regional Competence Center EU -
- TÜV zertifizierter Experte - Funktionale Sicherheit -
EN ISO 13849 (Zertifikat Nr. 44-504-100702-0010-EF-02)
- SICK Mitarbeiter seit 1997



70 Jahre Erfahrung. Gegründet 1946

7,500 Mitarbeiter weltweit

88 Präsenz in 88 Ländern :
Mehr als 50 Tochtergesellschaften und
Beteiligungen sowie weitere spezialisierte
Vertretungen

1,268 Milliarden € Konzernumsatz im Geschäftsjahr
2015

40,000 Produkte – breitetes Produkt- und
Technologie-Portfolio in der Sensor Industrie

2,032 Patente – führend in der Entwicklung von
innovativen Sensorlösungen



Optimal ausgelegte Schutzeinrichtungen steigern die Effizienz von Fertigungsanlagen

- : Bei stationären Maschinen und Anlagen :
 - Große Zugangs- oder Zugriffsöffnungen
 - Ungehinderter Einblick und Eingriff
 - Kürzere Taktzeiten
 - Schnelleres Umrüsten
 - Schnellere Störungsbeseitigung

- : Bezogen auf Fahrzeuge :
 - Flexible Logistik
 - Höhere Fahrgeschwindigkeit
 - Höhere Transportleistung
 - Keine räumlichen Trennungen

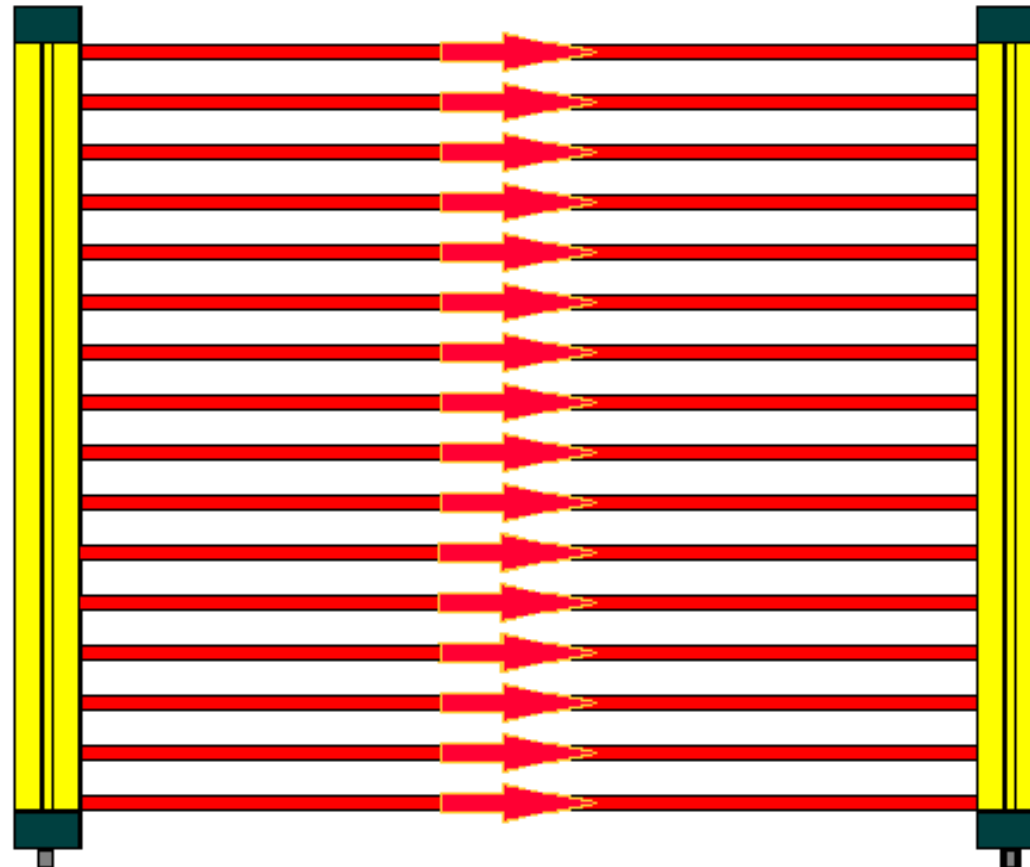


- : Sind Schutzeinrichtungen die
 - mittels opto-elektronischer Sende- und Empfangselemente
 - die eine Unterbrechung der von der Einrichtung erzeugten optischen Strahlung detektieren
 - die durch ein lichtundurchlässiges Objekt erzeugt wird
 - in einen vorgegebenen 2-dimensionalen Bereich
- : Diese Detektion erzeugt ein Haltbefehl (Signalausgang = Aus)
- : Typische AOPD sind:
 - Einstrahl Sicherheitslichtschranken
 - Sicherheits-Lichtvorhänge
 - Aktive Kamerasysteme



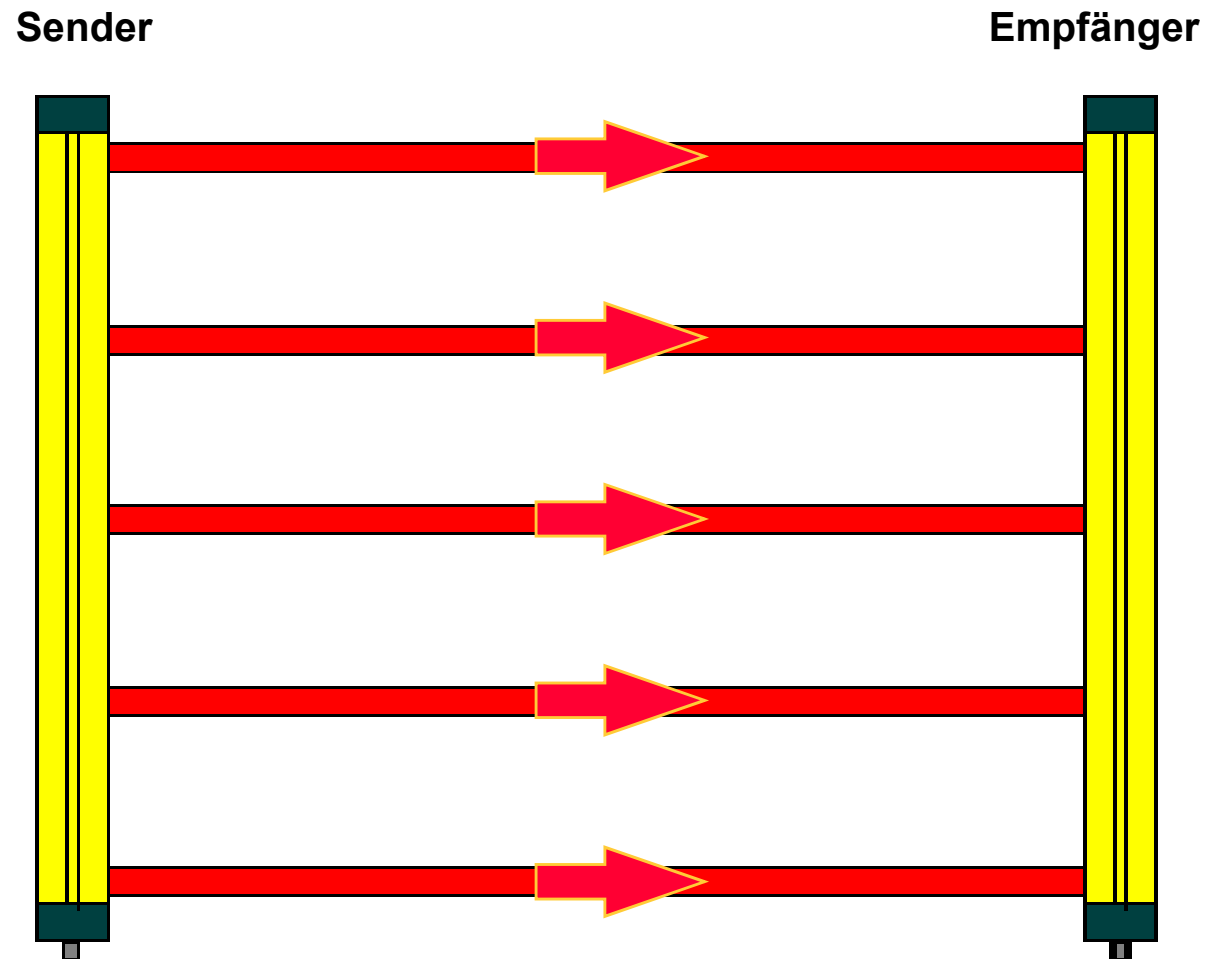
Sender

Empfänger



Auflösung : ≤ 40 mm

Reichweite : ≤ 24 m



Auflösung : ≥ 40 mm

Reichweite : ≤ 70 m

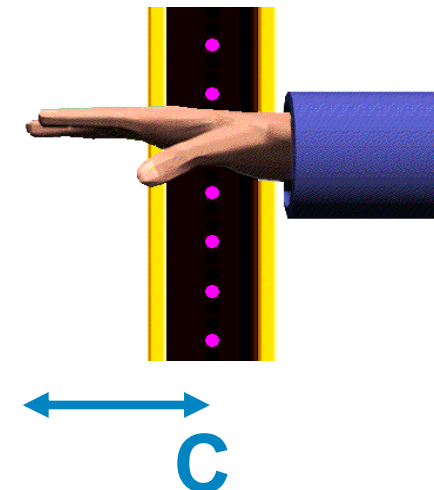
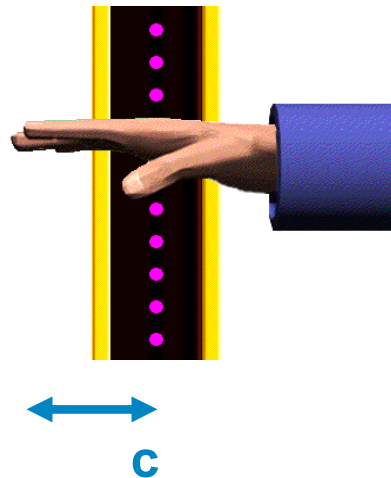
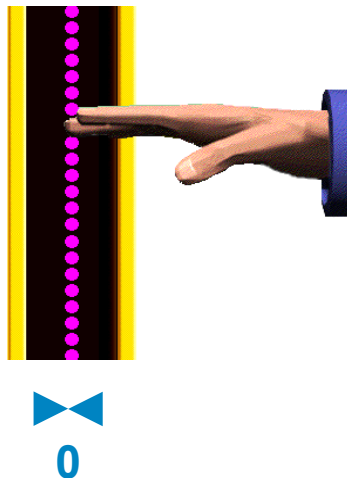
- : Das Auflösungsvermögen ist die Fähigkeit einer Schutzeinrichtung Teile mit einer bestimmten Größe im gesamten Überwachungsbereich sicher zu detektieren

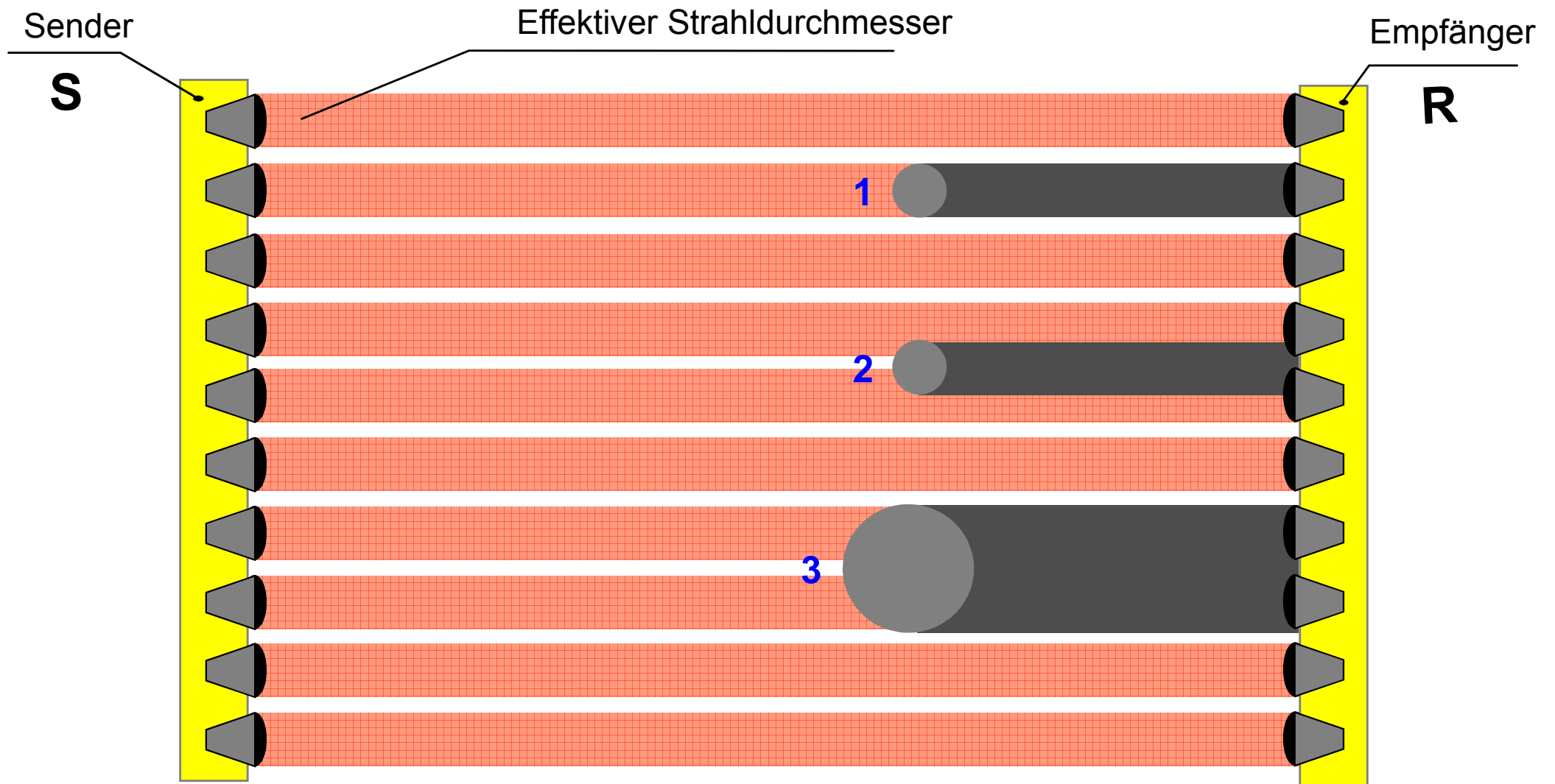
- : Bei Sender- Empfängersystemen beträgt das Auflösungsvermögen **d** :

