

Horw, 14. Oktober 2025

Schlussbericht zum Forschungsprojekt RoVeKo

Forschungsprojekt 1337000626

Roboterbasierte Vegetationskontrolle (RoVeKo) im Gleisrandbereich als Glyphosat-Alternative

Projektleitung: Prof. Dr. Christoph Eck, Prof. Dr. Björn Jensen

SBB Vertragspartner: Lukas Tanner

Executive Summary (D)

Im Rahmen des Projektes RoVeKo 4.0 wurde die automatisierte Vegetationskontrolle mit einem Roboter im Zwischengleisbereich bearbeitet. Die Ziele gemäss BIF-Antrag vom 06.12.2021 liegen in einer umweltfreundlichen Alternativlösung zur chemischen Vegetationskontrolle im gleisnahen Bereich ohne Personal oder den Zugverkehr zu gefährden (Einhaltung LRP). Die Rahmenbedingungen hierfür sind umfassend und anspruchsvoll. Neben der begrenzten Grösse (Höhe und Gewicht) des Roboters soll sich der elektrisch betriebene Roboter autonom im Zwischengleisbereich mit sicherem Abstand zur Schiene im Bahnschotter bewegen und dabei die vorhandene Vegetation eliminieren oder schneiden. Die Position des Roboters und das Arbeitsgebiet werden auf einem mobilen IT-Gerät dargestellt. Hindernisse sollen erkannt werden und Personen dürfen nicht gefährdet werden.

Im Verlauf des Projektes konnte in mehreren Iterationen ein Prototyp (S-bot) realisiert und demonstriert werden, der den o.g. Anforderungen gerecht wurde. Die Positionierung im cm-Bereich (kameraunterstütztes GPS System), das Umfahren von Hindernissen, die Erkennung von Personen und der Sicherheitsabstand zum Gleis wurden erfolgreich umgesetzt. Die Bedienung des Roboters wurde komfortabel gestaltet, indem das Arbeitsgebiet in einer Karte ausgewählt wird, Start- und Endpunkt festgelegt und die Pfadplanung automatisiert werden. Während dem Arbeitsprozess wird der Roboter mit einem Monitoring überwacht, das Mähwerk kontrolliert ein- und ausgeschaltet und die Kamera erfasst allfällige Personen vor dem Roboter und kontrolliert den zulässigen Arbeitsbereich ausserhalb der Gleise. Die Funktionalität des Roboters wurde im realen Arbeitsgebiet auf dem Güterbahnhof Basel getestet. Das Mähwerk wurde mit zwei Fadenmähern realisiert und deckt die gesamte Breite des Roboters ab.

Neben der technischen Umsetzung wurde ebenfalls eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass aktuell eine Robotik Lösung zur Vegetationskontrolle für Flächen mit einem geringen Pflanzenbewuchs im direkten Vergleich mit punktueller chemischer Vegetationskontrolle ökonomisch (noch) nicht konkurrenzfähig ist, jedoch gegenüber einer manuellen Bewirtschaftung bei dichterem Bewuchs, sowie aus ökologischer Sicht, Vorteile hat.

Executive Summary (F)

Dans le cadre du projet RoVeKo 4.0, le contrôle automatisé de la végétation à l'aide d'un robot a été mis en œuvre dans la zone intermédiaire des voies. Les objectifs définis dans la demande BIF du 06.12.2021 consistent à trouver une solution alternative écologique au contrôle chimique de la végétation à proximité des voies sans mettre en danger le personnel ou le trafic ferroviaire (respect du LRP). Les conditions cadres pour cela sont complexes et exigeantes. Outre sa taille (hauteur et poids) limitée, le robot électrique doit se déplacer de manière autonome dans la zone intermédiaire des voies, à une distance sûre des rails, dans le ballast ferroviaire, tout en éliminant ou en coupant la végétation existante. La position du robot et la zone de travail sont affichées sur un appareil informatique mobile. Les obstacles doivent être détectés et les personnes ne doivent pas être mises en danger.

