

Whitepaper: Sicherheit und Rahmenbedingungen für autonome mobile Roboter im öffentlichen Raum

Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt rokit am Beispiel einer autonomen Reinigungsmaschine

Angsa Robotics GmbH
Gollierstr. 70
80339 München

Autor: Angsa Robotics GmbH
Projekt: rokit – Roboter Kompetenz- und Interaktionstestcluster
Teilvorhaben: Mobile Roboterplattform für die Stadtreinigung
FKZ: 16SV8935
Veröffentlichung: Oktober 2026
Version: 1.0

Kurzfassung

Autonome mobile Roboter im öffentlichen Raum treffen auf andere technische, sicherheitsbezogene und rechtliche Rahmenbedingungen als Systeme in kontrollierten Industrieumgebungen. Im Forschungsprojekt rokit wurden diese Fragestellungen anhand einer mobilen Roboterplattform für die Stadtreinigung über mehrere Prototypengenerationen untersucht. Im Mittelpunkt standen die Interaktion mit unbeteiligten Passanten, funktionale Sicherheit, offene und heterogene Outdoor-Umgebungen sowie die rechtliche Einordnung des Einsatzes.

Aus den Arbeiten entstand ein mehrstufiges Sicherheitsverständnis: Kamerabasierte Umfeldwahrnehmung wurde als präventive Ebene zur Vermeidung kritischer Situationen eingesetzt, jedoch nicht als sicherheitszertifizierbare Funktion bewertet. Verbleibende Risiken wurden durch eine technische Sicherheitsstufe mit lokaler Sicherheitssensorik, insbesondere einer Kontaktleiste, und reduzierter Fahrgeschwindigkeit adressiert. Ergänzend wurden Betriebsarten, Not-Halt, Geschwindigkeitsbegrenzung, Wartung, Neigung, Absturzkanten, Fernbedienung und weitere für den öffentlichen Raum relevante Gefährdungen betrachtet.

Das Whitepaper fasst die aus Sicht eines Roboterherstellers wesentlichen Erkenntnisse aus Projektarbeit, Feldtests, sicherheitstechnischer Bewertung und dem im Projekt erarbeiteten Rechtsgutachten zusammen. Es soll anderen Herstellern eine fachliche Orientierung geben, welche Fragen beim Übergang aus kontrollierten Einsatzbereichen in den öffentlichen Raum frühzeitig bearbeitet werden sollten. Es ersetzt keine individuelle Rechtsberatung, Risikobeurteilung oder Konformitätsbewertung.

1. Ausgangslage und Zielsetzung

Der Einsatz autonomer mobiler Roboter im öffentlichen Raum unterscheidet sich wesentlich vom Betrieb in industriellen oder anderweitig kontrollierten Umgebungen. Hersteller treffen auf offene Einsatzbereiche, ungeschulte und wechselnde Personengruppen, heterogene Umgebungsbedingungen sowie rechtliche Rahmenbedingungen, die bislang nur teilweise auf autonome mobile Roboter zugeschnitten sind.

Das Forschungsprojekt rokit – Roboter Kompetenz- und Interaktionstestcluster untersuchte diese Fragestellungen anhand mehrerer robotischer Anwendungsfälle. Angsa Robotics brachte hierfür eine mobile Roboterplattform zur autonomen Reinigung öffentlicher Grünflächen ein. Der Anwendungsfall diente dazu, technische, sicherheitsbezogene, rechtliche und gestalterische Anforderungen unter realitätsnahen Bedingungen zu untersuchen und über mehrere Prototypengenerationen hinweg weiterzuentwickeln.

Dieses Whitepaper fasst die wesentlichen Erkenntnisse aus Sicht eines Roboterherstellers zusammen. Es richtet sich insbesondere an Unternehmen, die

autonome mobile Roboter erstmals außerhalb kontrollierter Betriebsbereiche einsetzen möchten. Die dargestellten Erkenntnisse basieren auf den im Projekt durchgeführten Entwicklungsarbeiten, Feldtests und Bewertungen sowie auf Ergebnissen der Projektpartner.

2. Besondere Rahmenbedingungen autonomer mobiler Roboter im öffentlichen Raum

Die technische Entwicklung autonomer mobiler Roboter ist in vielen Bereichen weit fortgeschritten. Sensorik, Navigation und autonome Bewegungsplanung allein reichen jedoch nicht aus, um einen sicheren Einsatz im öffentlichen Raum zu ermöglichen. Aus dem Projekt ergaben sich mehrere Rahmenbedingungen, die gegenüber klassischen Industrieanwendungen eine andere Systembetrachtung erforderlich machen.

