

AUTONOME SYSTEME

im öffentlich zugänglichen Bereich

Fusionierte Sensorsysteme nach DIN IEC/TS 62998

DR.-ING. GÜNTER ULLRICH

- ▶ Leiter des VDI-Fachausschusses „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“
- ▶ Leiter des Forum-FTS

DIPL.-ING. FRANK BAUDER

- ▶ Leiter des AK Sicherheit im VDI-Fachausschusses „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“
- ▶ Competence Center Services Leuze
- ▶ Safety Expert im Forum-FTS

Vortrag während des
10. Technologieforums

„Fahrerlose Transportsysteme (FTS)
und mobile Robotik – Chance,
Technologie, Wirtschaftlichkeit“

am Fraunhofer IPA
am 27. September 2023 in Stuttgart

AUTONOME SYSTEME IM ÖFFENTLICH ZUGÄNGLICHEN BEREICH

Hürden für die Entwicklung eines fusionierten Sensorsystems
nach DIN IEC/TS 62998

- 1.** Einführung
- 2.** Die Herausforderungen des FTS/AMR-Einsatzes in öffentlich zugänglichen Bereichen
- 3.** Verantwortungsvolle Lösungsmöglichkeiten für einen sicheren Einsatz
- 4.** Chancen durch Nutzung der DIN IEC/TS 62998
- 5.** Umsetzung und Marktchancen
- 6.** Zusammenfassung



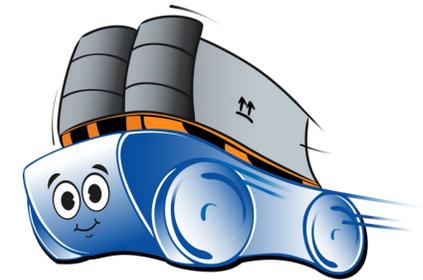
/ 1. EINFÜHRUNG

/ 1. EINFÜHRUNG

Für den sicheren Betrieb von FTS/AMR gibt es in der EU gesetzliche Vorgaben, insbesondere für den **innerbetrieblichen Einsatz**.

Abseits der öffentlich zugänglichen Bereiche gehen wir von unterwiesenem Personal aus, das mit den Fahrzeugen zu tun hat.

Hier gibt es **klare Regeln und einen technischen Baukasten**, um ein sicheres Verhalten im Umgang mit den Fahrzeugen zu erreichen.



REGEL NR. 1

- ▶ Liegende oder stehende **Personen dürfen nicht angefahren werden.**

BAUKASTEN

- ▶ Der technische Baukasten besteht aus **zertifizierten Personenschutzeinrichtungen und Sicherheitssteuerungen**, mit denen eine zweikanalige Ausführung von Sicherheitsfunktionen möglich ist.
- ▶ 2D-Lidar

BITTE BEACHTEN

- ▶ In öffentlich zugänglichen Bereichen haben wir es mit Kindern, Patienten, Menschen mit Behinderungen, Unvorsichtigen und Betrunkenen zu tun, allesamt nicht unterwiesen!
- ▶ **Hier wird es sicherheitstechnisch richtig anspruchsvoll!**
- ▶ Also was tun?



/ 2. DIE HERAUSFORDERUNGEN

/ 1. DIE HERAUSFORDERUNGEN

des FTS/AMR-Einsatzes in öffentlich zugänglichen Bereichen

Wir können nicht von unterwiesenem Personal ausgehen, sondern müssen mit allen möglichen Menschen rechnen.

- ▶ Der **70 mm dicke, zylindrische Prüfkörper reicht nicht aus**, um einen 2 cm verchromten Infusionsständer sicher zu erkennen.
- ▶ Ein **2D-Sicherheits-Laserscanner reicht nicht!** Denn die Welt ist keine Scheibe!
- ▶ **Der Fokus auf liegende und stehende Personen reicht nicht!** Wir müssen mit laufenden, rennenden Personen, spielenden Kindern, sowie allen möglichen mitgeführten Dingen rechnen - Rollern, Fahrrädern, Gehhilfen, Rucksäcken, Taschen, Koffern & Trolleys ...

Die Forderung, niemanden anzufahren, wird nicht immer richtig sein.

Wenn das Fahrzeug z.B. durch eine Menschenmenge hindurchfahren muss, wird es nicht ohne Kontakt/Berührungen gehen (Beispiel: Oktoberfest).

Auf der Krankenhausstation wird dagegen das Abstandhalten von Patienten oberstes Gebot sein.

Wir werden Einsatzfälle klassifizieren müssen!



WICHTIG: Es gibt nicht „den einen“ 3D-Sensor, mit dem der Entwickler den bekannten 2D-Laserscanner ersetzen kann, mit dem alle Sicherheitsbelange erfüllt sind.