Au cours du projet, un prototype (S-bot) répondant aux exigences susmentionnées a pu être réalisé et présenté après plusieurs itérations. Le positionnement au centimètre près (système GPS assisté par caméra), le contournement des obstacles, la détection des personnes et la distance de sécurité par rapport à la voie ont été mis en œuvre avec succès. L'utilisation du robot a été rendue confortable grâce à la sélection de la zone de travail sur une carte, à la définition des points de départ et d'arrivée et à l'automatisation de la planification du trajet. Pendant le processus de travail, le robot est surveillé, la faucheuse est activée et désactivée et la caméra détecte les personnes éventuellement présentes devant le robot et contrôle la zone de travail autorisée en dehors des voies. La fonctionnalité du robot a été testée dans la zone de travail réelle de la gare de marchandises de Bâle. Le dispositif de coupe a été réalisé avec deux tondeuses à fil et couvre toute la largeur du robot.

Outre la mise en œuvre technique, une analyse de rentabilité a également été réalisée. Il a été démontré qu'à l'heure actuelle, une solution robotique de contrôle de la végétation pour des surfaces à faible densité de couverture végétale n'est pas encore économiquement compétitive par rapport au contrôle chimique ponctuel de la végétation. Néanmoins, elle présente des avantages par rapport à une gestion manuelle dans les zones à végétation plus dense, ainsi que du point de vue environnemental.

Executive Summary (E)

As part of the RoVeKo 4.0 project, automated vegetation control with a robot in the area between the tracks was addressed. The objectives according to the BIF application of 06.12.2021 are to develop an environmentally friendly alternative to chemical vegetation control in the track-adjacent area without endangering personnel or train traffic (compliance with LRP). The conditions for this are extensive and demanding. In addition to the limited size (height and weight) of the robot, the electrically powered robot should be able to move autonomously in the area between the tracks at a safe distance from the rail on the track ballast while eliminating or cutting the existing vegetation. The position of the robot and the work area are displayed on a mobile IT device. Obstacles should be detected, and people must not be endangered.

During the course of the project, a prototype (S-bot) was developed and demonstrated in several iterations, which met the aforementioned requirements. Positioning within the centimeter range (camera-assisted GPS system), obstacle avoidance, person detection, and the safety distance to the track were successfully implemented. Operation of the robot was made convenient by selecting the work area on a map, defining start and end points, and automating path planning. During the work process, the robot is monitored with a monitoring system, the mower is controlled to switch on and off, and the camera detects any persons in front of the robot and monitors the permissible working area outside the tracks. The functionality of the robot was tested in the real working area at the Basel freight yard. The mower was implemented with two string trimmers and covers the entire width of the robot.

In addition to the technical implementation, an economic feasibility analysis was also carried out. The findings indicate that, at the current stage, a robotic solution for vegetation control on areas with sparse plant cover is not yet economically competitive when compared to localized chemical vegetation control. Nevertheless, it demonstrates advantages over manual management in areas with denser vegetation and provides clear benefits from an ecological standpoint.

Ausgangslage - Warum eine Vegetationsregulation auf Bahnanlagen?

Die Regulation der Vegetation im Gleisbereich und entlang von Bahnstrecken ist von grosser Bedeutung, um die Sicherheit und die Verfügbarkeit sowie den langfristigen Erhalt der Bahnanlagen zu gewährleisten. Ungehindertes Wachstum von Pflanzen kann im Extremfall zu Schäden an den Bahnanlagen oder zu Betriebsstörungen führen. Dies gilt insbesondere für verholzende Pflanzen, da diese die Stabilität der Gleise gefährden können.

Auch gebietsfremde invasive Arten sollten ferngehalten werden, um die Artenvielfalt nicht zu bedrohen. Die Regulation der Vegetation erfolgt mit mechanischen, thermischen, chemischen, elektrischen, biologischen oder anderweitigen Methoden. Auch werden bei der Planung und dem Bau von neuen Bahnanlagen präventive Massnahmen vorgesehen, um unerwünschten Pflanzenbewuchs möglichst zu verhindern. Der Einsatz von chemischen Mitteln (Herbizide) erfolgt sehr zurückhaltend und als «Ultima Ratio», wenn andere Massnahmen mit einem unverhältnismässigen Aufwand verbunden sind. Bezahlbare nicht-chemische Lösungen, wie z.B. der Einsatz von Mährobotern, sind gefragt.