2.1 Unbeteiligte und nicht unterwiesene Personen

In industriellen Umgebungen lässt sich häufig bestimmen, wer Zugang zu einem Gefahrenbereich erhält und welche Kenntnisse diese Personen besitzen. Im öffentlichen Raum ist dies nicht möglich. Neben aktiven Nutzern, beispielsweise Mitarbeitenden einer Stadtreinigung, muss das Robotersystem mit unbeteiligten Passanten umgehen. Diese können sich zufällig oder bewusst in unmittelbarer Nähe des Roboters bewegen und unterscheiden sich hinsichtlich Alter, körperlicher Fähigkeiten, Wahrnehmung und Erfahrung mit Robotersystemen.

Im Projekt wurden deshalb verschiedene Personengruppen getrennt betrachtet, darunter Bediener, Einsatzverantwortliche, Wartungspersonal und unbeteiligte Parkbesucher. Die technische Auslegung kann nicht voraussetzen, dass unbeteiligte Personen Warnhinweise kennen, Betriebsregeln verstehen oder vorhersehbar reagieren.

2.2 Offene und heterogene Umgebung

Öffentliche Außenbereiche sind nicht standardisiert. Untergründe, Begrenzungen, Gefälle, Absturzkanten, Beleuchtung, Wetterbedingungen und Hindernisse verändern sich. Diese Eigenschaften haben direkte Auswirkungen auf Navigation und Sicherheit. Im Projekt wurden unter anderem Untergrundbeschaffenheit, Neigung, Absturzkanten, Bremsverhalten, Schlupf, Geschwindigkeitsmessung sowie Transport und Lagerung als relevante Aspekte der Risikobeurteilung betrachtet.

2.3 Fehlende räumliche Trennung zwischen Mensch und Maschine

Ein Roboter im öffentlichen Raum kann Personen nicht dauerhaft durch Zäune, Lichtschranken oder definierte Sicherheitsbereiche vom Arbeitsraum fernhalten. Damit verändert sich die sicherheitstechnische Grundannahme. Die Maschine muss davon ausgehen, dass sich Personen jederzeit nähern, die Fahrbahn kreuzen oder unmittelbar neben dem Roboter stehen können. Auch absichtliche Interaktion und vorhersehbare Fehlanwendungen sind als mögliche Situationen zu berücksichtigen.

Bereits die Projektkonzeption behandelte deshalb Themen wie absichtliches Blockieren, Manipulation von Sensoren oder direkte physische Interaktion als mögliche Besonderheiten des öffentlichen Raums.

2.4 Verständlichkeit und Vorhersehbarkeit des Systemverhaltens

Bei einem Roboter, der sich zwischen Passanten bewegt, genügt es nicht, dass sein internes Sicherheitsverhalten technisch korrekt ist. Bewegungen und Reaktionen müssen auch von außen möglichst nachvollziehbar sein. In den Feldtests zeigte sich, dass schwer vorhersehbare Fahrwege, abrupte Stopps oder ungewöhnliche Drehbewegungen von Beobachtern als unsicher wahrgenommen wurden, selbst wenn daraus nicht unmittelbar eine gefährliche Situation entstand. Damit wird die Vorhersehbarkeit des Bewegungsverhaltens selbst zu einem relevanten Bestandteil der Sicherheitsbetrachtung.

3. Rechtliche Einordnung des Einsatzumfelds

Eine der wichtigsten Erkenntnisse aus dem Projekt ist, dass die technische Entwicklung nicht unabhängig vom konkreten Einsatzort erfolgen sollte. Das im Projekt durch den Partner IKEM erarbeitete Rechtsgutachten zeigt, dass für autonome mobile Roboter verschiedene Rechtsbereiche parallel relevant sein können. Dazu zählen insbesondere Produktsicherheitsrecht, Straßenverkehrsrecht, Datenschutzrecht, Haftungsrecht, Arbeitsschutz und die Regulierung von KI-Systemen.

3.1 Öffentlicher Raum und öffentlicher Verkehrsraum

Für Hersteller ist zunächst zu klären, wie der konkrete Einsatzbereich rechtlich einzuordnen ist. Öffentliche Zugänglichkeit bedeutet nicht automatisch, dass jede Fläche als öffentlicher Straßenverkehrsraum einzustufen ist. Das Rechtsgutachten differenziert zwischen gewidmeten Verkehrsflächen, faktisch-öffentlichem Verkehrsraum und Flächen, die nach allgemeiner Anschauung nicht als Verkehrsraum gelten. Für Parks und Grünanlagen hängt die Einordnung deshalb von den konkreten Gegebenheiten und der tatsächlich genutzten Fläche ab.