$$d = a + \varnothing$$

mit a = Strahlabstand
und \varnothing = Strahldurchmesser

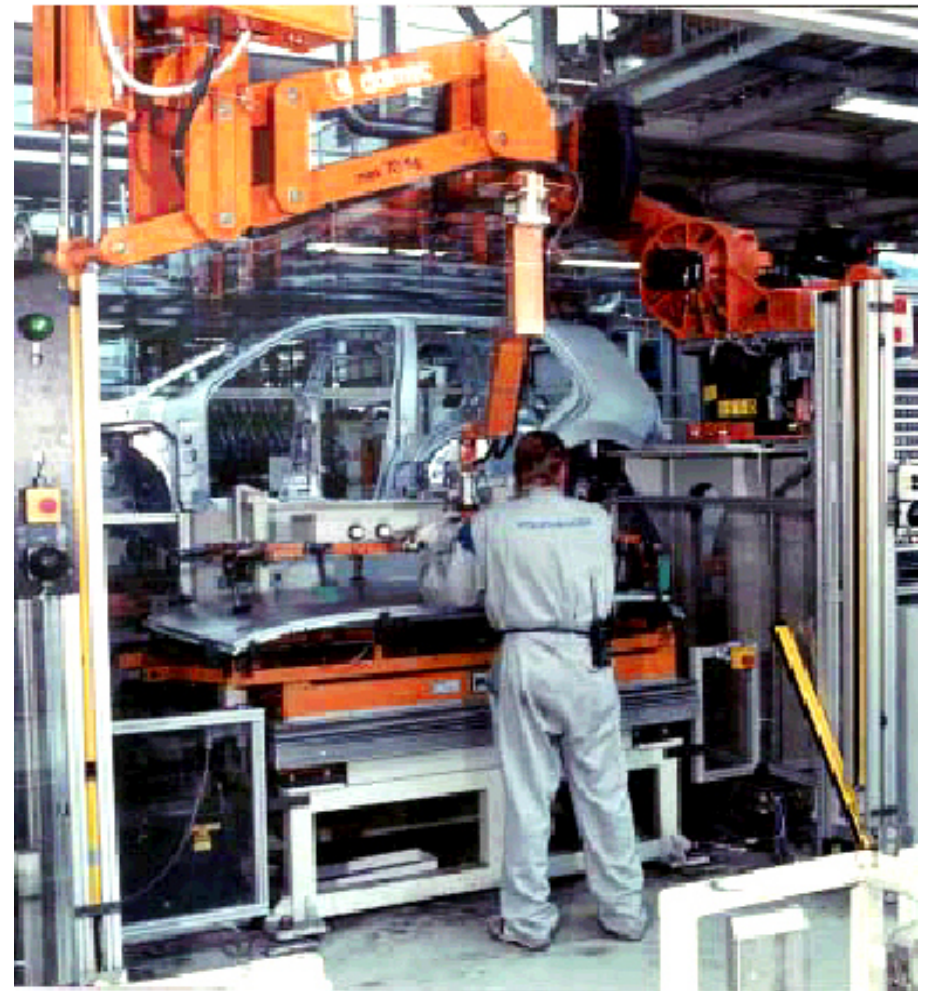
- : Abhängig vom Auflösungsvermögen ist die mögliche unerkannte Eindringtiefe des menschlichen Körpers die als Zuschlag **C** berücksichtigt werden muss





- 1 - Objekt-Erkennung** (Objekt deckt den vollen Strahldurchmesser ab)
- 2 - Undefinierte Objekt-Erkennung** (Objekt deckt lediglich einen teil des Strahldurchmessers ab)
- 3 - Sichere Objekt-Erkennung** (Objekt deckt zwei Strahlen vollständig ab !)

Applikationsbeispiele von Lichtvorhängen



Steuernde Funktion von Lichtvorhängen

- Taktbetrieb



Funktions-Prinzip

Anwendungs-Beispiel

Vergleich mit
konventioneller Steuerung

Taktbetrieb :

Steuernde Funktion von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (Typ4 Lichtvorhang)

- : Sind Schutzeinrichtungen die
 - mittels opto-elektronischer Sende- und Empfangselemente
 - die Reflexion der von der Einrichtung erzeugten optischen Strahlung detektieren
 - die durch ein reflektierendes Objekt erzeugt wird
 - in einem vorgegebenen 2-dimensionalen Bereich
- : Diese Detektion erzeugt ein Haltbefehl (Signalausgang = Aus)
- : Typische AOPDDR sind :
 - Sicherheits- Laserscanner



Was haben Fledermäuse und
Safety Laserscanner gemeinsam?

**Fledermäuse senden
Ultraschall Signale aus**



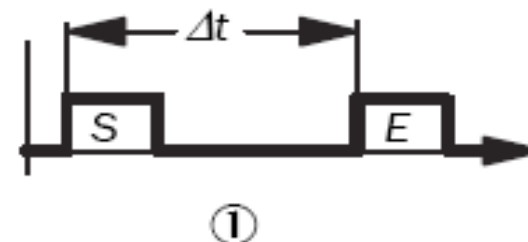
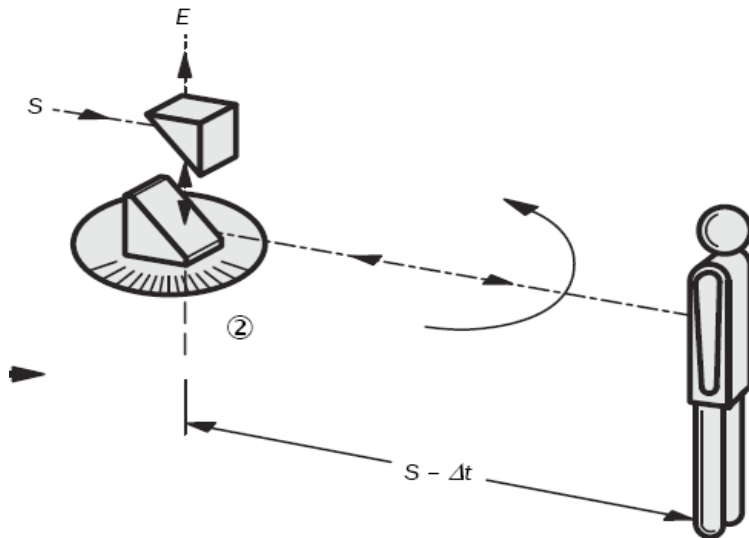
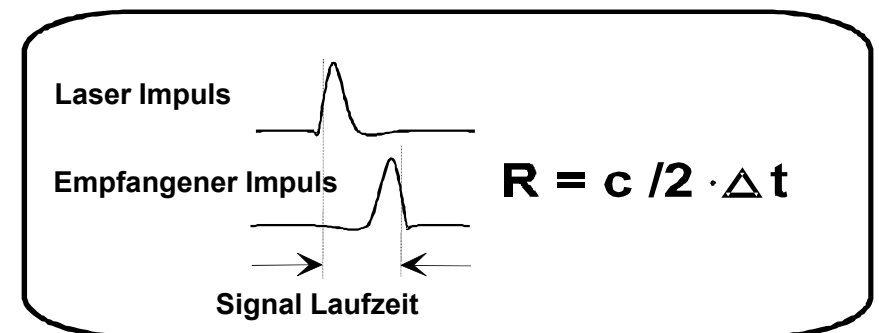
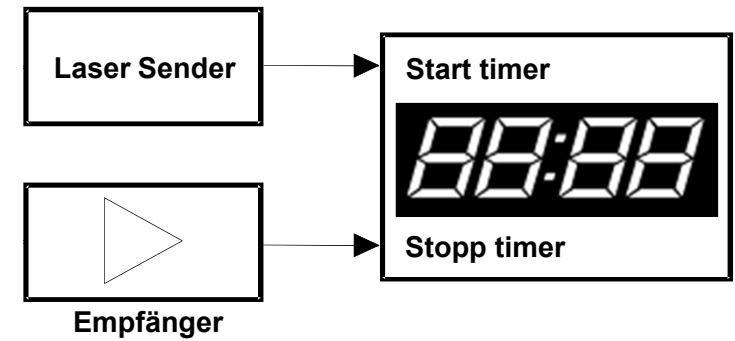
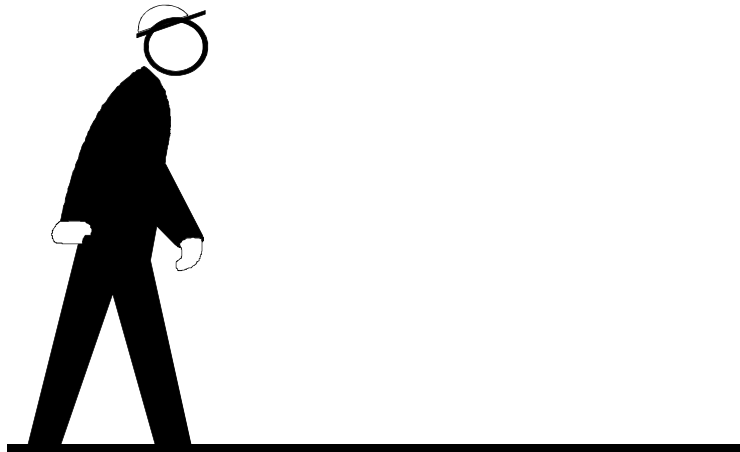
Die Art der Objekterkennung!

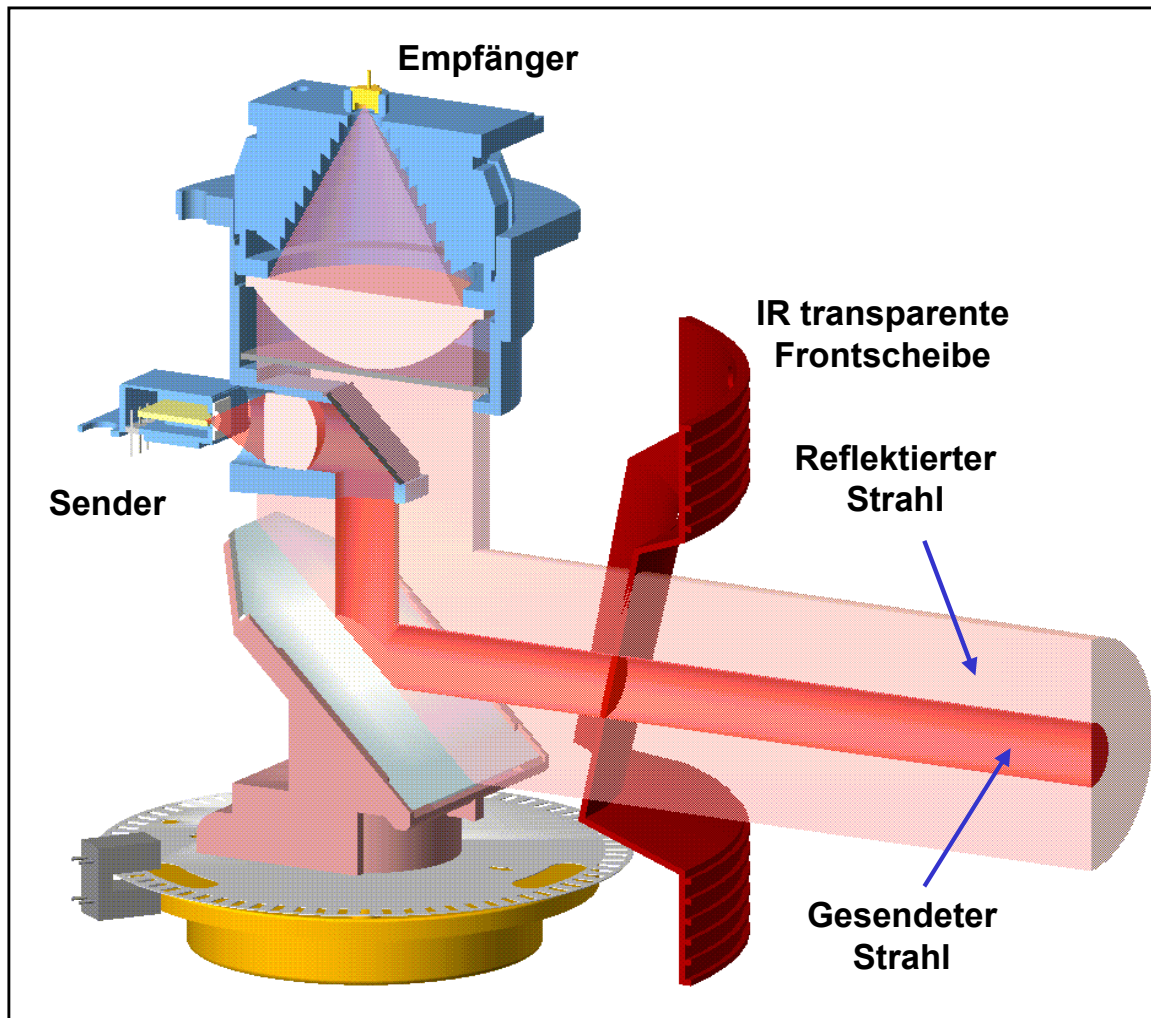
**Laser Scanner senden
Infrarot Licht Impulse aus**



Ein Impuls wird ausgesendet und anschließend wird das Echo-Signal wieder aufgefangen.
Mit Hilfe der vergangen Zeit zwischen Senden und Empfangen kann die Entfernung berechnet werden.

Funktionsweise Laserscanner





Strahlquerschnitte

- : im Bereich der Frontscheibe:
 - Sendestrahl $\varnothing 15 \text{ mm}$
 - wirksamer Empfangsstrahl $\varnothing 44 \text{ mm}$
- : in 4 m Entfernung:
 - Sendestrahl $\varnothing 25 \text{ mm}$

Reichweite:

- : Grenreichweite 50 m
- : für Sicherheitseinsatz 5,5 - 7 m

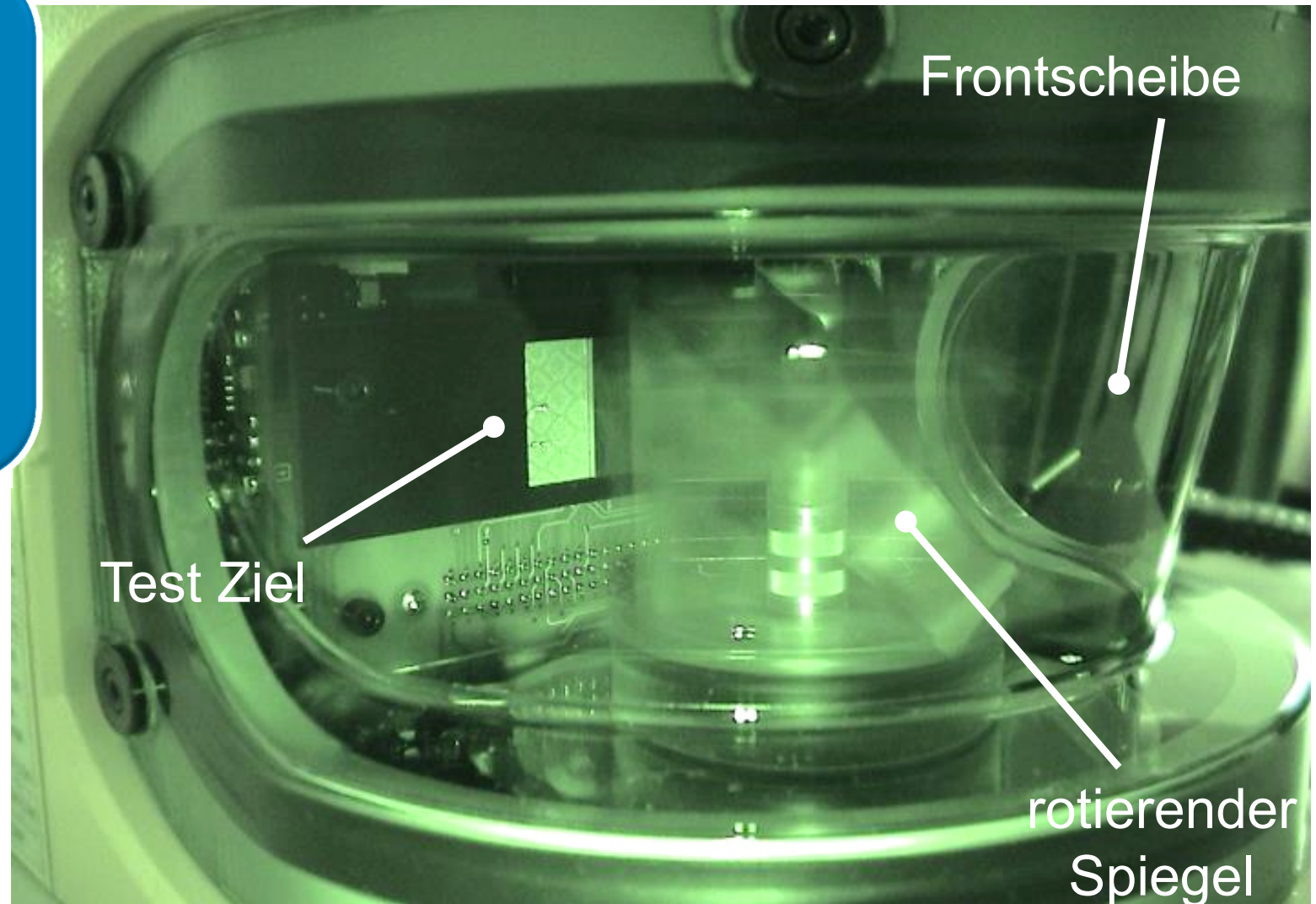
bei 1,8% Remmission

1. Technologie

Safety Laserscanner – wie sieht es im Inneren aus?