Projektziele / Forschungsfragen

- Wo können Lösungen mit autonomen Robotern bei der Vegetationskontrolle entlang von Gleisanlagen einen Nutzen / Mehrwert bringen?
- Wie können/müssen solche Lösungen aussehen und realisiert werden? (Entwicklung eines Funktionsmusters)
- Welche Verfahren zur Vegetationsregulation sind für Roboterlösungen interessant?
- Wie wirtschaftlich sind Roboterlösungen?

Potenzialanalyse "Use Cases"

Die Vegetationsregulation entlang von Bahnanlagen ist sehr vielfältig und umfasst ein Set von unterschiedlichen, an die lokale Situation angepassten Massnahmen. Aufgrund des meist sehr anspruchsvollen Terrains und der hohen Sicherheitsanforderungen (oft ist separates Sicherheitspersonal notwendig) sind Aufwand und Kosten in der Regel hoch.

Es wird erhofft, dass mithilfe von Robotertechnik belastende und teilweise gefährliche Handarbeiten reduziert werden können und die Effizienz gesteigert werden kann.

Als potenzielle Anwendungsfälle für den Einsatz von Roboterlösungen werden unter anderem folgende Einsatzgebiete gesehen:

- Allgemeine Randbereiche zwischen Gleis und Böschung
- Zwischen Gleis und Lärmschutzwänden
- «Vergrünte» Gehwege zwischen Gleisen
- «Graue» Gehwege und Kiesflächen mit wenig Bewuchs
- Böschungen
- Biodiversitätsflächen

Marktanalyse

Die Mehrheit der professionellen Maschinen für den Grünflächenunterhalt werden auch heute noch mit Verbrennungsmotoren betrieben. Eine Roboterlösung auf Basis fossiler Energieträger wurde aus Umwelt- und Lärmschutzgründen jedoch ausgeschlossen. Das Angebot an kommerziell erhältlichen Mährobotern ist zwischenzeitlich sehr gross. Jedes Jahr kommen neue Mähroboter für den Unterhalt von Grünflächen auf den Markt, mit erweiterten Funktionen und Fähigkeiten. Auch auf Fussballfeldern, Golfplatzanlagen etc. kommen immer mehr Mähroboter zum Einsatz. Dazu beigetragen haben die immer höhere Leistungsfähigkeit, Robustheit, Präzision und Intelligenz der Geräte, dies bei sinkenden Kosten. Einfache

Handhabung, technologische Fortschritte bei der Navigation als auch der Einsatz von künstlicher Intelligenz bei der Hinderniserkennung und kostengünstige Solid-state LiDAR Systeme (Unitree, Robosense, Leishen, Ouster) bei der Navigation haben zu diesem starken Wachstum beigetragen. Trotz dieser Entwicklung fehlt es bis heute an kommerziellen Produkten, die sich für einen Einsatz im Gleisumfeld eignen. Dabei soll insbesondere das Gewicht des Roboters 30kg nicht übersteigen gemäss den Sicherheitsanforderungen (MVP). Die heutigen Produkte sind mehrheitlich für ebene, gleichmässig bewachsene und regelmässig geschnittene Rasenflächen entwickelt. Dort schneiden sie kurzen Rasen zurück. Fahrwerk, Räder, Schneidesystem, Navigation und Energieversorgung sind auf diese Anwendung ausgerichtet. Auf unebenem Gelände, auf Bahnschotter oder in Hochgrasssituationen sind solche Geräte in der Regel überfordert und nicht mehr in der Lage, zuverlässig zu navigieren und ihre Arbeit zu verrichten. Auch fehlen Produkte, die selbständig durch die heterogenen Bereiche navigieren können und trotz Abschattung durch z. B. Lärmschutzwände über grössere Distanzen (z. B. in Güterbahnhöfen) präzise arbeiten können.