3. LÖSUNGSMÖGLICHKEITEN

/3. LÖSUNGSMÖGLICHKEITEN

Verantwortungsvolle Lösungsmöglichkeiten für einen sicheren Einsatz

- ▶ Die **Einsatzfälle müssen klassifiziert und näher spezifiziert** werden.
Zentrale Frage dabei: Darf das Fahrzeug Berührungen zulassen, oder muss es Abstand halten?
- ▶ Die **Risikobeurteilung** des Entwicklers bekommt eine extrem wichtige Bedeutung.
- ▶ Gefährdungen ergeben sich nicht nur durch die **Auswirkungen eines Kontaktes** ($E = \frac{1}{2} * m * v^2$), sondern z.B. auch aus **dem äußeren Erscheinungsbild und dem subjektiven Empfinden** der Bewegungen, wodurch Menschen erschrecken und stürzen können.
- ▶ Für bestimmte Einsatzfälle reicht vielleicht eine niedrige Geschwindigkeit und eine softe/weiche Oberfläche der Fahrzeugkontur.
In den meisten Fällen wird ein intelligentes Verhalten erforderlich sein: Das Fahrzeug muss eine aktuelle Situation erkennen und sich dann entsprechend verhalten.
Die Auswertung der Situation kann dazu führen, dass das Fahrzeug abwartet, zurück weicht, einen großen Bogen fährt oder einen ganz anderen Weg wählt.
- ▶ Für jedes intelligente Verhalten brauchen wir **fusionierte 3D-Sensorsysteme** mit einer Klassifizierung durch KI.
- ▶ Ach ja:
Solche fusionierten Sensorsysteme müssen natürlich sicher sein!

Klassifizierung ganzheitlich, also Erkennung von Objekten plus Einschätzung der Situation



4. DIN IEC/TS 62998

/ 4. DIN IEC/TS 62998

Chancen durch Nutzung der DIN IEC/TS 62998

BISHER VERÖFFENTLICHT

- ▶ IEC TS 62998-1:2019 Safety-related sensors (SRS) used for the protection of persons
- ▶ IEC TS 62998-2:2020 Examples of application
- ▶ IEC TS 62998-3:2023 Sensor technologies and algorithms

ANWENDUNGSBEREICH

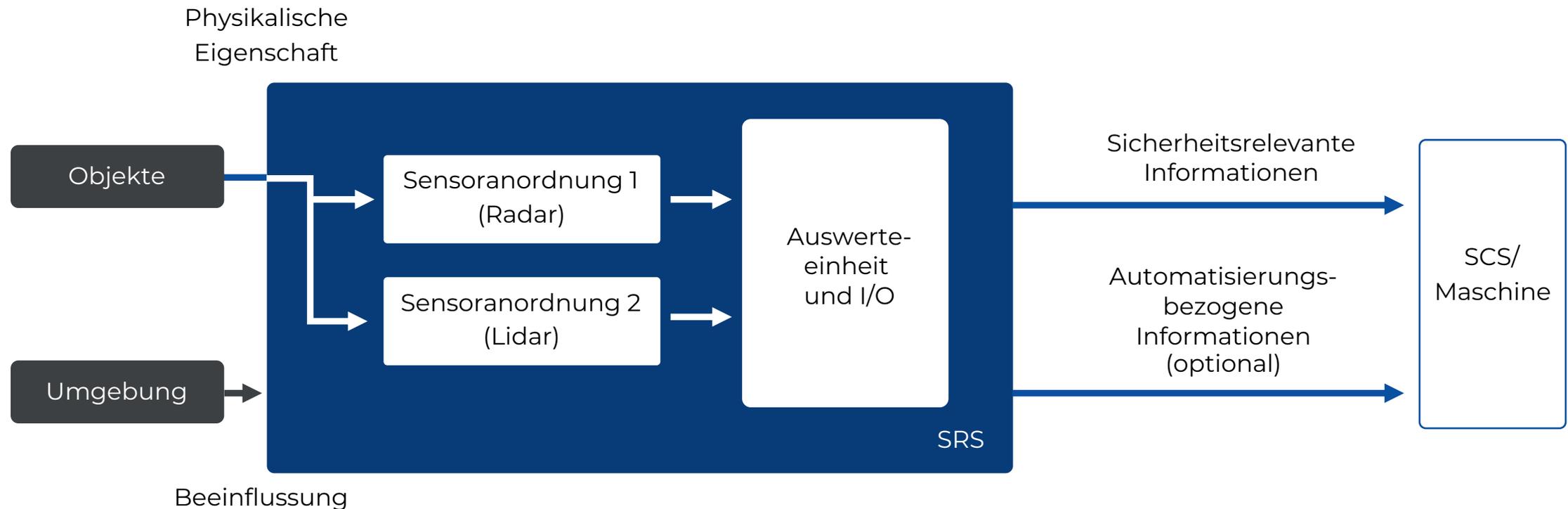
- ▶ Zur **Detektion des menschlichen Körpers, von Gefährdungsobjekten und Objekten** zur Ausführung der Automatisierungsaufgabe
- ▶ **„Performance Classes“** von Sensoren und Sensorsystemen sind passend zu den existierenden Standards der funktionalen Sicherheit definiert (z.B. ISO 13849-1, IEC 62061, IEC1508)
- ▶ Die Norm richtet sich an **Hersteller und Integratoren** sicherheitsbezogener Sensoren und Sensorsysteme
- ▶ **Anwendbar, wenn Produktnormen nicht existieren** oder nicht alle anwendungsspezifischen Anforderungen enthalten.

