

Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung beim



Eisenbahn-Bundesamt

Entwicklung eines Alternativverfahrens zur chemischen Vegetationskontrolle auf Gleisanlagen

Dr. Sabrina Michael

FB 83 “Klimaschutz, Umwelt und Nachhaltigkeit”

Fachtagung: Vegetationsmanagement auf
Wegen, Plätzen und Gleisen - Was gibt es Neues?

Braunschweig, 04.06.2024

Projektziel

Verfahrensauswahl

Entwicklung eines Versuchsträgers

Erprobung des Versuchsträgers

Zusammenfassung und Ausblick

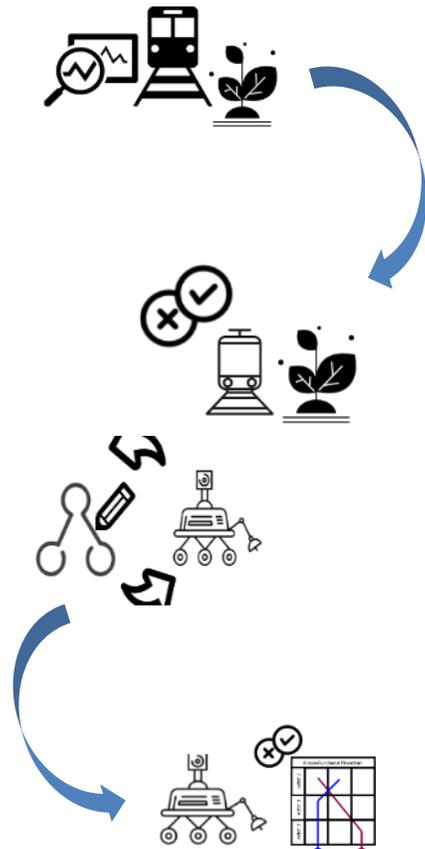




Projektziel: Entwicklung und Erprobung eines herbizidfreien Verfahrens zur Vegetationskontrolle im Gleisbereich

Hintergrund

- Für den Anwendungsbereich „Gleis“ gibt es nur eine begrenzte Anzahl von zugelassenen Herbiziden.
- Gleisanlagen stellen aufgrund ihrer Anforderungen (Technik, Sicherheit) sowie Beschaffenheit (Schotterkörper) eine besondere Herausforderung für Alternativverfahren dar.
- Begrenzte wissenschaftliche Grundlage (veröffentlicht) zu herbizid-/chemiefreien Alternativverfahren verfügbar.



Grundlagen zur Entwicklung eines herbizidfreien Verfahrens

- Literaturrecherche; Marktanalyse zu bestehenden Verfahren
- Ergänzende Versuche
- Weiterentwicklung eines Verfahrens bzw. einer Verfahrenskombination

Praktische Arbeitsschritte

- Auswahl des herbizidfreien Verfahrens
- Planung, Konstruktion und Bau eines Versuchsträgers
- Testen des Versuchsträgers

Eignungs- und Effizienzprüfung durch Feldversuche

- Auswertung der Untersuchungsergebnisse
- Ableitung von Handlungsempfehlungen



Anforderungsermittlung

Anforderungen zur Bewertung der technischen Machbarkeit im Bahnbereich, der Effektivität der Methoden gegen Aufwuchs und des Einflusses auf Mensch und Umwelt.

22

Anforderungen

Effektivität

- Wirksamkeit gegen
 - Spross und Blätter
 - Wurzeln und Rhizome
 - Verholzte Pflanzenteile
 - Wuchshöhe der Pflanzen
- Aushungern der Pflanze
- Wirksamkeit bei wechselnden Wetterbedingungen

Technologie und Logistik

- Arbeitsgeschwindigkeit
- Anwendungsfrequenz
- Energiebedarf
- Bedarf an Betriebsmitteln (z. B. Wasser)
- Genehmigungspflicht (z. B. Gefahrgut)
- Technologiereife

Mensch und Umwelt

- Umwelteinfluss des Verfahrens
- Lärmremission
- Gefahr durch Betriebsstoffe
- (Arbeits-) Sicherheit
- Emissionen in Wasser, Luft und Boden
- Risiken für Fauna
- Mögliche Nutzung regenerativer Energiequellen