Momentaufnahme mit einer Infrarot-Kamera vom dem Innenleben des S3000 Safety Laserscanners.

Die Frontscheibe ist durchlässig für infrarotes Licht



1. Technologie

Was kann man mit den Daten anfangen?

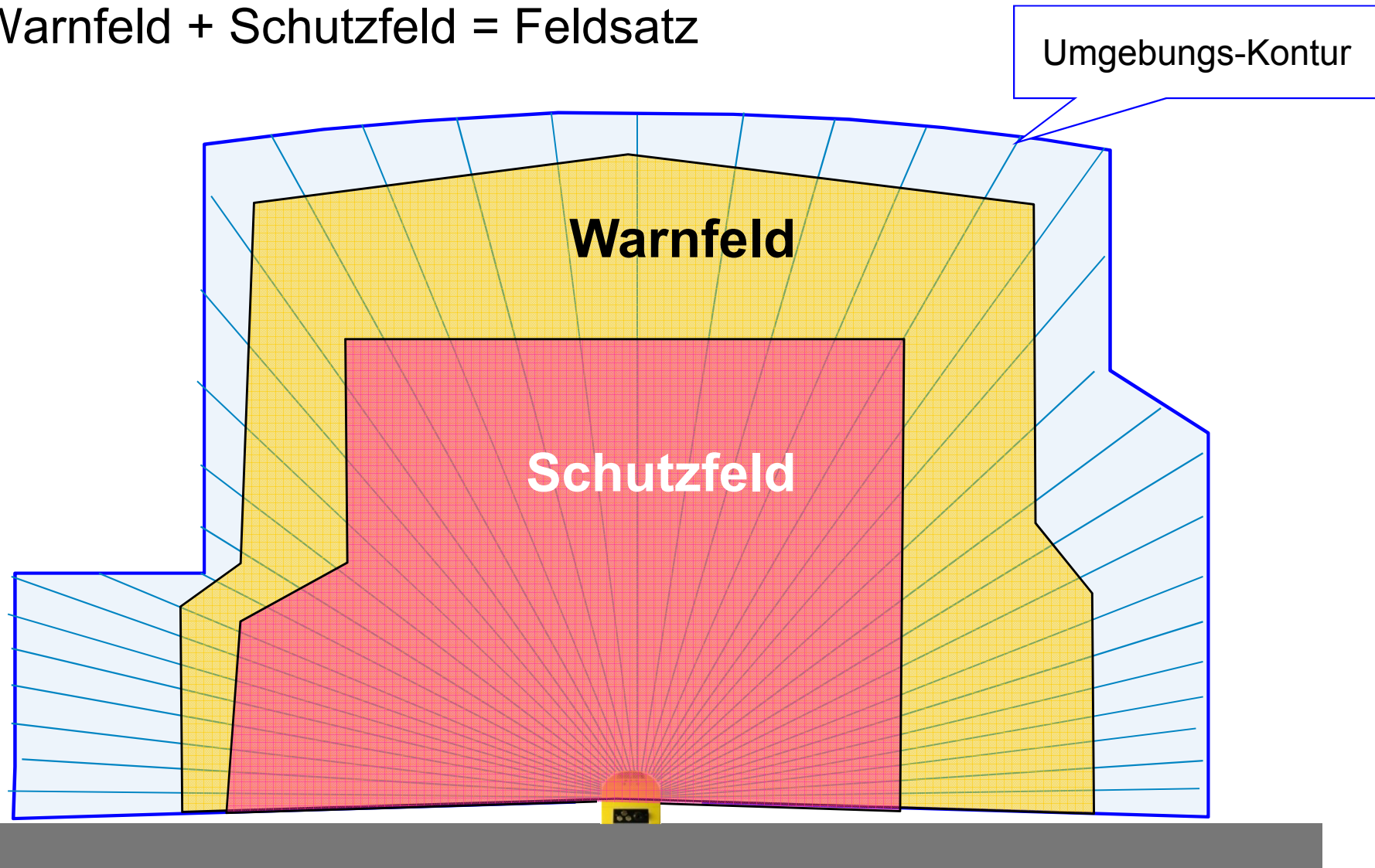
: Vermessen der Umgebungs-Kontur



1. Technologie

Safety Laserscanner – Welche Bereiche werden überwacht?

: Warnfeld + Schutzfeld = Feldsatz



Laserscanner können Lage-unabhängig angewendet werden

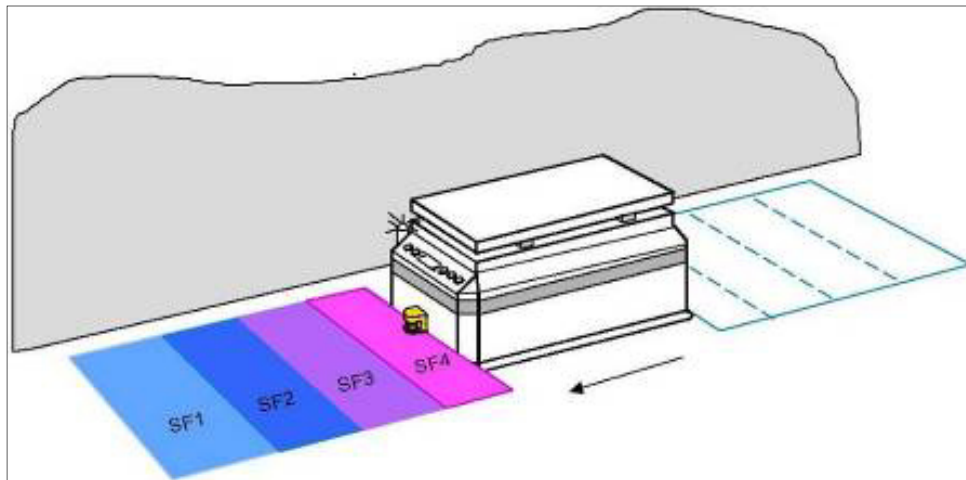


Waagerechte Bereichsabsicherung einer Schweißstation



Senkrechte Gefahrstellenabsicherung an einen mobilen Roboter vor einer hydraulischen Presse

Frei fahrende Transportsfahrzeuge (FTF / AGV)



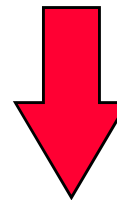
 Animation Fahrzeug



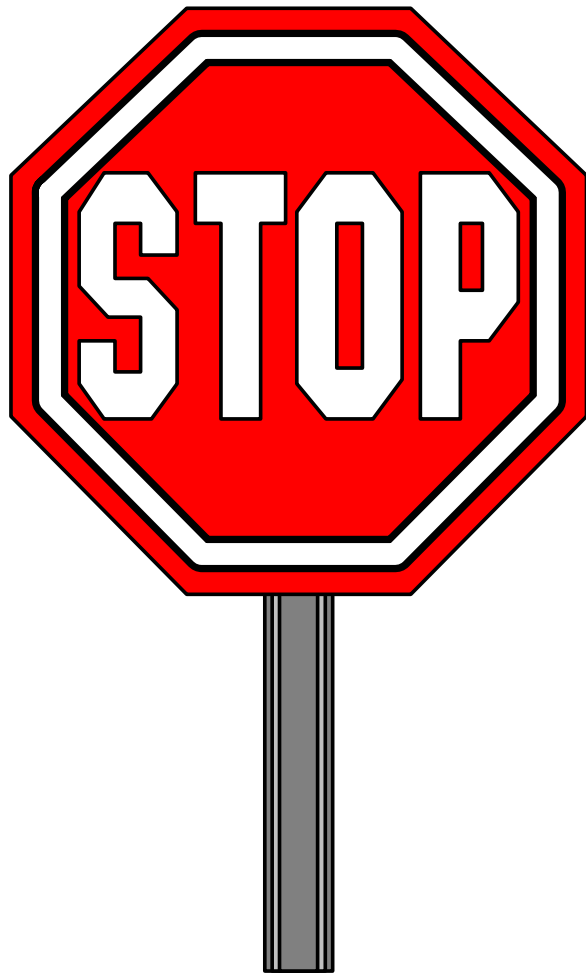
Nicht erfüllbare Forderungen für berührungslos wirkende Systeme (BWS) :

(kein) Schutz vor :

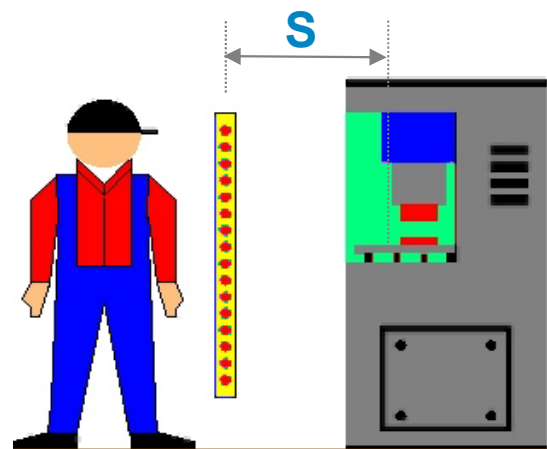
- : herausfliegenden Teilen
- : verspritzenden Kühl- und Schmiermitteln
- : Lärm (Schalldämmung)
- : belastender Atmosphäre
- : nicht beherrschbaren Nachlaufzeiten



Sicherheitsabstände

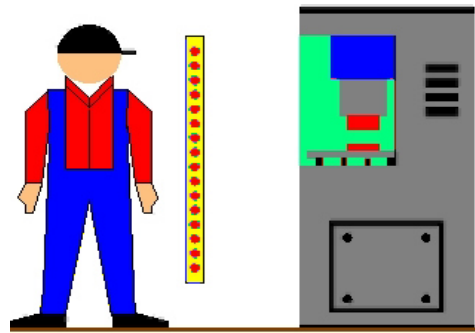


- : Die Schutzwirkung von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (BWS) beruht auf dem Erkennen des Eindringens von Körperteilen eines Gefährdeten in den Gefahrenbereich. Dieses führt zur Auslösung eines Haltbefehls.
- : Um den gefahrbringenden Maschinenzustand wirkungsvoll aufzuheben, muss die Erkennung des Eindringens rechtzeitig erfolgen. Dieses wird durch einen Mindestabstand, den Sicherheitsabstand, realisiert.
- : Der Sicherheitsabstand **S** ist von folgenden Faktoren abhängig
 - Annäherungsgeschwindigkeit = **K**
 - Anhaltezeit des gefahrbringenden Maschinenzustandes = **T**
 - Auflösungsvermögen und Anordnung der optischen Schutzeinrichtung = **C**



$$S = K \times T + C$$

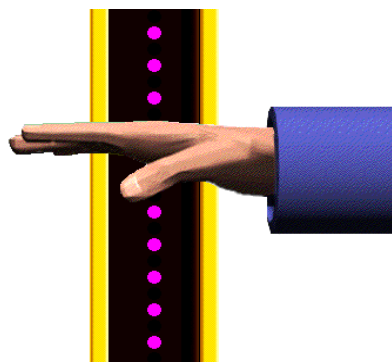
- : Zuschlag aus Auflösungsvermögen und Anordnung der optischen Schutzeinrichtung = **C**