SRS: Safety-Related-Sensor
Sicherheitsbezogener Sensor

/ 4. DIN IEC/TS 62998

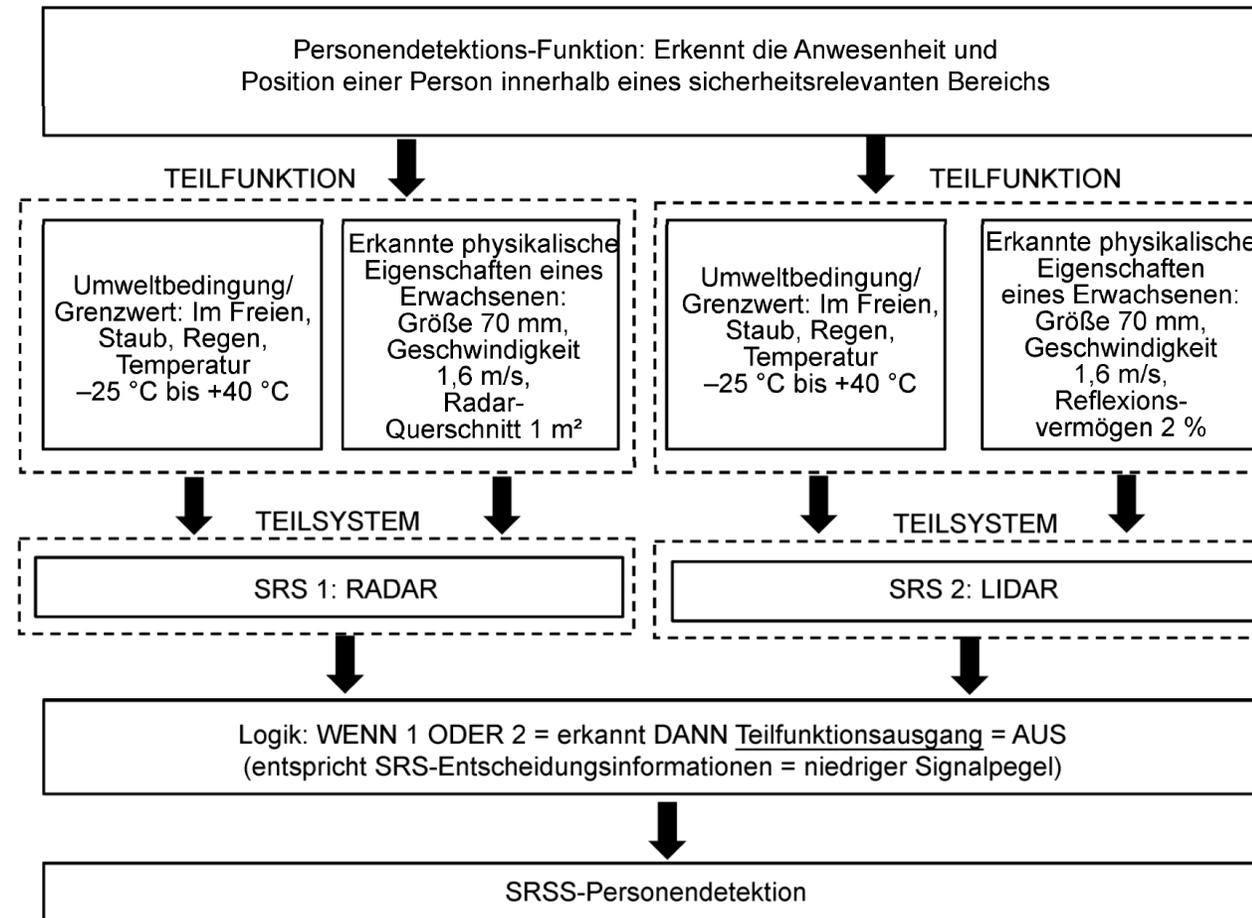
Chancen durch Nutzung der DIN IEC/TS 62998

Sensorfusion kann die Sicherheit und die Detektionsfähigkeit erhöhen



/ 4. DIN IEC/TS 62998

Chancen durch Nutzung der DIN IEC/TS 62998



/ 4. DIN IEC/TS 62998

Chancen durch Nutzung der DIN IEC/TS 62998

Performance Class vs. Performance level und SIL

	Performance Class A	Performance Class B	Performance Class C	Performance Class D	Performance Class E	Performance Class F
ISO 13849	PL a	PL b	PL c	PL d	PL e	-
IEC 62061	-	-	SIL CL1	SIL CL2	SIL CL3	-
IEC 61508	-	-	SIL 1	SIL 2	SIL 3	SIL 4

/ 4. DIN IEC/TS 62998

Chancen durch Nutzung der DIN IEC/TS 62998

Performance Klasse nach der Fusionierung zweier Systeme

SRS 1 PC	A	B	C	D	E	F
SRS 2 PC	A	B	C	D	E	F
A	B	B	C	D	E	F
B	B	C	C	D	E	F
C	C	C	D	D	E	F
D	D	D	D	E	E	F
E	E	E	E	E	F	F
F	F	F	F	F	F	F