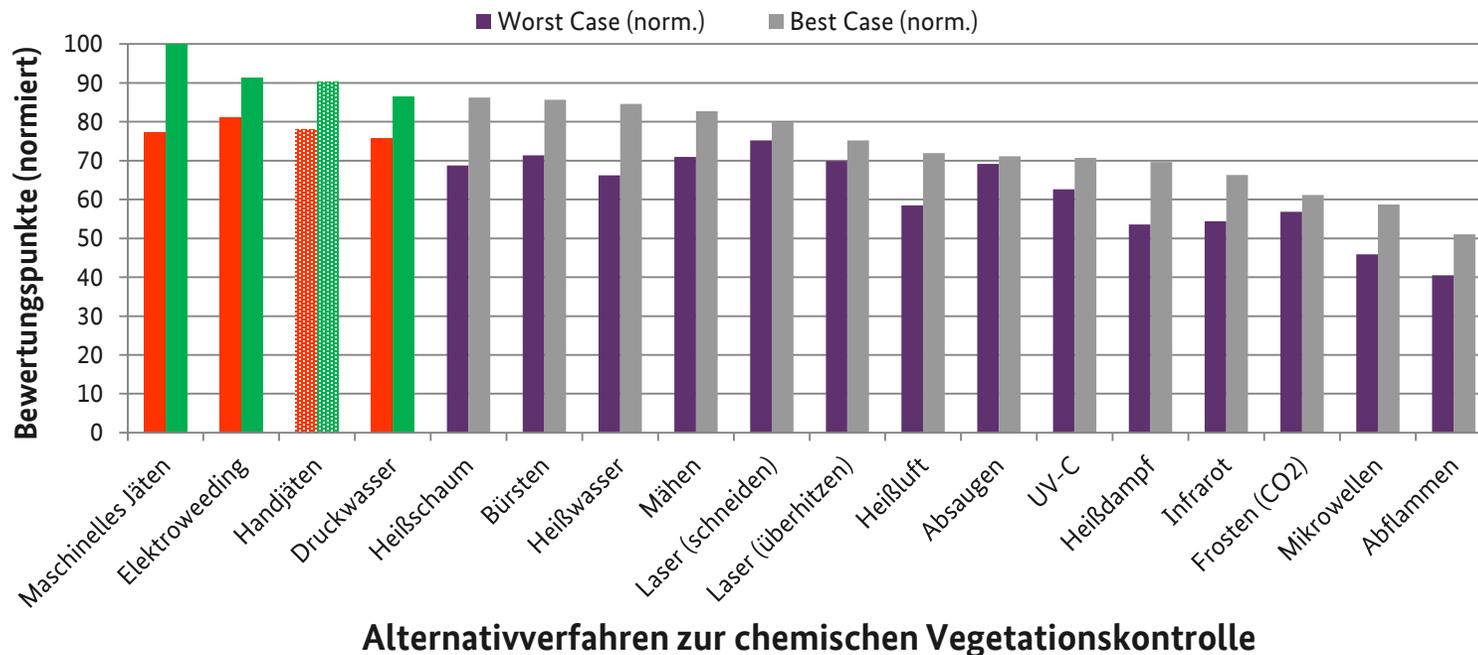
Analysierte nicht-chemische Verfahren

Mechanisch		Thermisch		Strahlung (nicht thermisch)	Elektrisch
Mähen	Bürsten	Heißwasser	Infrarot	UV-C	Elektroweeding
Druckwasser	Handjäten	Heißdampf	Heißluft		
Absaugen	Masch. Jäten	Heißschaum	Laser (überhitzen, schneiden)		
		Frosten (m. CO ₂)	Mikrowellen		
		Abflammen			

- Für die Studie wurden insgesamt 18 verschiedene Verfahren berücksichtigt.
- Die Verfahrensbewertung erfolgte m. H. einer Matrix mit insgesamt 22 Anforderungen x 18 Alternativverfahren. Die Einträge wurden mit Informationen aus einer Literaturrecherche und Ergebnissen aus Vorversuchen gefüllt.
- Bewertungsskala von 0 bis 1: z. B. Anwendungsfrequenz (< 1 Monat (> 8 Anwendungen/Jahr): 0 P; 8-10 Monate (1 Anwendung/Jahr): 1 P); Gewichtung der Anforderungen durch paarweisen Vergleich (Rangfolgeverfahren).

Verfahrensfestlegung – Bewertung nach Best Case und Worst Case

- Hohe Unterschiede bei Informationen aus der Literatur – Unterschiedliche Angaben zu Leistung, Energiebedarf und Arbeitsgeschwindigkeit für das gleiche Alternativverfahren.
- Aufteilung der Bewertung in Best und Worst Case.



