

# Abschlussveranstaltung „Grüner Teppich“

Yvonne Vögeli, SBB I-NAT-LPM-LBT-NNG  
Bern Liebefeld, 25.03.2024



09:00	---	<b>Kaffee &amp; Gipfeli / café &amp; croissants</b>
09:20	Vögeli Yvonne, SBB	Begrüssung / <i>Bienvenue</i>
09:25	Tanner Lukas, SBB	<b>Aktionsplan "Alternativen Herbizid"</b> <i>Plan d'action "Alternatives herbicide"</i>
09:40	Bürge Ignaz, Agroscope	<b>Alternative Bahnherbizide: Wirksamkeitsversuche und Lysimeterstudien</b> <i>Herbicides alternatifs pour les voies ferrées: évaluation de leur efficacité et essais lysimétriques</i>
10:15	Petit Anne, SNCF	<b>Historique du projet d'ensemencement choisi</b> Geschichte des Begrünungsprojektes
10:35	Paulméry Claire, SNCF	<b>L'aboutissement d'une technique efficace</b> Ergebnis einer erfolgreichen Technik
10:55	Dechaume-Moncharmont Caroline, SNCF	<b>Exemple du site de Saint Germain au monts d'or</b> Beispiel des Standortes Saint Germain au monts d'or
11:15	---	<b>kleine Pause / petite pause</b>
11:30	Wirth Judith, Agroscope	<b>Mit heissem Wasser das Pflanzenwachstum im Gleisbereich kontrollieren</b> <i>De l'eau chaude pour contrôler la végétation sur les voies ferrées</i>
11:55	Van der Meer Markus, Agroscope	<b>Grüner Teppich: Rahmenbedingungen und Resultate der Projekterweiterungen</b> Tapis vert: Conditions cadre et résultats des extensions du projet
12:20	Laurent Huber, Steffen Julie & Mörch Fabienne, HEPIA	<b>Tapis vert: Mélanges grainiers - Développement, tests et résultats</b> Grüner Teppich: Pflanzenmischungen - Entwicklung, Tests und Resultate
12:50	Patrice Prunier, HEPIA, Buholzer Serge, Agroscope	<b>Grüner Teppich: Schlussfolgerungen und Ausblick</b> <i>Tapis vert: Conclusions et perspectives</i>
13:00	Vögeli Yvonne, SBB	<b>Diskussion / Discussion</b>
13:30	---	<b>ESSEN / REPAS</b>
14:15		Fahrt nach Cousset / Trajet vers Cousset
15:10	HEPIA, Agroscope	Besuch vor Ort / Visite sur place
15:55	gemäss Anmeldung	<b>Abschluss / clôture : Apéro</b>

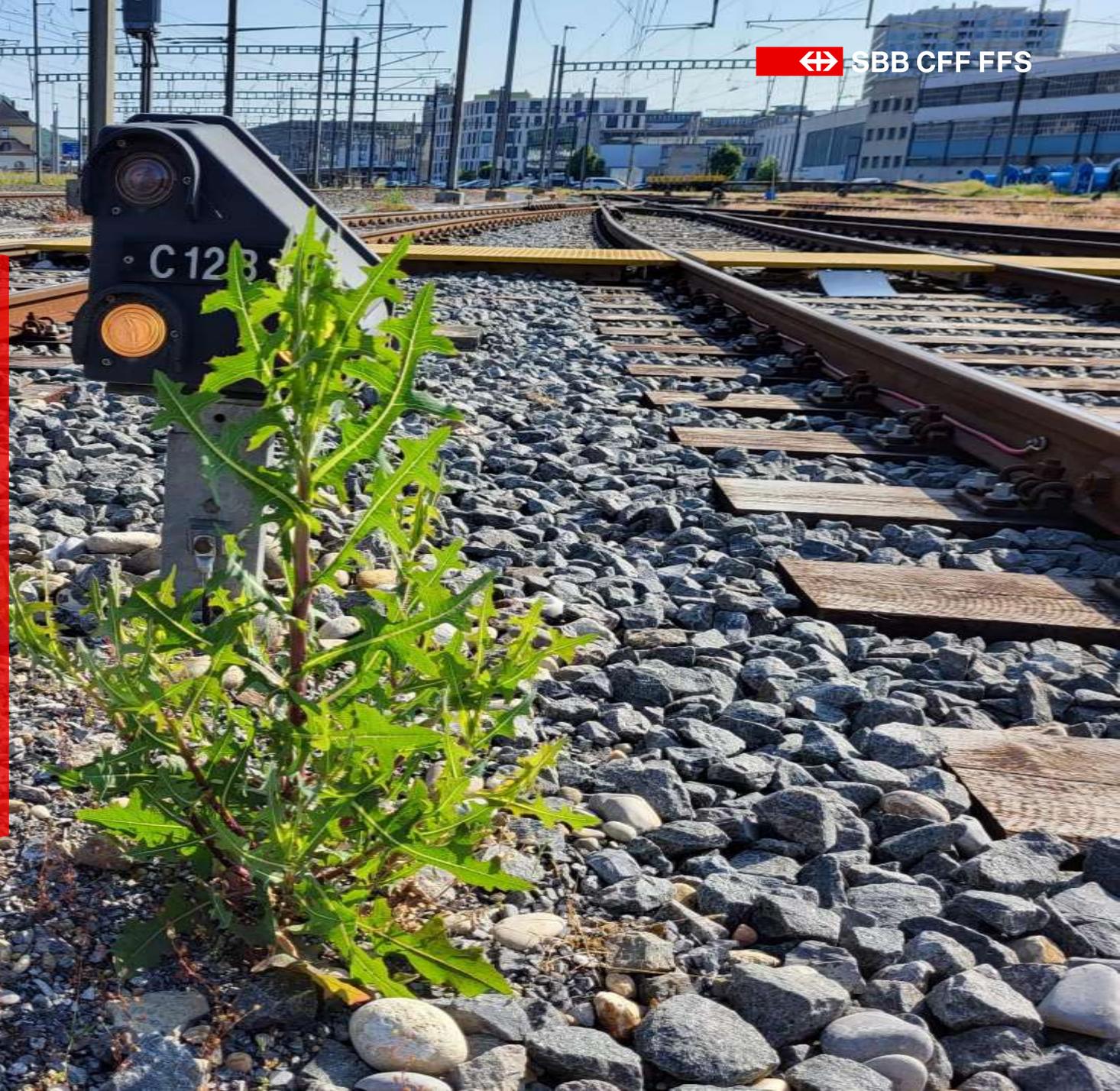
Das Meeting wurde zweisprachig durchgeführt. Die Redner haben in ihrer Muttersprache referiert und die Präsentationen in der anderen Sprache gezeigt.

Le meeting a été tenu bilingue. Les référants ont parlé leur langue maternelle mais montré les présentations dans l'autre langue.

# Plan d'action des CFF «Alternatives aux herbicides»

Lukas Tanner, Mars 2024

SBB Infrastruktur | Sicherheit, Qualität, Umwelt | Umwelt  
und Nachhaltigkeit





Réduction des herbicides: Pas  
seulement parce que nous le devons,  
mais aussi parce que nous le voulons!

# Le monde politique et la société exigent de nouvelles solutions.



## Plan d'action Produits phytosanitaires



Le 6 septembre 2017, le Conseil fédéral a adopté le plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires. Les risques devront être divisés par deux et les alternatives à la protection phytosanitaire chimique seront encouragées. Le Conseil fédéral fixe des objectifs clairs dans ce plan d'action. Pour les atteindre, il conviendra de développer les mesures existantes et d'en introduire de nouvelles. Le plan d'action permet à l'agriculture suisse de se positionner dans la production durable de denrées alimentaires.





Parce que c'est aussi notre ambition avec la «promesse de durabilité des CFF» et parce que nous avons des objectifs ambitieux.



## Réduire les émissions de CO<sub>2</sub>

Promouvoir l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, et réduire de 50% les émissions de CO<sub>2</sub> d'ici à 2030

S'attaquer de manière proactive à l'adaptation au changement climatique



## Faire de l'économie circulaire la norme

Établir une économie circulaire

Réaliser des acquisitions durables



## Promouvoir les habitats de valeur pour l'humain et la nature

Réaliser des constructions durables

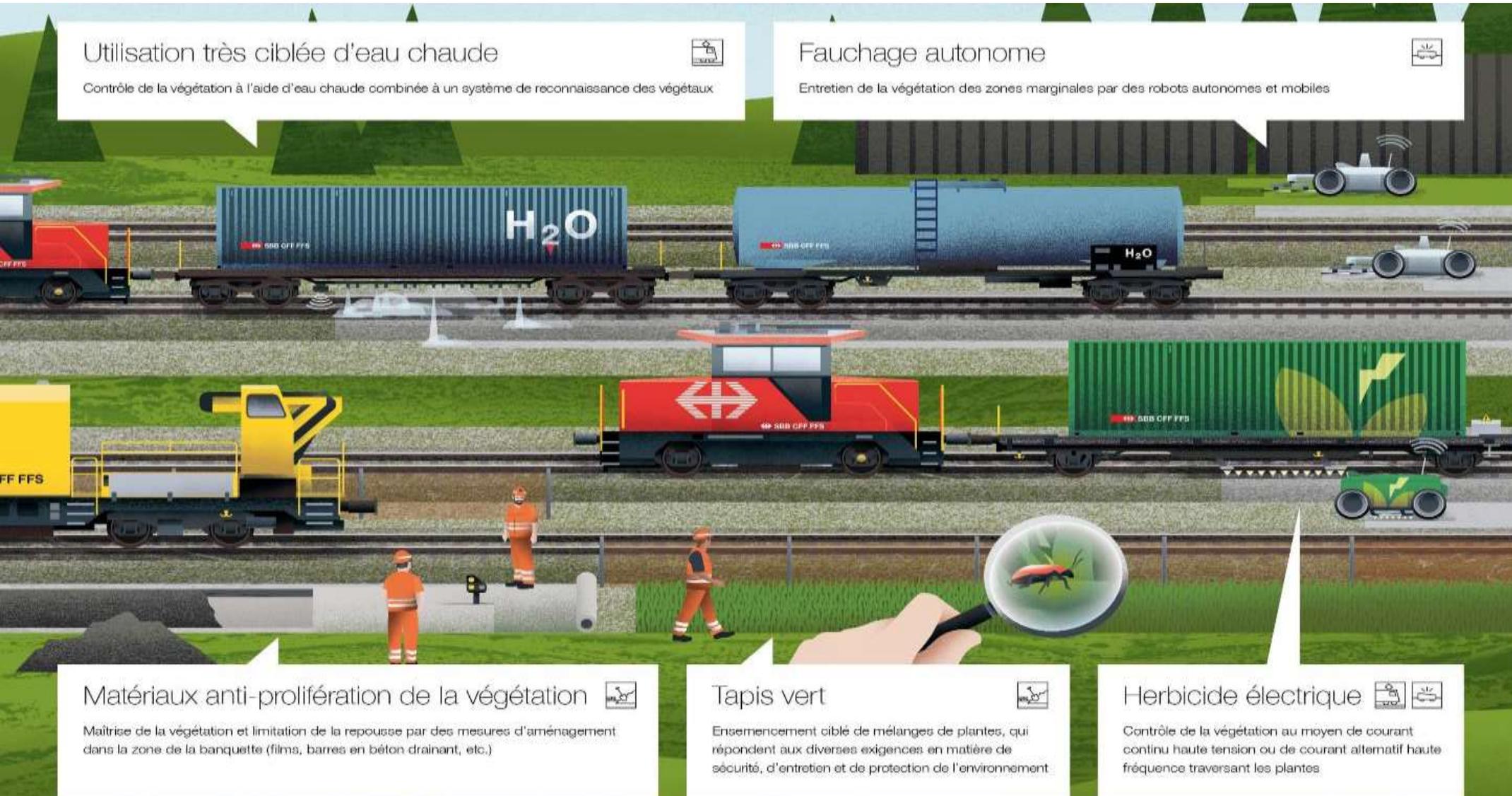
Promouvoir la biodiversité en Suisse



# La voie à suivre.

Les paquets de travail du plan d'action «Alternatives au glyphosate».

# 1. Développer et tester des procédures et méthodes alternatives.



## Utilisation très ciblée d'eau chaude



Contrôle de la végétation à l'aide d'eau chaude combinée à un système de reconnaissance des végétaux

## Fauchage autonome



Entretien de la végétation des zones marginales par des robots autonomes et mobiles

## Matériaux anti-prolifération de la végétation



Maîtrise de la végétation et limitation de la repousse par des mesures d'aménagement dans la zone de la banquette (films, barres en béton drainant, etc.)

## Tapis vert



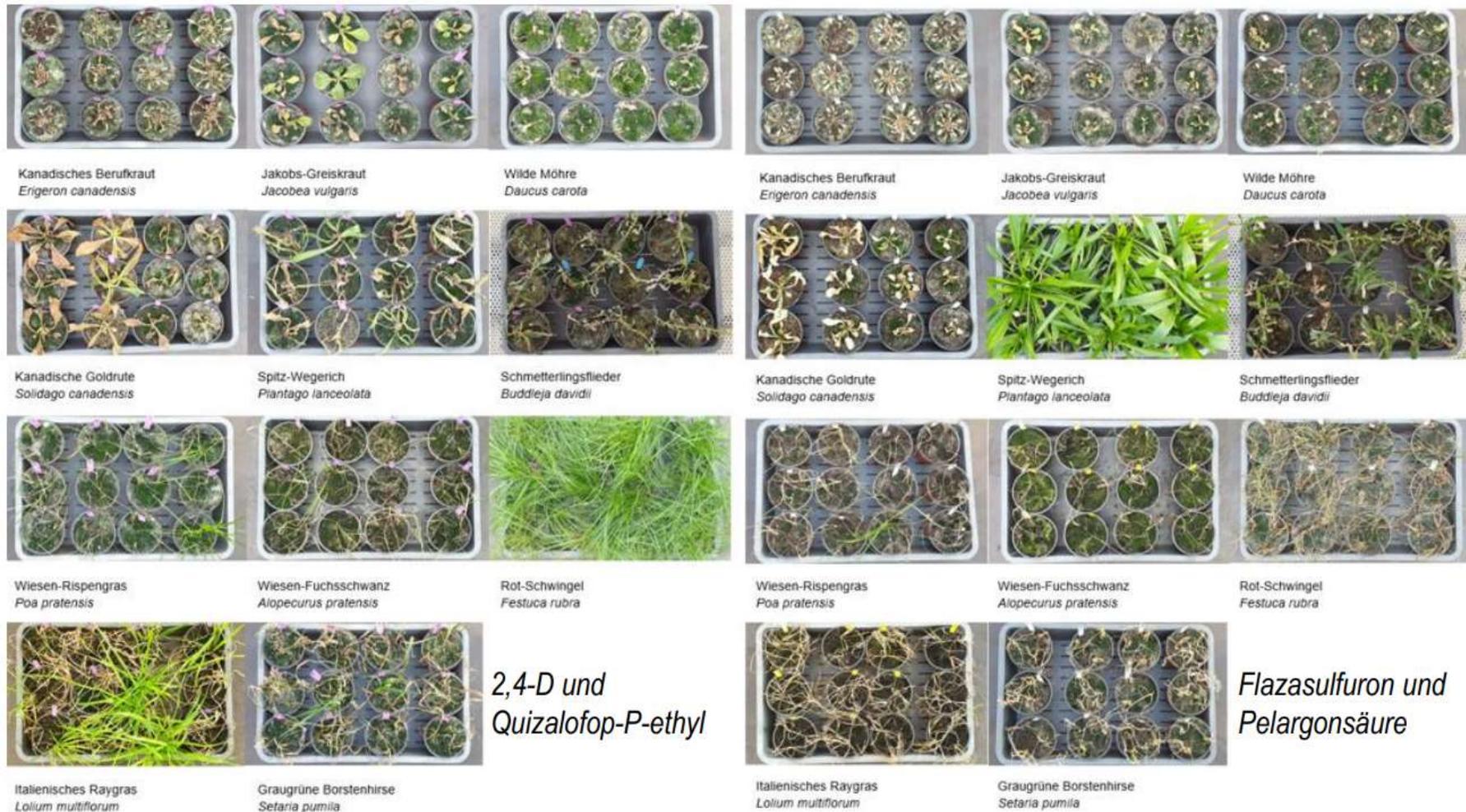
Ensemencement ciblé de mélanges de plantes, qui répondent aux diverses exigences en matière de sécurité, d'entretien et de protection de l'environnement.

## Herbicide électrique



Contrôle de la végétation au moyen de courant continu haute tension ou de courant alternatif haute fréquence traversant les plantes.

## 2. Recherche des substances actives alternatives et évaluer les risques (environnementaux).



# 3. Remettre en question et optimiser les bases, les normes et les principes de la maîtrise chimique de la végétation.



1. Rien (ou presque) ne pousse dans le ballast.



2. Les zones traitées en priorité sont les zones de bordure.



3. Les «endroits problématiques» ont généralement une origine interne.



La végétation se développe là où se trouvent des matériaux fins. Les surfaces composées de matériaux à grain fin sont des «aimants» à plantes.

Dans plus de 90% des zones

4. De nombreuses espèces végétales ne constituent ni une gêne ni un danger.



Pour de nombreuses espèces végétales, le risque d'effets négatifs sur la durée de vie de la voie ferrée ou sur les coûts d'entretien est faible.

Les évaluations de «zones vertes stratégiques» n'ont pas révélé de surcroît d'entretien (bourrage) ou de réduction de la durée de vie (horizon à 20 ans).

On fait cependant peu de distinction entre les plantes «problématiques» comme les plantes ligneuses et celles qui ne le sont pas (contrôle de la végétation différencié selon les espèces végétales).

5. L'apport de matériaux fins par la végétation est insignifiant.



6. Un débroussaillage systématique est essentiel.



7. Il est possible de réduire l'utilisation du glyphosate en optimisant l'épandage.



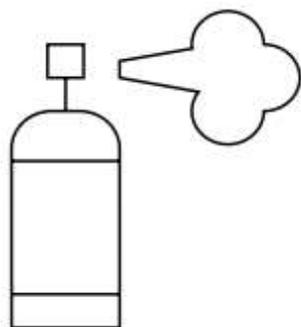
Les pulvérisateurs et techniques de pulvérisation utilisés dans la pratique présentent dans certaines situations des pertes importantes des produits pulvérisés (traitement de la végétation clairsemée).

Il existe un potentiel de développement pour des systèmes d'application des produits phytosanitaires plus efficaces. Il est plus facile de résoudre le conflit d'objectifs entre vitesse et utilisation minimale de produits pulvérisés.



Où en sommes-  
nous?

# Rapport de gestion des CFF 2023



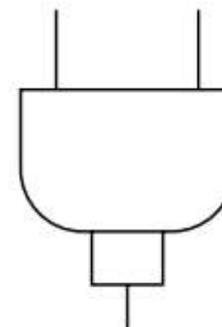
**-25,3% d'émissions de gaz à effet de serre liées au cœur d'activité**

par rapport à 2018. D'ici à 2030, les CFF entendent réduire ces émissions de moitié.



**-40% d'herbicides utilisés**

entre 2022 et 2023 pour lutter contre les mauvaises herbes sur les voies.

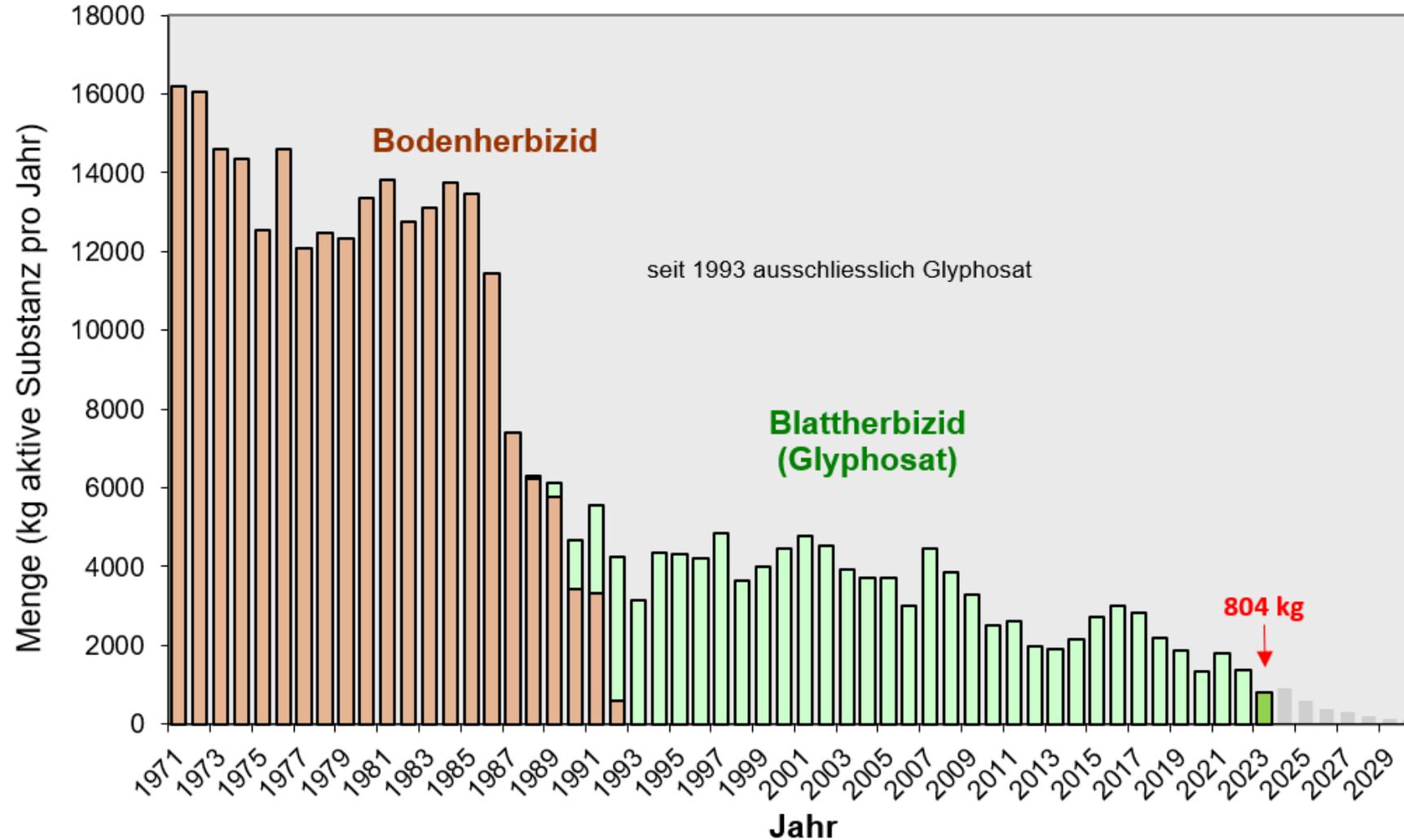


**569 gigawattheures**

économisés grâce aux mesures mises en œuvre. D'ici à 2030, les CFF entendent économiser 850 gigawattheures.

# Consommation d'herbicides CFF historique

## Menge Herbizid in kg seit 1971



Merci!