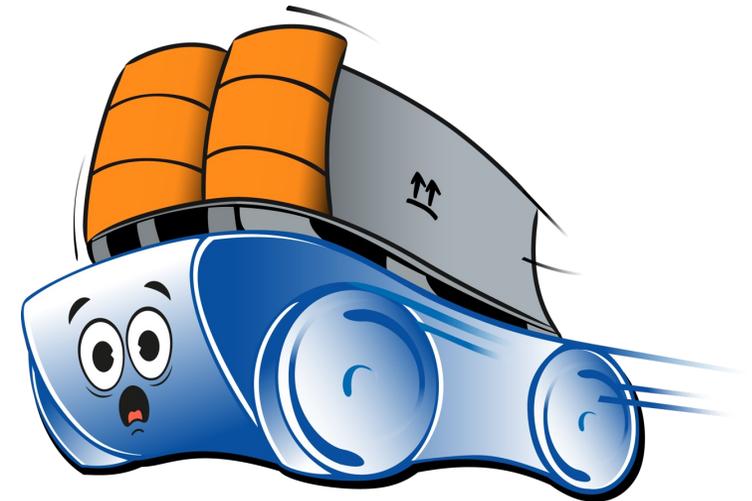
SRS/SRSS PC	maximale akkumulierte Dauer bis zum gefahrbringenden Ausfall je Jahr
A	1h
B	5min
C	1min
D	5s
E	0,5s
F	Innerhalb Reaktionszeit

/ 4. DIN IEC/TS 62998

Chancen durch Nutzung der DIN IEC/TS 62998

GRENZEN EINES FUSIONIERTEN SENSORSYSTEMS (SPEZIFIKATION DURCH DEN INTEGRATOR):

- ▶ **Detektionsfähigkeit** der SRS
- ▶ **Einsatzgrenzen** der SRS
- ▶ **Physikalische Funktionsprinzipien** der Detektion aller SRS
- ▶ **Mögliche gegenseitige Beeinflussung** zwischen den SRS
- ▶ **Sicherheitsbezogene Information** der SRS ist anzugleichen