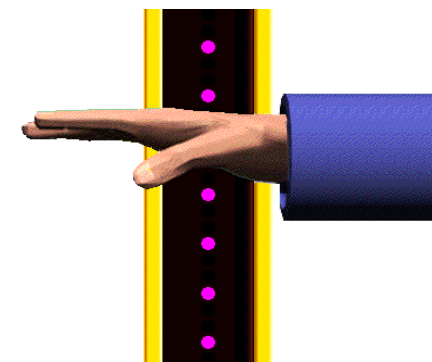
$$S = K \times T + C$$



0



C

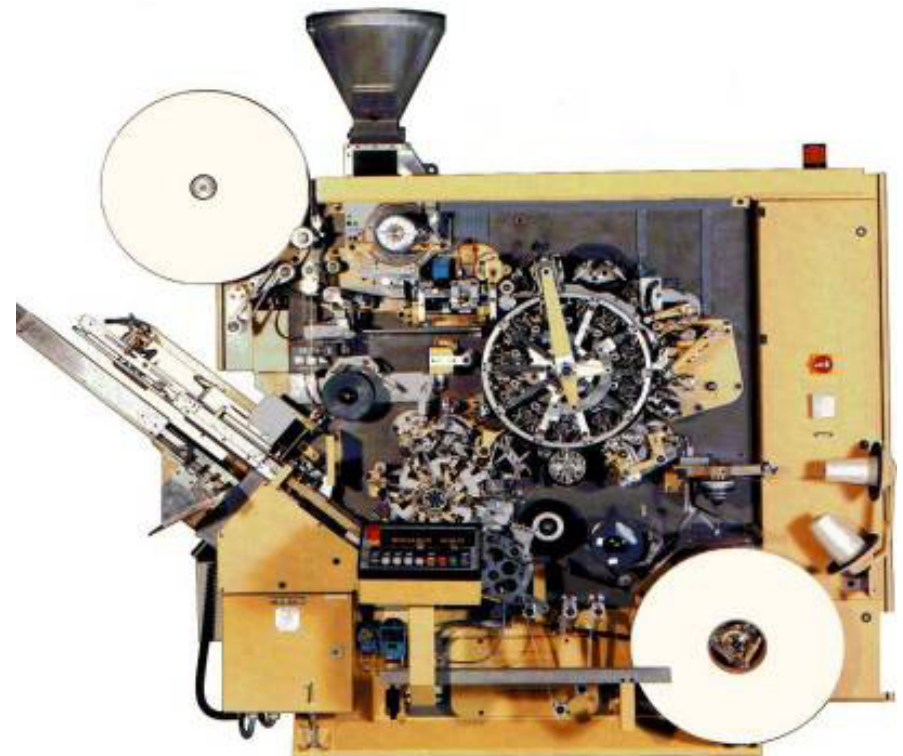


C

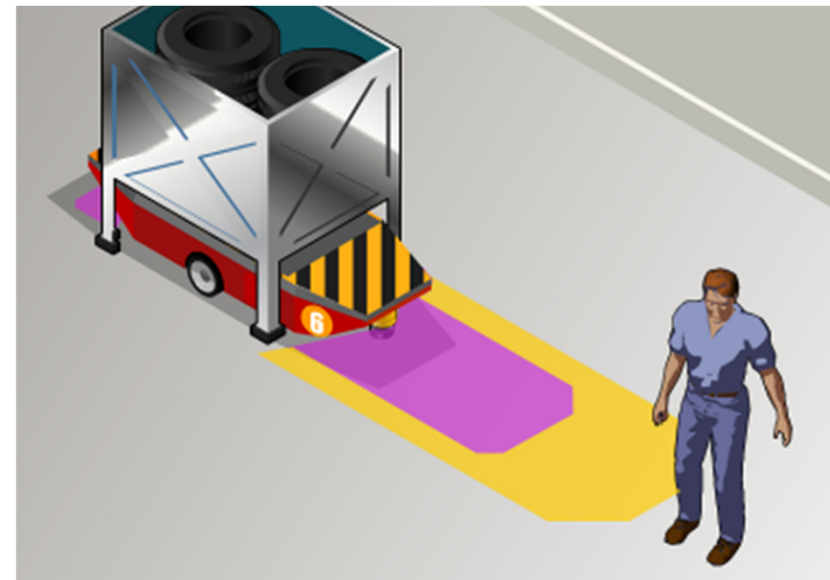
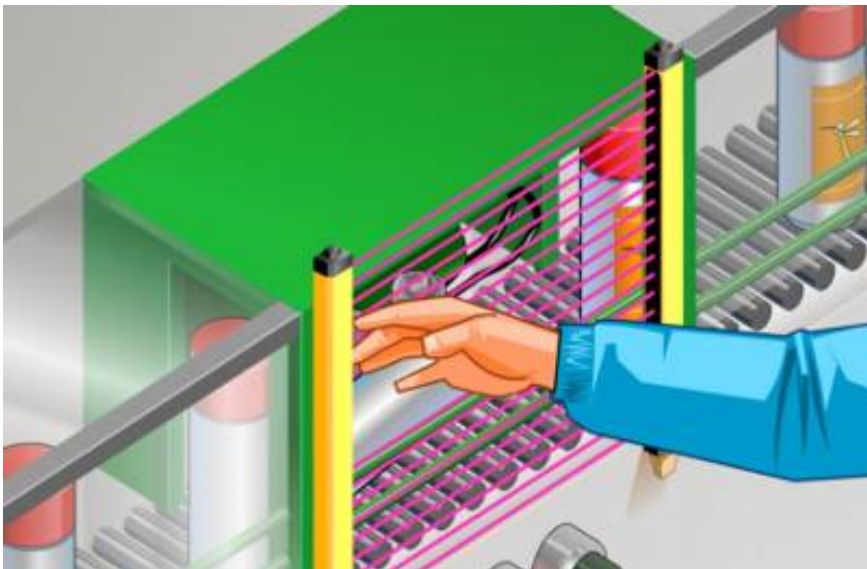
- : Das ist die Zeit zwischen der Erfassung des Eindringens in den Überwachungsbereich bis zur Beseitigung des gefahrbringenden Maschinenzustandes (Abschaltung, Stillstand etc.)

- : Diese Zeit ist abhängig von verschiedenen Faktoren wie :
 - Reaktionszeit der Steuerung
 - Massen, und deren Geschwindigkeit
 - Antriebskraft
(pneumatisch, hydraulisch, elektrisch)
 - Antriebsart
(linear, rotativ)
 - Kraftübertragung
(Kupplungen, Getriebeformen)
 - Bremsfähigkeit
 - Reaktionszeit der Schutzeinrichtungen etc.

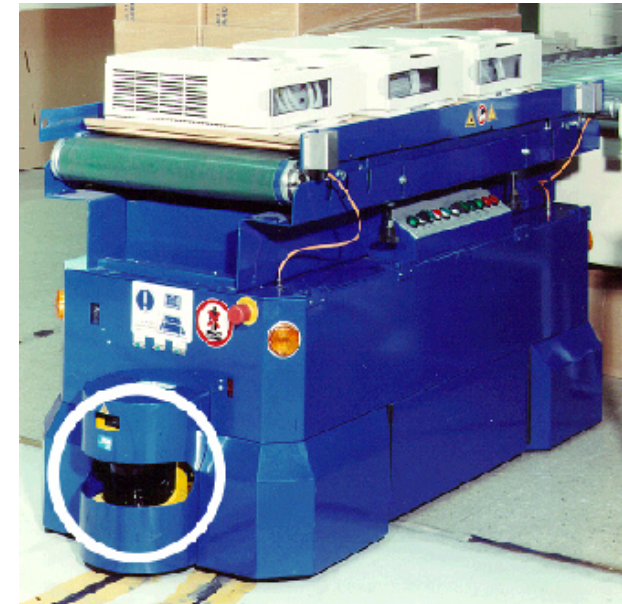
Video Nachlaufzeit



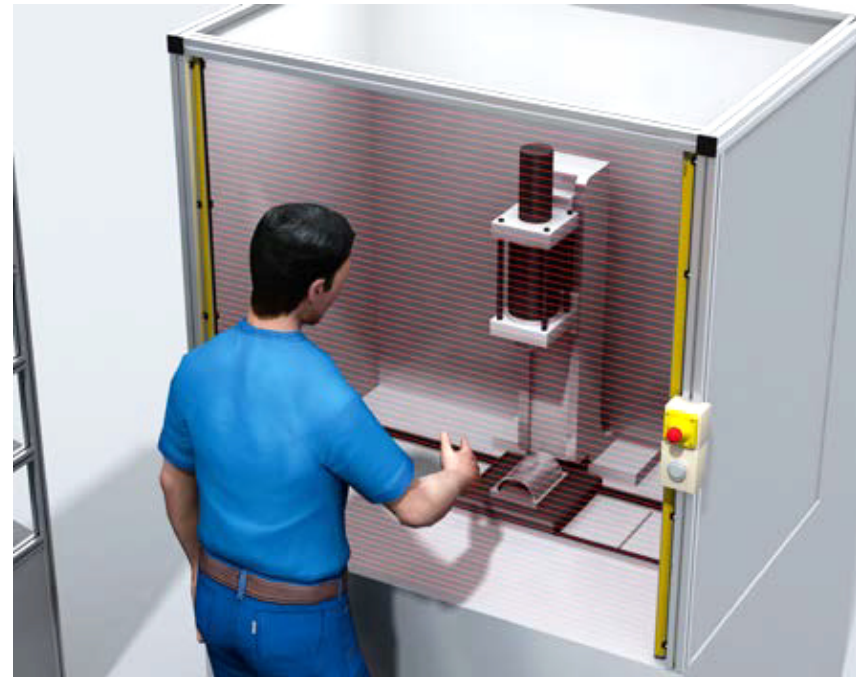
- Die Annäherungsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit mit der sich ein Körperteil der Gefahrstelle nähert. Sie wird auch Eingriff-, Zutritt-, oder Greifgeschwindigkeit genannt.
- Soll das Eindringen unmittelbar ($< 0,5\text{m}$) an der Gefahrstelle erkannt werden, so wird Normgemäß eine Annäherungsgeschwindigkeit von **2,0 m/s** angenommen.
- Soll das Eindringen weiter entfernt ($> 0,5\text{m}$) von der Gefahrstelle erkannt werden, so wird Normgemäß eine Annäherungsgeschwindigkeit von **1,6m/s** angenommen.
- Bei mobilen Absicherungen ist unter Umständen die geometrische Addition der menschlichen und der maschinenbedingten Geschwindigkeit notwendig



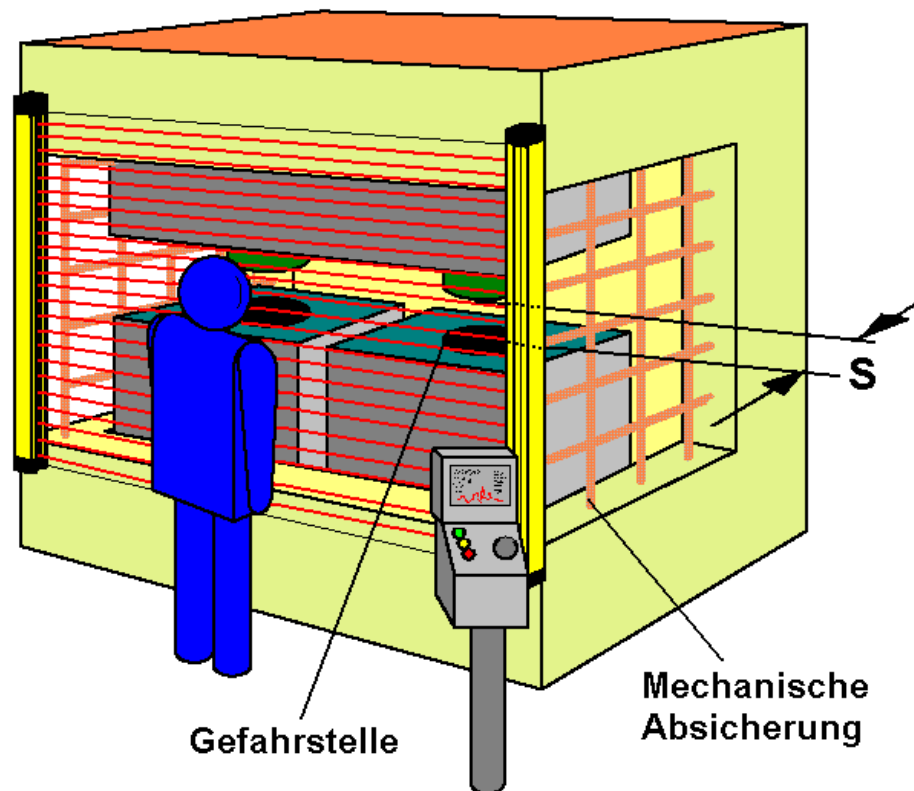
- : Die Anordnung von Detektionsbereichen zu den Gefahrstellen bewirkt verschiedene Anforderungen an Größe und Detektionsfähigkeit von Schutzeinrichtungen.
- : Auch die Betriebsart und die mögliche Umgehbarkeit werden von der Anordnung der Schutzeinrichtung beeinflusst.
- : Detektionsbereiche von Schutzeinrichtungen können senkrecht, waagerecht oder schräg angeordnet werden. Dadurch werden verschiedene Absicherungsarten realisiert :
 - Gefahrstellenabsicherung
 - Zutrittssicherung
 - Bereichsabsicherung
- : Je nach Verbindung zwischen Gefährdung und Absicherungsort entstehen :
 - Stationäre oder
 - Mobile Absicherungen



- : Unmittelbare Absicherung im Gefahrenbereich
- : Notwendigkeit der Finger / Hand Detektion ($d \leq 40 \text{ mm}$)
- : Niedrigste Sicherheitsabstände realisierbar
- : Bewährte Absicherung von Maschinen in Einlege-, Kontroll- und Abnahmebereichen
- : Materialdurchfahrt mit Überbrückung möglich (Muting)



Sicherheitsabstände nach EN-ISO 13855



$$S = K \times T + 8 \times (d-14\text{mm})$$

C

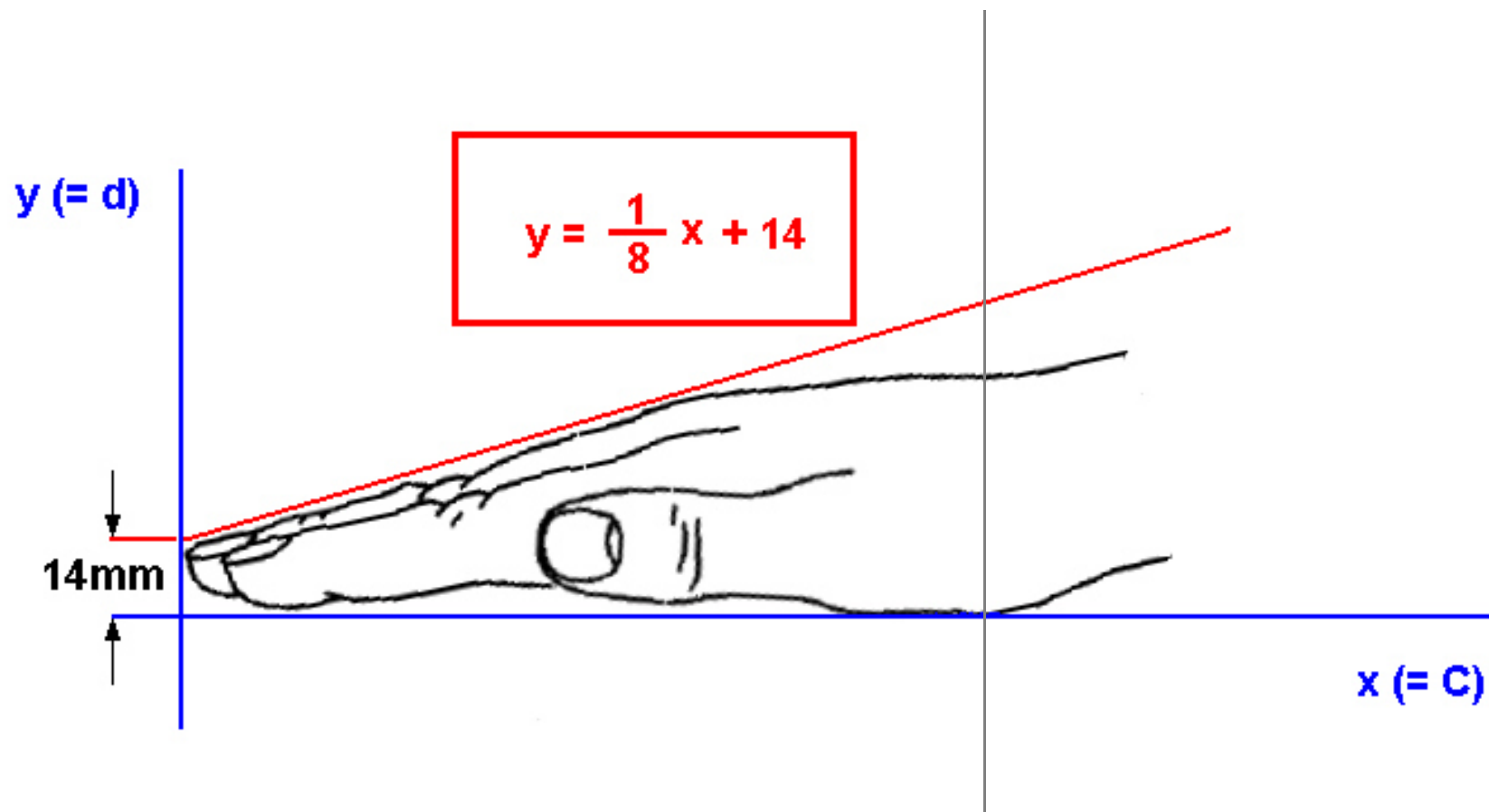
S	Sicherheitsabstand	[mm]
K	Zugriffsgeschwindigkeit	[2000mm/s]
		für S<500mm
K	Zugriffsgeschwindigkeit	[1600mm/s]
		für S>500mm
T	Nachlaufzeit	[s]
C	Zuschlag	[8 x (d-14mm)]