Arbeitsschwerpunkte in RoVeKo

- Nutzung des de-facto Standard-Frameworks Robot Operating System (ROS)
- Systemmonitor
- Sicherheitssystem: Arbeitssicherheit, Personenerkennung & Gleismonitor
- Hinderniserkennung mit LiDAR
- Mähwerkzeug: Integration Fadenmäher
- Lokalisierung und Sensorik (Navigation)
- Pfadplanung / Mähmusterplanung
- GIS Integration
- Funktionsmuster: Ferngesteuerten Randbereichmäher
- Feldtest Güterbahnhof Luzern
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung roboterbasierte Vegetationskontrolle

Die aufgeführten Arbeitsschwerpunkte sind Teil der Abschlusspräsentation (Powerpoint).

Gesamtfazit und Empfehlungen

Das aFE Projekt RoVeKo konnte zeigen, dass eine Robotik Lösung für die gleisnahe Vegetationskontrolle realisierbar ist. Dank dieser Robotik Lösung kann auf eine chemische Vegetationskontrolle (Glyphosat) verzichtet werden. Die verschiedenen Anforderungen hinsichtlich Sicherheit, Navigation bei GPS-Abschattung, Erkennen von Personen, Fahren im Bahnschotter ohne Festzusetzen, Einhaltung von Gewicht und Grössenanforderungen, Pfadplanung in einem vordefinierten Feld, Umfahren von Hindernissen, Einhaltung des Abstands zu den Gleisen, automatische Abschaltung des Mähwerkes ausserhalb des Felds, usw. konnten erfüllt werden. Die Lösung besteht in einem geländetauglichen Prototyp mit Integration von verschiedenen Sensoren, einem leistungsfähigen Rechnersystem und einer modularen Softwarearchitektur.

Dennoch wurde sichtbar, wie komplex der Betrieb im Gleisumfeld ist und wie viele Störfaktoren möglich sind. Es viele unerwartete Hindernisse (Schläuche, Werkzeug, Löcher, Betonbrocken, Abfall, ...) und die Vegetation kann zu gross, zu dicht und/oder zu kräftig werden. Der Abtransport von Schnittgut erfordert eigene Lösungen. Eine Universallösung ist nicht möglich und eine Konzentration auf die gleisnahe Vegetationskontrolle ist sinnvoll.

Es konnte gezeigt werden, dass eine Robotik Lösung sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch sinnvoll und möglich ist, sofern das bestehende Know-how auf eine kommerzielle Robotik Lösung integriert werden kann. Hierfür bedarf es einer Zusammenarbeit mit einer Firma, welche Erfahrung in Produktion und Wartung von Kleinrobotern besitzt. Um im Schweizer Markt zu bestehen und um wettbewerbsfähig zu sein, muss diese Umsetzung möglichst umgehend durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurden bereits potentielle Partner

wie novaziun, probotics und raymo kontaktiert. Wir empfehlen die Weiterführung des Projektes mit dem Fokus auf die kommerzielle Umsetzung.

Ausblick: Nachfolgeprojekt für die kommerzielle Umsetzung

Der Markt und das Produktangebot an kommerziell erhältlichen (Mäh-)Robotern ist zwischenzeitlich sehr gross und entwickelt sich rasant weiter. Bisher ist aber kein Standard-Robotersystem für spezifische Anwendungsfälle im Bahnumfeld einsatzfähig.

Mit dem Projekt RoVeKo konnte an der HSLU ein Demonstrator eines autonomen Roboters für den Gleisbereich entwickelt und demonstriert werden, welcher jedoch noch nicht für einen umfassenden Outdoor-Einsatz (z.B. im Rahmen eines Pilotversuchs) eingesetzt werden kann. Zur Weiterentwicklung und Integration in eine Vor-Serie (Serie 0) sind zusätzliche Entwicklungsschritte gemeinsam mit einem geeigneten Industrialisierungspartner notwendig. Trotz intensiver Bestrebungen ist es bisher im Rahmen des F&E Projekts nicht gelungen eine Entwicklungspartnerschaft aufzubauen. Die kontaktierten kommerziellen Hersteller von Mährobotern und Mähgeräten in der Schweiz, Europa und ausserhalb von Europa zeigen kein oder nur ein geringes Interesse an Produkten, welche für das Bahnumfeld ausgelegt/adaptiert sind.