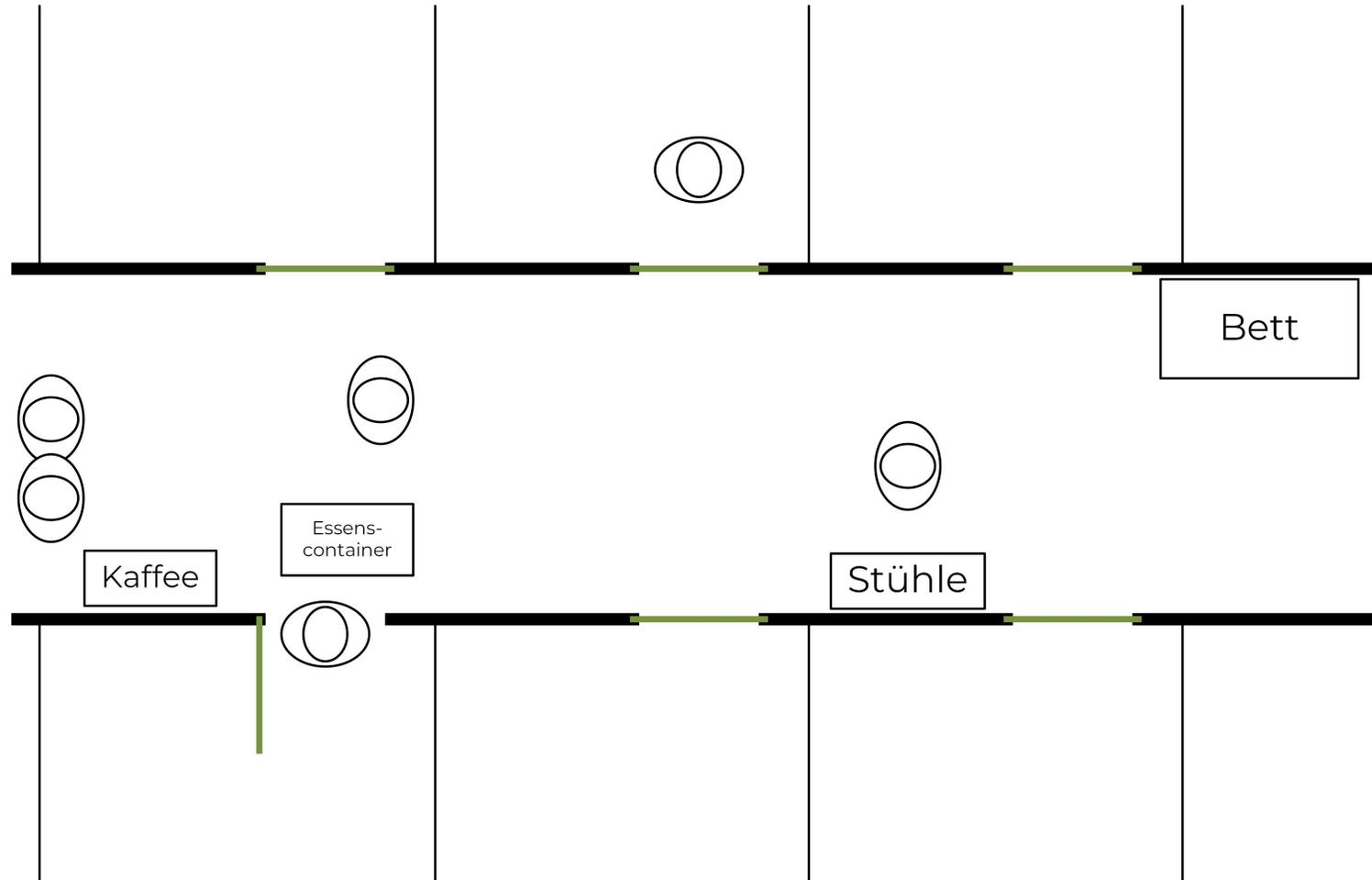




/5. UMSETZUNG UND MARKTCHANCEN