Bürge Ignaz, Agroscope

Alternative Bahnherbizide: Wirksamkeitsversuche und Lysimeterstudien

*Herbicides alternatifs pour les voies ferrées: évaluation de leur efficacité et essais lysimétriques*

Die Präsentation enthält nicht publizierte Ergebnisse, weshalb sie hier nicht gezeigt wird. Wir verweisen auf:  
[Unkrautkontrolle auf Bahnanlagen und Grundwasserschutz](#)

La présentation contient des résultats non-publiés, raison pour laquelle elle n'est pas divulguée ici. Nous référons à:  
[Contrôle des mauvaises herbes sur les voies ferrées et protection des eaux souterraines](#)

The presentation contains unpublished data, reason why it is not shown here. We refer to:  
[Weed control on railway tracks and protection of groundwater](#)

# GEZIELTE BEGRÜNUNG AUF DIENSTGLEISEN ERGEBNISSE DER VERSUCHE 2017-2024



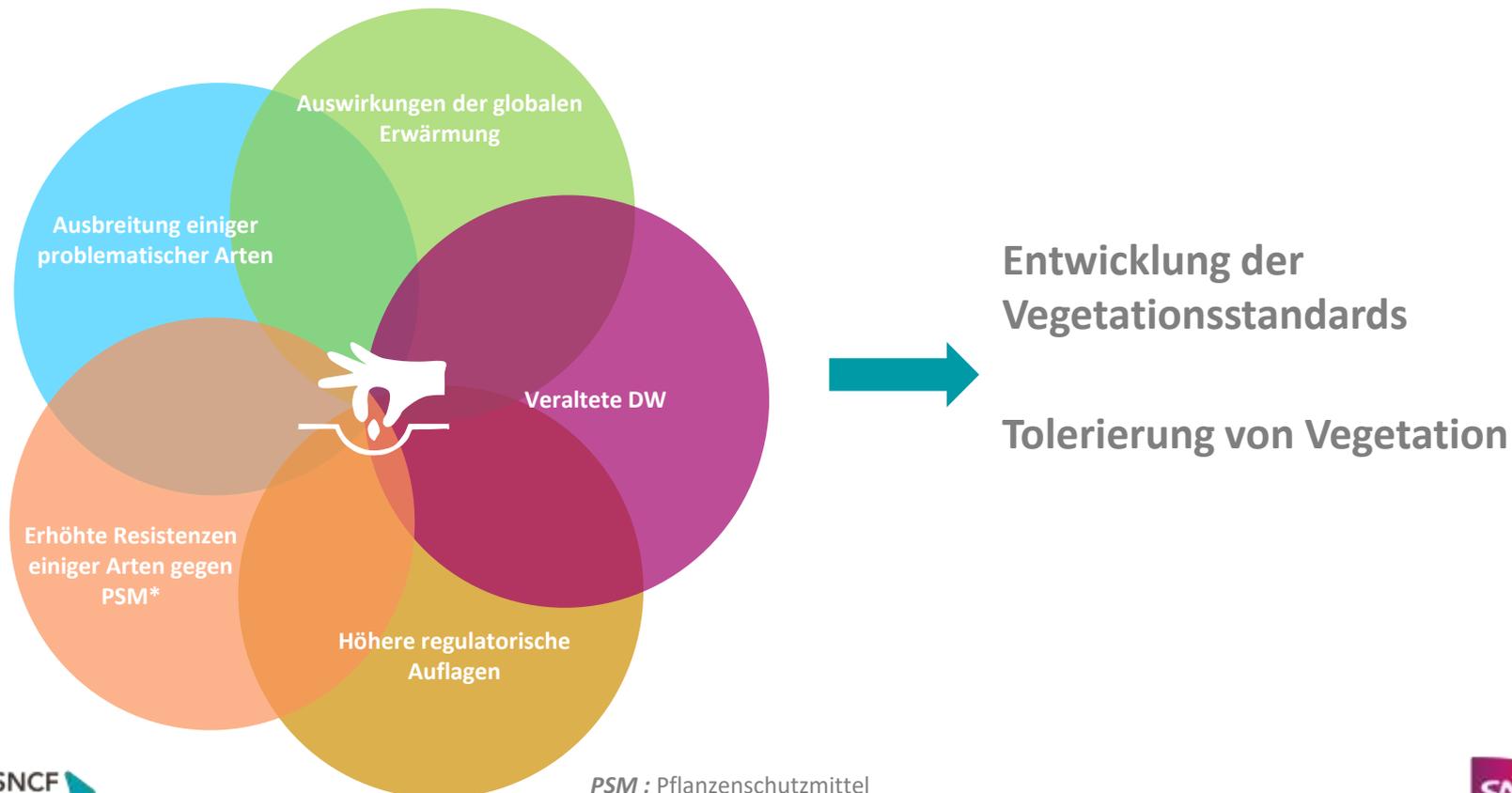
# 01.

## GESCHICHTE DES PROJEKTS

IMMER MEHR HERAUSFORDERUNGEN  
ZU BEWÄLTIGEN



# KONTEXT DER WARTUNG VON DIENSTGLEISEN



# LÖSUNG FÜR DEN UNTERHALT VON DIENSTGLEISEN



Eine alternative Lösung zur Eindämmung unerwünschter Vegetation

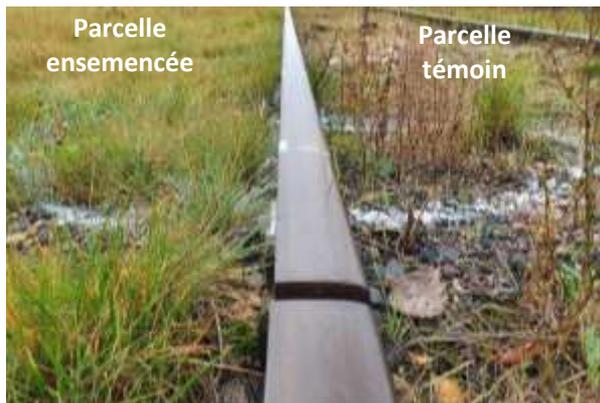


« Die Vegetation **wählen**, statt sie zu **erdulden** »

**Pflanzenarten aussäen, um zu verhindern, dass sich sogenannte "unerwünschte" Arten ansiedeln. Oder versuchen, Konkurrenz zu schaffen, um sie zurückzudrängen.**



Dole (2021)



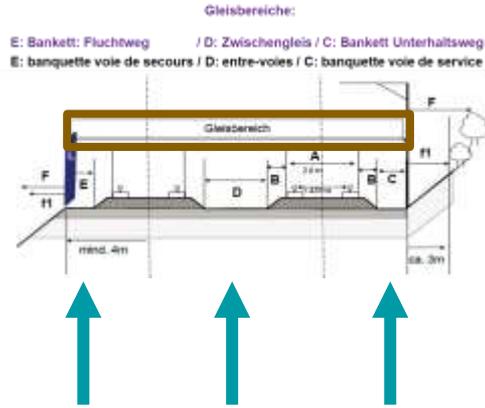
Achères (2021)



Achères (2022)

Eine dauerhafte Grasdecke, die mit den Pflegeaufgaben des Instandhalters im Sinne einer genügsamen und sicheren Nutzung vereinbar ist.

# UNTERSCHIEDLICHE BEGRIFFE !!



**Pisten** :  
Bankette und Zwischengleise (C + D + E)

**Rangierbahnhof / Dienstgleise**  
Gesamter Gleisbereich (A-B-C-D-E)

# AUSWAHL VON PFLANZENARTEN ... IN ANTWORT AUF UNSERE SACHZWÄNGE

Sachzwänge für den Instandhalter	Ansprüche an die technische Lösung
Die Geometrie der Fahrbahn nicht verändern	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krautige Pflanzen</li> <li>➤ Schwach ausgeprägtes Wurzelsystem</li> </ul>
Die Sichtbarkeit aller Bestandteile der Fahrbahn, der Signale und der Zugänge sicherstellen. Minimierung des Risikos von Stürzen (häufigste Ursache von Arbeitsunfällen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Höhe von bis zu 10 cm (ohne Blütenstand).</li> <li>➤ Nicht holzig</li> </ul>
Kontrolle der Umkehrung der Flora durch Minimierung der Eingriffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rasche Ansiedlung</li> <li>➤ Konkurrenzfähige und deckende Arten</li> <li>➤ Resistenzen gegen Störungen und Trittschäden</li> </ul>
Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der angelegten Planzendecke (Kosten und Organisation der Baustelle und der Arbeiten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ein- und mehrjährige Arten, die an verschiedene Klimas angepasst sind</li> </ul>
Die Häufigkeit der Wartungsarbeiten verringern	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pflanzen, die wenig Biomasse produzieren (Ziel 1 Mahd/Jahr)</li> </ul>
Pflanzenfressende Wildtiere nicht anlocken	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Wenig schmackhafte Arten</li> </ul>

# ABLAUF

## Start der These CIFRE

- Zur gezielten Begrünung
- + Partnerschaft mit Natura'lis
- + 1. Begrünung von DW im Rangierbahnhof Villeneuve Saint Georges (PSE)
- + Begrünung von DW im Rangierbahnhof
- + Begrünung von Bankette auf LGV A

## Fortsetzung der Versuche

- + 6 Rangierbahnhöfe (Achères, Montélimar, Lyon Perrache, Lyon Confluence, Oullins et Saint-Germain au Mont d'Or)
- + Bankette auf LGV A
- + 2 Umspannwerke in Lyon
- + Entwicklung eines ersten REX

2016  
2017

2018  
2019

2020

2021  
2022

2023+

Einschreiben ins Programm

POST-GLYPHOSATE

- + 1<sup>er</sup> Studentische Arbeit (Etudiants Ingénieur PURPAN)
- + Innovations-Marathon POST-GLYPHOSATE von SNCF Réseau
- + Eintrag in den Aktionsplan « Voies de service » par le président de SNCF Réseau (J. RAPPOPORT)

Einschreiben ins Programm

ALTERPHYTO

- + Begrünung der Dienstwege in Sables d'Olonne
- + Begrünung der Bankette in LGV A

Ausführung der Methode

- + Versuche auf grossen Flächen
- + Verbesserung der Bodenvorbereitungsmethoden
- + Bereitstellung eines Lastenhefts

# EINE ÜBER DAS GANZE LAND VERTEILTE FORSCHUNG

## Gleisbereich

- Dienstwege
- ◇ Bankette
- Umspannwerk

2019 2020 2021 2022 2023

## Régions bioclimatiques :

- Massif Armoricain
- Bassin Parisien Sud
- Zone Sud Ouest
- Bassin Parisien Nord
- Pyrénées
- Zone Méditerranée
- Alpes
- Massif Central
- Bassin Rhône-Saône et Jura
- Zone Nord Est



Rangierbahnhöfe



Umspannwerk



Bankette



## TECHNIK :

- +Methoden zur Bodenvorbereitung
- +Mischung von Samen
- +Methode der Anwendung



## AUSWÄHLBARKEIT DES STANDORTES

- +Regulativer Kontext
- +Verfügbarkeit des Standorts



## ORGANISATION

- +Arbeitskraftressourcen
- +Zeit
- +Budget

Source : Régions bioclimatiques Végétal  
Local, OFB - 2020

02.

# DER ERFOLG EINER EFFIZIENTEN TECHNIK



# UMSETZUNG IN 4 SCHRITTEN



## CHARAKTERISIERUNG DES STANDORTS

Fläche, geplante Arbeiten, Zugang, Wasserstelle, Oberleitungen, vorhandene Flora ...

## VORBEREITUNG DES BODENS

Angepasst an den Kontext (EGALIM, Wartungsgeschichte)  
**Intensivere Arbeiten als bei der laufenden Wartung**

## ANSAAT

Arbeiten im Herbst, Vorwegnahme von Aufträgen, Auswahl der Maschinen, Sicherheitsmaßnahmen

## BESUCHE UND PFLEGE

Kontrolle der Ausprägung der Vegetation, Planung des jährlichen Mähens

Ein Retroplanning auf mindestens A-1

A-1

A

# DIE BODENVORBEREITUNG ...

## SCHLÜSSELFAKTOR FÜR DEN ERFOLG DES PROJEKTS

- Bis Ende 2021 wurden die Bodenvorbereitungen mit dem nunmehr verbotenen Glyphosat durchgeführt.
- Je nach üblicher Pflegefrequenz und vorhandenem Vegetationstyp erstreckten sich die Vorbereitungsarbeiten über ein oder zwei Jahre.

➤ Vorbereitungsmodalitäten mit PSM

	Année N-1 ( <u>bei stark entwickelter Vegetation</u> )				Année N			
	Printemps	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Hiver
<b>Remise à niveau</b>	Janvier - Mars							
<b>Biocontrôle + FlazaSulfuron</b>	Avril							
<b>Biocontrôle + Deb sélectif</b>		Juin						
<b>Mécanique + Arrachage</b>					Janvier - Mars			
<b>Biocontrôle + FlazaSulfuron</b>					Avril			
<b>Biocontrôle + Deb sélectif</b>						Mi mai - Juin		
<b>Mécanique + Arrachage</b>							Sept.	
<b>Ensemencement</b>							Sept./Oct.	

- Nach der Aussaat ist das Pflegeziel eine jährliche Mahd vor dem Ährenschieben. Je nach Wetterbedingungen, Bodenvorbereitung und Ausprägung der Mischung können in den ersten Jahren nach der Durchführung der Arbeiten jedoch zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein.



# ZOOM AUF DIE HYDROMULCHING-TECHNIK



## ANPASSBAR

- + Mehrere Tanks von 1250 bis 12700 L.
- + Mit oder ohne Oberleitungssperre
- + Mehrere ausgebildete Unternehmen in der Region
- + Beförderung von der Schiene oder von außen



## SCHNELL

- + Unterschiedliche Erträge je nach Organisation
- + Durchschnittliche Erträge mit verschiedenen Mischungen :  
=> 2000 m<sup>2</sup>/d mit 1250 L Tank



## OHNE RISIKO FÜR DIE UMWELT

- + Mulch, der in der biologischen Landwirtschaft verwendet werden kann



# DIE BESTANDTEILE DER SPRITZBRÜHE

Wasser



Mulch



Zellulosefasern & Holz  
Organischer Dünger  
Farbstoff  
Fixierungsmittel  
Biochar

Samen



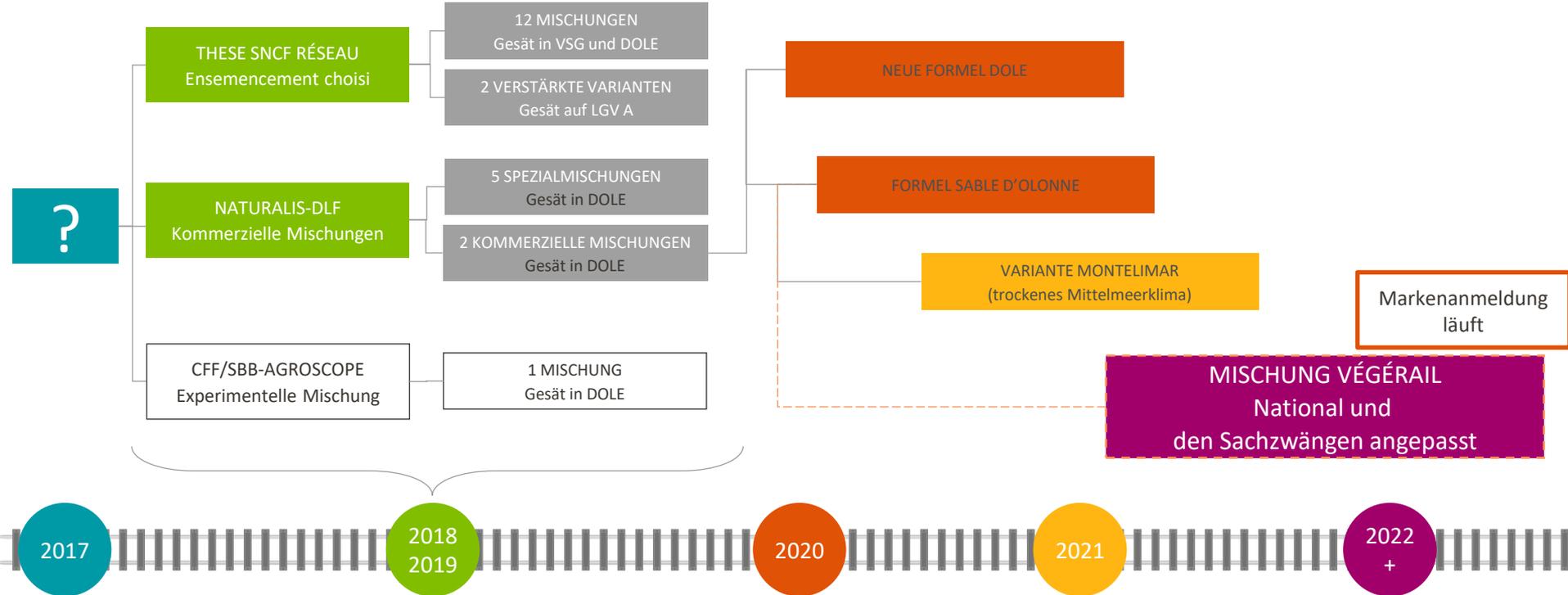
Dünger



Humin- und  
Fulvosäuren

Saatgutmischung  
vorgeschrieben von DGII  
nach 5 Jahren Arbeit

# 22 GETESTE MISCHUNGEN FÜR EINE BASIS IN 2022



# ZUSAMMENSETZUNG DER MISCHUNG « VÉGÉRAIL »



Weißklee

## Klee Arten

Trèfles (16%)

Import von Nährstoffen, die das Wachstum von Poaceae fördern

## Englisches Raygras

Raygrass Anglais (11%)

Schnelle Installation in den ersten Monaten



Englisches Raygras

## Andere Blütenpflanzen

Autres plantes à fleurs (3%)

- Gänseblümchen
- Hirschhornwegerich
- Thymian

Konkurrenz um Ressourcen gegenüber unerwünschten



Hirschhornwegerich

## Schwingel

Fétuques (70%)



Schafschwingel



*% indikativ zur Veranschaulichung*

# EINE EFFIZIENTE SAMENMISCHUNG

DOLE – 4 Jahre



TPV2

➔ 4 ans, immer noch effizient

LSO – 3 Jahre



LSO

➔ Ansaat nicht ausgedrückt

Achères – 2 Jahre



BASE+Renf

➔ Zu starker Ausdruck der Ansaat

Oullins – 1 Jahr



VEGERAIL

➔ Sich entwickelnde Ansaat  
➔ Erfüllt die Sicherheitsanforderungen

Espèces	TPV2
<i>Festuca sp.</i>	X
<i>Lolium perenne</i>	X
<i>Trifolium sp.</i>	X

Espèces	LSO
<i>Festuca sp.</i>	X
<i>Lolium perenne</i>	X
<i>Poa sp.</i>	X
<i>Agrostis capilaris</i>	X
<i>Cynodon dactylon</i>	X
<i>Trifolium sp.</i>	X
<i>Plantago lanceolata</i>	X
<i>Thymus serpyllum</i>	X
<i>Bellis perennis</i>	X
<i>Achillea millefolium</i>	X
<i>Arabis alpina</i>	X
<i>Aubrieta sp.</i>	X

Espèces	BASE+RENF
<i>Festuca sp.</i>	X
<i>Lolium perenne</i>	X
<i>Poa sp.</i>	X
<i>Agrostis capilaris</i>	X
<i>Cynodon dactylon</i>	X
<i>Trifolium sp.</i>	X
<i>Medicago lupulina</i>	X
<i>Anthyllis vulneraria</i>	X
<i>Plantago coronopus</i>	X
<i>Thymus serpyllum</i>	X
<i>Bellis perennis</i>	X
<i>Achillea millefolium</i>	X
<i>Aubrieta sp.</i>	X
<i>Sanguisorba minor</i>	X

Espèces	VEGERAIL
<i>Festuca sp.</i>	X
<i>Lolium perenne</i>	X
<i>Trifolium sp.</i>	X
<i>Plantago coronopus</i>	X
<i>Thymus serpyllum</i>	X
<i>Bellis perennis</i>	X

- Gräser
- Fabaceae
- Espèces* Keine Entwicklung
- Espèces* Entspricht nicht den Sicherheitsauflagen

# 03.

## LEHREN UND PERSPEKTIVEN DES PROJEKTS



# DIE ERSTEN LEHREN ... IN DOLE ...



Schliessung der Pflanzendecke



Vereinbarkeit der Deckung mit einjähriger Mahd



Untersuchung der Dynamik der Arten innerhalb der Mischung



03/06/20



28/08/20



21/10/20



14/04/21



06/07/21



05/11/21

Vergleichsansichten einer Mischung über 2 Vegetationsperioden am Standort Dole zwischen 2020 und 2021

# STANDORT ACHÈRES 2021 – 8.5 HECTARES

Jahr der Arbeiten



Sommer 2021

1. Jahr



Frühjahr 2022

2. Jahr



Frühjahr 2023



Herbst 2021



Herbst 2022



Herbst 2023

Espèces	BASE+RENF
<i>Festuca sp.</i>	X
<i>Lolium perenne</i>	X
<i>Poa sp.</i>	X
<i>Agrostis capilaris</i>	X
<i>Cynodon dactylon</i>	X
<i>Trifolium sp.</i>	X
<i>Medicago lupulina</i>	X
<i>Anthyllis vulneraria</i>	X
<i>Plantago coronopus</i>	X
<i>Thymus serpyllum</i>	X
<i>Bellis perennis</i>	X
<i>Achillea millefolium</i>	X
<i>Aubrieta sp.</i>	X
<i>Sanguisorba minor</i>	X

↗ Entwicklung der Mischung :  
Schwingel, Wegerich, Pimpinelle und die Schafgarben und Anthylliden.

✘ Starke Entwicklung einer nicht erwarteten Art in der Mischung  
(Anthyllide) → Zusätzliche Entbuschung im Juli 2023

↘ Entwicklung anderer Arten :  
Kreuzkraut, Buddleja



Buddleja



Kreuzkraut

# SCHLUSSFOLGERUNG

Entwicklung der Mischungen - Effizienz :

Schnittgut verhindert die Entwicklung der Mischung



Die Vegetation der Kontrollen breitet sich aus



Stabilisierung der Vegetation auf Parzellen, die +3 Jahre alt sind



# SCHLUSSFOLGERUNG

Weitere Ergebnisse zur Aussaat :

- Arbeitsbereiche :
  - ➔ Der Saat entwickelt sich nicht so stark oder gar nicht wieder.
  - ➔ Besiedlung durch unerwünschte und/oder invasive Arten
- Erdreiche Bereiche (Böschungen; breite Fahrbahnzwischenräume)
  - ➔ Andere Sicherheits- und Unterhaltsziele
  - ➔ Die Mischung wird sich anders ausdrücken als auf benutzten Dienstwegen
- Bereiche: **besontt ≠ beschatttet** :
  - ➔ Die Pflanzen bevorzugen die Samenproduktion in der Höhe statt der Blattproduktion in Bodennähe.

DOLE 2 – 3 ans



DOLE 1 – 4 ans



# PERSPEKTIVEN

- 1) Test der Dichte von Mulch und Pflanzenschutzmitteln
- 2) Test einer vereinfachten Mischung
- 3) Test der Ansaat im Frühjahr 2024 mit Straußgras
- 4) Test der Ansaat einheimischer Pflanzen
- 5) Studie über die Wirksamkeit der Bekämpfung von Wärmeinseln

Espèces	VEGERAIL
<i>Festuca ovina</i>	X
<i>Lolium perenne</i>	X
<i>Trifolium repens</i>	X
<i>Trifolium fragiferum</i>	X
<i>Plantago coronopus</i>	X



*Agrostis capillaris*

# 04.

## BEISPIEL DES STANDORTES SAINT-GERMAIN-AU-MONT-D'OR

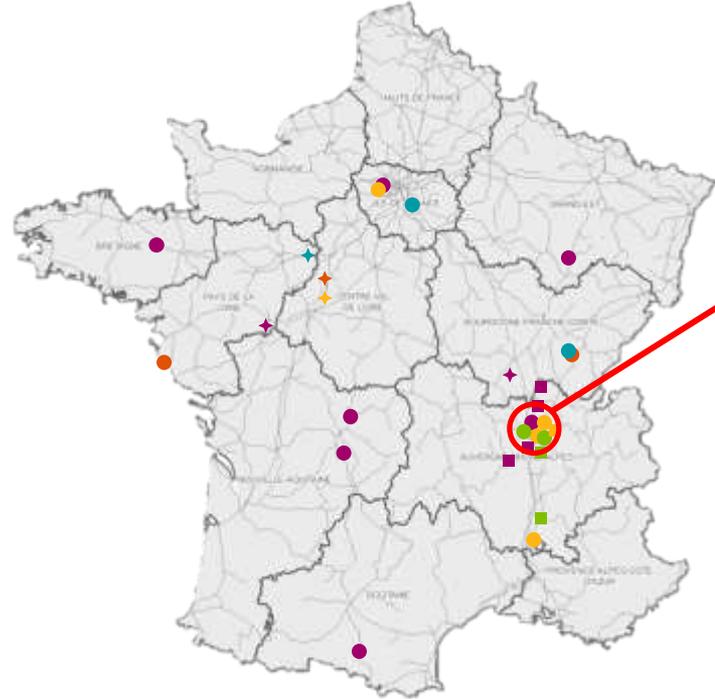
2022 und 2023



# LOKALISIERUNG

Gleisbereiche

- Dienstwege
- ◇ Bankette
- Umspannwerk



# HINTERGRUND DES UNTERHALTS VON DIENSTGLEISEN

Erhöhte Resistenzen  
einiger Arten gegen  
PSM\*

Ausbreitung einiger  
problematischer Arten

Résistances accrues  
de certaines espèces  
aux PPP\*

Expansion de  
certaines espèces  
problématiques

Des contraintes  
réglementaires plus  
forte sur l'usage des  
PPP\*

Höhere regulatorische  
Auflagen



*Bothriochloa barbinodis* (Lag.)