Bewertung nach Best Case:

1. Mechanisches Jäten
2. Elektroweeding
3. Druckwasser

Bewertung nach Worst Case:

1. Elektroweeding
2. Mechanisches Jäten
3. Druckwasser

Beispiel: Charakteristiken des Mechanischen Jätens und des Druckwasserverfahrens

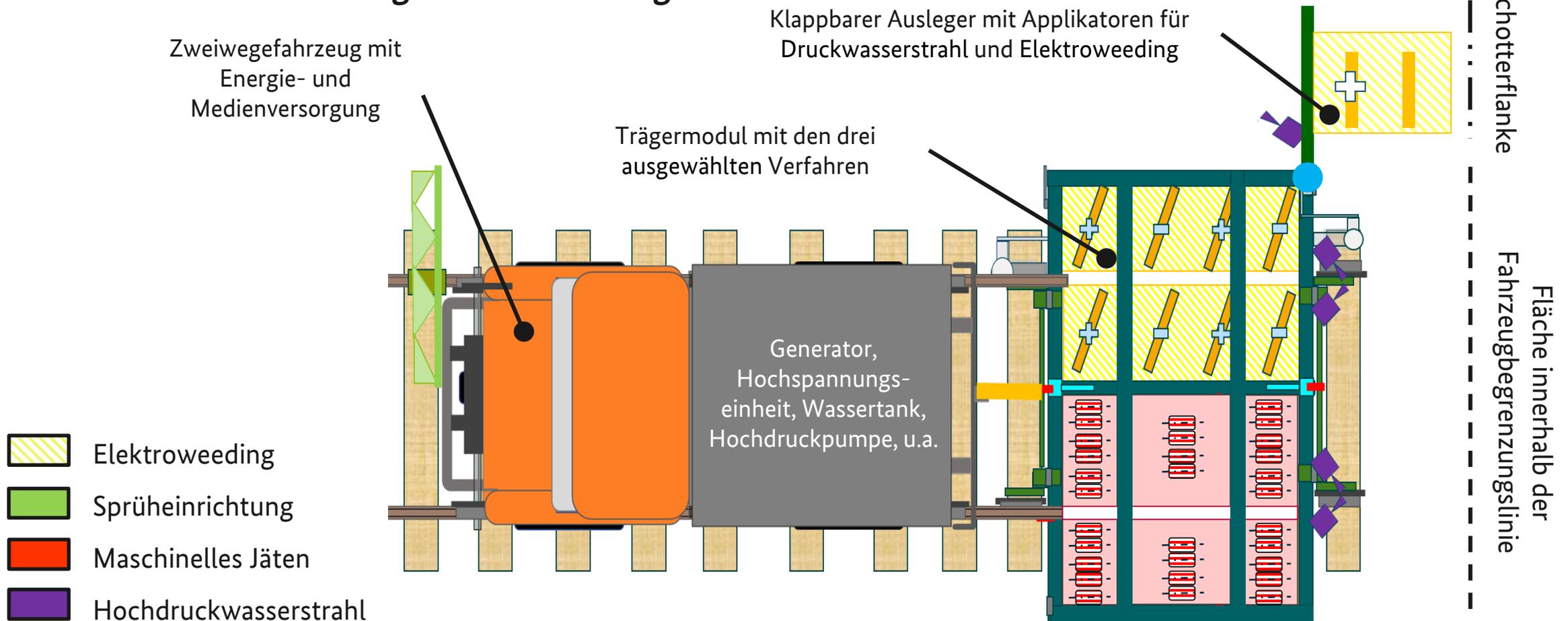
- ✓ Effektiv gegen hoch aufgewachsene Pflanzen
- ✓ Anwendung unabhängig von den Witterungsbedingungen
- ✓ Geringer Energiebedarf
- ✓ Mechanisches Jäten: Keine Betriebsstoffe
 - Druckwasser: Wasser als Betriebsstoff und ggf. Abrasivmittel als Additiv
- ✓ Mechanisches Jäten: Wirkung gegen Wurzeln möglich
- ✗ Druckwasser: Kein Effekt auf Wurzeln
- ✗ Mehrfachbehandlung nötig (> 3 Behandlungen/Jahr)
- ✗ Aktuell langsame Arbeitsgeschwindigkeit (ca. 5 km/h)