Diese Einordnung beeinflusst unmittelbar, welche Anforderungen an Zulassung, Beleuchtung, akustische Signale und Betriebsbedingungen gelten können. Für einen Hersteller sollte die rechtliche Betrachtung des konkreten Einsatzgebietes deshalb vor der abschließenden technischen Systemauslegung erfolgen.

3.2 Geschwindigkeit als rechtlich und technisch relevanter Parameter

Das Rechtsgutachten unterscheidet mobile Roboter unter anderem anhand ihrer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit. Insbesondere bei Geschwindigkeiten unter 6 km/h gelten andere Zulassungsregelungen als bei schnelleren Kraftfahrzeugen. Daraus folgt jedoch nicht, dass langsam fahrende Roboter generell zulassungs- oder regelungsfrei sind. Auch unterhalb dieser Schwelle bleiben Bau- und Betriebsvorschriften relevant.

Für Hersteller ist die maximal vorgesehene Geschwindigkeit daher frühzeitig als technische und rechtliche Systemgrenze festzulegen. Sie beeinflusst zugleich Bremsweg, mögliche Kontaktkräfte und die Auslegung sicherheitsbezogener Funktionen.

3.3 Kamerabasierte Wahrnehmung und Datenschutz

Autonome Roboter benötigen Sensorik zur Wahrnehmung ihrer Umgebung. Kameras können technisch besonders leistungsfähig sein, erzeugen im öffentlichen Raum jedoch zusätzliche datenschutzrechtliche Anforderungen. Damit entsteht ein Zielkonflikt: Eine Kamera kann helfen, Personen frühzeitig zu erkennen und kritische Situationen zu vermeiden; gleichzeitig muss die Verarbeitung personenbezogener Informationen rechtlich zulässig ausgestaltet werden.

Das Rechtsgutachten behandelt daher ausdrücklich die Umgebungserkennung mit Videokameras und die Anforderungen an den Umgang mit personenbezogenen Daten. Für Hersteller bedeutet dies, dass Datenschutz bereits bei Auswahl, Architektur und Datenverarbeitung des Wahrnehmungssystems berücksichtigt werden sollte und nicht erst als nachgelagerte Dokumentationsaufgabe.

3.4 Licht, akustische Signale und Kommunikation

Ein weiterer Unterschied zu industriellen Robotern betrifft die Kommunikation mit der Umgebung. Zusätzliche Leuchten, Warnsignale oder Sprachausgaben können die Verständlichkeit des Roboters verbessern, unterliegen im öffentlichen Verkehrsraum jedoch teilweise eigenen rechtlichen Einschränkungen. Das Rechtsgutachten zeigt insbesondere Einschränkungen für nicht vorgesehene lichttechnische Einrichtungen sowie für akustische Signale und Sprachausgaben auf.

Das im Projekt untersuchte Sounddesign wurde deshalb nicht als permanentes Warnsystem konzipiert. Stattdessen wurde ein situationsabhängiger Ansatz mit abgestuften Eskalationsstufen verfolgt. Ziel war eine im Normalbetrieb zurückhaltende Kommunikation und eine Verstärkung von Hinweisen erst dann, wenn dies aus sicherheitstechnischer Sicht erforderlich wird.

4. Sicherheitstechnische Anforderungen an das Robotersystem

Über den Projektzeitraum wurden unterschiedliche technische Sicherheitsansätze untersucht und iterativ verändert. Dabei entwickelte sich eine klare Trennung zwischen präventiver Vermeidung kritischer Situationen und einer technischen Absicherung verbleibender Risiken.

4.1 Präventive Vermeidung kritischer Situationen

Die erste Ebene dient dazu, kritische Situationen möglichst gar nicht entstehen zu lassen. Dafür wurde die Umfelderkennung über mehrere Generationen weiterentwickelt. 2023 wurde eine 360-Grad-Überwachung auf Basis von Ultraschallsensorik eingesetzt.

2024 wurde diese um kamerabasierte Wahrnehmung und eine erweiterte Sensorfusion ergänzt. Die Systemlogik konnte dadurch situationsabhängig auf erkannte Hindernisse reagieren, beispielsweise durch Geschwindigkeitsreduktion oder Stoppen.