*Buddléia de David*



*Séneçon du Cap*



Entres autres :

*Buddleja* : invasiv + vermehrungsfreudig (bis zu 3M Samen / Baum) + Ableger

*Both. Barb.* : mehrere Samenstände pro Jahr => sehr hohe Ausbreitungsfähigkeit

*Ambrosia* : sehr große Ausbreitungsfähigkeit + hohes Allergenrisiko (präfektoraler Erlass zur obligatorischen Bekämpfung)

*Schmalblättriges Greiskraut*: invasiv, allelopathisch + sehr große Ausbreitungsfähigkeit

-

# LÖSUNG FÜR DEN UNTERHALT VON DIENSTGLEISEN



Eine alternative Lösung zur Eindämmung unerwünschter Vegetation



« Die Vegetation **wählen**, statt sie zu **erdulden** »

**Pflanzenarten aussäen, um zu verhindern, dass sich sogenannte "unerwünschte" Arten ansiedeln.  
Oder versuchen, Konkurrenz zu schaffen, um sie zurückzudrängen.**



# BETROFFENE GEBIETE



Begrünte Gebiete  
2022 & 2023 =  
circa 9 ha

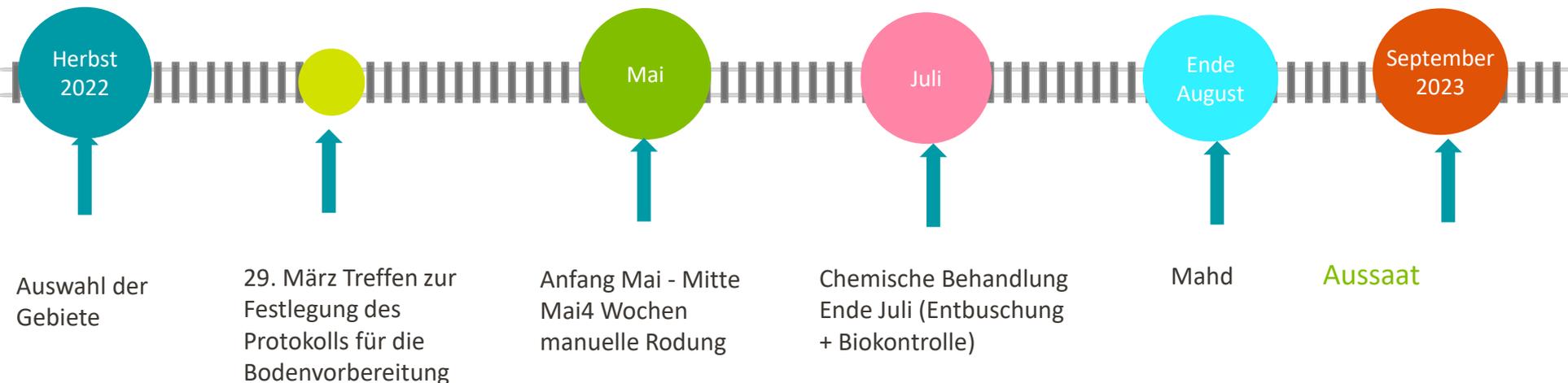
2022  
Beide Strahlen  
= 3 ha



2023  
Beide Strahlen  
= 2,2+2,5+1 = 5,7 ha  
(von 8,2  
vorgesehenen ha)

# DIE AUSSAAT, EIN EINJÄHRIGES "PROJEKT" ...

## Beispiel 2023 :



**BODENVORBEREITUNG**  
nach jeder Intervention neu angepasst

# DIE BODENVORBEREITUNG ... EIN WICHTIGER SCHRITT FÜR DEN ERFOLG DES PROJEKTS

Wie ?

Abwechselnde chemische und mechanische Behandlungen zwischen Mai und August, angepasst an die vorhandenen unerwünschten Pflanzen und in Abhängigkeit von den noch zugelassenen Produkten.

Mit  
Sachzwängen

- seit 2022 verbotene Verwendung von Glyphosat
- Unerwünschte Pflanzen, die sehr resistent gegen mechanische und chemische Behandlungen sind.
- + Pflanzenschutzbehandlungen, die durchgeführt werden müssen, ohne die Produktion zu beeinträchtigen und unter Berücksichtigung der Einfahrzeiten (= Behandlung am Freitagnachmittag)



Rodungsbedarf auf 8,2 ha.

# ORGANISATION DER AUSSAAT-ARBEITEN

Wie ?  
ANTIZIPIEREN !

**Organisation der materiellen Mittel bei M-6** (Lok + 2 Hydroseeder + 3 Flachwagen + 1 Umschlagskran)

**Reservierung der menschlichen Ressourcen bei M-4**  
(5 SNCF-Mitarbeiter + Unternehmensmitarbeiter)

**Organisation von Sicherheitsmaßnahmen bei M-3**  
(Oberleitungen + Waggons)

**Bestellung von Lieferungen + Leistungen**

**Feintuning der Gleisfreigabe mit allen Akteuren des Rangierbahnhofes**



**Projekt schwierig zu standardisieren.**

# ERSTE RESULTATE ...



17/06/2022  
Vor den Arbeiten

Arbeiten von 05 bis 09/09/2022



28/10/2022



28/10/2022

➤ Schliessung der Pflanzendecke



15/05/2023

RS 2024



15/09/2023

➤ Vereinbarkeit der Deckung ohne chemische  
Behandlung und mit

*1 Mahd in 2023*

# ERSTE RESULTATE ...

## UND SIGNIFIKATIV ....

Teil des nicht-angesäten Südstrahls 17/06/2022



*Gleise 169 et 171 « sauber » Schotter ohne Vegetation bei A*



*Von Vegetation überwucherte Gleis bei A+1 (Ambrosia, Jakobskreuzkraut usw.)*



*Ambrosia am Rande der Aussaatfläche  
=> **Notwendig, den geschotterten Teil anzusäen (wenn er auf kontaminierter Erde liegt)***

# ABER EIN STRENGER ARBEITSPLAN EINZUHALTEN ...

- Je nachdem, welche Pflanzen bereits vor der Aussaat vorhanden waren, um das Ausreißen und / oder Mähen bei A+1 nicht zu verpassen...



15/09/2023 – Botriochloa auszureissen



15/09/2023 – Ambrosia auszureissen

- Denn die Vegetationsdecke wird mehrere Jahre brauchen, um sich zu stabilisieren

# DIE LEHREN ...

- An Standorten, an denen chemische Behandlungen sehr schwer zu organisieren sind (Wiedereintrittsfristen usw.), Verfahren, das viele Hoffnungen weckt ... und immer weniger Fragen ...



Verbindendes Projekt, das viele Akteure mobilisiert, aber das lokale soziale Klima beruhigen kann...



Trotz des damit verbundenen Paradigmenwechsels ...(0 Vegetation in den Dienstgleisen)



# DIE LEHREN ... / ORGANISATION

- **Zeitraubendes Projekt, das einen "Projektleiter" erfordert, der in jeder Phase anwesend ist, um alle Akteure der SNCF und der Unternehmen zu koordinieren:**

## 2022-2023 :

- **5 Besuche für die Bodenvorbereitung in den Jahren 2022-2023** + ca. 10 Arbeitstage für die Planung der Organisation, die Beantragung von Finanzmitteln, die Festlegung des Personal- und Materialbedarfs, die Einholung von Angeboten + Bestellungen, die Überwachung der Bodenvorbereitung etc.
- **+ Zeit für die Vorbereitung der Sicherheitsdokumente**
- **+ 100 %ige Anwesenheit des "Projektleiters" während der Arbeiten**



**Projekt schwer zu industrialisieren.**

# ERGEBNISSE ZU KOSTEN UND INVESTITIONEN

Site	Année	Mode d'intervention	Végétation initiale	Surface m <sup>2</sup>	Prix prep HT €/m <sup>2</sup>	Prix ensem. HT €/m <sup>2</sup>	Prix total /m <sup>2</sup>	Prix total
DOLE 2	2020	Route + Camion	Herbacées	2 700	0,6	2,42	<b>3,02</b>	8 145
Montélimar	2021	Route + Camion	Herbacées	4 000	1,07	4,49	<b>5,57</b>	22 286
Achères	2021	Rail + Camion	Herbacées	85 130	0,75	1,58	<b>2,33</b>	198 354
SGMO Macon	2022	Rail + Wagon	Herb./Brous.	10 000	0,93	1,93	<b>5,44</b>	54 416
SGMO Sud	2022	Rail + Wagon	Herbacées	14 000	1,1	1,89	<b>4,17</b>	58 380
Lyon	2022	Rail + Rail-route	Herbacées	4 800	1,15	3,59	<b>5,51</b>	26 448
Foix	2023	Rail-route + Camion	Herb./brous.	22 400	0,59	2,85	3,44	77 056
Brohinière	2023	Route + Camion	Herb./arbus	9 300	1,76	2,46	4,22	39246

## Kosten für die übliche Pflege : mechanische und chemische Entbuschung

	Année A	A+1	A+2
	1,53 €/m <sup>2</sup>	1,53 €/m <sup>2</sup>	1,53 €/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>1,53 €/m<sup>2</sup></b>	<b>3,07 €/m<sup>2</sup></b>	<b>4,61 €/m<sup>2</sup></b>

## Kosten für die Pflege nach der Aussaat :

	Année A	A+1	A+2	A+3	A+4
	2,73 €/m <sup>2</sup>	0,29 €/m <sup>2</sup>	0,29 €/m <sup>2</sup>	0,29 €/m <sup>2</sup>	0,29 €/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>1,53 €/m<sup>2</sup></b>	<b>3,07 €/m<sup>2</sup></b>	<b>3,33 €/m<sup>2</sup></b>	3,63 €/m <sup>2</sup>	3,93 €/m <sup>2</sup>

Mit diesen Berechnungsannahmen wird die  
Investitionsrendite in weniger als 2 Jahren erreicht!!!

# ZUSAMMENSETZUNG DER MISCHUNGEN

Gräser

Fabaceae

Andere Pflanzen

	THESE	TPV2	JEVI	N1	N2	N3	N4	N5	DOLE	LSO	BASE+RENF	VEGERAIL
<b>Festuca ovina</b>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Festuca rubra</b>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Lolium perenne tetraploïde</b>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Poa annua L.</b>	X			X	X	X	X	X	X	X		
<b>Poa pratensis L.</b>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Poa compressa</b>				X	X	X	X	X	X			
<b>Poa sp.</b>			X									
<b>Agrostis capilaris</b>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Cynodon dactylon</b>	X									X	X	
<b>Trifolium sp. (repens)</b>	X	X	X							X	X	X
<b>Trifolium fragiferum L.</b>	X				X			X				X
<b>Medicago lupulina</b>			X								X	
<b>Lotus corniculatus L.</b>	X											
<b>Anthyllis vulneraria</b>											X	
<b>Plantago lanceolata</b>				X					X	X		
<b>Plantago coronopus</b>						X	X				X	X
<b>Thymus serpyllum L.</b>	X						X	X	X	X	X	X
<b>Bellis perennis</b>	X						X		X	X	X	X
<b>Achillea millefolium</b>					X				X	X	X	
<b>Arabis alpina L.</b>	X					X				X		
<b>Alyssum saxatile</b>						X						
<b>Aubrieta sp.</b>										X	X	
<b>Saponaria ocymoides</b>				X								
<b>Sanguisorba minor</b>											X	
<b>Plantago major L.</b>	X											
<b>Prunella vulgaris L.</b>	X											
<b>Veronica repens Clarion</b>	X											
<b>Hieracium pilosella</b>	X											
<b>Petrorhagia saxifraga</b>	X											



# Mit heissem Wasser das Pflanzenwachstum im Gleisbereich kontrollieren

De l'eau chaude pour contrôler la végétation sur les voies ferrées

Judith Wirth, Agroscope

25.03.2024



Foto 1: Links: 1 Monat nach der Glyphosat Behandlung. Rechts: nach der 2. Heisswasser Behandlung (30.06.2020). Rangierbahnhof/gare de triage Basel-Muttenz



# Versuchsaufbau

## Conception de l'essai



### Heisswasserspritzzug (SBB)

- Aufwandmenge 4 bis 10 l/m<sup>2</sup>
- Wassertemperatur bei Düsenaustritt: 89 bis 95°C
- Fahrgeschwindigkeit 10 bis 15 km/h

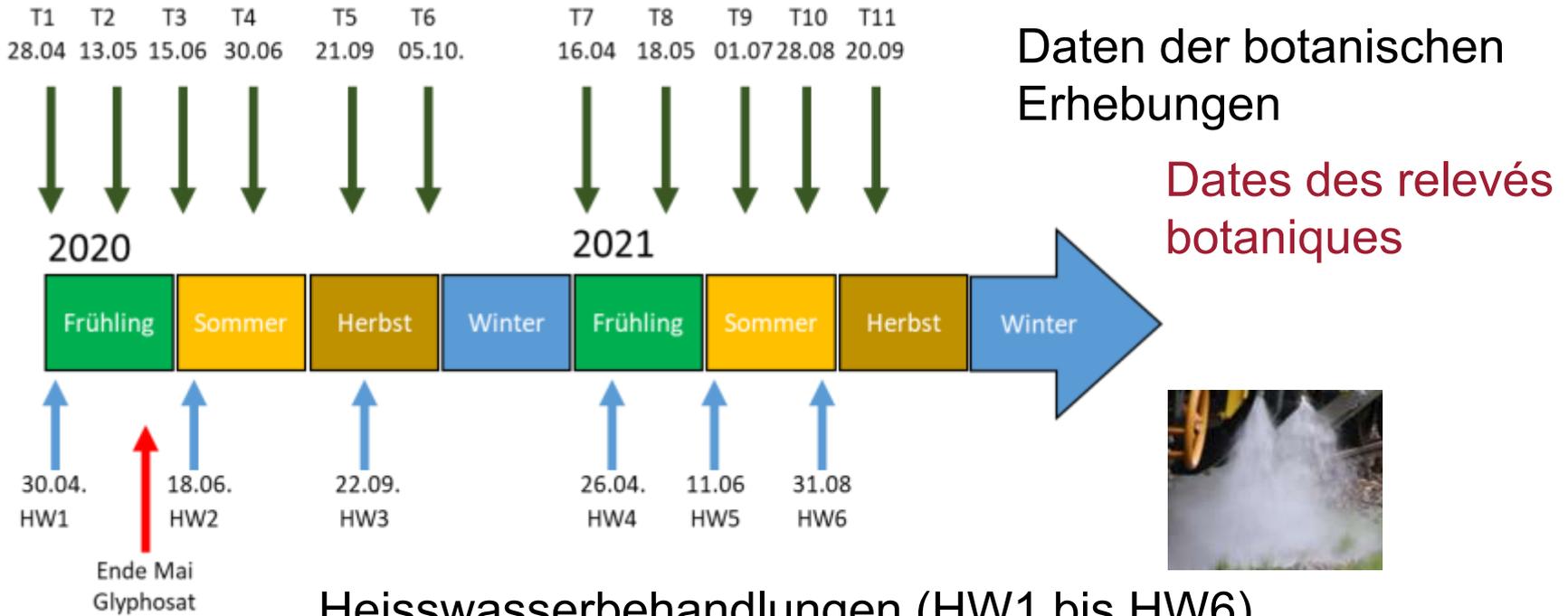
### Wagon désherbeur à l'eau chaude (CFF)

- Quantité d'eau utilisée 4 à 10 l/m<sup>2</sup>
- Température de l'eau à la sortie des buses: 89 à 95°C
- Vitesse de conduite 10 à 15 km/h



# Versuchsaufbau

## Conception de l'essai



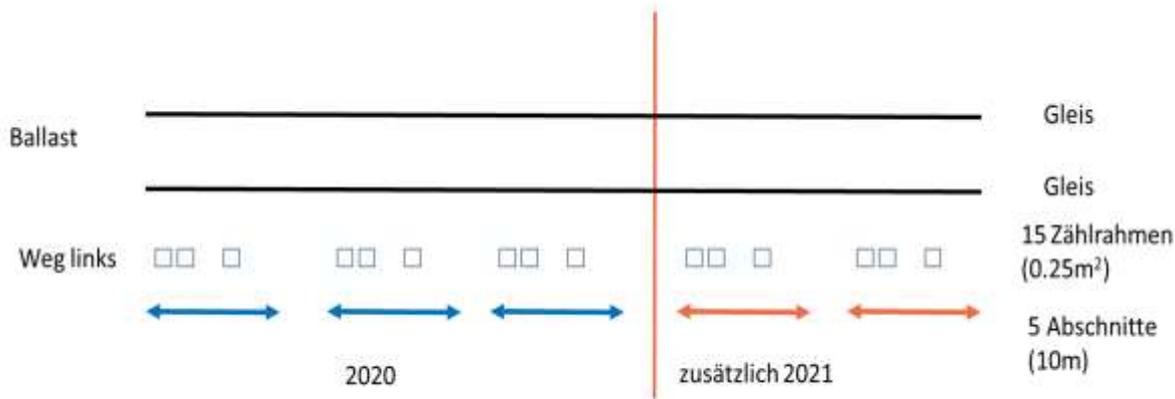
Heisswasserbehandlungen (HW1 bis HW6)

Traitements   l'eau chaude (HW1   HW6)



# Botanische Erhebungen

## Relevés botaniques



Für jeden Zählrahmen/pour chaque cadre

- Anzahl grössere Pflanzen (> 3 Blätter)/n° de grandes plantes (> 3 feuilles)
- Bestimmung der Pflanzenart/détermination de l'espèce
- Anzahl Keimlinge/n° de plantules
- Unterscheidung zwischen Mono- und Dikotyledonen/différenciation entre mono- et dicotylédones
- Visuelle Schätzung der grünen Bodenbedeckung (%)/estimation visuelle de la couverture végétale (%)
- Jeweils ein Foto/chaque fois une photo



# Effizienz der Behandlungen

## Efficacité du traitement

	2020			2021		
Gleis Voie	HW1 10 l/m <sup>2</sup>	HW2 5-10 l/m <sup>2</sup>	HW3 5-10 l/m <sup>2</sup>	HW4 6 l/m <sup>2</sup>	HW5 4-10 l/m <sup>2</sup>	HW6 10 l/m <sup>2</sup>
11	<i>unbehandelt non traitée</i>	<i>unbehandelt non traitée</i>	<i>unbehandelt non traitée</i>	74,1	**	98,2
5	97,2	82,7	77,2	<i>unbehandelt non traitée</i>	99,6	<i>unbehandelt non traitée</i>
10	80,5	98,5	96,2	<i>unbehandelt non traitée</i>	91,4	89,6

\*\*technische Probleme bei der Behandlung, nicht evaluiert

\*\* problèmes techniques lors du traitement, pas évaluée

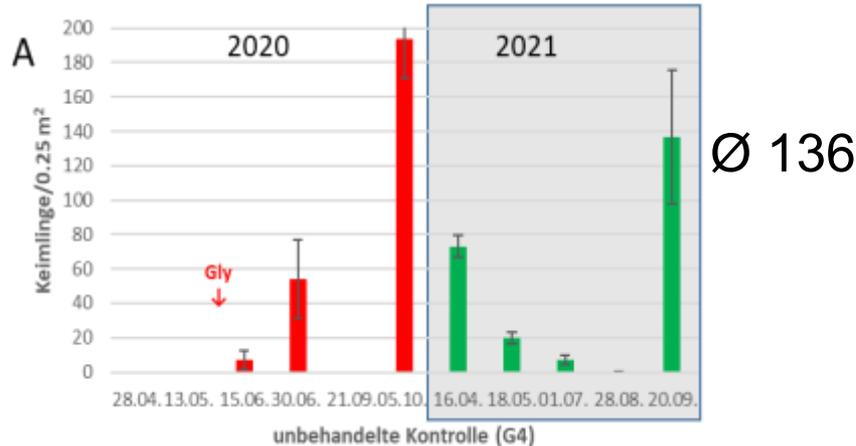
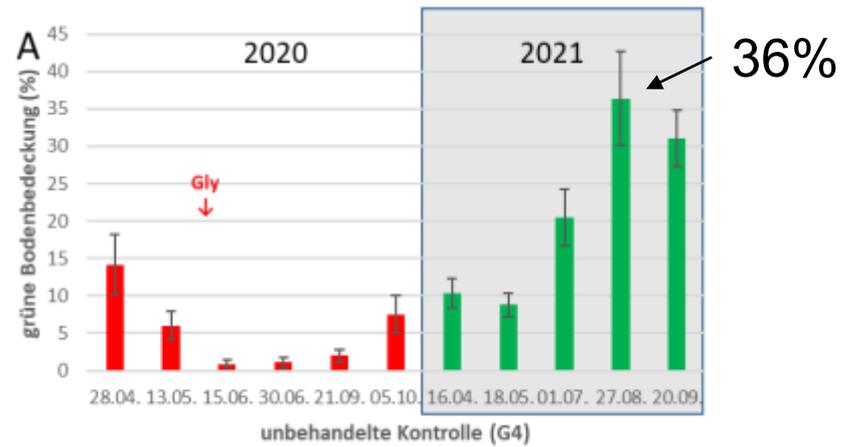
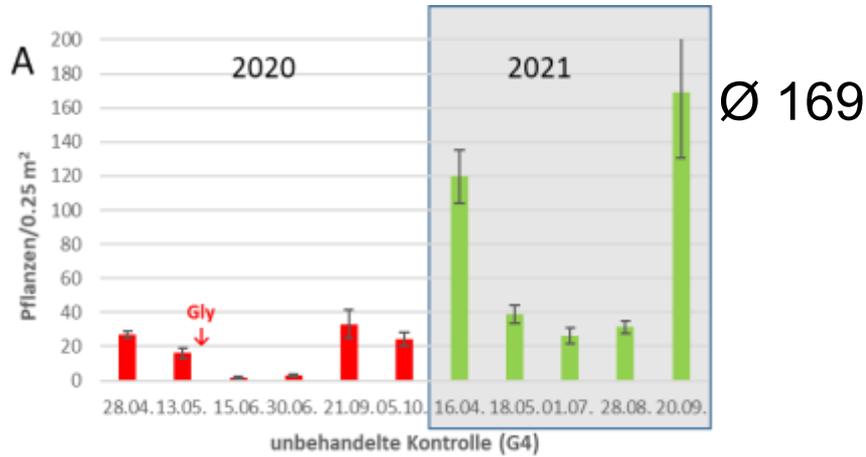
Die Wirkungsgrade beziehen sich auf die Anzahl Pflanzen/0.25 m<sup>2</sup>

L'efficacité a été calculé par rapport au nombre de plantes/0.25 m<sup>2</sup>



# Unbehandelte Kontrolle

## Témoin non traité



Kontinuierliche Zunahme  
der Vegetation

Augmentation constante de  
la végétation



# Unbehandelte Kontrolle 2021

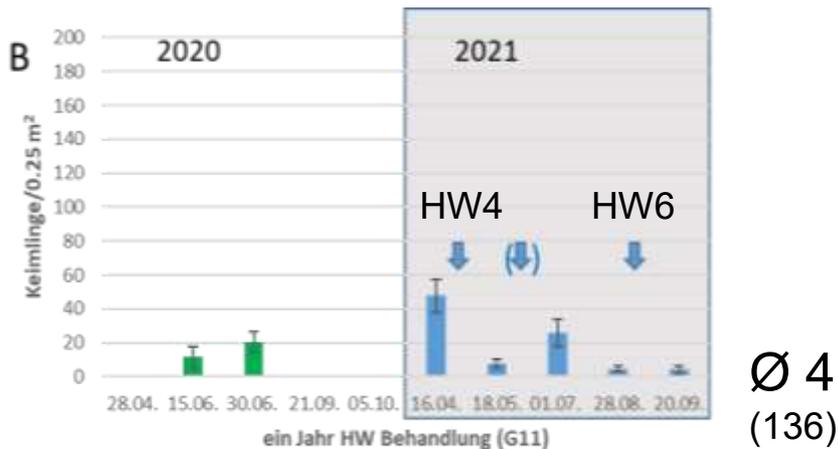
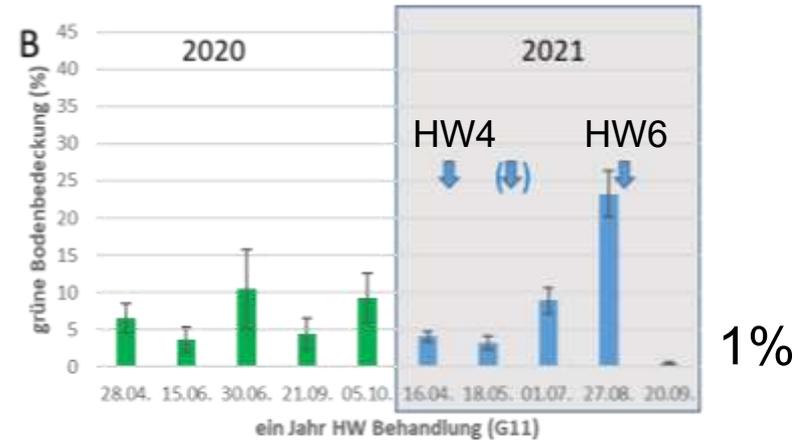
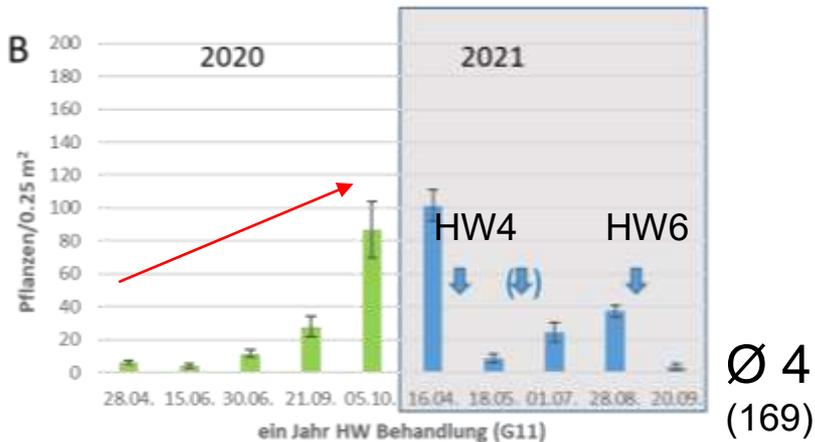
## Témoin non traité 2021