Ausgewählte Verfahrenskombination

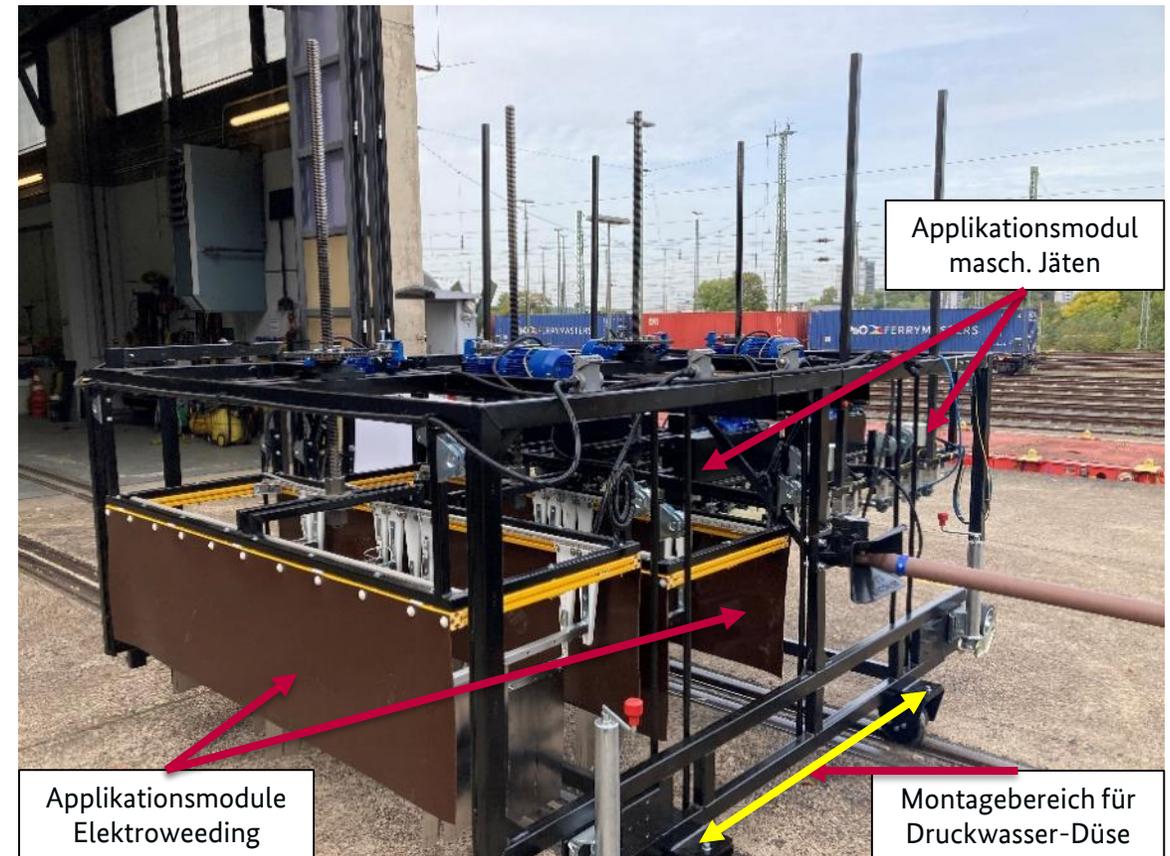