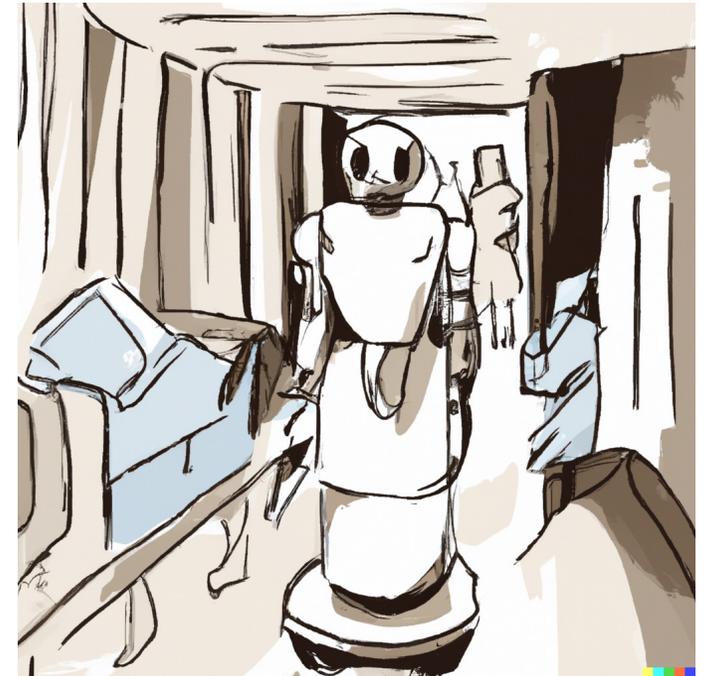
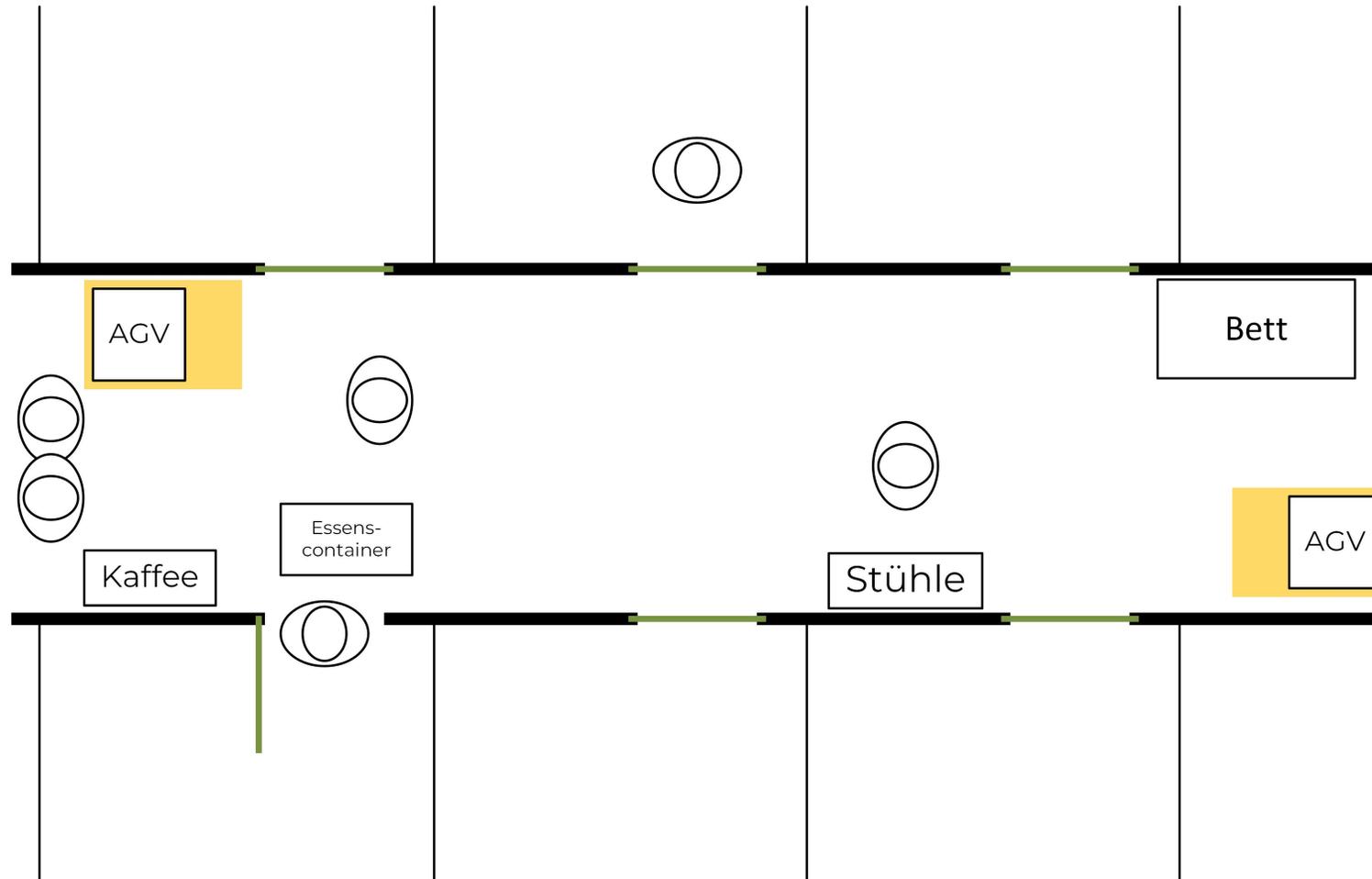
/ 5. UMSETZUNG UND MARKTCHANCEN