Dennoch laufen weiterhin Abklärungen mit den Unternehmen novaziun, probotics und raymo. Über laufende und geplante Studierendenarbeiten werden weitere Unternehmen kontaktiert und neue Fragestellungen werden derzeit bearbeitet. In einer Industriepartnerschaft oder bei spezifischen Forschungsfragen empfehlen wir eine Weiterführung des Projektes unter Anwendung der bisherigen Forschungsergebnisse.

Übersicht zur Abschlussdokumentation:

1. RoVeKo Executive Summary (Word/pdf)
2. Schlussbericht RoVeKo 2025 (Powerpoint/pdf)
3. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung roboterbasierte Vegetationskontrolle (Word/pdf)
4. Systemmonitor (Video)
5. Personenerkennung (Video)
6. Gleismonitor (Video)
7. Hinderniserkennung mit LiDAR (Video)
8. Pfadplanung und GIS Integration (Video)
9. Follow me (Video)
10. Projektdokumentation S-Bot im Gleisbereich Basel (Video)

Situation initiale - Pourquoi réguler la végétation sur les installations ferroviaires ?

La régulation de la végétation dans la zone des voies et le long des lignes ferroviaires est très importante pour garantir la sécurité, la disponibilité et la préservation à long terme des installations ferroviaires. Dans les cas extrêmes, la croissance incontrôlée des plantes peut endommager les installations ferroviaires ou entraîner des perturbations de l'exploitation. Cela vaut en particulier pour les plantes ligneuses, car elles peuvent compromettre la stabilité des voies.

Les espèces envahissantes non indigènes doivent également être tenues à l'écart afin de ne pas menacer la biodiversité. La régulation de la végétation s'effectue à l'aide de méthodes mécaniques, thermiques, chimiques, électriques, biologiques ou autres. Des mesures préventives sont également prévues lors de la planification et de la construction de nouvelles installations ferroviaires afin d'éviter autant que possible la prolifération de plantes indésirables. L'utilisation de produits chimiques (herbicides) est très limitée et n'est envisagée qu'en dernier recours, lorsque les autres mesures impliquent des coûts disproportionnés. Des solutions non chimiques abordables, telles que l'utilisation de tondeuses robotisées, sont recherchées.

Objectifs du projet / Questions de recherche

- Dans quels domaines les solutions utilisant des robots autonomes peuvent-elles apporter une utilité / une valeur ajoutée dans le contrôle de la végétation le long des voies ferrées?
- À quoi peuvent/doivent ressembler ces solutions et comment peuvent-elles être mises en œuvre? (Développement d'un modèle fonctionnel)
- Quelles méthodes de régulation de la végétation sont intéressantes pour les solutions robotisées?
- Les solutions robotisées sont-elles rentables?

Analyse du potentiel «Cas d'utilisation»

La régulation de la végétation le long des voies ferrées est très variée et comprend un ensemble de mesures différentes adaptées à la situation locale. En raison du terrain souvent très difficile et des exigences élevées en matière de sécurité (un personnel de sécurité distinct est souvent nécessaire), les efforts et les coûts sont généralement élevés.

On espère que la robotique permettra de réduire les travaux manuels pénibles et parfois dangereux et d'accroître l'efficacité.

Les domaines d'application suivants sont notamment considérés comme des cas d'utilisation potentiels pour les solutions robotiques :

- Zones périphériques générales entre la voie ferrée et le talus
- Entre la voie ferrée et les murs antibruit
- Trottoirs « verdis » entre les voies
- Trottoirs « gris » et surfaces gravelées avec peu de végétation
- Talus
- Zones de biodiversité