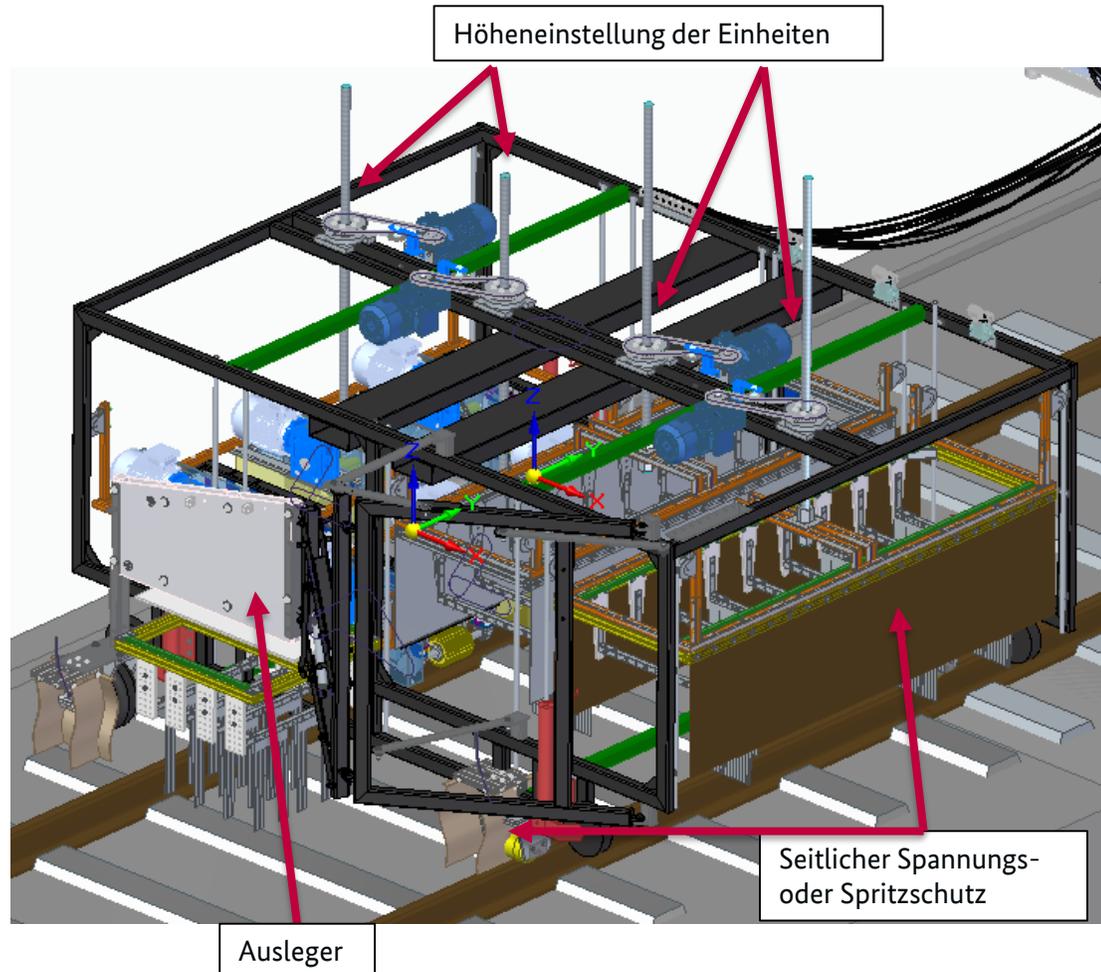
- Maschinelles Jäten
- Druckwasser
- Elektroweeding