C = Mögliche unerkannte Eindringtiefe der Hand, in Abhängigkeit vom Auflösungsvermögen „d“ der BWS

d ≤ 40mm

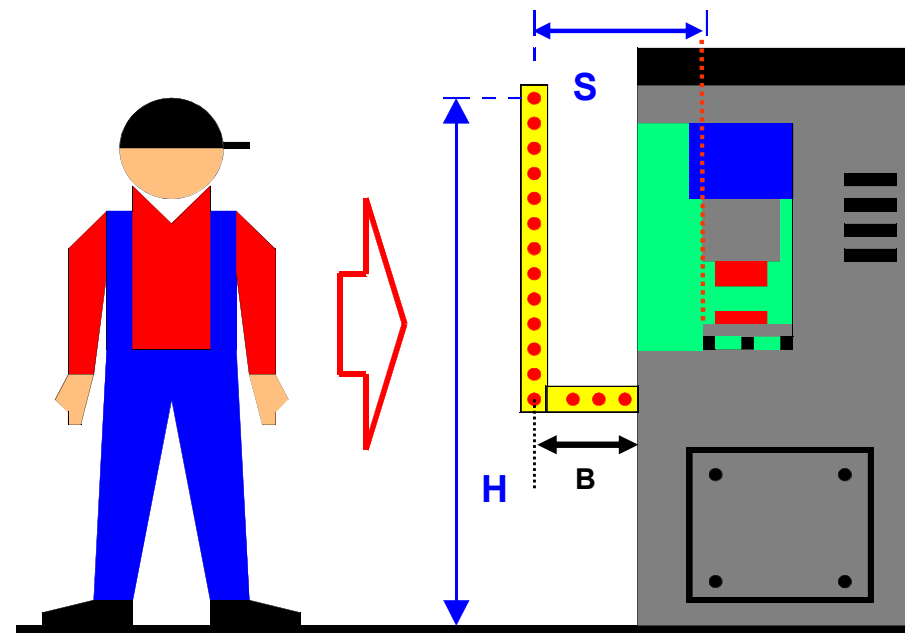
Bei übergreifbaren Schutzfeldern ist C gesondert zu ermitteln !

warum $C = 8 \times (d - 14\text{mm}) \dots ?$

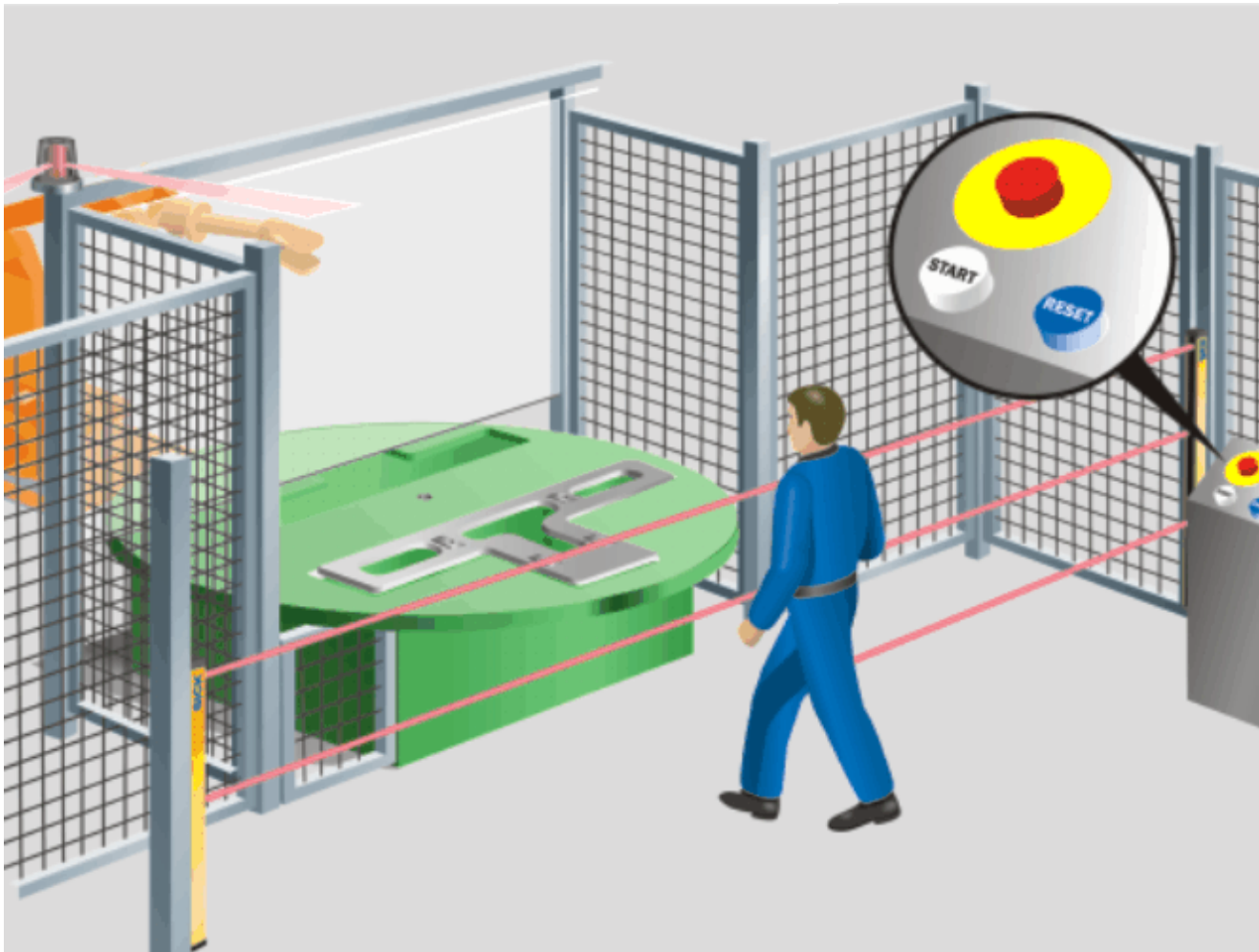


Die Formel ist nur gültig für Auflösung $d \leq 40\text{mm}$!

- : Übersteigt B ein gewisses Maß ist ein unerkannter Aufenthalt zwischen dem Detektionsbereich der Schutzeinrichtung und der Gefahrstelle u.U. möglich.
- : Um eine Gefährdung hierdurch zu vermeiden, kann eine **Wiederanlaufsperr**e oder ein **Hintertretschutz** verwendet werden.
- : Ein Hintertretschutz kann mit einer zusätzlichen BWS realisiert werden. Das Auflösungsvermögen des Hintertretschutzes muss entsprechend gewählt werden, um einen Untergreifen zu verhindern.



Sicherheitsfunktion : Stopp auslösen

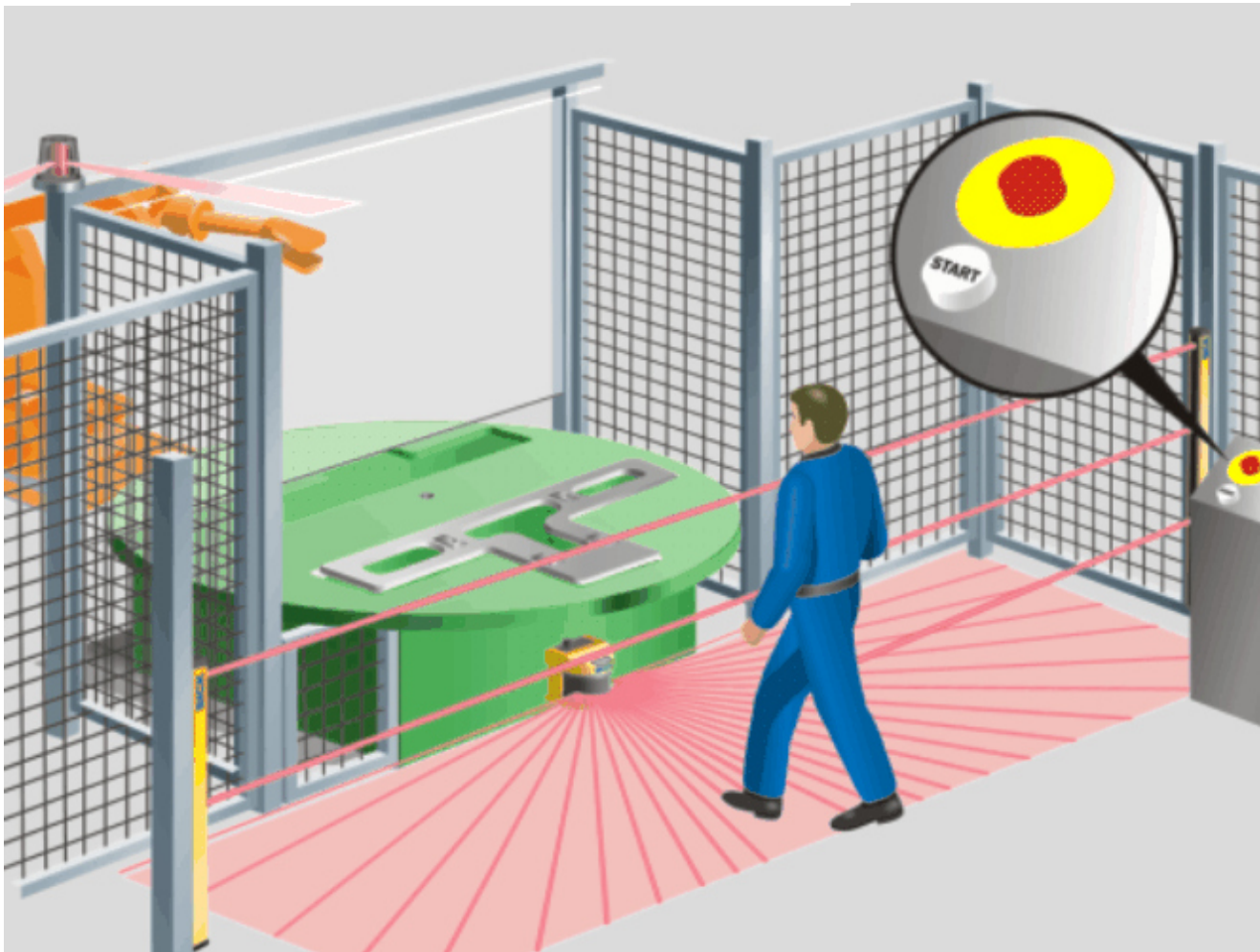


*Hintertretbarkeit der BWS -
Aufenthalt im Gefahrenbereich
ohne Auslösen der BWS*

*Manuelles Rücksetzen
der BWS erforderlich !*

*Manuelles Starten
der Maschine erforderlich !*

Sicherheitsfunktion : Start verhindern



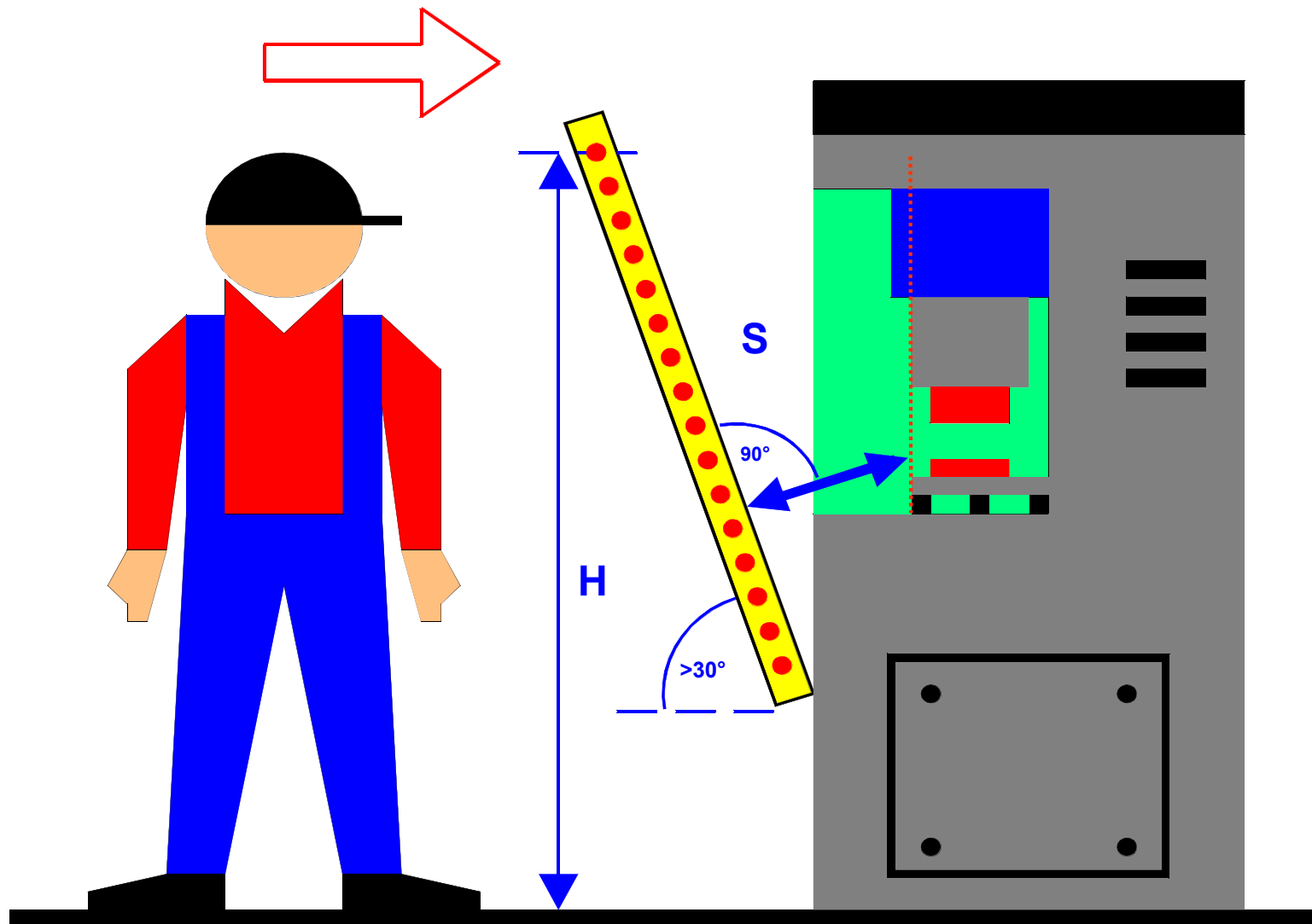
*Keine Hintertretbarkeit der BWS -
kein Aufenthalt im Gefahrenbereich
ohne Auslösen der BWS*

*Kein Manuelles Rücksetzen
der BWS erforderlich !*

*Manuelles Starten
der Maschine erforderlich !*

Animation Hintertretschutz

Einfache Lösung !