Situation du marché

La majorité des machines professionnelles destinées à l'entretien des espaces verts fonctionnent encore aujourd'hui avec des moteurs à combustion. Une solution robotisée basée sur des énergies fossiles a toutefois été écartée pour des raisons environnementales et de protection contre le bruit. L'offre de tondeuses robotisées disponibles dans le commerce est désormais très large. Chaque année, de nouveaux robots tondeuses destinés à l'entretien des espaces verts sont commercialisés, avec des fonctions et des capacités étendues. Les robots tondeuses sont également de plus en plus utilisés sur les terrains de football, les terrains de golf, etc. Cela s'explique par les performances, la robustesse, la précision et l'intelligence

toujours plus grandes de ces appareils, et ce à des coûts en baisse. La facilité d'utilisation, les progrès technologiques en matière de navigation, l'utilisation de l'intelligence artificielle pour la détection des obstacles et les systèmes LiDAR à semi-conducteurs peu coûteux (Unitree, Robosense, Leishen, Ouster) pour la navigation ont contribué à cette forte croissance. Malgré cette évolution, il manque encore aujourd'hui des produits commerciaux adaptés à une utilisation dans le domaine ferroviaire. Conformément aux exigences de sécurité (MVP), le poids du robot ne doit notamment pas dépasser 30 kg. La plupart des produits actuels sont conçus pour des pelouses planes, uniformément couvertes de végétation et régulièrement tondues. Ils y coupent l'herbe courte. Le châssis, les roues, le système de coupe, la navigation et l'alimentation électrique sont adaptés à cette application. Sur un terrain accidenté, sur du ballast ferroviaire ou dans des herbes hautes, ces appareils sont généralement dépassés et ne sont plus en mesure de naviguer de manière fiable et d'effectuer leur travail. Il manque également des produits capables de naviguer de manière autonome dans des zones hétérogènes et de fonctionner avec précision sur de longues distances (par exemple dans les gares de marchandises) malgré l'ombrage causé par des murs antibruit, par exemple.

Domaines de travail prioritaires chez RoVeKo

- Utilisation du cadre standard de facto Robot Operating System (ROS)
- Moniteur système
- Sécurité au travail
- Reconnaissance des personnes
- Moniteur de voie
- Détection d'obstacles avec LiDAR
- Outil de fauchage : intégration d'une tondeuse à fil
- Localisation et capteurs (navigation)
- Planification d'itinéraire / planification du modèle de fauchage
- Intégration SIG
- Modèle fonctionnel : faucheuse télécommandée pour les zones périphériques
- Essai sur le terrain à la gare de marchandises de Lucerne
- Analyse de rentabilité du contrôle de la végétation par robot

Les axes de travail mentionnés font partie de la présentation finale (Powerpoint).

Conclusion générale et recommandations

Le projet RoVeKo de l'aFE a démontré qu'une solution robotique était envisageable pour le contrôle de la végétation à proximité des voies ferrées. Grâce à cette solution robotique, il est possible de renoncer au contrôle chimique de la végétation (glyphosate). Les différentes exigences en matière de sécurité, de navigation en cas d'occultation du GPS, de détection des personnes, de conduite sur le ballast ferroviaire sans s'enliser, de respect des exigences de poids et de taille, de planification d'itinéraire dans un champ prédéfini, de contournement d'obstacles, de respect de la distance par rapport aux voies, d'arrêt automatique de la faucheuse en dehors du champ, etc. ont pu être satisfaites. La solution consiste en un prototype tout-terrain intégrant différents capteurs, un système informatique performant et une architecture logicielle modulaire.

Néanmoins, la complexité de l'exploitation dans l'environnement ferroviaire et le nombre de facteurs perturbateurs potentiels sont apparus clairement. Il existe de nombreux obstacles inattendus (tuyaux, outils, trous, morceaux de béton, déchets, etc.) et la végétation peut devenir trop haute, trop dense et/ou trop vigoureuse. L'évacuation des déchets de coupe nécessite des solutions spécifiques. Il n'existe pas de solution universelle et il est judicieux de se concentrer sur le contrôle de la végétation à proximité des voies.

Il a été démontré qu'une solution robotique est à la fois économiquement et écologiquement viable et réalisable, à condition que le savoir-faire existant puisse être intégré dans une solution robotique commerciale. Cela nécessite une collaboration avec une entreprise expérimentée dans la production et la maintenance de petits robots. Afin de rester compétitif sur le marché suisse, cette mise en œuvre doit être réalisée dans les meilleurs délais. C'est pourquoi des partenaires potentiels tels que novaziun, probotics et raymo ont déjà été contactés. Nous recommandons la poursuite du projet en mettant l'accent sur la mise en œuvre commerciale.