Krankenhausgang 1/4



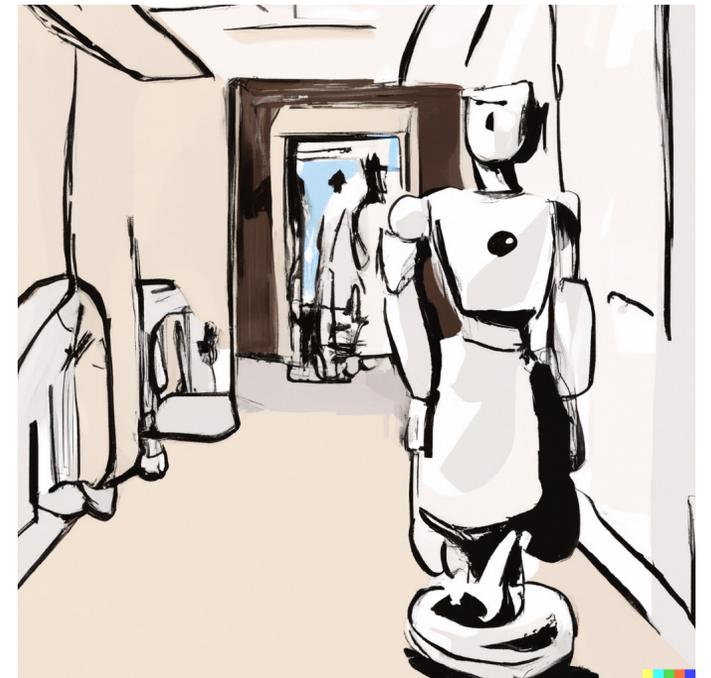
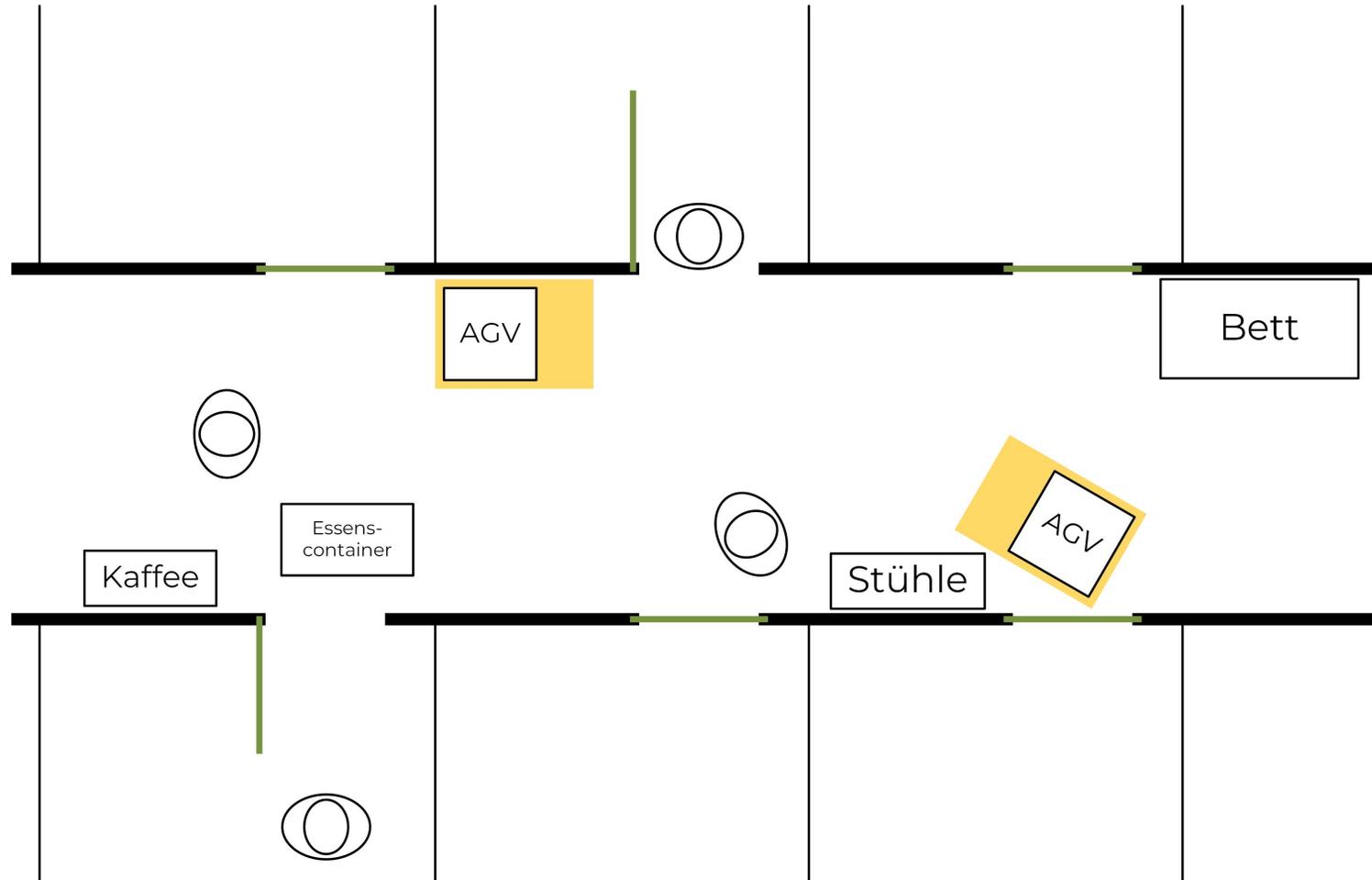
/ 5. UMSETZUNG UND MARKTCHANCEN