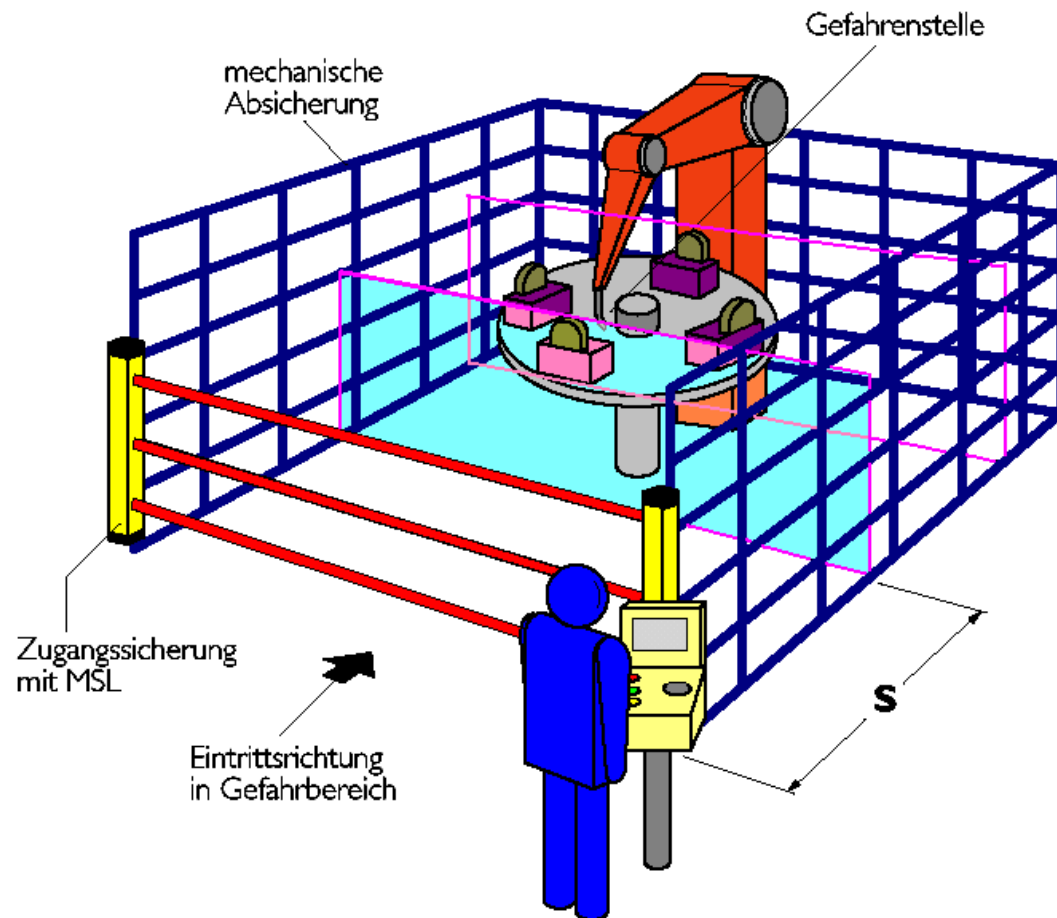
- : Applikation an einer Schweißstation – BWS ohne Wiederanlaufsperrung (Reset und Restart). Hintertreten der Schutzeinrichtung ist möglich
- : Ergebnis: tödlicher Unfall !



- : Absicherung des Zuganges zum Gefahrenbereich
- : Körperdetektion ausreichend
- : Absicherung von großen Bereichen möglich
- : Kostengünstige bewährte Absicherung von Roboterzellen, Palletierern, Umreifern, Stretchern, Maschinenrückseiten. Blechbearbeitungsmaschinen, etc
- : Materialdurchfahrt mit Überbrückung der Schutzeinrichtung möglich (Muting)



Sicherheitsabstände nach EN-ISO 13855



$$S = K \times T + 850\text{mm}$$

S	Sicherheitsabstand	[mm]
K	Zutrittsgeschwindigkeit	[1600mm/s]
T	Nachlaufzeit	[s]
C	Zuschlag	[850mm]

$C_{\min} = 850\text{mm}$ (Armlänge)

Bei Einsatz von Schutzeinrichtungen mit einem Auflösungsvermögen von $d > 40\text{mm}$

Bei übergreifbaren Schutzfeldern ist C gesondert zu ermitteln !

Empfohlene Strahlanzahl und Strahlabstände bei Annäherung normal zum Schutzfeld

Anzahl der Strahlen	Höhen über der Bezugsebene
4	1200, 900, 600, 300
3	1100, 700, 300
2	900, 400
1	750 *

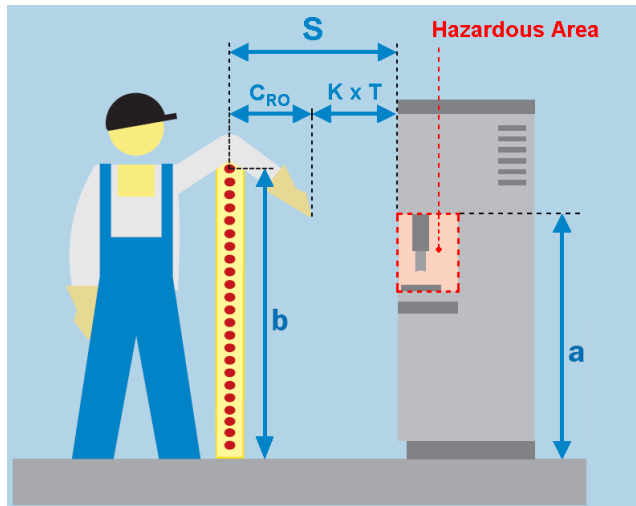
- Die in der Tabelle angegebenen Höhen der Einzelstrahlen von 2-, 3- und 4strahligen Schutzeinrichtungen sind die in der Praxis allgemein angewendeten.
- Einstrahlige Einrichtungen (Kommentar aus der EN-ISO 13855 !):
 - Diese Strahlen werden nur insoweit betrachtet, als sie bodenparallel angeordnet sind und der Strahl durch den aufgerichteten Körper einer Person unterbrochen wird. Wenn die Risikobeurteilung den Einsatz einer einstrahligen Einrichtung zulässt, muss der Mindestabstand unter Anwendung folgender Gleichung berechnet werden:

$$S = 1600 \text{ mm/s} * T + 1200 \text{ mm}$$

- Eine Höhe des Strahles von 750 mm über Boden oder Bezugsebene hat sich in der industriellen Praxis als brauchbare Lösung für das Problem des unbeabsichtigten Zugangs durch Übertreten oder Unterkriechen erwiesen.

Benötigte Höhe der Schutzfeldoberkante EN-ISO 13855

Erforderliche Schutzfeldhöhe von BWS gemäß prEN ISO 13855



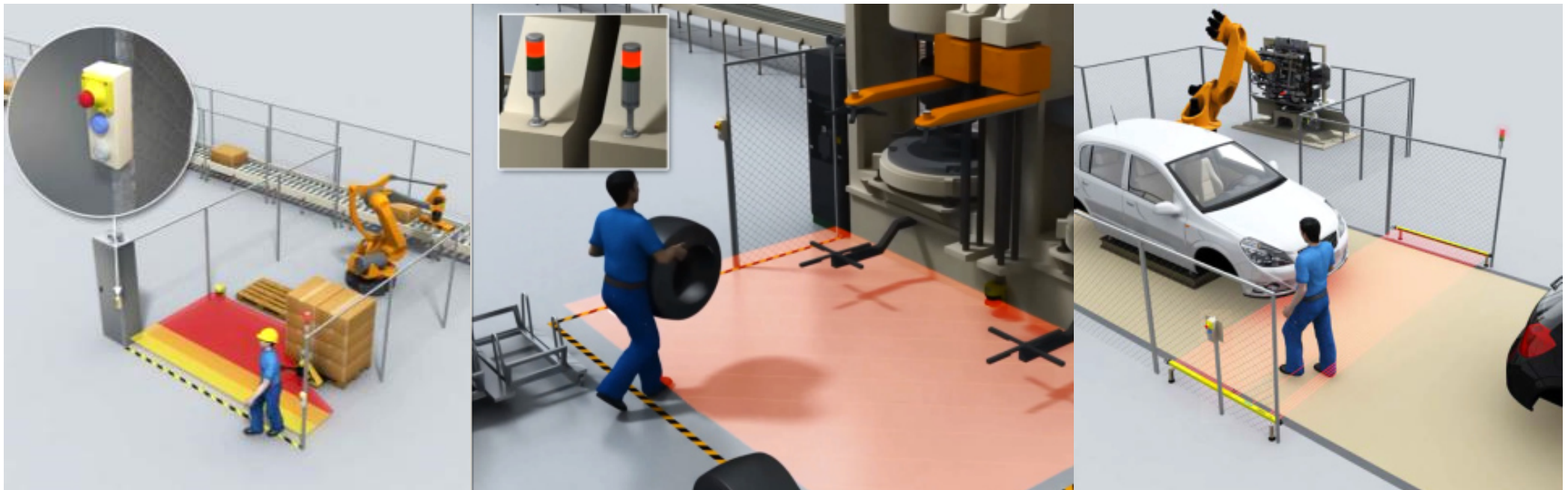
Höhe a des Gefahrenbereichs (mm)	Horizontaler Abstand c zum Gefahrenbereich (mm)											
2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	850	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resultierende Höhe b der Schutzfeldoberkante (mm)												
900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	

- Wenn ein Übergreifen eines senkrechten BWS Schutzfeldes möglich ist muss der Zuschlag „C“ entsprechend der Tabelle verwendet werden.
(Oder die Höhe „b“ der Schutzfeldoberkante wird entsprechend gewählt)

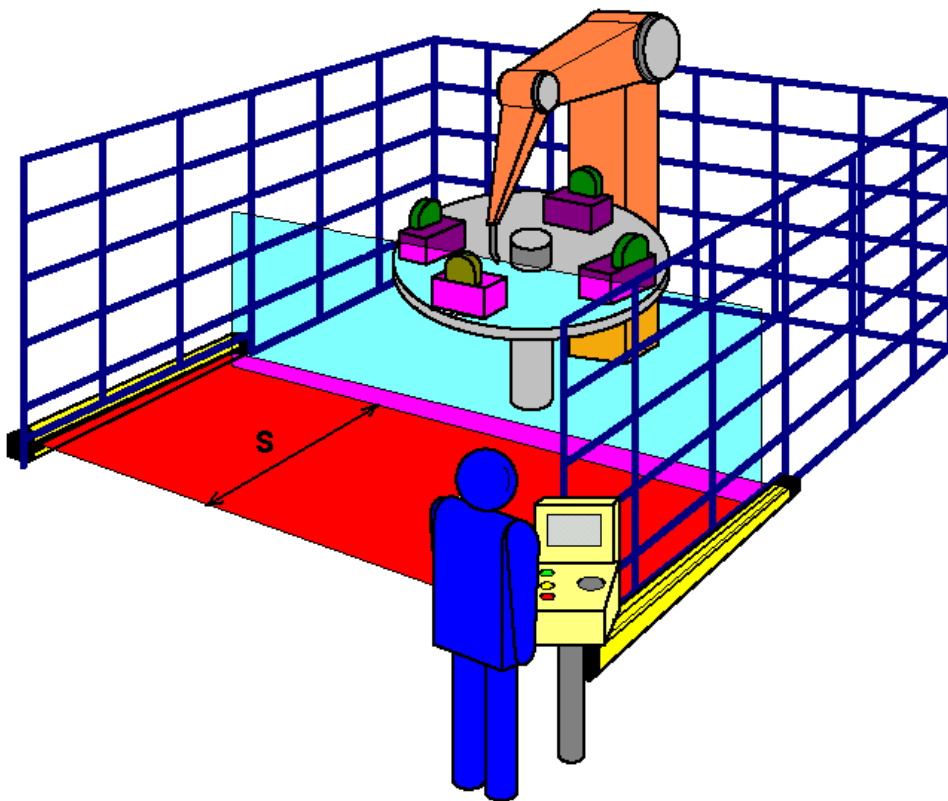
es gilt immer : $C_{RO} \text{ (übergreifen)} \geq C_{RT} \text{ (durchgreifen - altes „C“)}$

- : Absicherung von Gefahrenbereichen
- : Fuß- Körperdetektion ausreichend
- : Absicherung von großen Bereichen möglich
- : Schutz aller Gefährdeten
- : Materialdurchfahrt ohne Überbrückung durch Entry - Exit* Technologie möglich

* SICK



Mindestabstände nach EN-ISO 13855



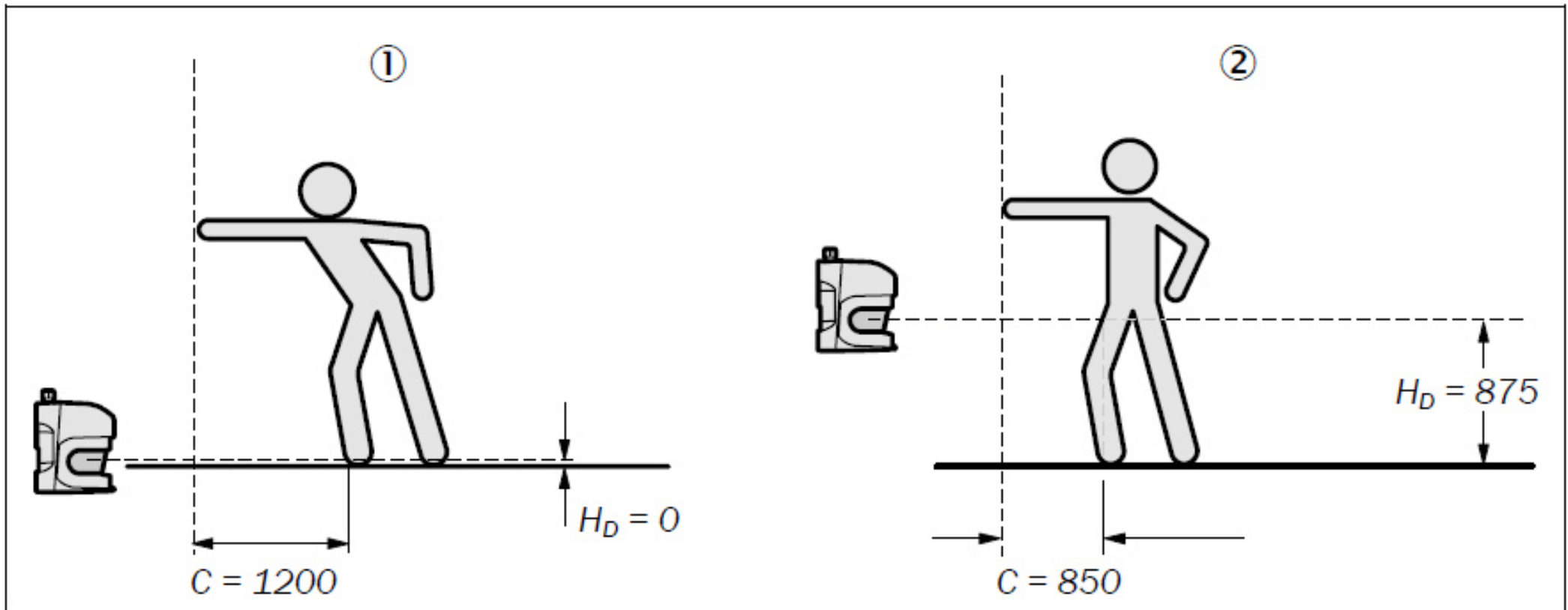
$$S = K \times T + (1200 - 0,4 \times H)$$