Ein zentrales Ergebnis der späteren sicherheitstechnischen Bewertung war jedoch die klare Abgrenzung dieser Ebene von einer zertifizierbaren Sicherheitsfunktion. Die verwendete kamerabasierte Objekterkennung wurde im Projekt als präventive Maßnahme zur Situationsvermeidung betrachtet, nicht als sicherheitszertifizierte Funktion.

Daraus ergibt sich eine zentrale Systemlogik: Kamerabasierte Wahrnehmung kann die Wahrscheinlichkeit einer kritischen Situation reduzieren, ersetzt aber nicht die technische Absicherung eines verbleibenden Kollisionsrisikos.

4.2 Technische Absicherung verbleibender Risiken

Die zweite Ebene dient der Beherrschung von Situationen, in denen die präventive Wahrnehmung nicht oder nicht rechtzeitig greift. Im Projekt wurde hierfür insbesondere die Kombination aus einer Kontakt- bzw. Schutzleiste und einer reduzierten Fahrgeschwindigkeit untersucht.

Im Rahmen der sicherheitstechnischen Arbeiten wurden mögliche Kontaktfälle, Krafteinwirkungen sowie das Systemverhalten in Grenzsituationen betrachtet. Die Schutzleiste dient dazu, einen Kontakt zu erkennen und die Fahrbewegung zu unterbrechen bzw. den Roboter stillzusetzen. Gleichzeitig reduziert eine begrenzte Geschwindigkeit die mögliche Krafteinwirkung im Kontaktfall.

Damit entwickelte sich ein zweistufiger Ansatz:

- Prävention durch Umfeldwahrnehmung und angepasstes Fahrverhalten
- Technische Absicherung durch lokale Sicherheitssensorik und begrenzte Fahrgeschwindigkeit

4.3 Weitere Sicherheitsfunktionen und Betriebsarten

Die Risikobeurteilung wurde im Projekt nicht auf Kollisionsvermeidung reduziert. Im Austausch mit DGUV und Projektpartnern wurden unter anderem folgende Sicherheitsfunktionen und Randbedingungen betrachtet:

- Unterbrechung der Fahrbewegung bei Hinderniserkennung
- Geschwindigkeitsüberwachung und Geschwindigkeitsbegrenzung
- Anlaufschutz bei geöffneten Wartungsbereichen
- Not-Halt und Wiederanlaufsperr
- Fernbedienung und manuelle Eingriffsmöglichkeiten
- Neigung und Stabilität
- Absturzkanten
- Geo-Fencing

- Bremsverhalten und Geschwindigkeitsmessung
- optische Signale sowie Fernwartung
- Transport, Lagerung und Wartung

Als Betriebsarten wurden insbesondere Automatikbetrieb mit manueller Eingriffsmöglichkeit, manueller Betrieb und Wartungsbetrieb unterschieden. Für jede Betriebsart können andere Gefährdungen und andere Anforderungen an Sicherheitsfunktionen relevant sein.

5. Mensch-Roboter-Interaktion als Bestandteil der Sicherheitsbetrachtung

Im öffentlichen Raum treffen technische Sicherheit und wahrgenommene Sicherheit unmittelbar aufeinander. Die Feldtests zeigten, dass Personen das Verhalten eines Roboters auch dann als unsicher wahrnehmen können, wenn die Maschine technisch innerhalb ihrer vorgesehenen Logik arbeitet.

Bei den Erprobungen wurden insbesondere schwer nachvollziehbare Fahrwege, sehr enge Annäherungen an Hindernisse, abrupte Stopps, große Drehbewegungen und unklare optische Signale als problematisch wahrgenommen. Diese Beobachtungen zeigen, dass verständliches Systemverhalten nicht nur eine Frage der Akzeptanz ist. Unvorhersehbares Verhalten kann Ausweichreaktionen provozieren und dadurch selbst neue kritische Situationen erzeugen.

Aus den Arbeiten ergeben sich drei Gestaltungsprinzipien:

Vorhersehbarkeit

Bewegungsrichtung und Reaktionen des Roboters sollten für Außenstehende möglichst nachvollziehbar sein.

Zurückhaltende Kommunikation

Der Roboter sollte den öffentlichen Raum nicht permanent durch Licht- oder Tonsignale dominieren. Signale sollten eine klare Funktion erfüllen und auf den konkreten Einsatzkontext abgestimmt sein.