Arenaria sp.  
Crepis sp.  
Geranium robertianum  
Medicago lupulina  
Poa annua  
Sonchus asper  
Taraxacum officinale  
**Total 69 Pflanzen**

Conyza canadensis  
Medicago lupulina  
Monocots  
Dicots  
**Total 324 Pflanzen**

# Ein Jahr HW Behandlung Une année de traitement à l'eau chaude

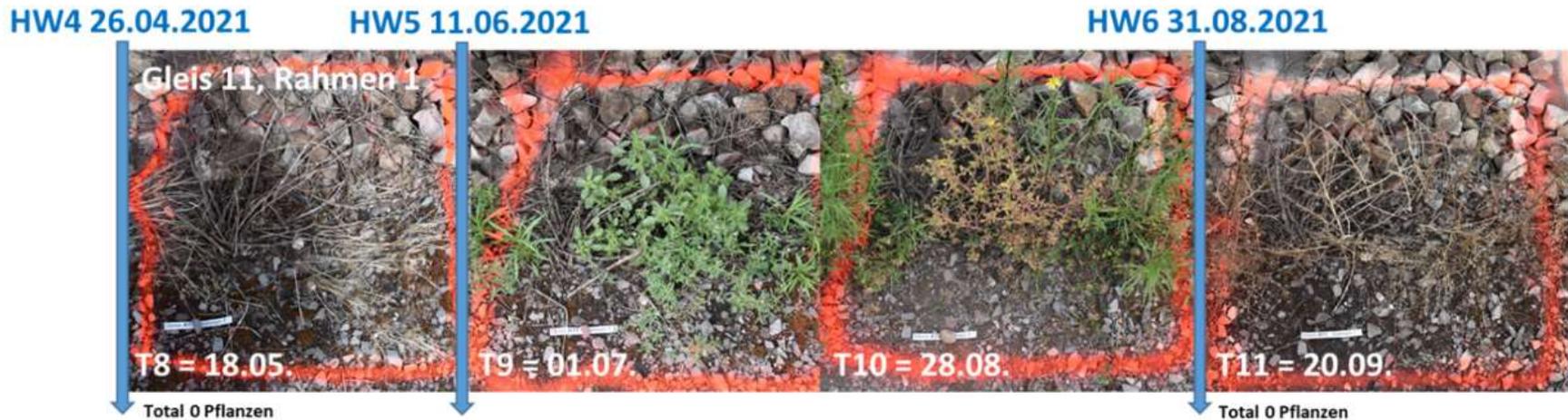


Keine Behandlung 2020  
HW4 74% Wirkung  
HW6 98% Wirkung

Pas de traitement en 2020  
HW4 74% efficacité  
HW6 98% efficacité

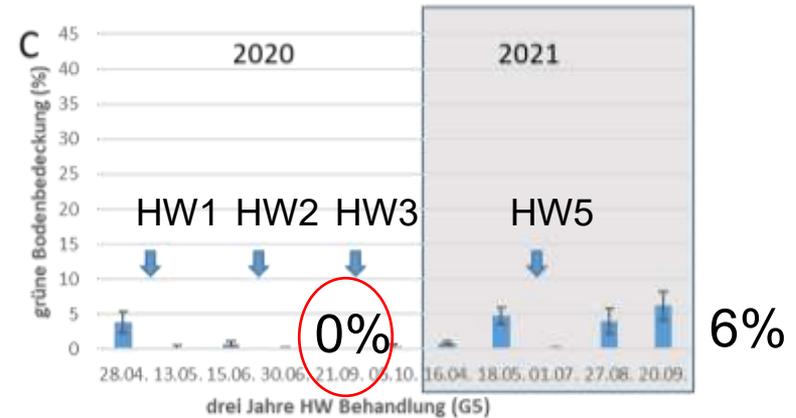
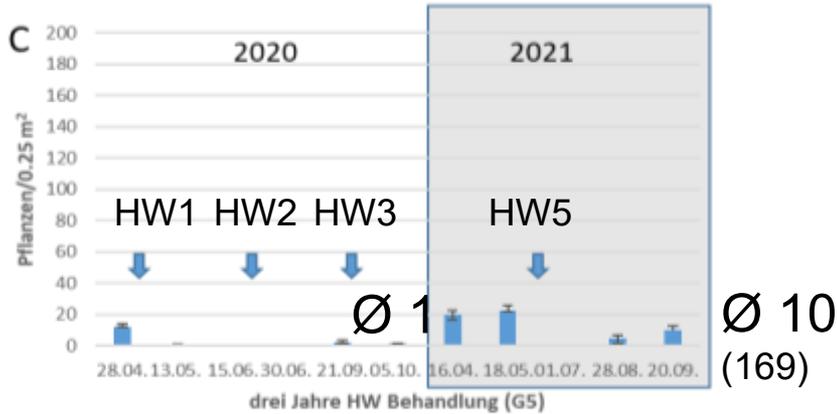
# Ein Jahr HW Behandlung 2021

## Une année de traitement à l'eau chaude 2021

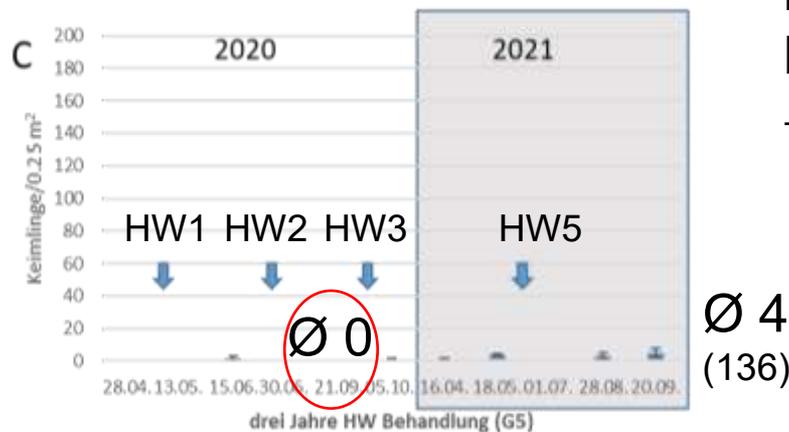




# Zwei Jahre HW Behandlungen (1x 2021) Deux années de traitement à l'eau chaude (1x 2021)



Drei HW Behandlungen 2020  
HW5 Mitte Juni 99% Wirkung  
→ überall 0



Trois traitements à l'eau chaude  
en 2020  
HW5 mi-juin avec 99% d'efficacité  
→ 0 partout

# Drei Jahre HW Behandlungen (1x 2021)

HW5 11.06.2021

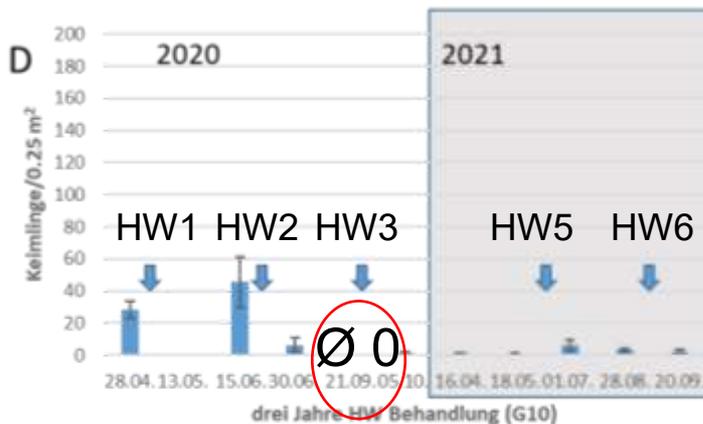
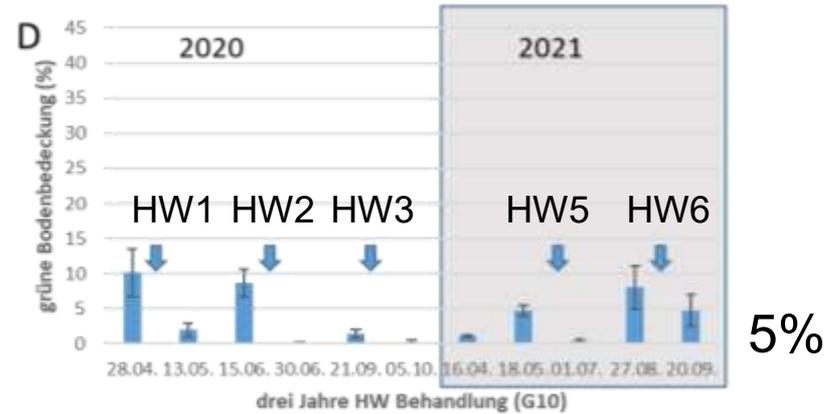
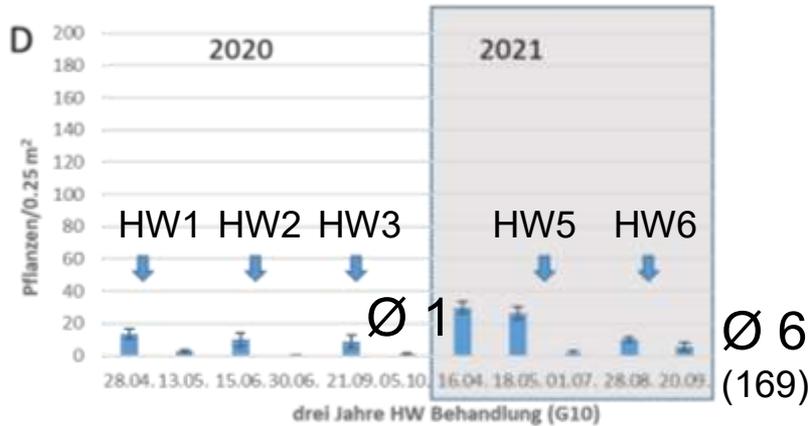


Arenaria sp.  
Conyza canadensis  
Geranium robertianum  
Papaver rhoeas  
Sedum sp.  
Veronica sp.  
**Total 39 Pflanzen**

Amaranthus sp.  
Sonchus asper  
Taraxacum officinale  
Apera sp.  
Setaria sp.  
**Total 27 Pflanzen**



# Zwei Jahre HW Behandlungen (2x 2021) Deux années de traitement à l'eau chaude (1x 2021)



Drei HW Behandlungen 2020  
HW5 Mitte Juni 91% Wirkung

Trois traitement à l'eau chaude en 2020

HW5 mi-juin avec 91% efficacité

# Zwei Jahre HW Behandlungen (2x 2021)

HW5 11.06.2021

HW6 31.08.2021



Arenaria sp.  
Conyza canadensis  
Crepis sp.  
Medicago lupulina  
Sedum sp.  
Veronica sp.  
**Total 42 Pflanzen**

Amaranthus sp.  
Erodium sp.  
Senecio sp.  
Arenaria sp.  
**Total 5 Pflanzen**



# Botanik/Botanique

	Lateinischer Name	Deutscher Name		Lateinischer Name	Deutscher Name	
Ein- bis zweijährige Pflanzen	<i>Amaranthus sp.*</i>	Amarant*	Holzgewächse	<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	
	<i>Arabidopsis sp.</i>	Schaumkressen		<i>Pinus sp.</i>	Kiefern	
	<i>Arenaria sp.*</i>	Sandkräuter*		<i>Robinia pseudoacacia</i>	Gewöhnliche Robinie	
	<i>Berteroa incana</i>	Graukresse	ausdauernde Pflanzen	<i>Antirrhinum sp.</i>	Löwenmäulchen	
	<i>Brassica napus</i>	Raps		<i>Lepidium latifolium</i>	Pfefferkraut	
	<i>Brassica sp.</i>	Kreuzblütler		<i>Lepidium sp.</i>	Kressen	
	<i>Cardamina hirsuta</i>	Behaartes Schaumkraut		<i>Linaria sp.*</i>	Leinkraut*	
	<i>Cerastium sp.</i>	Hornkräuter		<i>Linaria vulgaris</i>	Echtes Leinkraut	
	<i>Chaenorhinum rubrifolium</i>	rötliches Leinkraut		<i>Reynoutria japonica</i>	Japanknöterich	
	<i>Chenopodium sp.</i>	Gänsefüsse		<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Kreuzkraut	
	<i>Conyza sp.*</i>	Berufkräuter*		<i>Silene latifolia</i>	Weisse Lichtnelke	
	<i>Crepis sp.*</i>	Pippau*		<i>Sonchus arvensis</i>	Acker-Gänsedistel	
	<i>Epilobium sp.</i>	Weidenröschen		<i>Taraxacum officinale*</i>	Löwenzahn*	
	<i>Erigeron sp.</i>	Berufkräuter		<i>Tragopogon dubius*</i>	Großer Bocksbart*	
	<i>Erodium cicutarium</i>	Gewöhnlicher Reiherschnabel		<i>Viola sp.</i>	Veilchen	
	<i>Erodium sp.*</i>	Reiherschnäbel*		Gräser	<i>Apera sp.*</i>	Unterbrochener Windhalm*
	<i>Euphorbia sp.*</i>	Wolfsmilch*			<i>Bromus sp.</i>	Trespen
	<i>Euphorbia nutans</i>	Nickende Wolfsmilch			<i>Digitaria sp.*</i>	Fingerhirsen*
	<i>Euphorbia prostata</i>	Hingestreckte Wolfsmilch	<i>Echinochloa crus-galli</i>		Hühnerhirse	
	<i>Geranium robertianum*</i>	stinkender Storchschnabel*	<i>Festuca sp.*</i>		Schwingel Arten*	
	<i>Geranium sp.</i>	Storchschnäbel	<i>Lolium sp.</i>		Weidelgras	
	<i>Hypericum perforatum</i>	Echtes Johanniskraut	<i>Panicum sp.</i>		Rispenhirsen*	
	<i>Lactuca sp.</i>	Lattiche	<i>Poa annua*</i>		Einjährige Rispengras*	
	<i>Lapsana communis</i>	Gemeiner Rainkohl	<i>Poa sp.*</i>		Rispengräser*	
	<i>Medicago lupulina*</i>	Hopfenklee*	<i>Setaria sp.*</i>		Borstenhirsen*	
	<i>Mercurialis annua</i>	einjähriges Bingelkraut				
	<i>Myosotis sp.</i>	Vergissmeinnicht				
	<i>Oenothera biennis</i>	Gemeine Nachtkerze				
	<i>Papaver rhoeas</i>	Klatschmohn				
	<i>Picris hieracioides*</i>	Gewöhnliches Bitterkraut*				
	<i>Picris sp.*</i>	Bitterkräuter*				
	<i>Sedum sp.</i>	Dickblattgewächse				
	<i>Senecio inaequidens</i>	Schmalblättriges Kreuzkraut				
	<i>Senecio sp.*</i>	Kreuzkräuter				
	<i>Solanum nigrum*</i>	Schwarzer Nachtschatten*				
	<i>Sonchus asper*</i>	Raue Gänsedistel*				
<i>Stellaria media</i>	Vogelmiere					
<i>Veronica sp.</i>	Ehrenpreis					

Es wurden 63 Arten identifiziert  
**63 espèces ont été identifiées**  
 Am Ende der Vegetationsperioden  
 waren 23 Arten teilweise noch grün\*  
**A la fin des périodes végétatives, 23 espèces étaient encore en partie vivante\***

# Beobachtungen/ Observations

- Kleine, einjährige Pflanzen können gut bekämpft werden
- Mehrere Keimwellen → wiederholte Behandlung notwendig
- Kleine Pflanzen können von grösseren bedeckt sein
- Schwer bekämpfbar
  - Mehrjährige, ausdauernde Tiefwurzler (z.B. *Taraxacum officinale*)
  - Grosse Pflanzen mit viel Blattmasse
  - Gräser und verholzte Pflanzen
- Samenbildung muss verhindert werden
- Des petites plantes annuelles peuvent être bien contrôlées
- Plusieurs levées successives → traitements répétés nécessaire
- Des petites plantes peuvent être couvert par des grandes plantes
- La formation de graines doit être évité
- Difficile à détruire
  - Pluriannuelle et vivace, à système racinaire profond (e.g. *Taraxacum officinale*)
  - Des grandes plantes à large feuilles
  - Des graminées

# Schlussfolgerungen

## Conclusions

- Ohne Kontrollmassnahmen nimmt die Vegetation auf den Gleisen kontinuierlich zu
- Einjährige und junge mehrjährige Pflanzen können mit wiederholten HW Behandlungen ähnlich effektiv wie mit Glyphosat kontrolliert werden
- ein hoher logistischer und betrieblicher Aufwand schränkt die Anwendung von HW Behandlungen für einen grossräumigen Einsatz auf dem SBB-Streckennetz ein
- Sans mesures de contrôle, la végétation se développe en continue sur les voies ferrées
- Les traitements répétés à l'eau chaude permettent de contrôler les plantes annuelles et les jeunes plantes vivaces de manière aussi efficace qu'avec le glyphosate
- Une application des traitements à l'eau chaude à large échelle sur le réseau des CFF semble toutefois limitée en raison des coûts de logistique et d'exploitation élevés



# Literatur Littérature

## Heisswasser-Applikation, eine effektive Methode zur Vegetationskontrolle im Gleisbereich

Aurèle Gfeller<sup>1</sup>, Frédéric Tschuy<sup>1</sup>, Lukas Tanner<sup>2</sup>, Gunter Adolph<sup>2</sup>, Judith Wirth<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, Forschungsgruppe Herbologie Ackerbau, 1260 Nyon, Schweiz

<sup>2</sup>SBB AG/Infrastruktur – Sicherheit, Qualität, Umwelt, Hilfikerstrasse 3, 3000 Bern 65, Schweiz

Auskünfte: Judith Wirth, [judith.wirth@agroscope.admin.ch](mailto:judith.wirth@agroscope.admin.ch)

<https://doi.org/10.34776/als14-76> Publikationsdatum: 15. Mai 2023



Abb. 1 | Prototyp des von der SBB entwickelten Heisswasser-Spritzzuges. (Foto: SBB)

Agrarforschung Schweiz 14: 76-85, 2023

Vegetation an Bahnhöfen und im Schienennetz der SBB\_Begrünungs- und Bekämpfungsstrategien

Végétation dans les gares et sur le réseau des CFF\_Stratégie de végétalisation et de contrôle

Judith Wirth, Agroscope, 25.03.2024



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**Judith Wirth**

judith.wirth@agroscope.admin.ch

**Agroscope** good food, healthy environment

www.agroscope.admin.ch





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

 SBB CFF FFS

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

# «Tapis vert – végétalisation ciblée des pistes de voies ferrées»

Markus van der Meer, Serge Buholzer

Réunion de clôture 25 mars 2024

Végétation dans les gares et sur le réseau des CFF  
Stratégies de végétalisation et de contrôle

[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch) | une bonne alimentation, un environnement sain



# Aperçu du projet

## Vorprojekt / Avant-projet 2018

Machbarkeitsstudie ➤ Étude de faisabilité (Agroscope Science)

=>

Partner ➤ Partenaires

**CFF → Agroscope → HEPIA**



## Hauptprojekt / Projet principal 2019 – 2023

Zwischenbericht ➤ Résultats intermédiaires 2021 (Agroscope Science)

=>

Endergebnisse ➤ Résultats finaux 2023 (in spe: Agroscope Science)



# Objectifs du projet

## Untersuchung

### Examen *in situ* et *ex situ*

## Entwicklung

- De l'**expression** des mélanges et espèces
- De la **capacité d'éviction** versus – les espèces spontanées, spécialement
  - les néophytes invasives
  - espèces indigènes problématiques

## Verdrängungspotential v.a.

Invasive Neophyten  
Indig. Problemarten

## Empirisch

### Empirique

## Effekt auf Biodiversität

- Évaluer l'impact sur la **biodiversité** : Augmentation de la biodiversité mais aussi pièges mortels pour la faune ?

## Sicherheitsaspekte

- Des **aspects de sécurité** - Les espèces végétales répondent-elles aux critères de sécurité (planche suivante) ?



## Rahmenbedingungen

### Standorte

Substrate:  
Nährstoffe, Wasser, Beschattung?

### Sicherheit und Umsetzbarkeit

- Keine Verunkrautung landwirtschaftlicher Flächen
- Gleisbettstabilität (Wasserhaushalt, Durchwurzelung)
- Begehrbarkeit, keine Stolperfallen
- Kostengünstiger Unterhalt
- Samenverfügbarkeit

=>

**Anforderungen an Pflanzen**

# Conditions cadres

### Sites

Substrats:  
Nutriments, eau, ombrage?