C

S	Sicherheitsabstand	[mm]
K	Zutrittsgeschwindigkeit	[1600mm/s]
T	Nachlaufzeit	[s]
H	Höhe Schutzfeld über Boden	[mm]
C	Zuschlag	[mm]

C = 1200mm (Arm + Schrittlänge)
gilt für Trittmatten und Schutzfelder unmittelbar
auf Flurebene (H = 0)

Warum $C = 1200 - 0,4 \times H \dots ?$



$$S = K \times T + (1200 - 0,4 \times H)$$

- : Bei der Bereichsabsicherung werden BWS Systeme mit einer Auflösung bis zu 116mm verwendet.
- : Zwischen Rand des Erfassungsbereichs der BWS und der Gefahrstelle muss ein Sicherheitsabstand **S** eingehalten werden der von der Ansprechzeit der Maschine, der Annäherungsgeschwindigkeit und des Auflösungsvermögens der BWS abhängig ist.
- : Die Höhe und das Auflösungsvermögen der Schutzeinrichtung müssen so gewählt werden, daß diese nicht umgangen werden kann.
- : Der Sicherheitsabstand S wird nach EN-ISO 13855 wie folgt berechnet :

$$\mathbf{S = 1600 \text{ mm/s} * T + 1200 \text{ mm} - (0,4 * H)}$$

wobei $1200 - (0,4 * H) \geq 850 \text{ mm}$

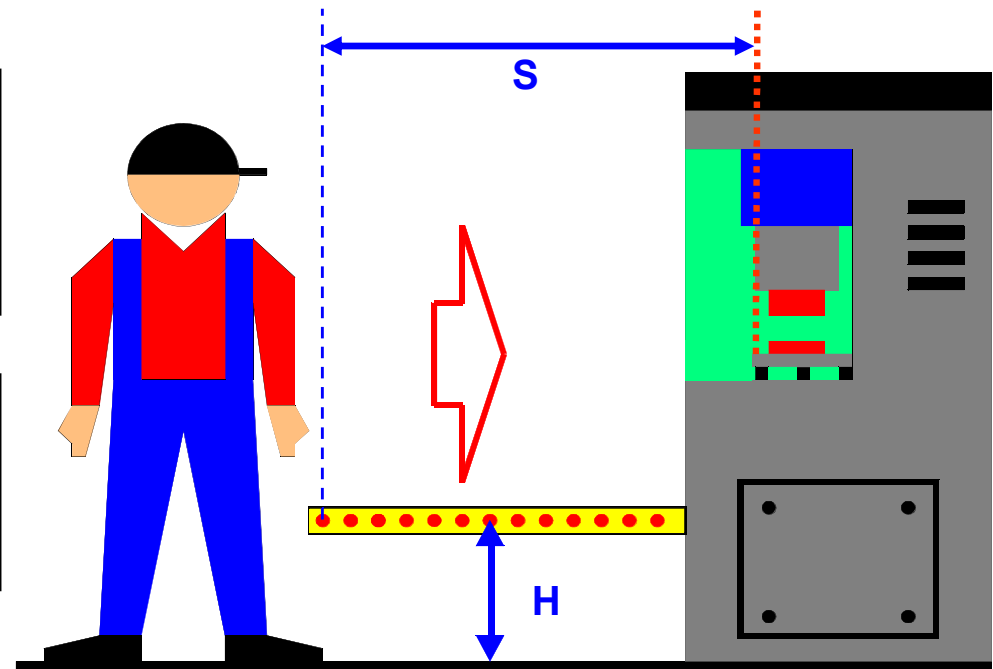
und $d \leq (H/15) + 50 \text{ mm}$

S = Sicherheitsabstand in mm.

T = Ansprechzeit in s.

H = 0 bis 1000mm.

d = Auflösungsvermögen der AOPD in mm.



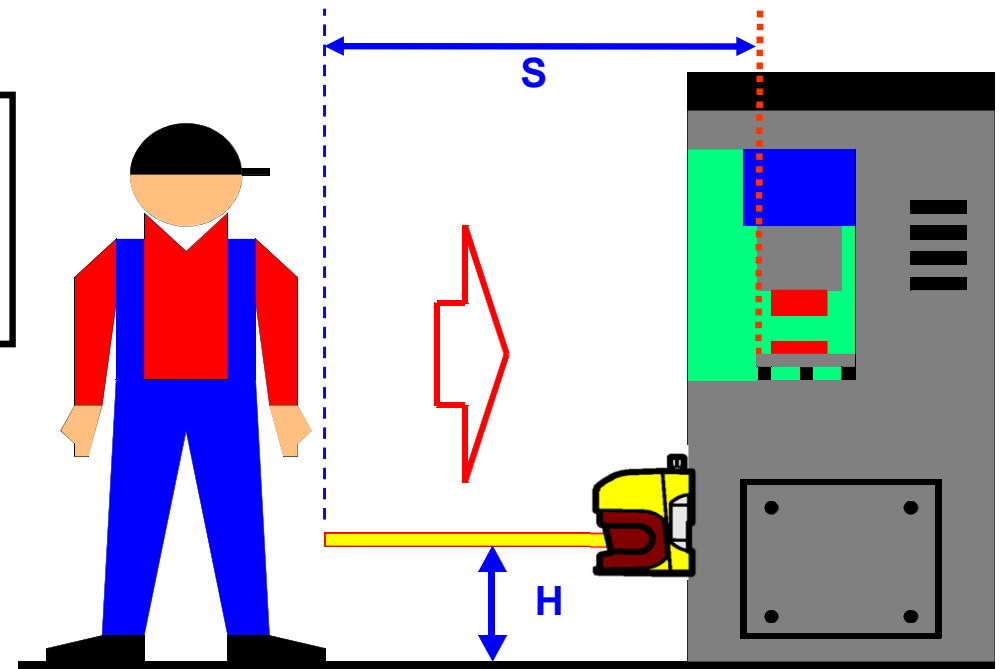
- Bei der Bereichsabsicherung können auch Scanner-Systeme mit einer Auflösung bis 116mm verwendet werden (AOPDDR).
- Zwischen dem Rand des Erfassungsbereichs der AOPDDR und der Gefahrstelle muss ein Sicherheitsabstand S eingehalten werden der von der Ansprechzeit der Maschine, der Annäherungsgeschwindigkeit und des Auflösungsvermögens der AOPDDR abhängig ist.
- Die Höhe und das Auflösungsvermögen der Schutzeinrichtung müssen so gewählt werden, daß diese nicht umgangen werden kann.
- Der Sicherheitsabstand S wird nach EN-ISO 13855 wie folgt berechnet :

$$S = 1600\text{mm/s} * T + 1200\text{mm} - (0,4 * H) + Zs$$

wobei $1200 - (0,4 * H) \geq 850\text{mm}$

und $d \leq (H/15) + 50\text{mm}$

S = Sicherheitsabstand in mm.
T = Ansprechzeit in s.
H = 0 bis 1000mm.
d = Auflösungsvermögen (AOPDDR) in mm.
Zs = Scannerabhängiger Detektions-Zuschlag

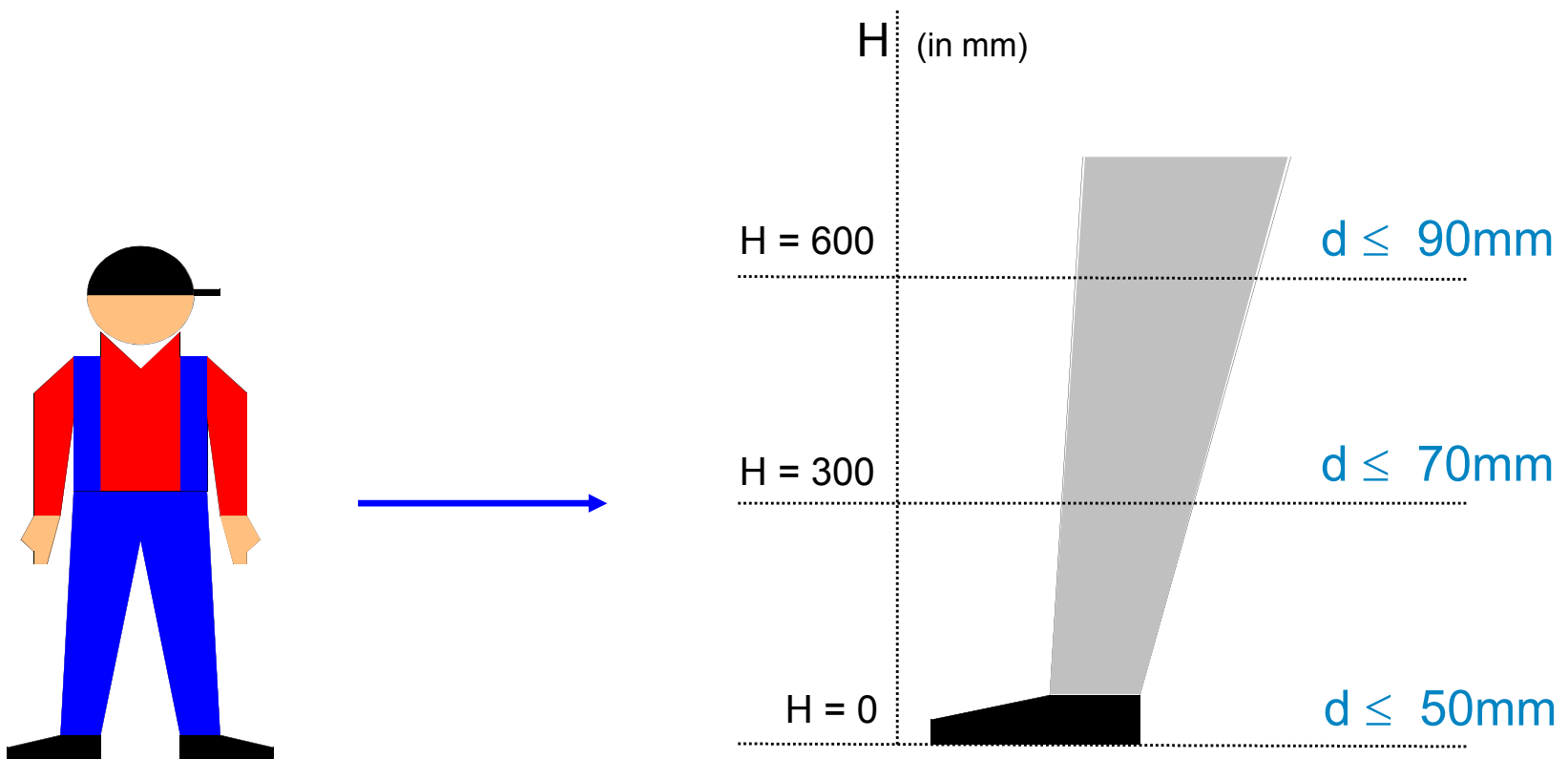


Bereichsabsicherung mit Scanner (AOPDDR)

: H = 300 mm, dann nicht unterkriechbar

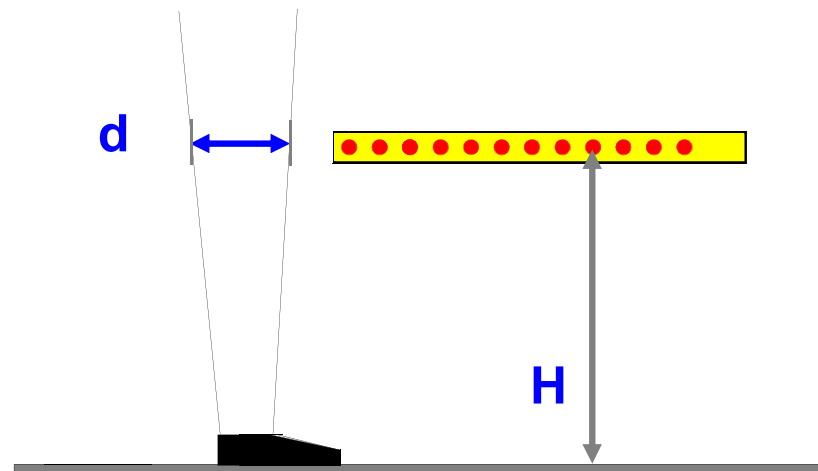
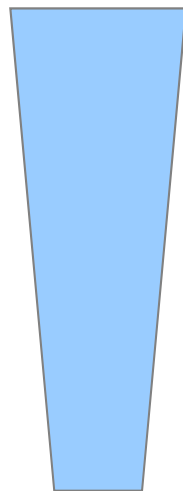


warum $d \leq (H/15) + 50 \text{ mm}$... ?



$$\text{Warum } d \leq 50\text{mm} + \frac{(H)}{15} \quad \dots$$

Modell des Beins als Kegelstumpf



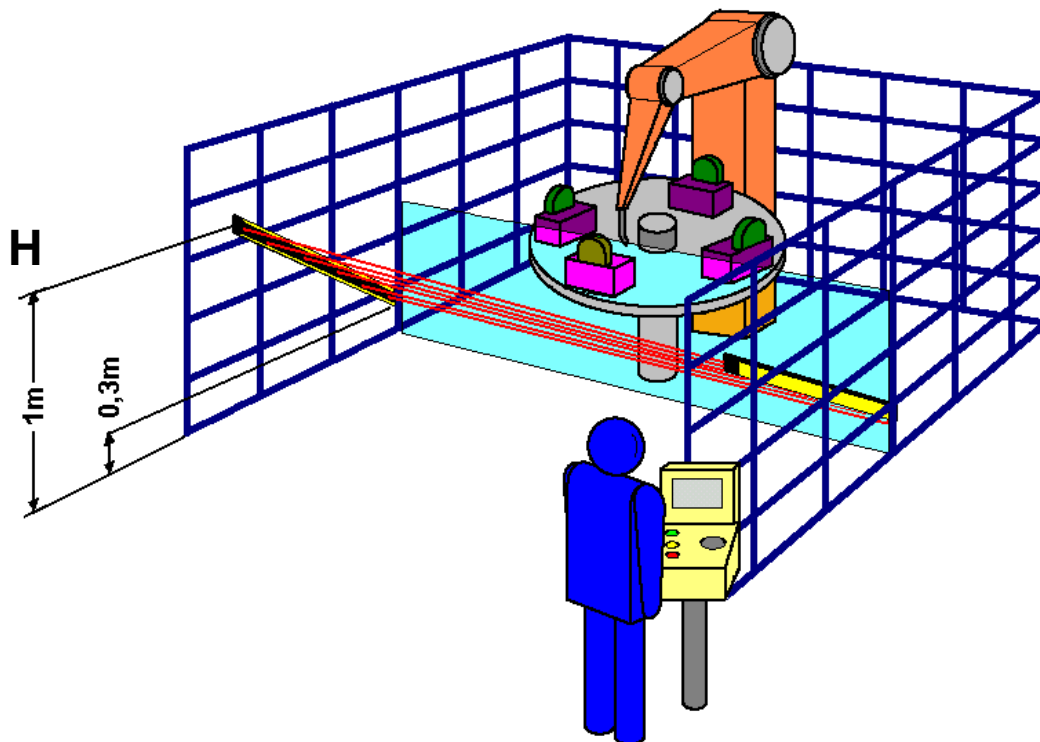
Wenn: $H = 300 \text{ mm}$, dann $\Rightarrow d \leq 50 + 20 \text{ mm} = 70 \text{ mm}$

Sicherheitsabstände nach EN-ISO 13855

$$S = K \times T + (1200 - 0,4 \times H)$$

Auflösungsvermögen d :

$$d \leq (H/15) + 50\text{mm}$$



S Sicherheitsabstand	[mm]
K Zutritts­geschwindigkeit	[1600mm/s]
T Nachlaufzeit	[s]
C Zuschlag	[mm]

$C = 1200\text{mm} - 0,4 \times H$ gilt für horizontale und schräge Schutzfelder mit Höhe H über Flur.