Schematische Darstellung des Versuchsträgers



Entwicklung eines Versuchsträgers

Trägermodul



Verfahrensspezifikationen

Elektroweeding

- Pflanzenschädigung durch Gleichstrom (2000 bis 5000 V)
- Stromkreis durch Applikatoren erzeugt
- Senkung des Kontaktwiderstands durch volt.fuel
- Wirkung auf Spross und Blätter, ggf. Wurzeln
- Position der Applikatoren zwischen Schwellen
- Einsatz im Gleisrost und auf Schotterflanken

Maschinelles Jäten

- Ausreißen bzw. abtrennen der Vegetation durch rotierende Rollen
- Zugkraft von ca. 160 N
- Presskraft von ca. 150 N
- Drehzahl von 100 bis 200 1/min
- Einsatz auf ebenen Flächen
- Greifpunkt ca. 200 mm oberhalb des Schotters



Druckwasser

- Schneiden oder Zerfasern von Pflanzen mit einem Druck von ca. 1500 bar
- Düsenabstand / -winkel variabel einstellbar
- Anwendung von Abrasivmitteln, z. B. Flusssand (200 g/min)
- Einsatz an den Schienen und auf Schotterflanken

Quelle: IfS, RWTH Aachen, 2024

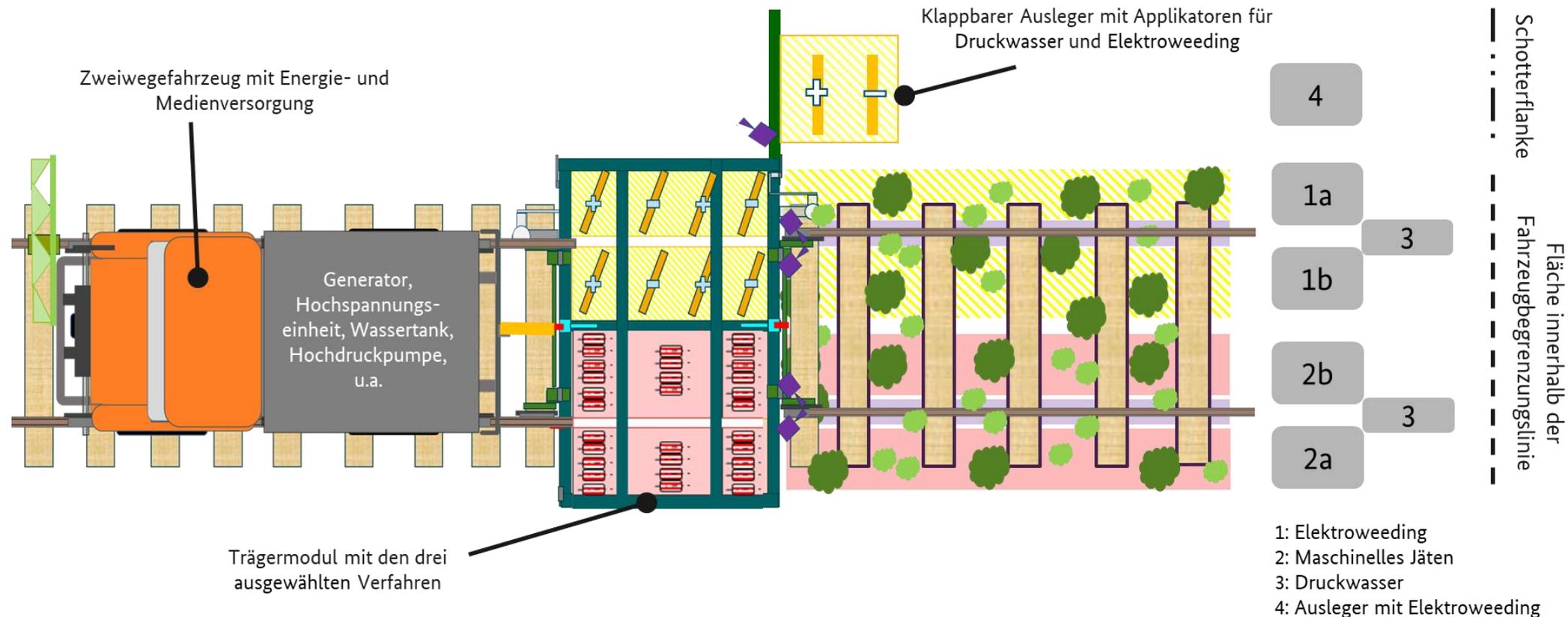
Eignungs- und Effizienzprüfung durch Feldversuche

- Identifizierung von Eignungsanforderungen an die Versuchsflächen
(z. B. Schotterzustand, Vegetationseigenschaften, Streckenzustand und Nutzung)
- Versuchsdesign und Behandlungsbereiche
- Definition der Messparameter
(z. B. Behandlungsintensität, Geschwindigkeit, Verfahrenskombination, Anwendungshäufigkeit)
- Durchführung und Bewertung der Feldversuche
- Identifizierung von Einflussgrößen und Behandlungsvorgaben
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Kombinationsverfahrens



Quelle: iPP, RWTH Aachen, 2024

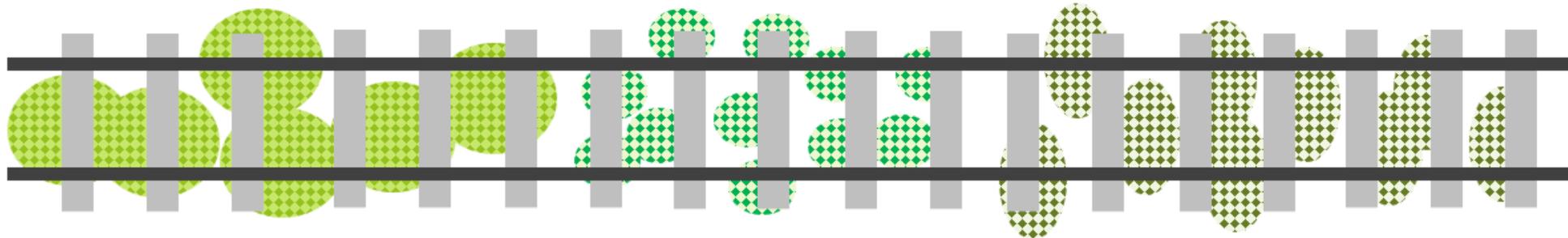
Verfahrensaufteilung für Einzel- und Kombinationsversuche



Quelle: iPP, RWTH Aachen, 2024

Versuchsdesign: Vegetationserfassung

1. Erfassung gleichmäßig bewachsener Abschnitte
 - Heterogener Bewuchs in Fahrtrichtung
 - Homogener Bewuchs quer zur Fahrtrichtung (Vorteil für die halbseitige Behandlung → Vergleichbarkeit)