### Sécurité et faisabilité

- Pas d'adventices agricoles
- Stabilité de la voie  
(*régime hydrique, enracinement*)
- Praticabilité, pas de risque de trébucher
- Entretien peu coûteux
- Disponibilité des semences

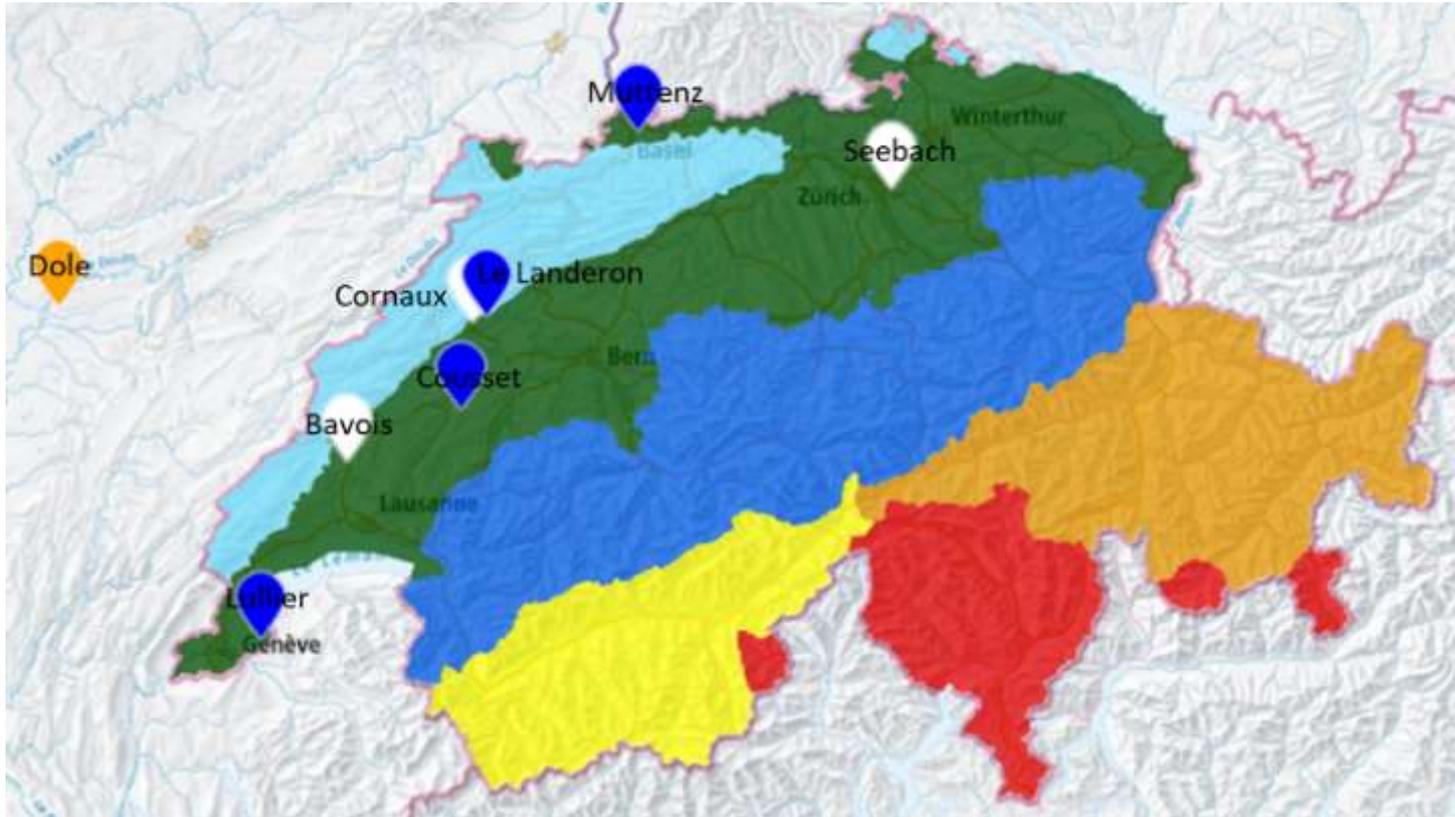
=>

**Exigences aux plantes**

HEPIA présentera par la suite le processus de sélection et les mélanges testés



# 8 Sites (zones biogéographique)



## Critères de sélection

- ❖ **Mittelland** / Plateau (réseau ferroviaire dense)
  - ❖ **Eignung** Convenance (dimensions)
  - ❖ **Erreichbarkeit** / Accessibilité
- **Bleu**: sites principaux
  - **Blanc**: sites secondaires
  - **Orange**: SNCF

### Wiederholungen (6-8) / Répétitions (6-8)

Placettes de 15 m<sup>2</sup> / nombre et dimensions variables suivant taille du site

LL_K_1	LL_CSR_1	LL_RR_1	LL_SS_1	LL_K_2	LL_CSR_2	LL_RR_2	LL_SS_2
LL-Plot_1	LL-Plot_2	LL-Plot_3	LL-Plot_4	LL-Plot_5	LL-Plot_6	LL-Plot_7	LL-Plot_8



### Jäten / Désherbage des surfaces

#### Pendelharke / Entsorgung

Râteau pendulaire / Enlèvement du matériel végétal

#### Spontane Vegetation: Samenbank

Végétation spontanée : la banque de graines reste dans le substrat



### Semis manuel

**5 g semences/m<sup>2</sup>** + «démarrateur» + matériau porteur (=> 50 g semis/m<sup>2</sup>)

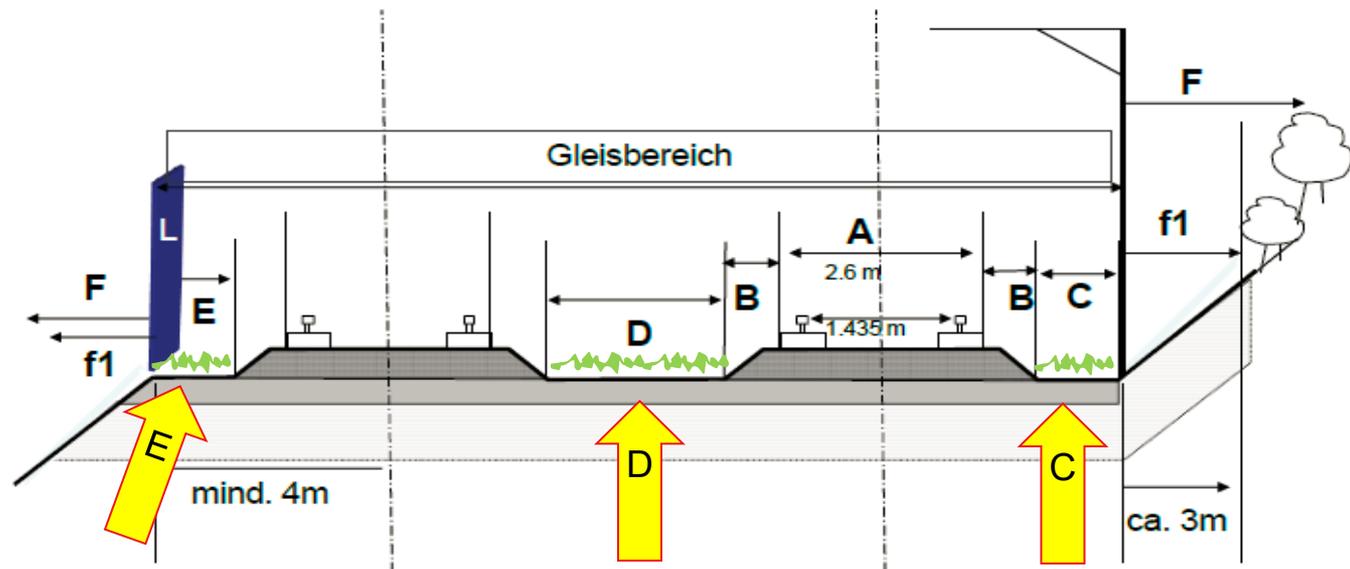


# Dispositif – secteurs des voies

Gleisbereiche:

E: Bankett: Fluchtweg / D: Zwischengleis / C: Bankett Unterhaltsweg

E: banquette voie de secours / D: entre-voies / C: banquette voie de service



# Dispositif in-situ

## secteur «D», entre-voies

COUSSET  
gare 80 km/h  
25.04.2019

à l'installation

CORNAUX  
triage 30 km/h  
02.12.2020





# Dispositif in-situ

## secteur «C», voie de service

LE LANDERON

Gare 130 km/h

05.03.2019

à l'installation



MUTTENZ

trilage 30 km/h

23.07.2019

1<sup>er</sup> relevé



«Grüner Teppich – gezielte Begrünung von Banketten und Randbereichen»

«Tapis vert – végétalisation ciblée des pistes de voies ferrées»

25.03.2024, Agroscope Liebefeld

Abschlussmeeting / Réunion de clôture

# Dispositif in-situ

secteur «E», voie de secours

BAVOIS  
tronçon 160 km/h  
29.04.2019

à l'installation





# Dispositif Ex-situ – installation sur toiture

LULLIER janvier 2020



## Semikontrolliert

- Umwelteinflüsse
- KEINE Samenbank
- KEINE menschlichen Störungen (Arbeiten, Mahd, Herbizid)

## Standardmaterialien der SBB

- Sehr arm an  $C_{org}$  (11 g/kg)

## Semi-contrôlé

- Influences environnementales
- PAS de banque grainière
- PAS de perturbations anthropogènes (travaux, fauche, herbicide)

## Matériaux standard des CFF

- Très faible teneur en  $C_{org}$  (11 g/kg)

## Klimakammer

## Chambre climatique 2 tests



«Grüner Teppich – gezielte Begrünung von Banketten und Randbereichen»

«Tapis vert – végétalisation ciblée des pistes de voies ferrées»

25.03.2024, Agroscope Liebefeld

Abschlussmeeting / Réunion de clôture



# Substrats

früher eher Sand, Kies, Schlacken  
Heutzutage vorwiegend

**verschlammte Kalksteinschotter (Mergel)**

*Netstaler, gravier Enney, etc.*

- **Porös** => keine Wasserspeicherung
- Liegt auf Schotter => **Entwässerung**
- **Zementierung** durch Wechselfeuchte



À l'époque sables, graviers, scories

Matériau utilisé aujourd'hui:

**gravier calcaire concassé «gras»**

(groise, gravier Enney, Netstaler, etc.)

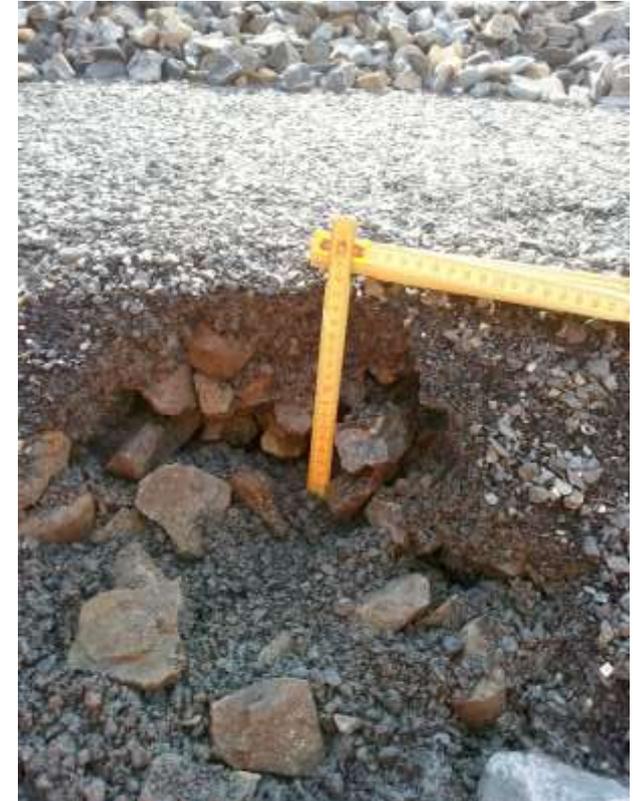
- 90% de cailloux
- **Poreux** => pas de rétention d'eau
- Sur ballast => **drainage**
- humidité variable => «**cimente**» facilement

Sur (entre) site(s) pas identiques; **variables**:

- Épaisseurs
- Rétention d'eau (épaisseur, drainage...)
- Micro-relief
- Nutriments et carbone organique
- Réparations (autres matériaux)

Variabel am Standort:

- Auflagestärke
- Wasserspeicherung
- Mikro-Relief; Untergrund
- Nährstoffe & org. Kohlenstoff
- Reparaturen (andere Materialien)





# Substrats: carbone organique

## Méthode:

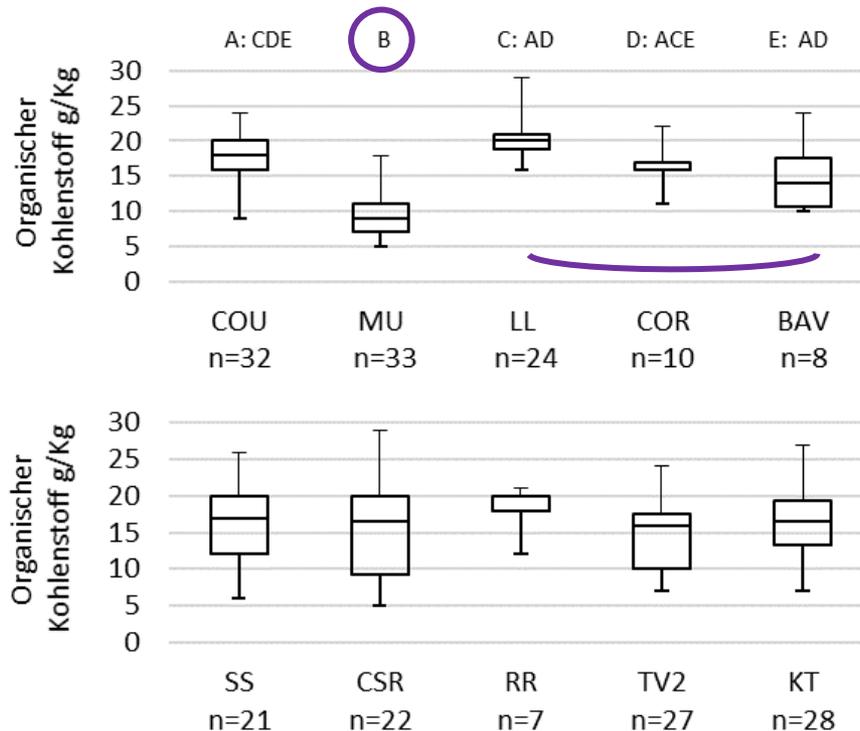
Mischprobe

Échantillon mixte (13 ponctions) par placette



## Laboratoire

- > 5 mm retiré / **entfernt**
- Mouture des petits cailloux (20%) + matériel fin (10%) / **gemahlen**
- Poudre **calcinée** / **verglüht**
- => **mesure = C<sub>org</sub>**



**Standorte:** **signifikant**

**Sites:** répartition hétérogène

- **En général très peu de C<sub>org</sub>**
- **P-Wert = 1.03E-18**
- **MU différence significative aux autres sites**
- **LL & BAV diffèrent aussi significativement**

**Mischungen:** **kein Bias auf Auswertung**

**Mélanges:** répartition homogène

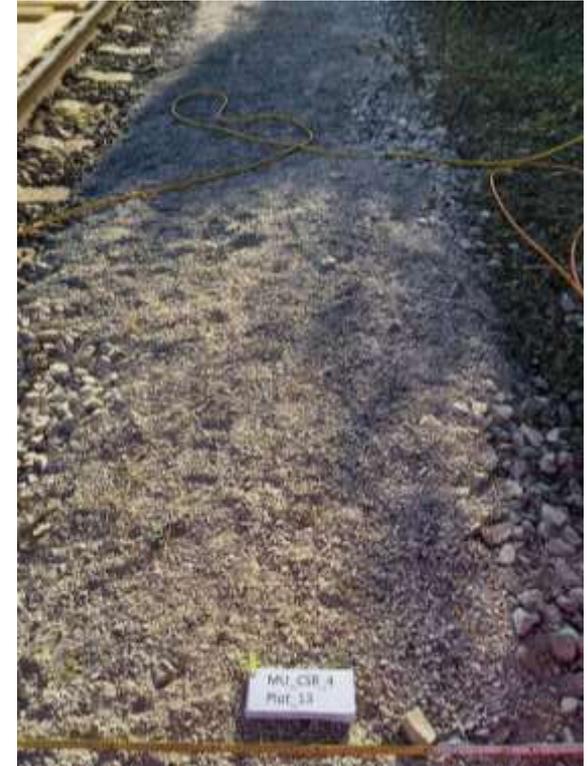
- **P-Wert = 0.53**
- => Pas de biais dû au C<sub>org</sub> sur l'interprétation de l'évolution des mélanges

# Substrats: autres caractéristiques

- **Mesure:** température maximale à -5 cm **47.6 °C**
- **Mesure:** température maximale à la surface **58.2 °C**  
(T° élevées occurent en phases périodiques)
- **Observation:** (Aufrauung durch Begehung) peu résilient au piétinement => les centimètres supérieurs sont **remaniés**

⇒ **Conditions hostiles à la vie**

⇒ **Mais les plantes xérothermophiles et tolérantes au stress peuvent s'adapter**



## **Au fil du temps**

Apports extérieurs et végétation s'installant lentement

- enrichissement en C<sub>org</sub>
- Plus de rétention d'eau
- Températures du sol plus fraîches par ombrage



# Substrats

## Eigenschaften:

Eher vegetationsfeindlich: Grund  
weshalb sie von den SBB verwendet  
werden.

## Caractéristiques:

Peu propices à l'établissement d'une  
végétation: raison pour laquelle ils  
sont utilisés par les CFF

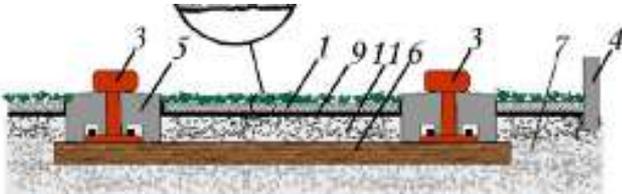




# Extension: tapis de sedum / Sedum-Matten

Appliquées avec succès sur toitures, voies de tramways et les talus

**Idée CFF:** Alternative économique si appliquées **sans** soubassement ? ⇔ pose aisée



Unterbau für Rasengleis

Quellen  
O: Fuchs, Mählmann, 2004: Integrierter Umweltschutz in der Textilindustrie  
U: NIRA GmbH & Co. KG



Auf Mergel & Schotter

**Posées sur**

- Gravier gras
- Ballast

Vegetationsaufnahmen, Dichteschätzung

**Examens**

- Relevés végétation
- Estimation densité





# Extension: tapis de sedum

Résistance au piétinement?

Muttenz 04.05.2021

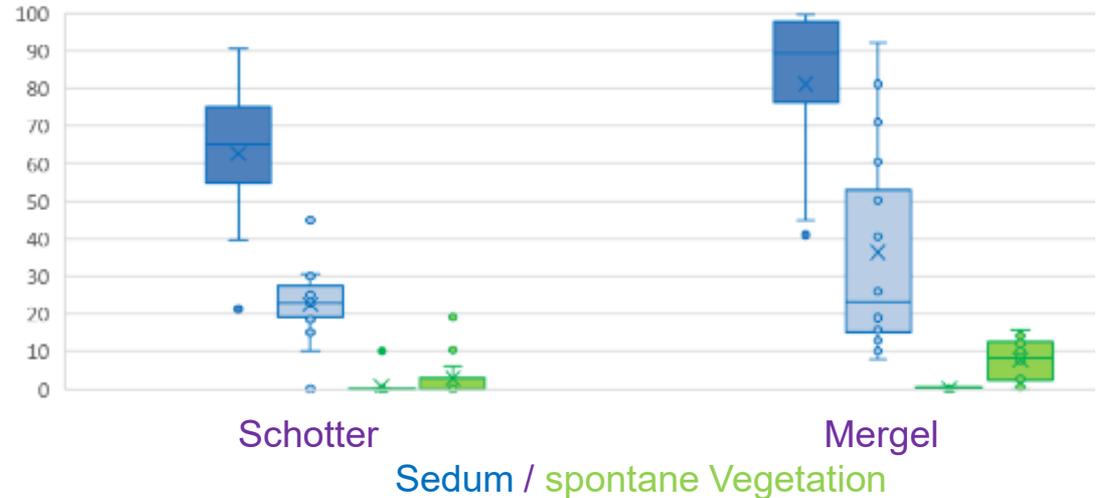


+ 4 mois: 01.09.2021

**NON**

Ces tapis ont été retirés en septembre 2021 et ne sont pas pris en compte dans les examens ultérieurs.

Deckung der Matten (in % & gepoolt) : Mai 2021 vs Oktober 2023



Evolution du recouvrement 2021 à 2023

- Baisse significative du **sedum**
- Hausse significative des **espèces spontanées**
- Même évolution sur tous les sites

**Ohne Unterbau & Pflege nicht zu empfehlen**

**Sans soubassement et soins, utilisation pas recommandable**

# Extension: synergie mousses – vasculaires?

Tastversuch mit Pseudoreplikaten. Keine echten Wiederholungen auf verschiedenen Standorten.  
Essai tactile avec pseudoréplifications. Pas de réplifications sur d'autres sites.

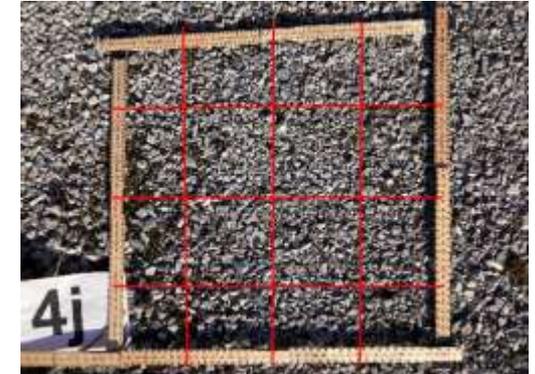
6 Plots, alternierend mit/ohne Moos

Fotodokumentation / Dichteschätzung

- 6 placettes de 2 x 2.5m
- semé TV2 novembre 2021
- Alternativement avec/sans mousses

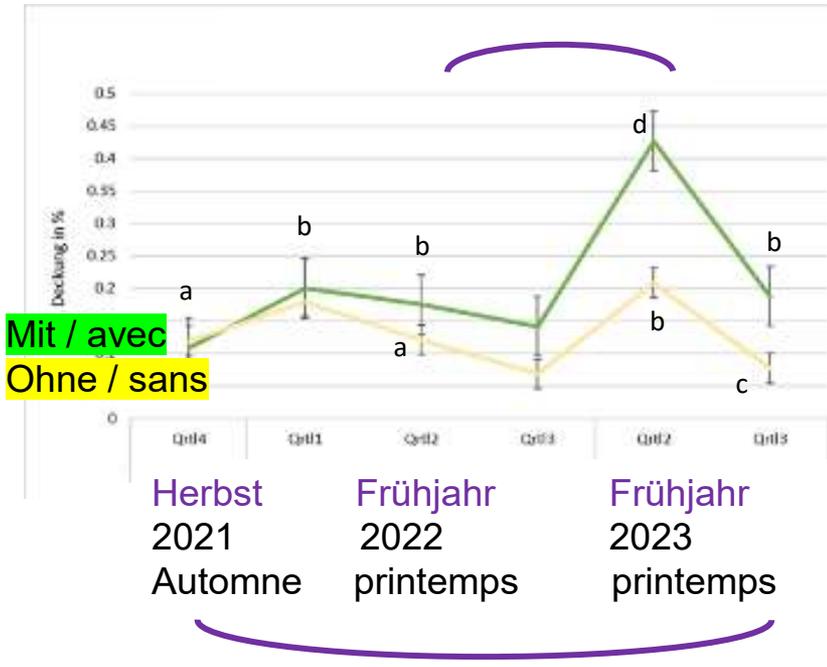
Documentation photo  
tous les mois en période  
de végétation 2022-23

Estimation du  
recouvrement



- Die Deckung der Gefässpflanzen blieb in beiden Verfahren unter 1 %.
- TV2 nach 2 Jahren nicht etabliert. // 2. Frühling Pflanzen aufgekommen (vermutet TV2) aber im Sommer wieder verschwunden (heiss, trocken)
- Dominante Art: *Erophila verna* (Frühlings-Hungerblümchen)
- Le recouvrement de vasculaires reste au-dessous de 1% dans les deux procédés.
- TV2 pas exprimé après 2 ans // 2ème printemps, plantes poussé (probablement TV2), mais disparues en été (chaud, sec)
- Espèce dominante: *Erophila verna* (Drave printanière)

# Extension: synergie mousses – vasculaires?



- Frühjahr 2022 => 2023 signifikanter Anstieg in beiden Verfahren
- Dann im Herbst 2023 wieder signifikante Abnahme in beiden Verfahren
- printemps 2022 => 2023 hausse significative dans les 2 procédés
- Puis en automne retombée significative dans les deux procédés

- Mehr Gefässpflanzen in mit Moos (aber Deckungsgrad!)
- Deckung der Gefässpflanzen korreliert NICHT mit der Deckung der Moose.
- plus de vasculaires dans les avec-mousses (mais niveau recouvrement!)
- Recouvrement des vasculaires n'est pas corrélé au recouvrement des mousses.

**Synergieeffekt auf Keimrate konnte nicht belegt werden.  
Effet de synergie sur la germination n'a pas pu être vérifié.**

# Sécurité

**Mischungsarten:** Alle Erwartungen erfüllt

**Espèces des mélanges:** toutes attentes satisfaites

**Funktion der Gleise** inklusive Entwässerung der Schotterbereiche wird nicht beeinträchtigt.

**La fonction des voies**, y compris le drainage des zones de ballast, n'est pas affectée.

**Verdrängungspotential:** In unserer Versuchsanlage schwierig zu evaluieren: wenig problematische Arten und grosse Unterschiede zwischen den Standorten

**Potentiel d'éviction:** Difficile à évaluer dans notre dispositif: peu de plantes problématiques et grandes différences entre les sites.

**Eindringen aus der Böschung:**

*Pflegebedarf unabhängig der  
Begrünung zu lösen*

**Intrusion par le talus:**

*Contrôle à résoudre  
indépendamment de la végétalisation*



**Höhe/Dichte:**

Ergänzung durch  
Mahd oder bauliche  
Massnahmen an  
kritischen Stellen  
(Zwergsignale...)

**Hauteur/densité:**

Compléter par fauche  
ou des mesures  
techniques aux  
endroits critiques  
(signaux nains...)



# Établissement: potentiel de régénération (LL)

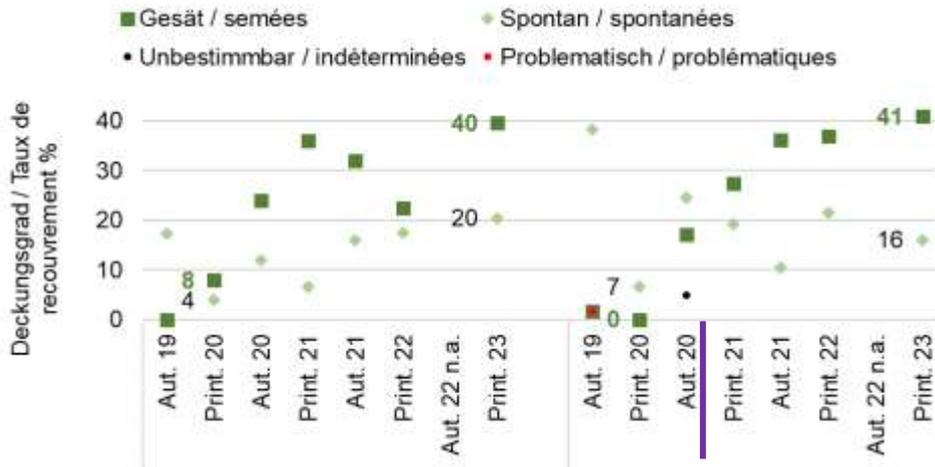
Gleiserneuerungsarbeiten =>  
Süden ½ zerstört, regenerieren lassen  
Norden ganz zerstört, neu angesät

Travaux de rénovation des voies en juin 2020 =>

- Partie sud détruite à moitié & laissée en régénération
- Partie nord complètement détruite et ressemée



Süden / sud  
+ 1 an  
*Schneise / Sillon*  
+3 ans  
*Vegetation erholt / végétation rétablie*  
Semée ou spontanée?