Perspectives : projet de suivi pour une mise en œuvre commerciale

Le marché ainsi que l'offre de produits disponibles dans le commerce, notamment dans le domaine des robots de tonte, sont désormais très développés et continuent de croître rapidement. À ce jour, aucun système robotique standard n'est cependant opérationnel pour des cas d'application spécifiques dans l'environnement ferroviaire.

Dans le cadre du projet RoVeKo, un démonstrateur de robot autonome destiné à une utilisation dans la zone des voies ferrées a pu être conçu et présenté à la HSLU. Ce démonstrateur ne répond toutefois pas encore aux exigences nécessaires pour une utilisation en extérieur à grande échelle (par exemple dans le cadre d'un essai pilote). Afin de poursuivre son développement et de l'intégrer dans une présérie (série 0), des étapes de développement supplémentaires sont requises, en collaboration avec un partenaire industriel approprié. Malgré des efforts soutenus, il n'a jusqu'à présent pas été possible, dans le cadre du projet de recherche et développement, d'établir un partenariat de développement. Les fabricants de robots de tonte et d'équipements de tonte contactés en Suisse, en Europe et hors d'Europe manifestent peu ou pas d'intérêt pour des produits spécifiquement conçus ou adaptés à l'environnement ferroviaire.

Des discussions restent néanmoins en cours avec les entreprises novaziun, probotics et raymo. Par ailleurs, d'autres entreprises sont contactées dans le cadre de travaux d'étudiants en cours ou planifiés, et de nouvelles problématiques de recherche sont actuellement à l'étude. Dans le contexte d'un partenariat industriel ou de questions de recherche ciblées, la poursuite du projet est recommandée, en s'appuyant sur les résultats scientifiques obtenus jusqu'à présent.

Aperçu de la documentation finale :

1. RoVeKo Executive Summary (Word/pdf)
2. Rapport final RoVeKo 2025 (Powerpoint/pdf)
3. Analyse de rentabilité du contrôle de la végétation par robot (Word/pdf)
4. Moniteur système (vidéo)
5. Détection des personnes (vidéo)
6. Moniteur de voie (vidéo)
7. Détection d'obstacles avec LiDAR (vidéo)
8. Planification d'itinéraire et intégration SIG (vidéo)
9. Follow me (vidéo)
10. Documentation du projet S-Bot dans la zone ferroviaire de Bâle (vidéo)

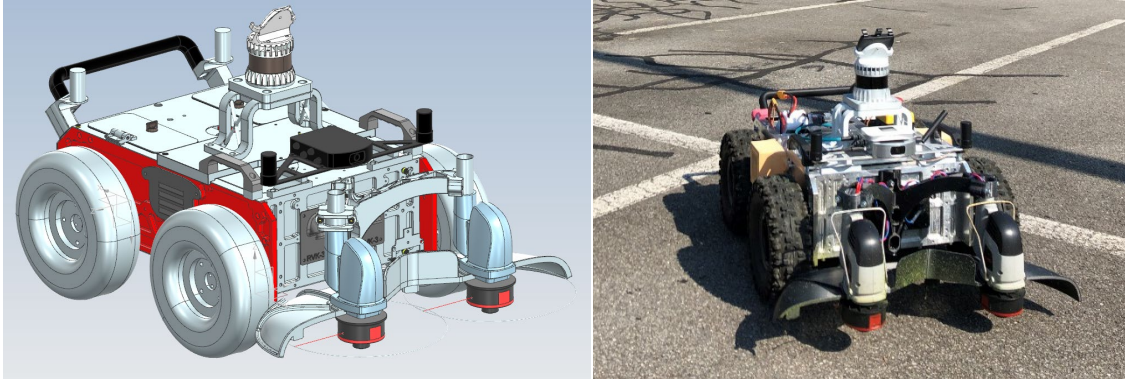


Abb. 1: CAD Design und Realisierung des S-bot Prototyps

Fig. 1: Conception CAO et réalisation du prototype S-bot



Abb. 2: Abschliessende Feldtest und Videodokumentation im Gleisbereich Basel SBB

Fig. 2: Test final sur le terrain et documentation vidéo dans la zone ferroviaire de Bâle CFF

14.10.2025, CE