2. Festlegen einzelner kleinerer Versuchsabschnitte
 - Ein Versuchsabschnitt = 25 bis 40 Schwellenfächer (je nach Zweck)
 - Ein Versuchsabschnitt wird für eine Parameterkombination genutzt



Versuchsdesign: Vegetationserfassung

3. Auswahl einzelner Schwellenfächer in jedem Abschnitt, die genauer vor / nach Versuchen erfasst werden
 - Artenbestimmung
 - Vegetationsdichte
 - Wuchshöhe
 - BBCH einzelner Pflanzengruppen



Versuchsstandorte

- Versuchsstrecke (gesamt): 4,5 km
- 5 Versuchsstandorte (Vetschau, Niederaußem, Linnich, Aachen, Puffendorf)
- Einteilung Kategorien entsprechend der Schotterbeschaffenheit (Feinanteil), Vegetationsart und -dichte, Wuchshöhe, umliegende Vegetation, Beschattung, bisherige Kontrollmaßnahmen und Nutzung, Anlagenalter.



Quelle: IPP, RWTH Aachen, 2024

Effizienzbewertung

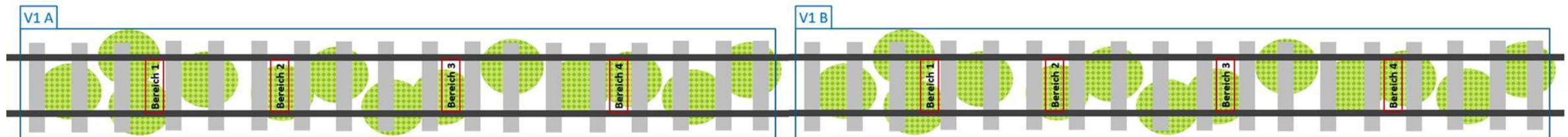
1. Unterteilung der Effizienzbewertung in krautige, teilverholzte und verholzte Vegetation

- Vergleich der Wirksamkeit der Parameter zwischen den drei Gruppen



2. Bewertungsfaktoren in den markierten Schwellenfächern:

- Unterteilung in Weiterwuchs nach Behandlung oder Wuchsreduktion durch ausreichend Schädigung
- Vegetationsdichte
- Wuchshöhe
- Artenreduktion (entsprechend der drei Gruppen, aber auch speziell bei einzelnen auffälligen Arten)



Untersuchungen Einzelverfahren: Maschinelles Jäten



Reduktion der Wuchshöhe auf ca. 20 cm (Schienenoberkante).



Reduktion der Vegetationsdichte (entwurzelt Pflanzen).



Erste Erkenntnisse:

- Reduzierung der Wuchshöhe durch Abtrennen der Pflanzen auf eine Höhe von ca. 20 cm, teilweise auch Entfernung der Wurzel.
- Bei hoher Vegetationsdichte sowie in Kombination mit einem zweiten Verfahren (Elektroweeding): Verstärkung der Wirkung.

Untersuchungen Einzelverfahren: Elektroweeding



Starke Reduktion bei dichtem krautigem Bewuchs und hohem Feinanteil (links) und bei geringem Bewuchs und niedrigem Feinanteil (rechts).



Gute Wirkung auch bei teilverholzten und verholzten Pflanzen durch Wuchshemmung (keine Laubbildung).

Erste Erkenntnisse:

- Bei allen Gruppen der Vegetation (krautig, teilverholzt, verholzt) und verschiedenen Beschaffenheiten des Schotterkörpers (hoher, niedriger Feinanteil) wurde eine gute Wirkung erzielt.
- Die Wirkung lässt sich durch mehrere Überfahrten verstärken (Im größeren System vergleichbar mit einer größeren Anzahl an Applikatoren).