Les deux placettes atteignent à peu près la même proportion d'espèces du mélange vs espèces spontanées:

40/20 et 41/16

Gutes Indiz / bon indice

Süd: Regeneration / Nord: neu angesät



# Établissement: Paysage / Landschaftsbild

Cousset, Plot 23  
SS-6 (2021)

Saisonal wechselnde  
Blütenvielfalt

=>

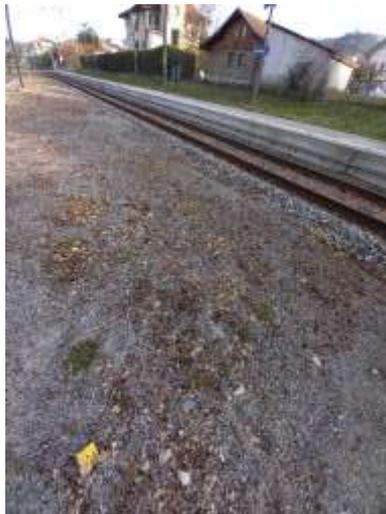
Angenehm für das Auge  
der Passagiere und  
Passanten

diversité de fleurs  
changeante selon les  
saisons

=

attractif pour l'œil des  
passagers et des  
passants

10.03.2021



21.04.2021



10.06.2021



02.08.2021



31.08.2021



28.09.2021

«Grüner Teppich – gezielte Begrünung von Banketten und Randbereichen»

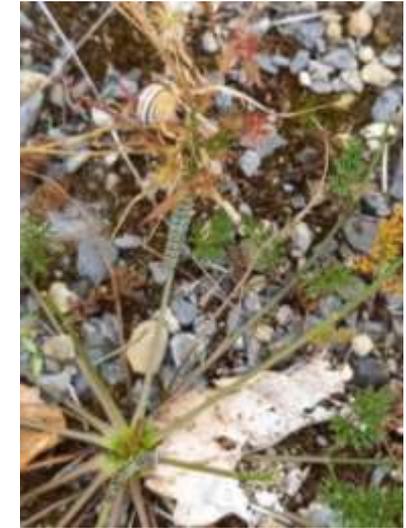
«Tapis vert – végétalisation ciblée des pistes de voies ferrées»

25.03.2024, Agroscope Liebefeld

Abschlussmeeting / Réunion de clôture



# Établissement: Biodiversité



- Blüten => Optimierung des Wertes für die Entomofauna (Bestäuber)
- keinerlei Spuren grösserer Tiere (Tritt, Kot von Hase, Reh etc.) gefunden.
- Korridorwirkung konnte aufgrund der Versuchsanlage nicht belegt werden.
- Beschattung verhindert die Bildung von stark aufgeheizten Wärmeinseln (lokales Klima)
- Fleurs => optimisation de la valeur pour l'entomofaune (pollinisateurs)
- Aucune trace d'animaux de grande taille (piétinement, crottes de lièvre, de chevreuil, etc.) n'a été trouvée.
- L'effet de corridor n'a pas pu être prouvé sur base du dispositif expérimental.
- Ombrage empêche la formation d'îlots de chaleur fortement échauffés (climat local)



**Merci pour votre attention**

**Contact: Serge Buholzer**

**Website:**

[Alternativen zum Einsatz von Glyphosat an Bahnhöfen und im Schienennetz der SBB \(admin.ch\)](#)

**Agroscope** une bonne alimentation, un environnement sain  
[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

# Definition der Begrünungsmischungen

Patrice Prunier, Daniel Comte,  
Pierre-André Frossard, Markus van der Meer

Laurent Huber - 25 mars 2024

# Kriterien der Artenauswahl

7'300 in der Schweiz vorkommende

Indigenat → 5'780

Wuchshöhe und Sicherheit → 4'910

Verbreitung und Gefährdung → 2'990

Klima- & Bodenfaktoren → 1'390

Samenverfügbarkeit

→ 97 potentiell geeignete Taxone

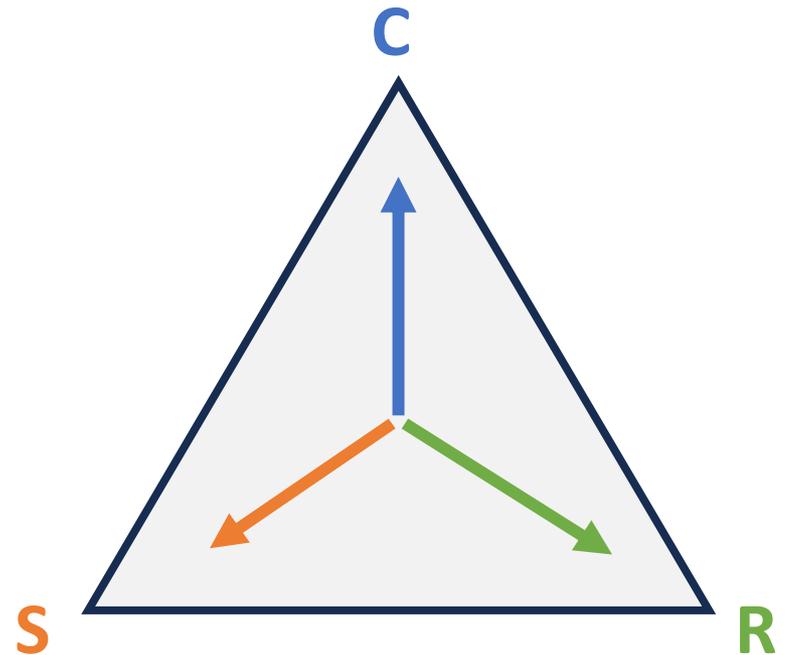


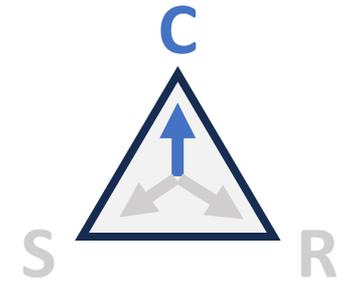
# Ökologische Strategien

Basierend auf den ökologischen Strategien der Pflanzen (Grime 1974)

→ Klassifizierung der Pflanzen nach 3 Hauptstrategien "CSR"

→ Alle Zwischenstadien sind möglich





# Strategie: Konkurrenz (C)

Dichte Blätter, starkes Wachstum und schwache Vermehrung. Mehrjährige Pflanzen.



*Achillea millefolium*

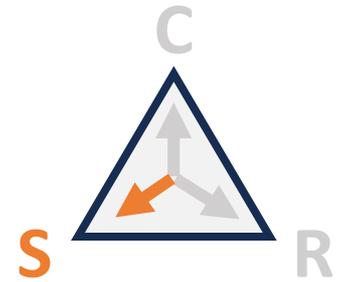


*Lolium perenne*



*Clinopodium vulgare*

# Strategie: Stresstoleranz (S)



Schwache Entwicklung, langsames Wachstum und schwache Vermehrung. Mehrjährige Pflanzen.

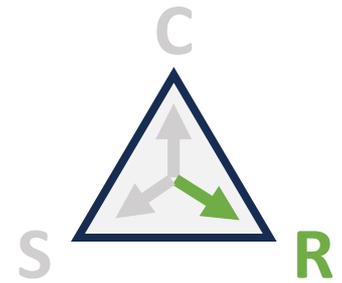


*Daucus carota*



*Sedum album*

# Strategie: Ruderal (R)



Schwache Entwicklung, kurzer Lebenszyklus, starke Vermehrung. Ein- und zweijährige Pflanzen.



*Erodium cicutarium*



*Geranium rotundifolium*



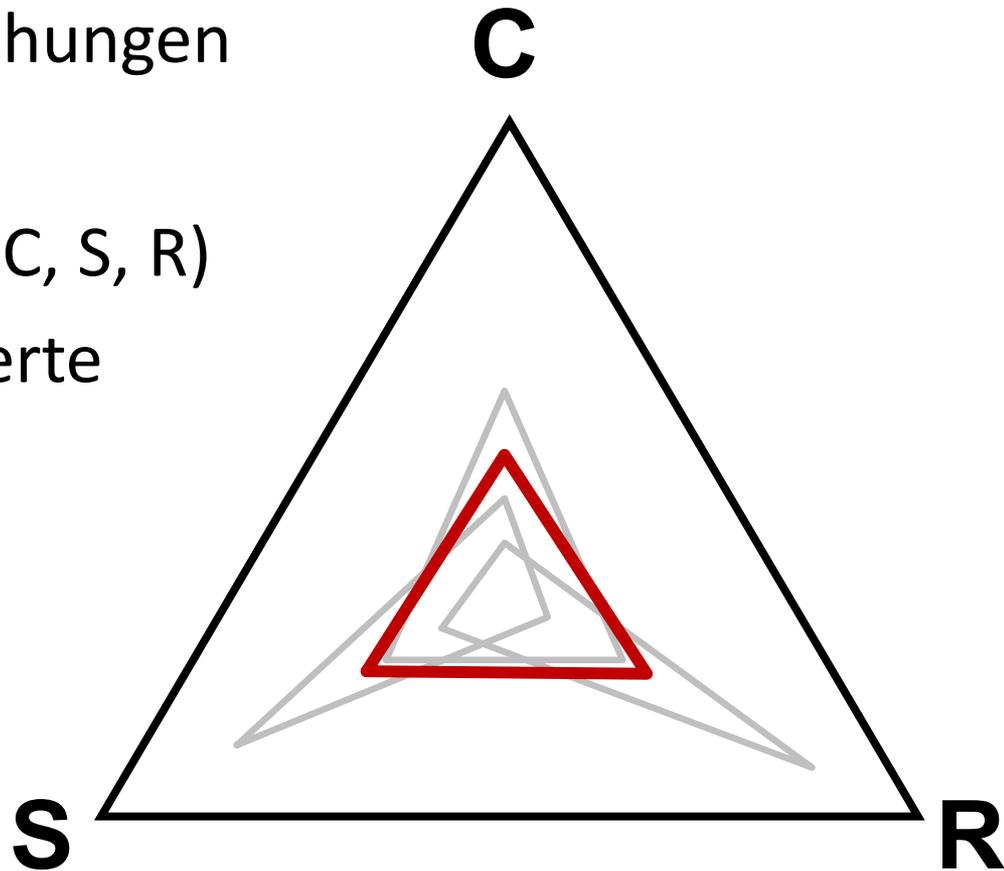
*Bromus tectorum*

# Ausarbeitung der Mischungen

Vier getestete Mischungen

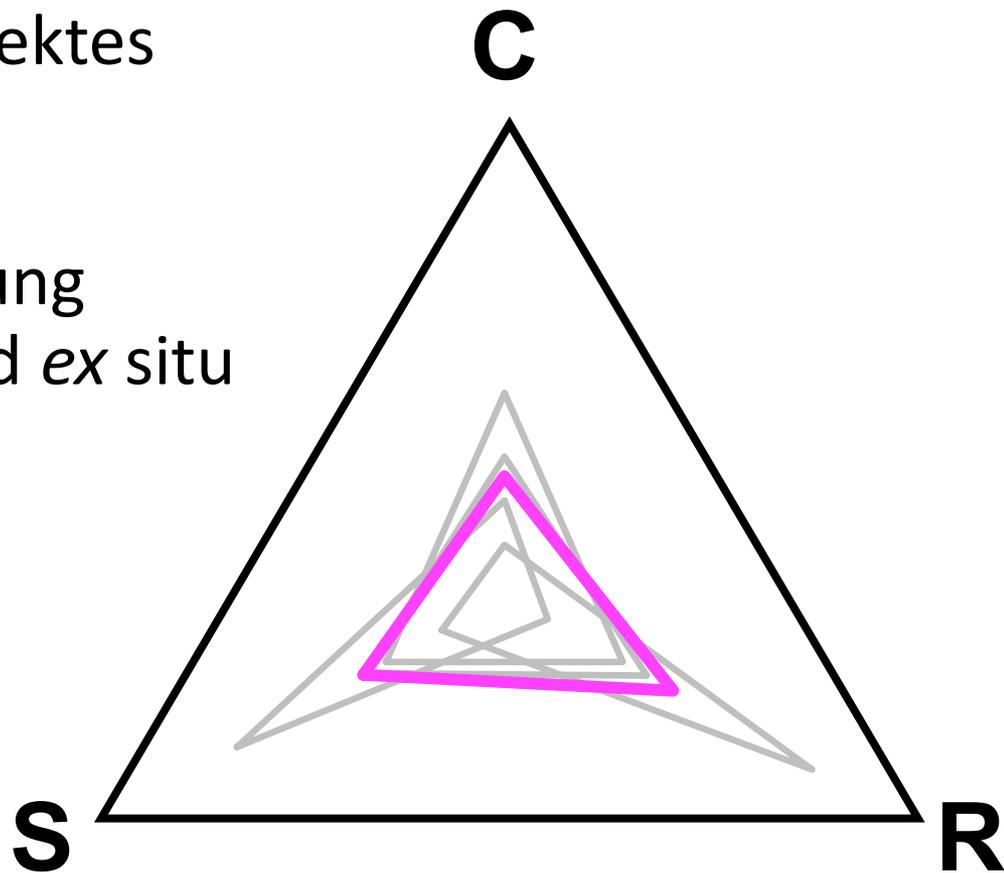
→ Drei Strategien (C, S, R)

→ Eine ausbalancierte Mischung



# Ausarbeitung der Mischungen

Im Verlauf des Projektes  
(2020),  
Entwicklung einer  
ubiquitären Mischung  
aufgrund der *in* und *ex situ*  
Beobachtungen



# Hoher ökologischer Wert

Arten	CC	SS	RR	CSR	TV2
Gräser ( <i>Poaceae</i> )	20%	19%	14%	19%	11%
Leguminosen ( <i>Fabaceae</i> )	20%	13%	14%	16%	13%
Dickblattgewächse ( <i>Crassulaceae</i> )	-	25%	-	-	9%
Andere Zweikeimblättrige	60%	43%	72%	65%	67%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>46</b>



*Ononis spinosa* (Landeron)



*Hieracium pilosella* (Landeron)



*Plantago lanceolata*



*Medicago lupulina* (Cousset)



*Sanguisorba minor* (Landeron)



*Galeopsis angustifolia* (Cousset)



# Grüner Teppich Tests in der Klimakammer

Bern 25. März 2024

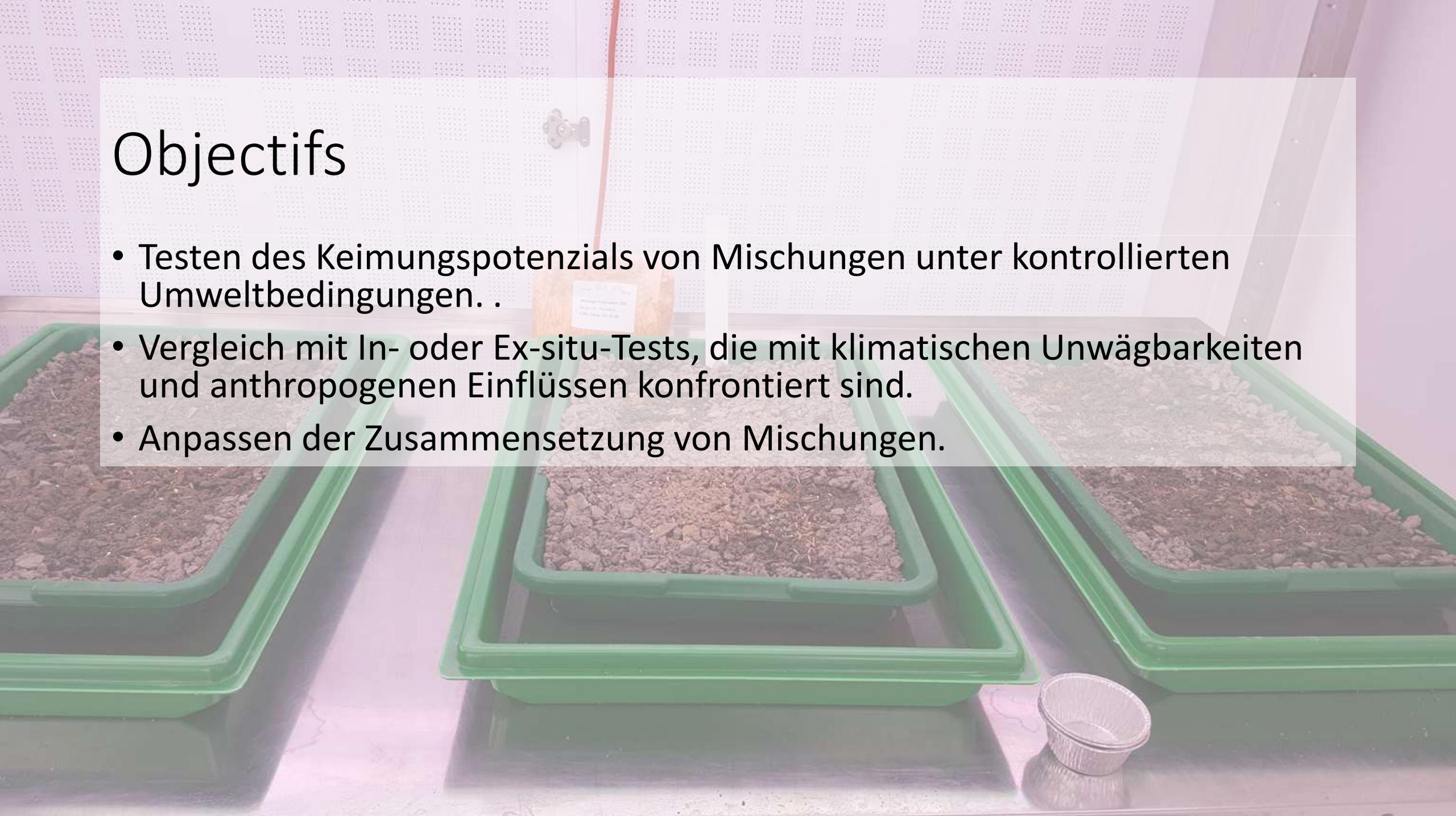
*Fabienne Mörch, Laborantine, HEPIA*

*Jane O'Rourke, Laborantine HEPIA*

*Patrice Prunier, Professeur HES ordinaire, HEPIA*

# Objectifs

- Testen des Keimungspotenzials von Mischungen unter kontrollierten Umweltbedingungen. .
- Vergleich mit In- oder Ex-situ-Tests, die mit klimatischen Unwägbarkeiten und anthropogenen Einflüssen konfrontiert sind.
- Anpassen der Zusammensetzung von Mischungen.



# Methoden – Wuchsbedingungen

Zwei Testphasen mit zwei unterschiedlichen Temperaturen

→ Erlaubt die Keimung eines Maximums an Samen. Einige Arten keimen bei warmen, andere bei kalten Temperaturen.

- **Warme** Temperatur **2021**: 19°C tags und nachts
- **Kalte** Temperatur **2022**: 13°C tags und 10°C nachts

Weitere, unveränderte Parameter :

- Relative Luftfeuchtigkeit 50%
- Lichtintensität 135  $\mu\text{mol de photons/m}^2 \text{ s}$
- Photoperiode 12h/12h

# Methoden – Ansaat und Identifizierung der Taxone

- Drei Saatschalen pro Mischung (3 x 0,16 m<sup>2</sup>)
- 8 Gramm Saatgut pro Saatschale (entspricht 50 g/m<sup>2</sup>)
- Wöchentliche Kontrolle der Entwicklung und Bewässerung
- Nach 5 Wachstumsmonaten: Identifizierung der Arten



# Potentielles Keimungs-Ergebniss der Mischungen

- Alle Mischungen entwickelten sich gut.
- Ausnahme Konkurrenz Mischung CC mit Dünger gedopt (nur bei hohen Temperaturen getestet).
- Die ubiquitäre Mischung TV2 entwickelte sich mit 21 Arten am besten (nur bei niedrigen Temperaturen getestet).
- Einige Arten entwickelten sich bei hohen Temperaturen, andere bei niedrigen Temperaturen → Begrünungspotenzial über einen Großteil des Jahres.

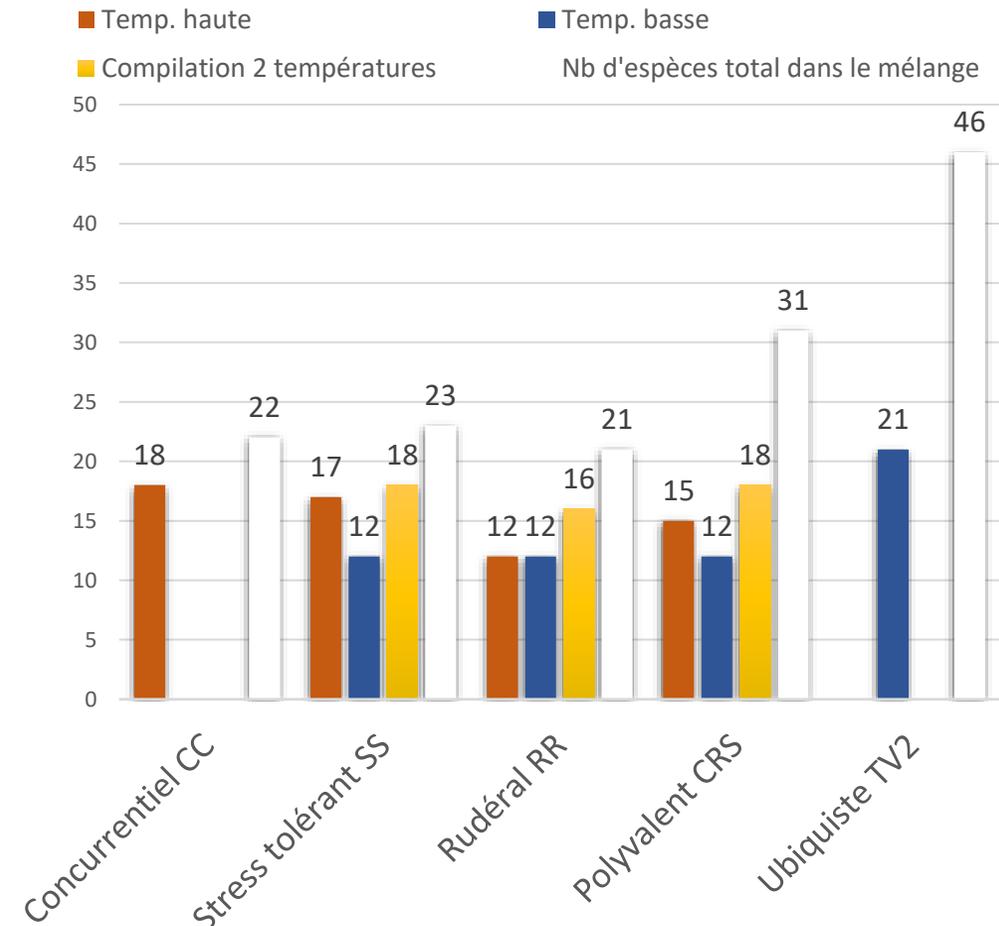
Säulen:

Hohe Temperatur / Niedrige Temperatur

Beide Temperaturen

weiss: Gesamtzahl Arten in der Mischung

## Anzahl der gekeimten Arten pro Mischung



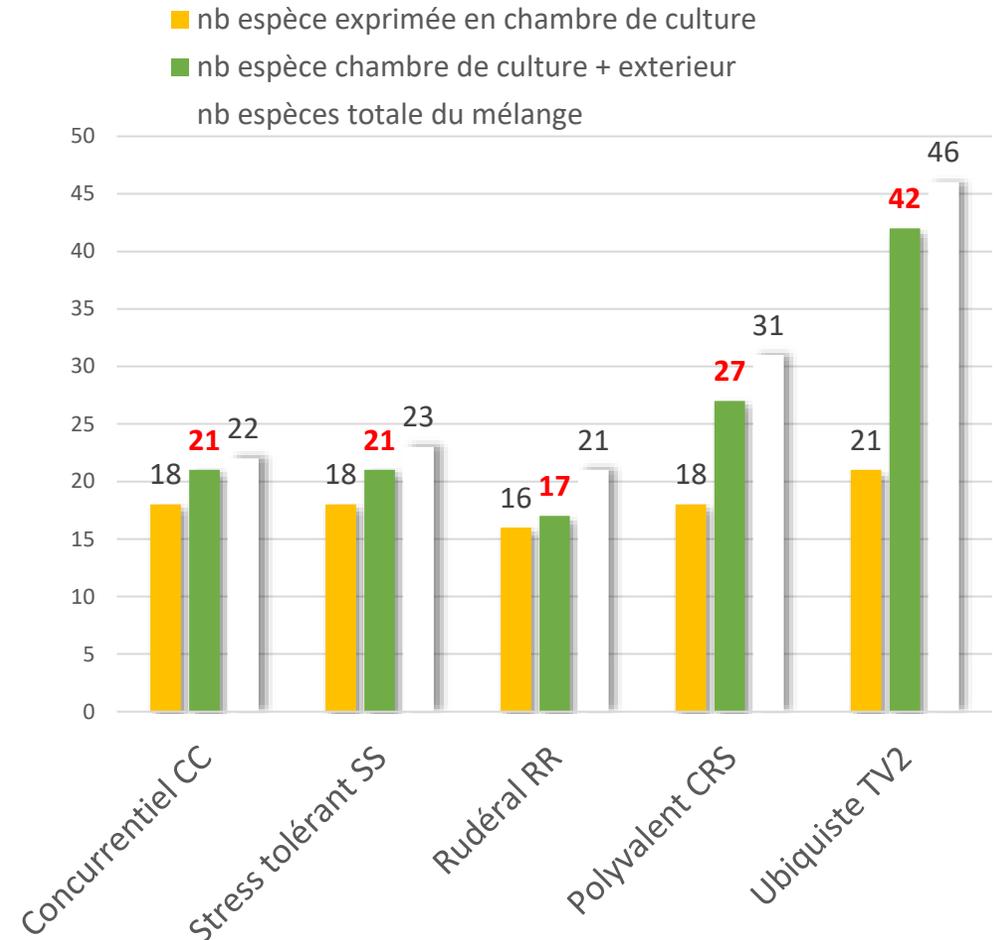
# Resultate Vergleich mit *in* und *ex situ* Versuchen

- Einige Arten, die in der Klimakammer nicht gekeimt sind, haben sich *in* und *ex Situ* ausgedrückt.
- Werden diese Arten mitberücksichtigt, weist das darauf hin, dass die Mischungen besser funktionieren, als die Klimakammer-Ergebnisse vermuten lassen.