Situationsabhängige Eskalation

Kommunikation und Systemreaktionen sollten verstärkt werden, wenn eine Situation dies tatsächlich erfordert. Dieses Prinzip wurde unter anderem in der im Projekt durchgeführten Sounddesign-Studie untersucht.

Die Mensch-Roboter-Interaktion ist damit nicht nur ein Design- oder Akzeptanzthema, sondern Bestandteil der präventiven Sicherheitsstrategie.

6. Bedeutung realistischer Feldtests

Der Projektverlauf bestätigte, dass viele sicherheitsrelevante Fragestellungen erst unter realistischen Einsatzbedingungen sichtbar werden. 2024 wurden technisch-funktionale Feldtests sowie eine vertiefte Erprobung am IFF in Stuttgart durchgeführt. 2025 folgten weitere Feldtestphasen mit einer weiterentwickelten Prototypengeneration in München und Berlin.

Die Tests dienten nicht nur dazu zu prüfen, ob Funktionen technisch arbeiten. Sie halfen insbesondere dabei, Annahmen über das Verhalten des Roboters, seine Interaktion mit Menschen und die Wirkung sicherheitstechnischer Maßnahmen zu überprüfen.

Aus den Erprobungen ergaben sich unter anderem folgende Erfahrungen:

- Technische Hinderniserkennung und subjektive Wahrnehmung müssen gemeinsam bewertet werden.
- Fahrverhalten kann funktional korrekt und trotzdem für Passanten schwer verständlich sein.
- Kontaktkräfte lassen sich nicht unabhängig von Geschwindigkeit und Bremsweg betrachten.
- Kamerabasierte Prävention benötigt für verbleibende Risiken eine unabhängige technische Absicherung.
- Betriebsbedingungen im öffentlichen Raum müssen Teil der Sicherheitsarchitektur sein.

Damit sollte die Felderprobung nicht erst als abschließende Validierung verstanden werden. Im Projekt wurde vielmehr ein iterativer Ablauf verfolgt: Anforderung, technische Umsetzung, Feldtest, Bewertung, Aktualisierung der Risikobetrachtung und erneute Anpassung des Systems.

7. Vorgehensmodell für Hersteller

Aus den im Projekt gewonnenen Erfahrungen lässt sich ein übertragbares Vorgehensmodell für Hersteller autonomer mobiler Roboter ableiten. Es beschreibt keine allgemeingültige Zertifizierung, sondern die Reihenfolge von Fragestellungen, die sich beim Übergang in den öffentlichen Raum als besonders relevant erwiesen hat.

7.1 Nutzungskontext definieren

Einsatzort, Aufgabe, Betriebszeiten, Nutzergruppen, unbeteiligte Personen und vorhersehbare Fehlanwendungen beschreiben.

7.2 Einsatzfläche rechtlich einordnen

Klären, ob und in welchem Umfang Straßenverkehrs-, Produktsicherheits-, Datenschutz- oder andere spezifische Rechtsbereiche relevant werden.

7.3 Betriebsarten und Personengruppen festlegen

Automatikbetrieb, manuelle Eingriffe und Wartung getrennt betrachten und die jeweiligen Rollen definieren.

7.4 Gefährdungen systematisch bewerten

Neben Kollisionen auch Untergrund, Absturzkanten, Neigung, Bremsverhalten, Wartung, Fernsteuerung, elektrische Risiken und Umweltbedingungen berücksichtigen.

7.5 Prävention und sicherheitsgerichtete Absicherung trennen

Intelligente Wahrnehmung und Verhaltensplanung zur Situationsvermeidung einsetzen, verbleibende Risiken aber unabhängig davon technisch absichern.

7.6 Fahrgeschwindigkeit als Sicherheitsparameter behandeln

Geschwindigkeit nicht nur aus Produktivitätsgesichtspunkten festlegen, sondern Auswirkungen auf Bremsweg, Kontaktkräfte und Reaktionszeit berücksichtigen.

7.7 Kommunikation mit Passanten gestalten

Bewegungsverhalten, Licht und Akustik verständlich und für den jeweiligen Rechtsrahmen geeignet auslegen.

7.8 Datenschutz in die Wahrnehmungsarchitektur integrieren

Kamerabasierte Wahrnehmung nicht unabhängig von Datenverarbeitung und rechtlichen Anforderungen entwickeln.

7.9 Früh unter realistischen Bedingungen testen

Interaktion, Vorhersehbarkeit und tatsächliche Gefährdungen bereits während der Entwicklung im Feld untersuchen.