Krankenhausgang 2/4



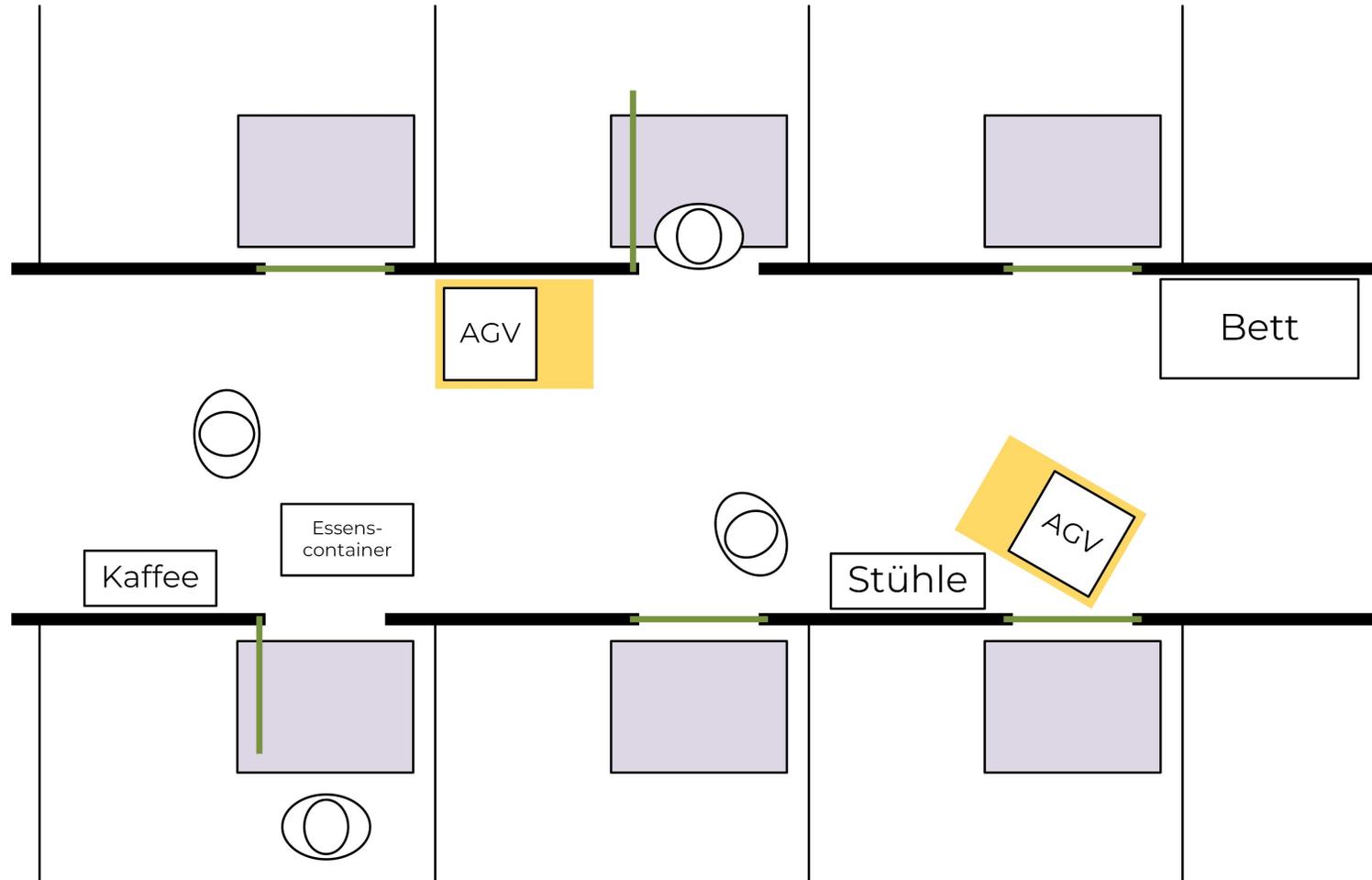
/ 5. UMSETZUNG UND MARKTCHANCEN

Krankenhausgang 3/4



/ 5. UMSETZUNG UND MARKTCHANCEN

Krankenhausgang 4/4



/ 5. UMSETZUNG UND MARKTCHANCEN

Krankenhausgang

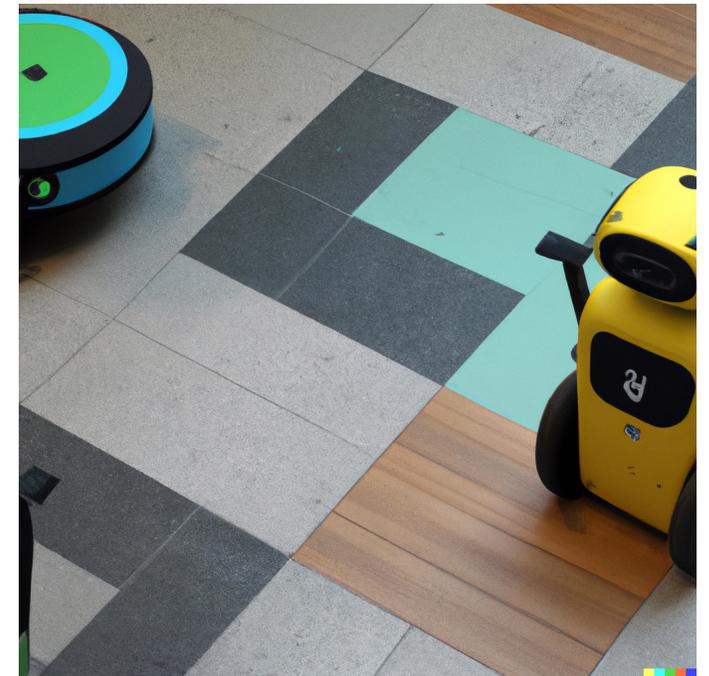
Es braucht die Fusion der Information aus dem Zimmer und der Information der Sensorik am AGV.

VORAUSSETZUNGEN

- ▶ **Personengruppen** klassifizieren
- ▶ **Gefährdungssituationen** klassifizieren und **Risiken** bewerten
- ▶ **Umgebungsbedingungen** beachten
- ▶ Sichere **Kommunikation** zu den Fahrzeugen verfügbar
- ▶ Sichere **Lokalisierung** der Fahrzeuge ist hilfreich

EINSCHÄTZUNG

- ▶ **Die HW** ist vorhanden
- ▶ **Die technischen Regelwerke** zeigen den Weg
- ▶ **Die SW/KI** sollte zu schaffen sein
- ▶ **Die Finanzierung** dieser Aufwendungen verbleibt als einzige Hürde





6. ZUSAMMENFASSUNG

/ 5. UMSETZUNG UND MARKTCHANCEN

DRIVE SAFE

HEUTE

Überwachung **voreingestellter 2D-Warn- und Schutzfelder** (sicherer Personenschutz) plus optionaler Überwachung von Räumen vor dem Fahrzeug (nicht sicherer Objekt-/Maschinenschutz)

ZUKÜNFTIG

Fusionierte **3D-Umfeldererkennung + ganzheitliche Klassifizierung + sicheres Agieren** in dem generierten Modell.

Das heißt, die **Sicherheit muss in die Abläufe integriert werden** und darf nicht parallel zur Navigation ablaufen.

WENIGER AUTONOMIE

INTELLIGENTES VERHALTEN

Einige **autonome Funktionen brechen Regeln auf** und werden weder technisch noch sicherheitstechnisch beherrscht.

Besser:

Mehr intelligentes Verhalten auf Basis von fusionierten **3D-Sensorsystemen** und ganzheitlicher **Umfeldererkennung!**

~~HÄTTE~~

~~SOLLTE~~

~~KÖNNTE~~

/ LOS GEHT'S /

~~NEIN~~

~~WÜRDE~~

~~VIELLEICHT~~



Forum-FTS



VDI Fachausschuss FTS

HERZLICHEN DANK
FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!