Säulen:

Klimakammer / Klimakammer & Freiland

## Ausdruck der Mischungen im Vergleich mit Freilandstandorten



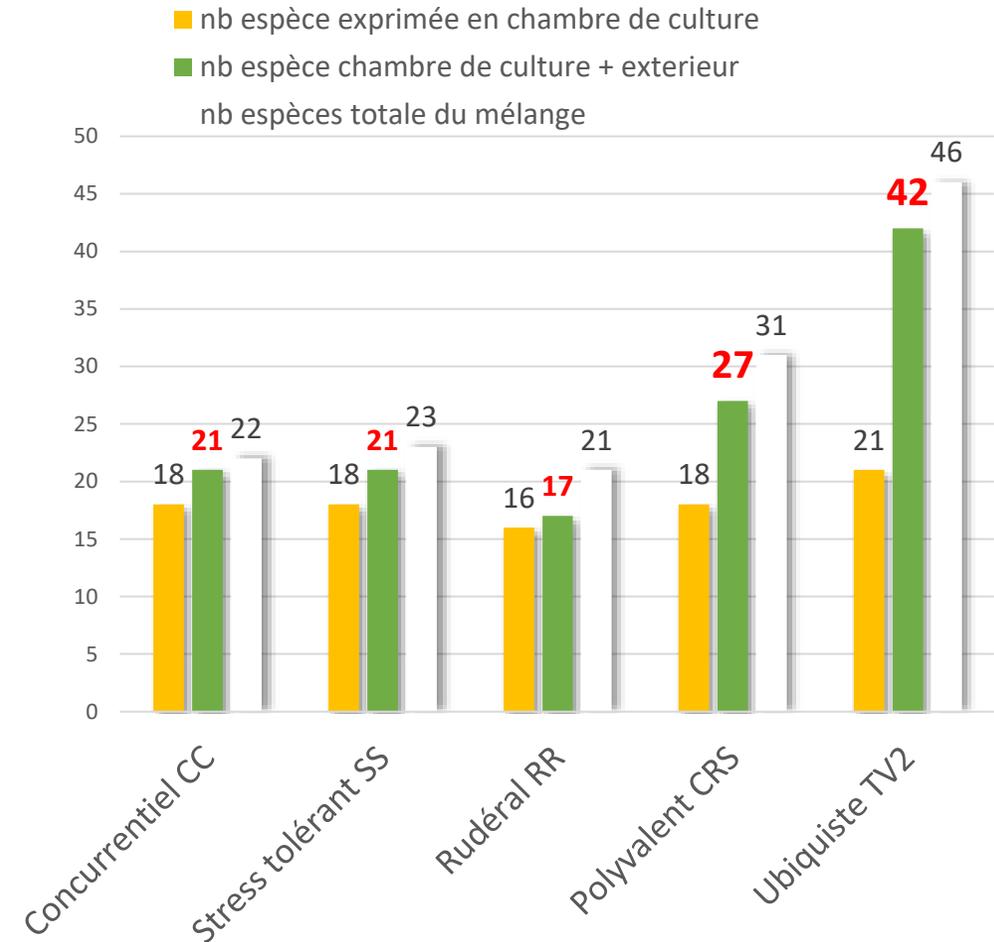
# Resultate Vergleich mit *in* und *ex situ* Versuchen

- Einige Arten in der Klimakammer nicht ausgedrückt wohl aber *in Situ* und *ex Situ*
  - Mehrere mögliche Gründe :
    - Saatfläche kleiner als Minimalfläche um allen Arten der Mischungen zu erlauben sich auszudrücken ( $3 \times 0,16\text{m}^2 = 0,48\text{m}^2$ ).
- Die polyvalente Mischung CSR und die ubiquitäre Mischung TV2 enthalten deutlich mehr Arten als die anderen.

Säulen:

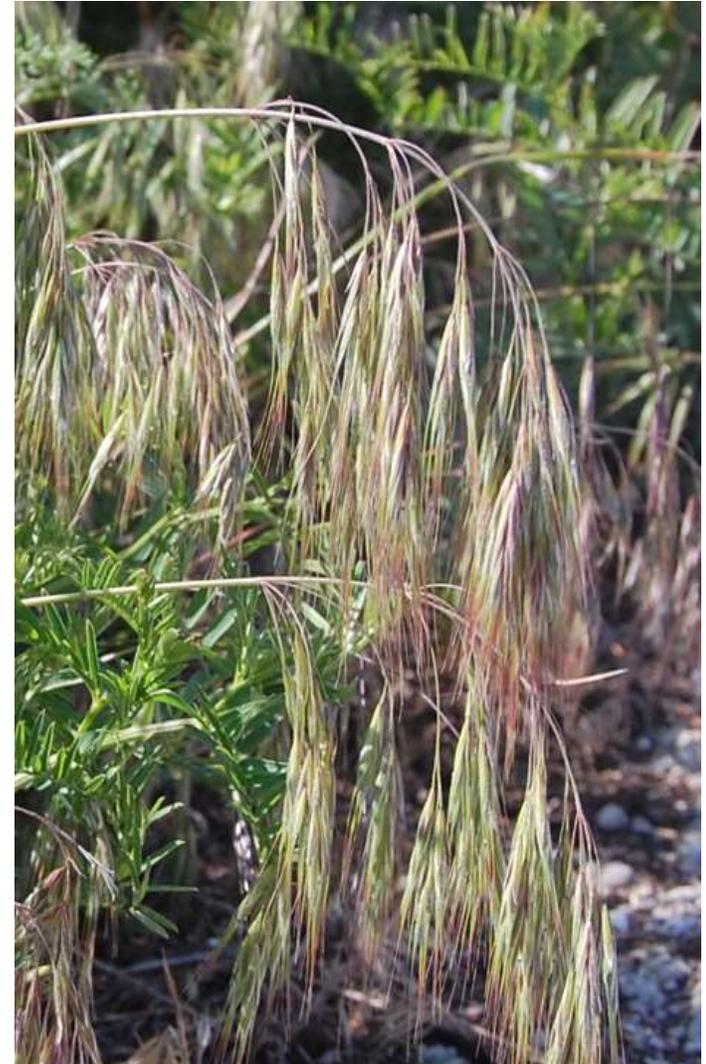
Klimakammer / Klimakammer & Freiland

## Ausdruck der Mischungen im Vergleich mit Freilandstandorten



# Resultate Vergleich mit *in* und *ex situ* Versuchen

- Einige Arten in der Klimakammer nicht ausgedrückt wohl aber *in Situ* und *ex Situ*
  - Mehrere mögliche Gründe :
    - Saatfläche kleiner als Minimalfläche um allen Arten der Mischungen zu erlauben sich auszudrücken
    - Allelopathische Effekte oder direkte Konkurrenz zwischen den Arten auf der Kleinstfläche
- *Bromus tectorum* normalerweise in allen Mischungen hat sich aber nur in der kompetitiven Mischung CC und der polyvalenten CSR ausgedrückt



*Bromus tectorum* L. photo@PatricePrunier

# Resultate Vergleich mit *in* und *ex situ* Versuchen

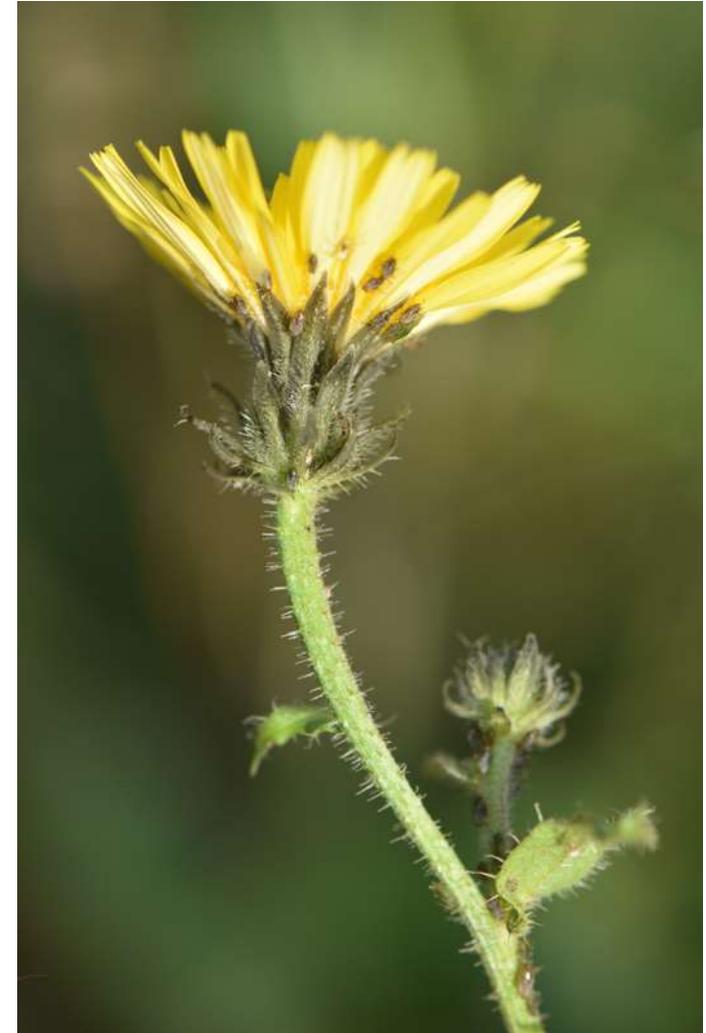
- Einige Arten in der Klimakammer nicht ausgedrückt wohl aber *in Situ* und *ex Situ*
  - Mehrere mögliche Gründe :
    - Saatfläche kleiner als Minimalfläche um allen Arten der Mischungen zu erlauben sich auszudrücken
    - Allelopathische Effekte oder direkte Konkurrenz zwischen den Arten auf der Kleinstfläche
    - Mangel äusserer Einflüsse, welche die Keimung fördern: Mikroorganismen, Bodenmikrofauna.
- *Lotus corniculatus*, *Sedum acre*. Hypothese – Vertikutierung der Samen durch die Mikrofauna?



*Lotus corniculatus* L. photo@PatricePrunier

# Résultat comparaison avec les essais *in* ou *ex situ*

- Einige Arten in der Klimakammer nicht ausgedrückt wohl aber *in Situ* und *ex Situ*
  - Mehrere mögliche Gründe :
    - Saatfläche kleiner als Minimalfläche um allen Arten der Mischungen zu erlauben sich auszudrücken
    - Allelopathische Effekte oder direkte Konkurrenz zwischen den Arten auf der Kleinstfläche
    - Mangel äusserer Einflüsse, welche die Keimung fördern: Mikroorganismen, Bodenmikrofauna.
  - Keine allogene Unterstützung durch in der Umwelt vorkommende Arten. *Picris hieracioides* anthropophil, *Galeopsis angustifolia* im Schotter
- *Picris hieracioides* kommt häufig auf gebauten und gestörten Flächen vor



*Picris hieracioides* L. photo@PatricePrunier

# Résultat comparaison avec les essais *in* ou *ex situ*

- Einige Arten in der Klimakammer nicht ausgedrückt wohl aber *in Situ* und *ex Situ*
- Mehrere mögliche Gründe :
  - Saatfläche kleiner als Minimalfläche um allen Arten der Mischungen zu erlauben sich auszudrücken
  - Allelopathische Effekte oder direkte Konkurrenz zwischen den Arten auf der Kleinstfläche
  - Mangel äusserer Einflüsse, welche die Keimung fördern: Mikroorganismen, Bodenmikrofauna.
  - Keine allogene Unterstützung durch in der Umwelt vorkommende Arten. *Picris hieracioides* anthropophil, *Galeopsis angustifolia* im Schotter
- Geringere Variabilität der Substrat-Textur als auf den *in Situ* Standorten.

→ *Galeopsis angustifolia* bevorzugt das grobe Substrat der Schotter.



*Galeopsis angustifolia* Hoffm. photo@PatricePrunier

# Anpassen der Zusammensetzung der Mischungen

Espèces absentes en chambre de culture	Nom du mélange	occurrence sites in Situ	occurrence site de Lullier
<b>Poacées</b>			
<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) P. Beauv	SS	23	30
<i>Poa compressa</i> L.	CSR	262	56
<i>Poa pratensis</i> L.	CC	7	1
<b>Fabacées</b>			
<i>Lotus corniculatus</i> L.	CSR, TV2	92	2
<b>Sedums</b>			
<i>Sedum acre</i> L.	SS, TV2	128	45
<b>Autres plantes</b>			
<i>Ajuga reptans</i> L.	CSR	1	0
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	SS	0	2
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	CSR, TV2	1	0
<i>Fragaria vesca</i> L.	CSR	3	0
<i>Galeopsis angustifolia</i> Hoffm.	RR, TV2	84	0
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. f.	RR, TV2	7	3
<i>Glechoma hederacea</i> L. subsp. <i>hederacea</i>	CC	0	0
<i>Picris hieracioides</i>	TV2	47	0
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	SS	0	0
<i>Salvia pratensis</i> L.	CSR, TV2	20	2
<i>Viola tricolor</i> L.	RR	3	12

## Insgesamt 16 Arten, die sich nicht in der Klimakammer ausgedrückt haben

Davon 7 Arten, die an Freilandstandorten vorkommen:

- *Koeleria pyramidata*
- *Galeopsis angustifolia*
- *Lotus corniculatus*
- *Picris hieracioides*
- *Poa compressa*
- *Salvia pratensis*
- *Sedum acre*

Davon 9 Arten, die an den Freilandstandorten kaum oder gar nicht vertreten sind:

- *Poa pratensis*
- *Ajuga reptans*
- *Arabis hirsuta*
- *Campanula rotundifolia*
- *Fragaria vesca*
- *Geranium pyrenaicum*
- *Glechoma hederacea* subsp. *hederacea*
- *Pimpinella saxifraga*
- *Viola tricolor*

Arten, die bei der Zusammenstellung künftiger Mischungen nicht berücksichtigt werden sollten

# Allgemeine Schlussfolgerungen

- Insgesamt kamen die Mischungen in der Klimakammer gut zum Ausdruck.
- Es kann darauf hingewiesen werden, dass die Konkurrenz Mischung eine Düngergabe benötigte, die bei einem Einsatz an den Standorten berücksichtigt werden sollte. Starter-Effekt, der die Etablierung erleichtert.
- Es gibt eine qualitative und quantitative Variabilität der Mischungen je nach den anfänglichen Temperaturbedingungen, wodurch die Anforderungen an eine Begrünung über einen langen Zeitraum des Jahres erfüllt werden können.
- Die Mischungen funktionieren potenziell noch besser unter Aussenbedingungen:
  - Mehr Raum, um sich auszudrücken
  - Mögliche Wechselwirkungen mit anderen lebenden Organismen (Mikroorganismen, Mikrofauna)
  - Eine Variabilität in der Textur des Substrats, die bestimmte Arten begünstigen kann
- Das Fehlen bestimmter Arten sowohl in der Klimakammer als auch auf den Aussenflächen zeigt uns, dass neun Arten nicht in Mischungen verwendet werden sollten: *Poa pratensis*, *Ajuga reptans*, *Arabis hirsuta*, *Campanula rotundifolia*, *Fragaria vesca*, *Geranium pyrenaicum*, *Glechoma hederacea* subsp. *hederacea*, *Pimpinella saxifraga*, *Viola tricolor*

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

# Grüner Teppich Resultate der Vegetationsaufnahmen

Julie Steffen,

Laurent Huber, Fabienne Mörch, Patrice Prunier

HEPIA

# Problematik - Fragestellung

- Wie drücken sich die ausgesäten Mischungen quantitativ und qualitativ aus, im Vergleich zu einer nicht angesäten Kontrolle?
- Wie schnell etablieren sie sich?
- Gibt es einen Einfluss der organischen Substanz des Substrats auf den Deckungsgrad?
- Welche Auswirkungen hat die Aussaat auf die Entwicklung problematischer Arten?

# Methoden und Indikatoren

- Erhebungsjahre : 2019 bis 2023
- 1 - 2 Aufnahmen pro Jahr
- Punkt-Quadrat-Methode (Daget & Poissonet 1971) – quantitative Aufnahme
  - **Deckungsgrad der Vegetation**
- Umfassende Methode - qualitative Erhebung
  - **Anteil der gesäten Arten**
  - **Anteil der spontanen Arten**
  - **Anteil der problematischen Arten**



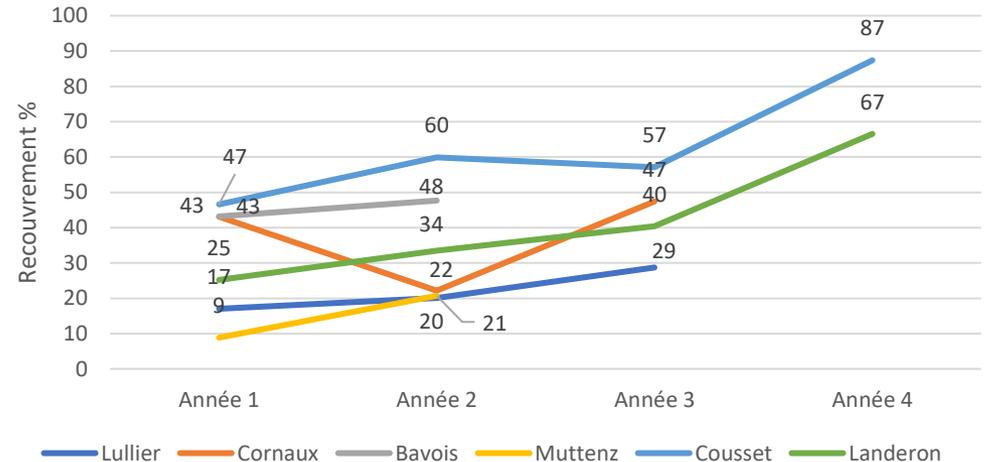
figure IV.16 - La baionnette (extrait de Daget & Poissonet, 1971)



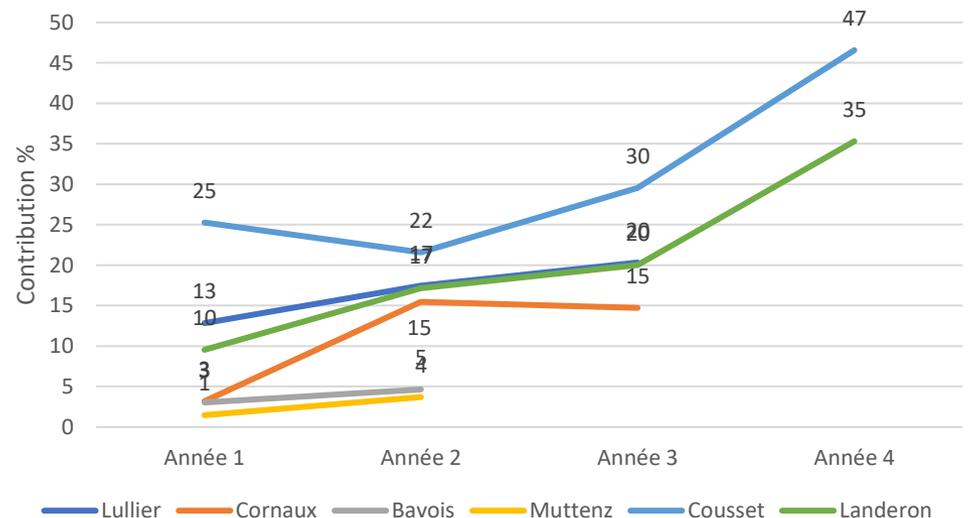
# Entwicklung der Mischungen an den Standorten (Frühlings-Situation)

- Ansteigende Gesamtdeckung im Lauf der Zeit
- Ansteigender Anteil der gesäten Arten im Lauf der Zeit
- Je nach Standort unterschiedliche Deckung
- Hohe Deckung nach 4 Jahren in Cousset (87%) und in Le Landeron (67%)
- Fluktuierend in Cornaux