7.10 Ergebnisse in Risikobeurteilung und Systemarchitektur zurückführen

Feldbeobachtungen und technische Änderungen kontinuierlich in die Sicherheitsbetrachtung einarbeiten.

8. Zentrale Erkenntnisse

Aus dem rokit-Projekt lassen sich aus Sicht von Angsa Robotics insbesondere folgende Erkenntnisse ableiten:

- Der öffentliche Raum verändert die Sicherheitsannahmen eines mobilen Roboters grundlegend. Hersteller können weder kontrollierte Umgebungen noch geschulte Interaktionspartner voraussetzen.

- Technische Sicherheit und Mensch-Roboter-Interaktion sind eng miteinander verbunden. Vorhersehbares Verhalten kann kritische Situationen vermeiden, während unverständliches Verhalten trotz funktionierender Technik Unsicherheit erzeugen kann.
- Leistungsfähige kamerabasierte Wahrnehmung ist ein wertvoller Bestandteil der Prävention, darf aber nicht ohne Weiteres mit einer sicherheitsgerichteten Funktion gleichgesetzt werden.
- Geschwindigkeit ist ein zentraler technischer Stellhebel. Sie beeinflusst sowohl die mögliche Krafteinwirkung als auch den benötigten Reaktions- und Bremsweg.
- Der rechtliche Rahmen beeinflusst technische Entscheidungen. Dies betrifft insbesondere den konkreten Einsatzort, Kameranutzung sowie Licht- und Tonsignale.
- Feldtests sind keine reine Abschlussvalidierung. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil der Entwicklung, weil sie technische und menschliche Wechselwirkungen sichtbar machen, die sich aus theoretischer Betrachtung allein nicht vollständig ableiten lassen.

9. Schlussfolgerung

Der Einsatz autonomer mobiler Roboter im öffentlichen Raum erfordert eine integrierte Betrachtung von Technik, funktionaler Sicherheit, Mensch-Roboter-Interaktion, Recht und konkretem Nutzungskontext.

Für den im Projekt untersuchten Reinigungsroboter führte diese Betrachtung über mehrere Entwicklungs- und Testphasen zu einem Sicherheitsansatz, der präventive kamerabasierte Umfeldwahrnehmung mit einer unabhängigen technischen Absicherung über lokale Sicherheitssensorik und reduzierte Fahrgeschwindigkeit verbindet.

Gleichzeitig zeigten die Feldtests, dass ein sicherer öffentlicher Einsatz nicht allein von der korrekten Funktion einzelner Komponenten abhängt. Entscheidend ist das Verhalten des Gesamtsystems gegenüber Personen, die weder geschult sind noch bewusst mit dem Roboter interagieren möchten.

Für Hersteller besteht deshalb die zentrale Aufgabe darin, den öffentlichen Raum nicht lediglich als zusätzlichen Einsatzort eines bestehenden Roboters zu betrachten. Er muss als eigener Nutzungskontext mit spezifischen technischen, rechtlichen und menschlichen Anforderungen in die Systementwicklung einbezogen werden.

10. Projektbezug und Quellen

Dieses Whitepaper basiert auf Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt rokit – Roboter Kompetenz- und Interaktionstestcluster, Teilvorhaben „Mobile Roboterplattform für die Stadtreinigung“, FKZ 16SV8935. Die dargestellten Inhalte beruhen auf den

Entwicklungs- und Feldtesterfahrungen von Angsa Robotics sowie auf dem Austausch mit den beteiligten Projektpartnern.

Rechtliche Erkenntnisse basieren insbesondere auf der im Projekt durch das Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität (IKEM) erarbeiteten Studie „Rechtliche Bedingungen für den Einsatz autonomer mobiler Roboter im öffentlichen Raum“ vom 17.09.2024.

Für die sicherheitstechnische Einordnung wurden im Projekt unter anderem die Grundsätze der ISO 12100 zur Risikobeurteilung und Risikominderung, die ISO 13849 zur funktionalen Sicherheit von Steuerungen sowie der IFA-Report 1/2025 herangezogen. Im Rahmen der DGUV-Arbeiten wurde zudem auf die DIN EN ISO 3691-4:2020 für fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme Bezug genommen.

Die dargestellten Inhalte ersetzen keine individuelle rechtliche Beratung, Risikobeurteilung oder Konformitätsbewertung des jeweiligen Roboters und Einsatzfalls.