Beispiel: Lärmpegelmessung



Messung von Schallemissionen dB(A) in 5 m Entfernung von der Seite in 1,5 m Höhe, Mittelwert über 2 Sekunden

Ergebnisse:

- Zugfahrzeug + Generatoren (a): ca. 75 dB (A) ✓
- Zugfahrzeug + Generatoren + masch. Jäten (c): 80 dB (A) ✓
- Zugfahrzeug + Generatoren + Elektroweeding (d): 80 dB (A) ✓
- Zugfahrzeug + Generatoren + masch. Jäten + Elekt.: 87,7 dB(A)

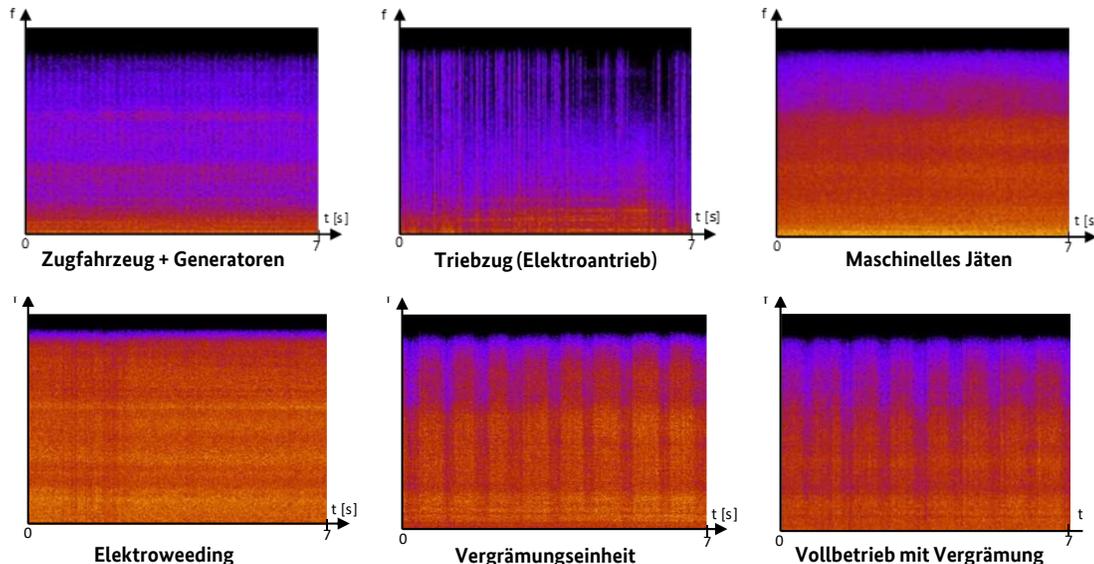
Mögliche Lärmreduktion durch Einhausung des Versuchsträgers und der Ladefläche; Einhaltung der Emissions- und arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben (z. B. Tages-Lärmexpositions-Pegel 85 dB (A))

Messung von Schallemissionen dB(A) aus 5 m Entfernung gegen die Fahrrichtung mit 1,5 m Abstand zur Gleismitte in 60 cm Höhe über 2 Sekunden mit Vergrämung

Ergebnisse:

- Zugfahrzeug + Vergrämungseinheit (e): 78,1 dB(A) ✓
- Vollbetrieb + Vergrämungseinheit (f): 78,8 dB(A) ✓

Qualität der Schallemissionen: Die Spektralverteilung über die Zeit (links) zeigt grafisch, dass sich die Schallcharakteristik der Vergrämungseinheit, aber auch des Gesamtfahrzeugs deutlich von dem eines Normalzugs (hier Triebzug) unterscheidet und somit ein Vergrämungseffekt auf Eidechsen erwartbar ist.



- Mit Hilfe des Forschungsprojekts werden wissenschaftliche Grundlagen und empirische Daten u. a. zu Einsatzbereichen, technischen Einflussgrößen und Effizienz von Alternativverfahren für den Gleisbereich bereitgestellt.
- Ermittlung von Einzel- und Kombinationswirkung sowie die technische Kompatibilität verschiedener Verfahren im Schienenverkehr.
- Ergänzende systematische Kartierungen und Bonituren des Pflanzenbewuchs auf Gleisanlagen.
- Studie bildet die Basis für die Weiterentwicklung herbizid-/chemiefreier Vegetationsverfahren in Sonderbereichen wie Gleisanlagen.

Ausblick

- Finalisieren der Auswertungen und Erstellen des Abschlussberichts (Ende 2024).
- Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Einsatzmöglichkeiten von Alternativverfahren auf Gleisanlagen.



Quelle: IfS, RWTH Aachen, 2024

Auftragnehmer:



CROP.ZONE
integrated weed management



HydroMill
Experts in Waterjet Technology

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Diese Ergebnisse sind Teil des Projektes „Entwicklung eines Alternativverfahrens zur chemischen Vegetationskontrolle auf Gleisanlagen“ betreut durch das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) beim Eisenbahnbundesamt (EBA) und finanziert vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)