H =	Höhe des vordersten Strahles
H max	= 1000m
C min	= 850mm

- : Bei der Bereichsabsicherung können auch Scanner-Systeme mit einer Auflösung d ab 40mm in schräger Anordnung verwendet werden.
- : Zwischen Rand des Erfassungsbereichs der AOPDDR und der Gefahrstelle muss ein Sicherheitsabstand S eingehalten werden der von der Ansprechzeit der Maschine, der Annäherungsgeschwindigkeit und des Auflösungsvermögens des AOPDDR abhängig ist.
- : Der Sicherheitsabstand S wird nach EN-ISO 13855 wie folgt berechnet :

$$S = 1600\text{mm/s} * T + 1200\text{mm} - (0,4 * H1) + Zs$$

S gilt für den entferntesten Strahl mit
 $H \leq 1000\text{mm}$

wobei $1200 - (0,4 * H1) \geq 850\text{mm}$

und $d \leq (H2/15) + 50\text{mm}$

S = Sicherheitsabstand in mm.

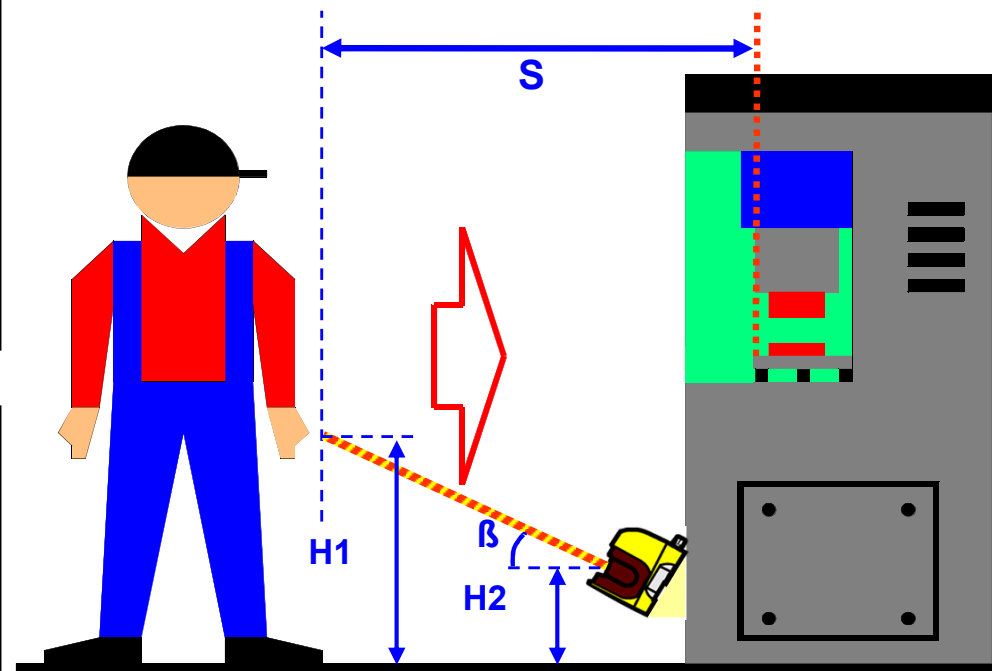
T = Ansprechzeit in s.

$H1$ = 0 bis 1000mm.

β max = 30°

d = Auflösungsvermögen der AOPDDR in mm.

Zs = Scannerabhängiger Detektions-Zuschlag



Abgewinkelte Anordnung der AOPD

- Bei der Absicherung von Gefahren können auch AOPD in abgewinkelter Anordnung verwendet werden.
- Bei einem Winkel β zwischen 30° und 90° wird der Sicherheitsabstand S nach EN-ISO 13855 wie folgt berechnet :

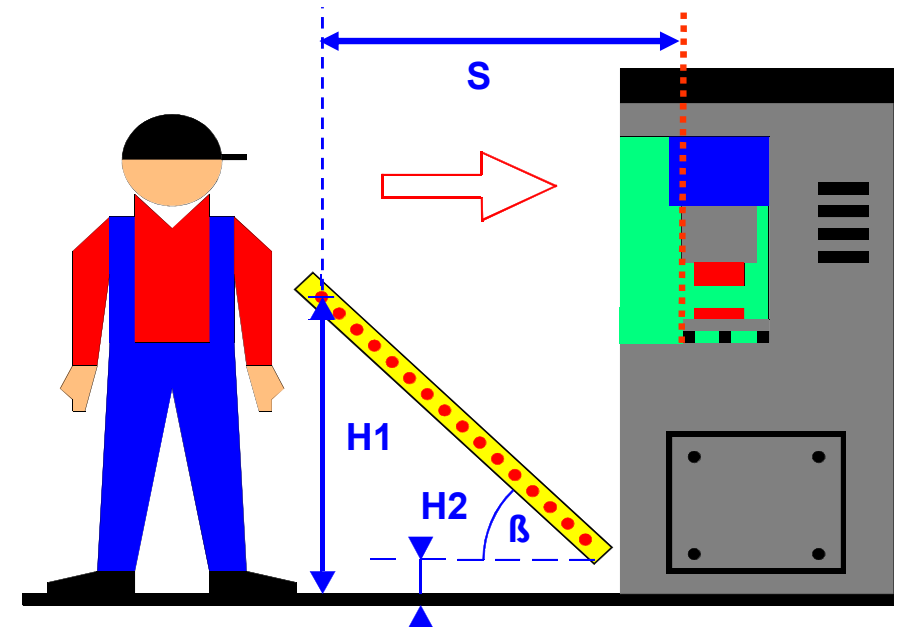
$$S = 2000\text{mm/s} * T + 8 * (d-14\text{mm})$$

wenn $S > 500\text{mm}$, dann

$$S = 1600\text{mm/s} * T + 8 * (d-14\text{mm})$$

$$S \geq 100\text{mm}$$

(Empfehlung : $d \leq (H2/15) + 50\text{mm}$)



- Bei einem Winkel β zwischen 0° und 30° und wenn das Schutzfeld übergreifbar ist, wird der Sicherheitsabstand S nach EN-ISO 13855 wie folgt berechnet :

$$S = 1600\text{mm/s} * T + 1200\text{mm} - (0,4 * H)$$

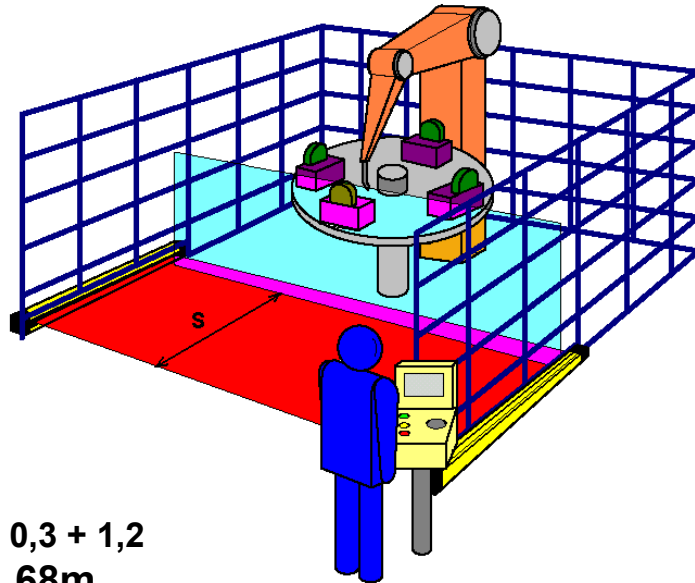
S gilt für den entferntesten Strahl mit $H1 \leq 1000\text{ mm}$.

und $C = 1200 - (0,4 * H) \geq 850\text{mm}$

Auflösung $d \leq (H/15) + 50\text{mm}$ ($d_{\max} \leq 117\text{mm} !$)

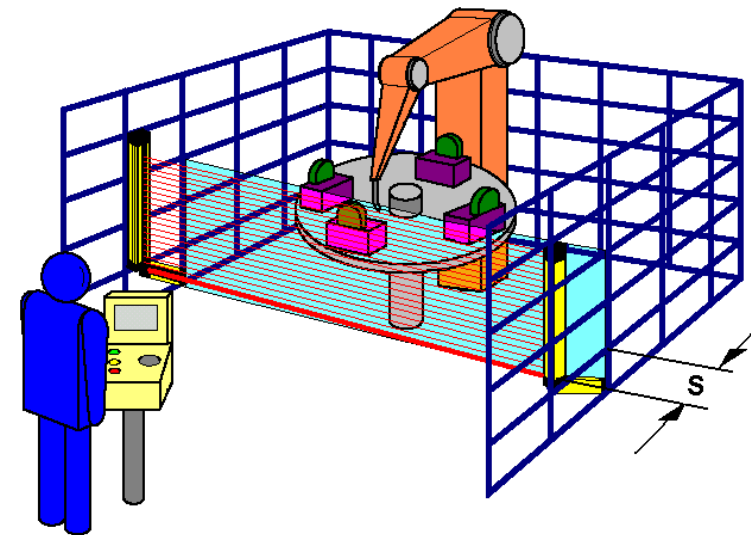
S = Sicherheitsabstand in mm.
 T = Ansprechzeit in s.
 $H1$ = 0 bis 1000mm.
 $0^\circ < \beta \leq 30^\circ$
 d = Auflösungsvermögen der BWS in mm. $d \leq 117\text{mm} !$

Vergleich der Absicherung für $T = 0,3 \text{ s}$ (300 ms)

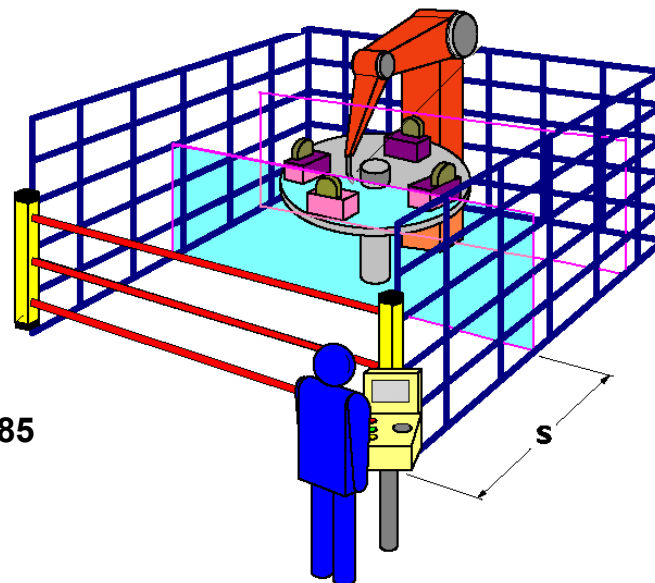


$$S = 1,6 \times 0,3 + 1,2$$

$$\underline{S = 1,68\text{m}}$$



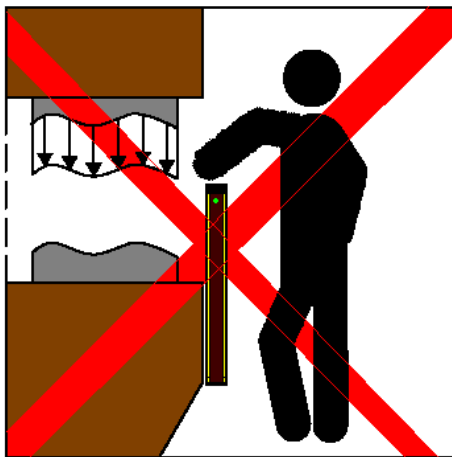
Auflösung 14mm
 $S = 2 \times 0,3 \quad S = 0,60\text{m} \dots \text{da } > 0,5\text{m}$
 dann :
 $S = 1,6 \times 0,3 \quad S = 0,48\text{m} \dots \text{Da } < 0,5\text{m}$
 $S = 0,50\text{m}$



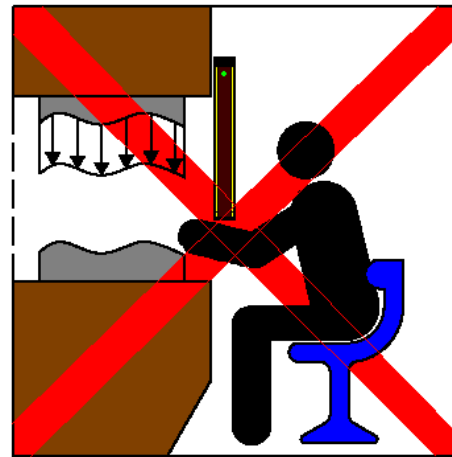
$$S = 1,6 \times 0,3 + 0,85$$

$$\underline{S = 1,33\text{m}}$$

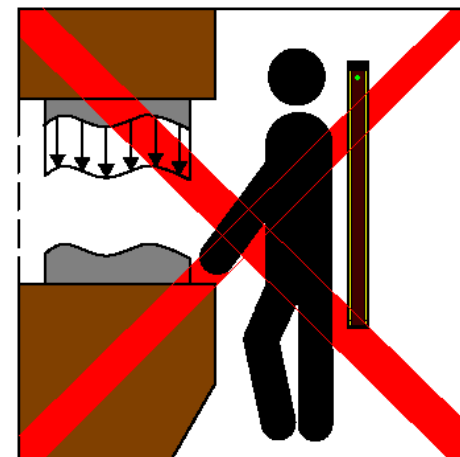
Auflösung 30mm
 $S = 1,6 \times 0,3 + 8 \times (d-14)$
 $S = 0,61\text{m}$



ÜBERGREIFEN



UNTERGREIFEN



HINTERTRETEN*

NEIN !

Korrekte Montage von AOPD's



Korrekte Montage von AOPD's



Korrekte Montage von AOPD's – Norm ok?



Zögern Sie nicht, Fragen zustellen !

Harald Schmidt
Sick AG, DIV 02
Erwin-Sick-Straße 1
D-79183 Waldkirch

Harald.Schmidt@sick.de