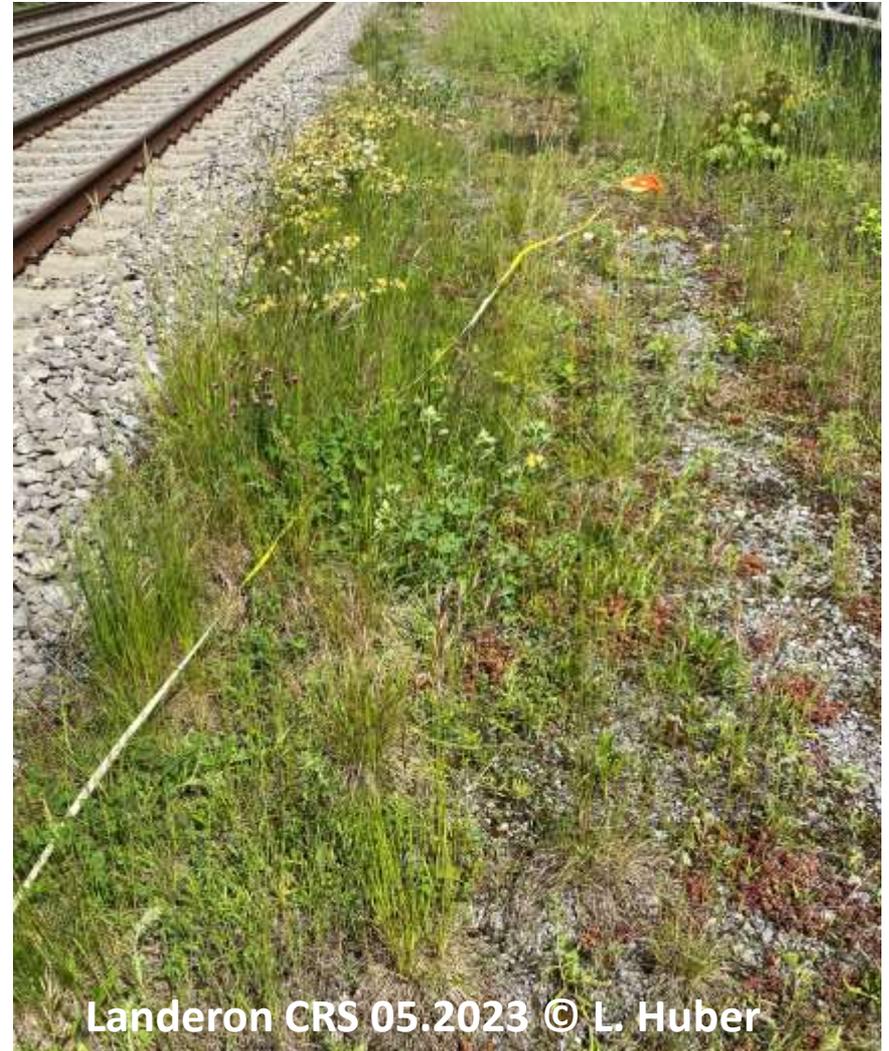
Mittlere Deckung der Gefässpflanzen



Mittlerer Anteil der gesäten Arten

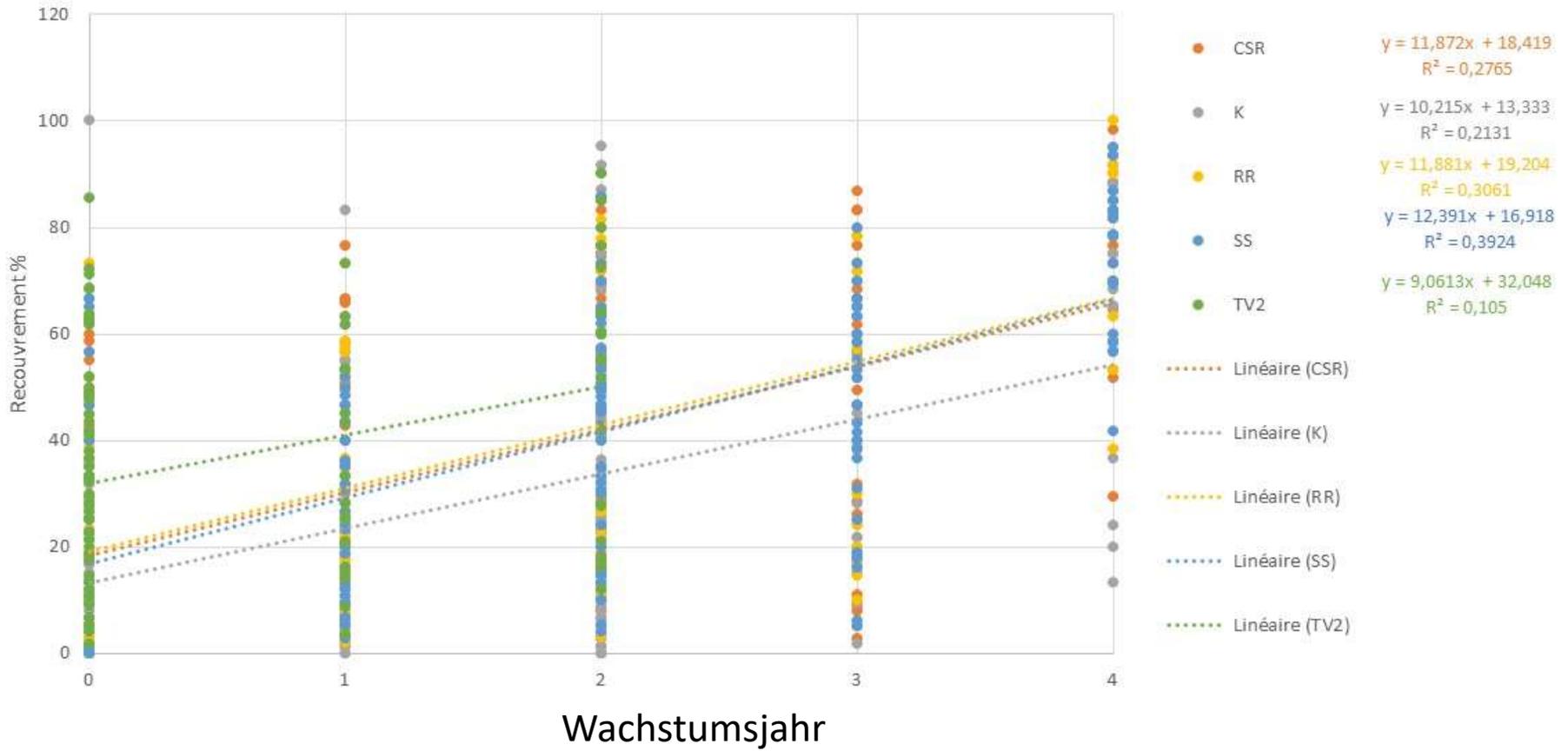


# Entwicklung der Mischungen an den Standorten (Frühlings-Situation)



# Entwicklung der Mischungen an den Standorten (Frühlings- und Herbst-Situation)

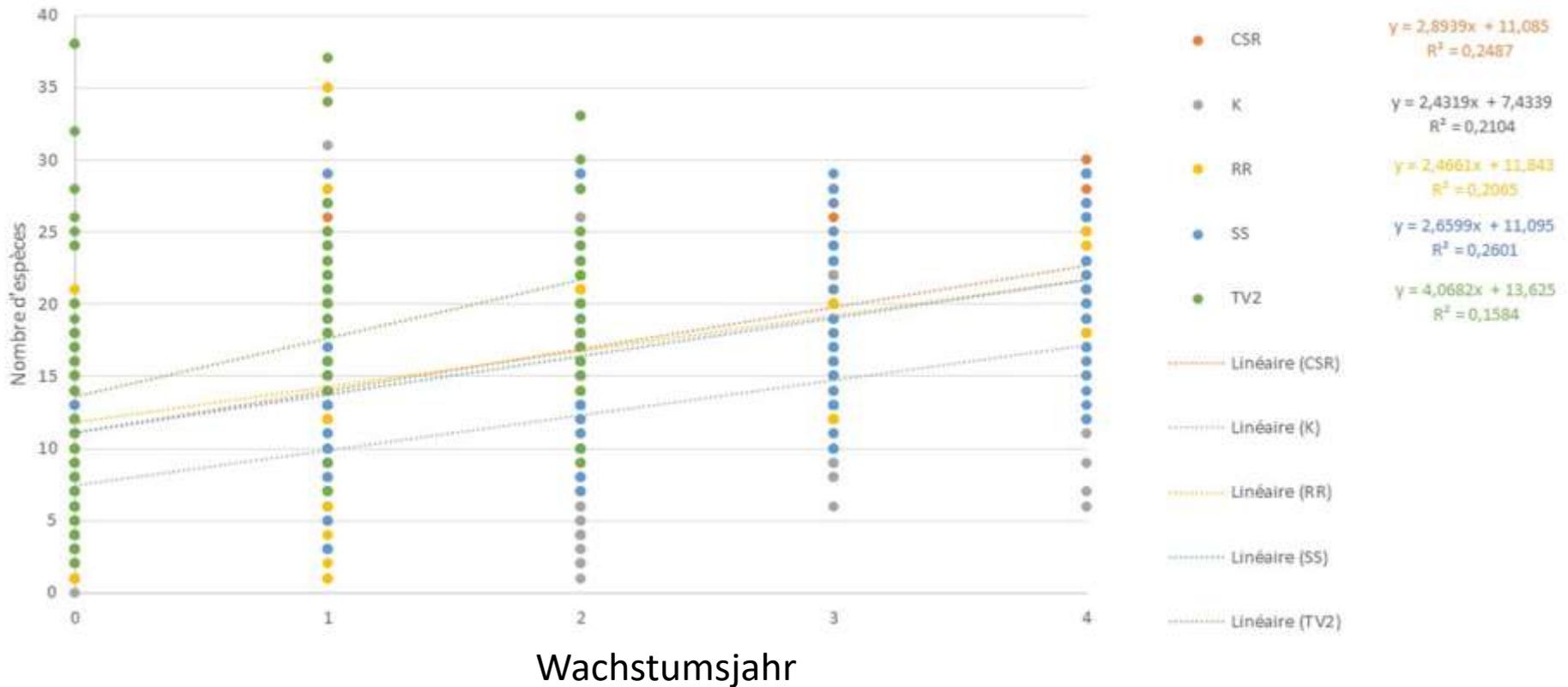
Entwicklung der Deckung der Gefässpflanzen, alle Standorte gepoolt.



- **Rangfolge der Deckungs-Werte** (Deckung %, Jahr 2) : TV2 (~50%), RR/CSR/SS (~43%), K (~35%)
- **Rangfolge gemäss Model ( $R^2$ )** : SS (0,39), RR (0,31), CSR (0,28), K (0,21), TV2 (0,11)

# Entwicklung des Artenreichtums pro Mischung an den Standorten (Frühlings- und Herbst-Situation)

Entwicklung des Artenreichtums der Gefässpflanzen, alle Standorte gepoolt.

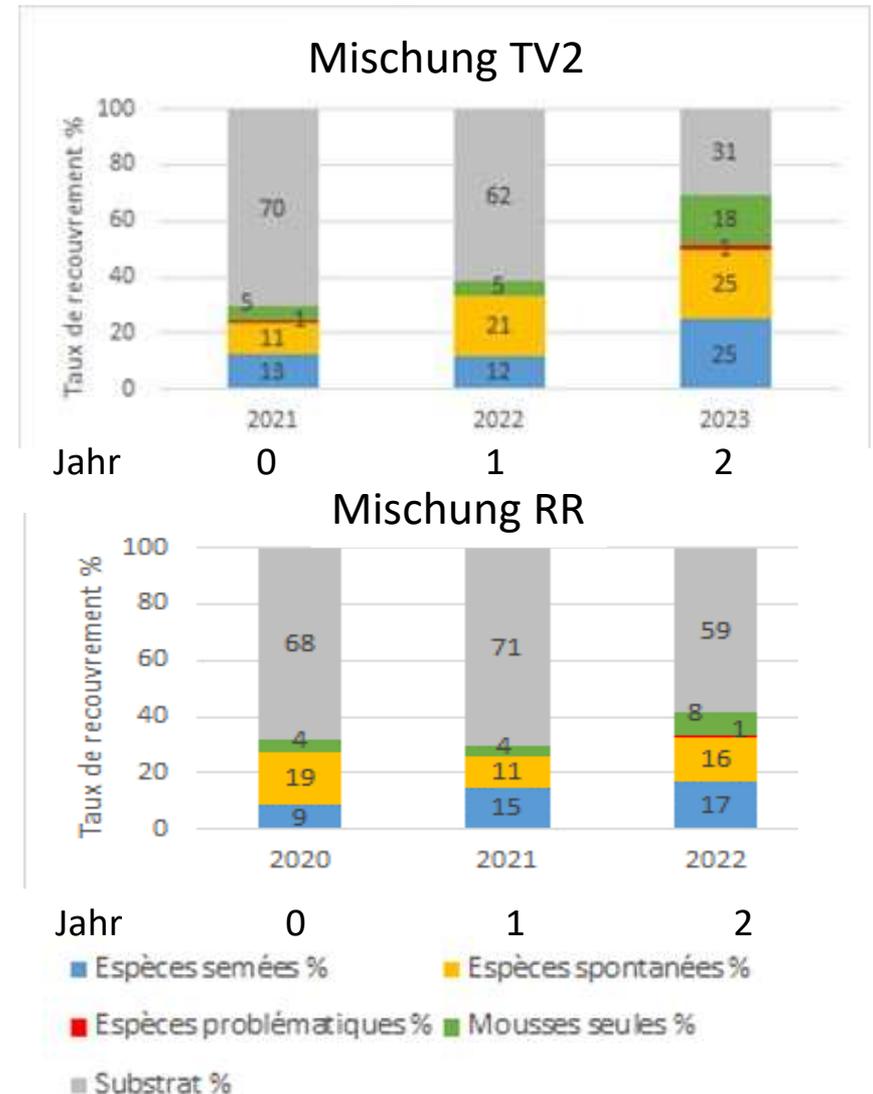


- **Rangfolge der Artenreichtums-Werte** (Anz. Arten, Jahr 2) : TV2 (~22), RR/CSR/SS (~17), K (~12,5)
- **Rangfolge gemäss Model (R<sup>2</sup>)** : SS (0,26), CSR (0,25), RR/K (0,21), TV2 (0,16)

# Erfolg der Mischung TV2 gepoolt alle Standorte

- Anteil gesäter Arten und Deckungsgrad höher beim TV2 zur selben Zeit an allen Standorten (*Kruskal-Wallis  $p > 0.05$* )
- 2023 zeigt sich diese Tendenz: Auf TV2 folgen: **RR > SS/CSR** (*Kruskal-Wallis  $p > 0.05$* )
- Jedes Jahr signifikante Unterschiede zwischen den gesäten Plots und den nicht angesäten Kontrollen. (Bsp. Jahr 4, *Kruskal-Wallis  $P \leq 0.001$* )

## Beispiel Le Landeron

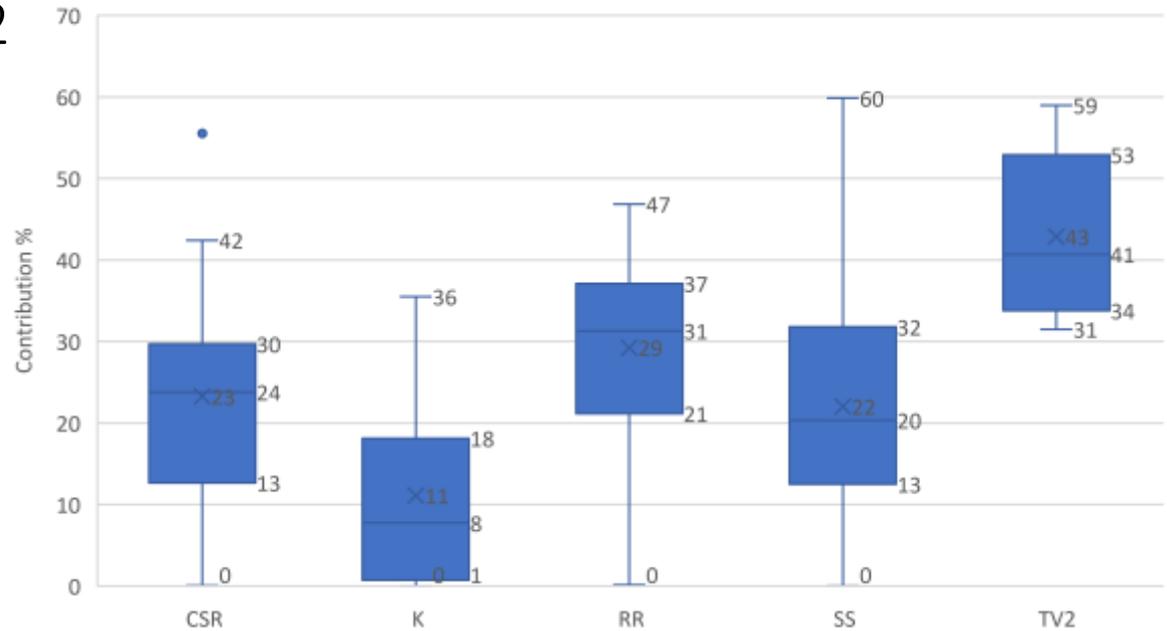


# Erfolg der Mischung TV2

## Bsp: Cousset

- Gesäte Arten: signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren (*Kruskal-Wallis*  $p = 0$ ).
  - K versus RR und TV2
  - TV2 versus CSR, K und SS

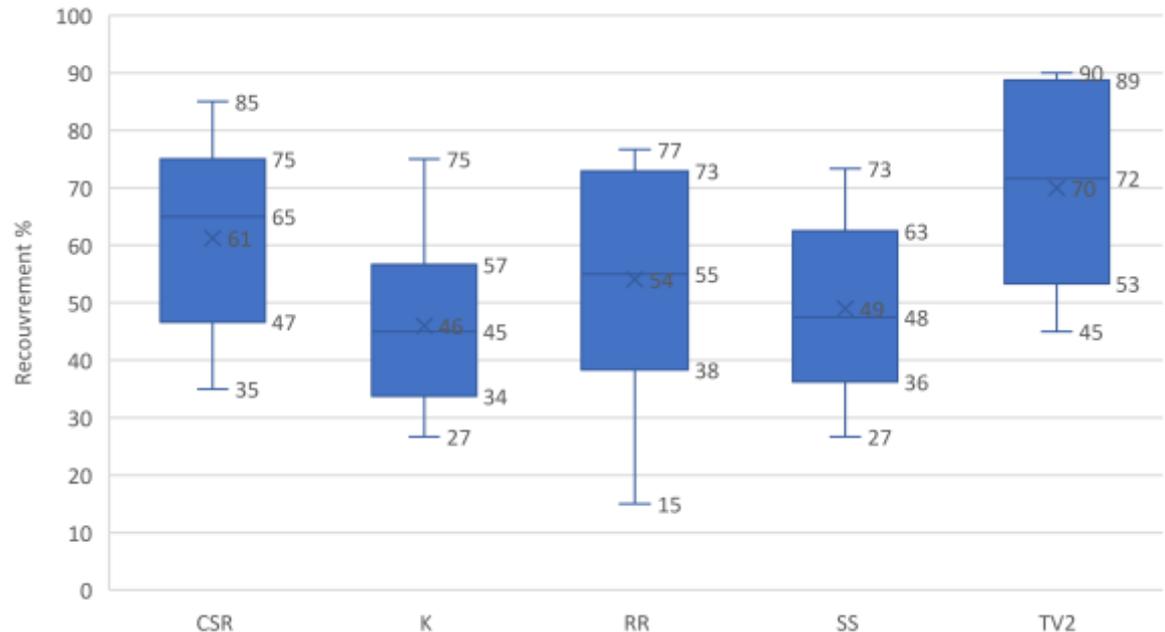
Cousset Jahre 1 und 2 (Frühjahr): Anteil gesäter Arten



- Deckung: signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren (*Kruskal-Wallis*  $p = 0,007$ )

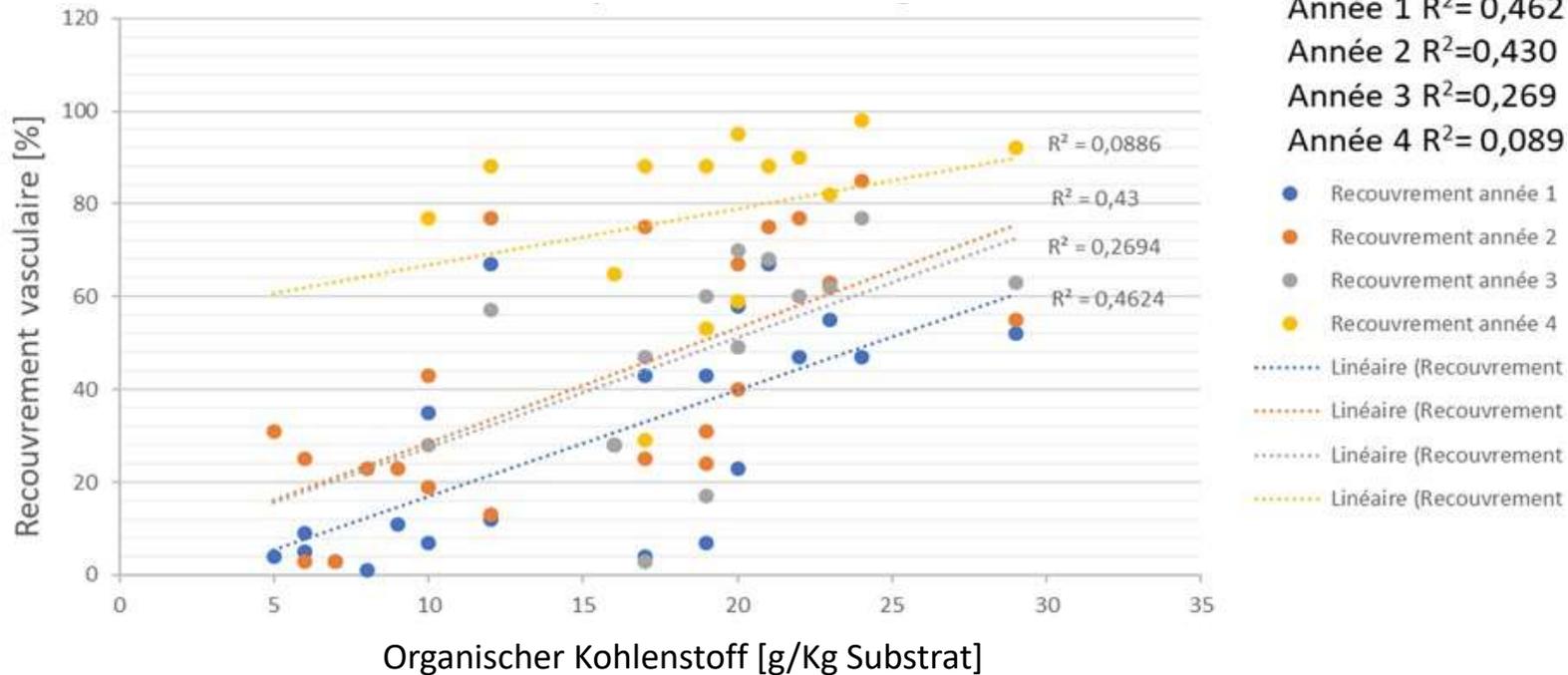
- K versus CSR und TV2
- TV2 versus K und SS

Cousset Jahre 1 und 2 (Frühjahr): Gesamtdeckung Gefässpflanzen



# Einfluss des Substrates auf die Mischungen

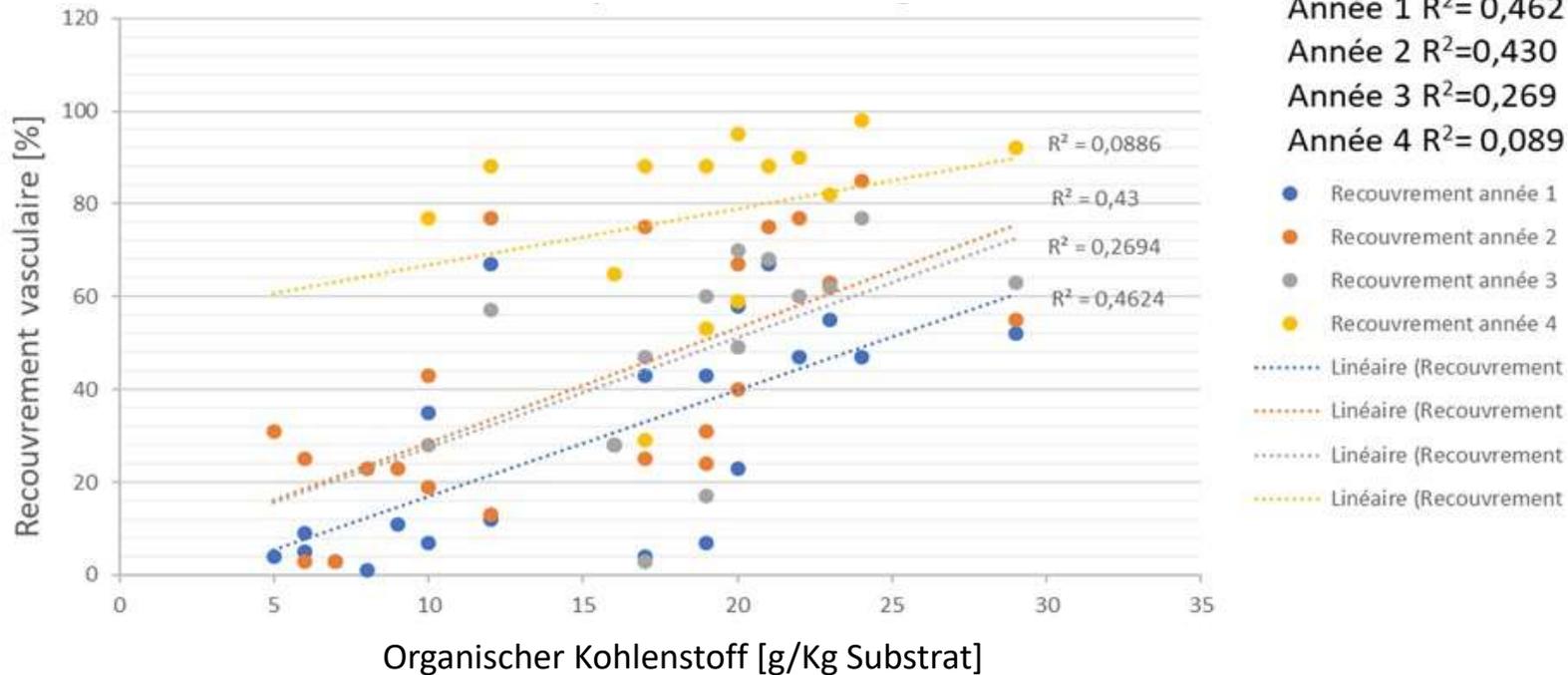
Organischer Kohlenstoff und Deckung der Gefässpflanzen (Mischung CSR)



- Positive Korrelation zwischen dem Gehalt an organischem Kohlenstoff des Substrates und der Deckung
- Achtung: im Jahr 4 nur in Le Landeron und Cousset (Substrat mit hohem  $C_{org}$ -Gehalt)

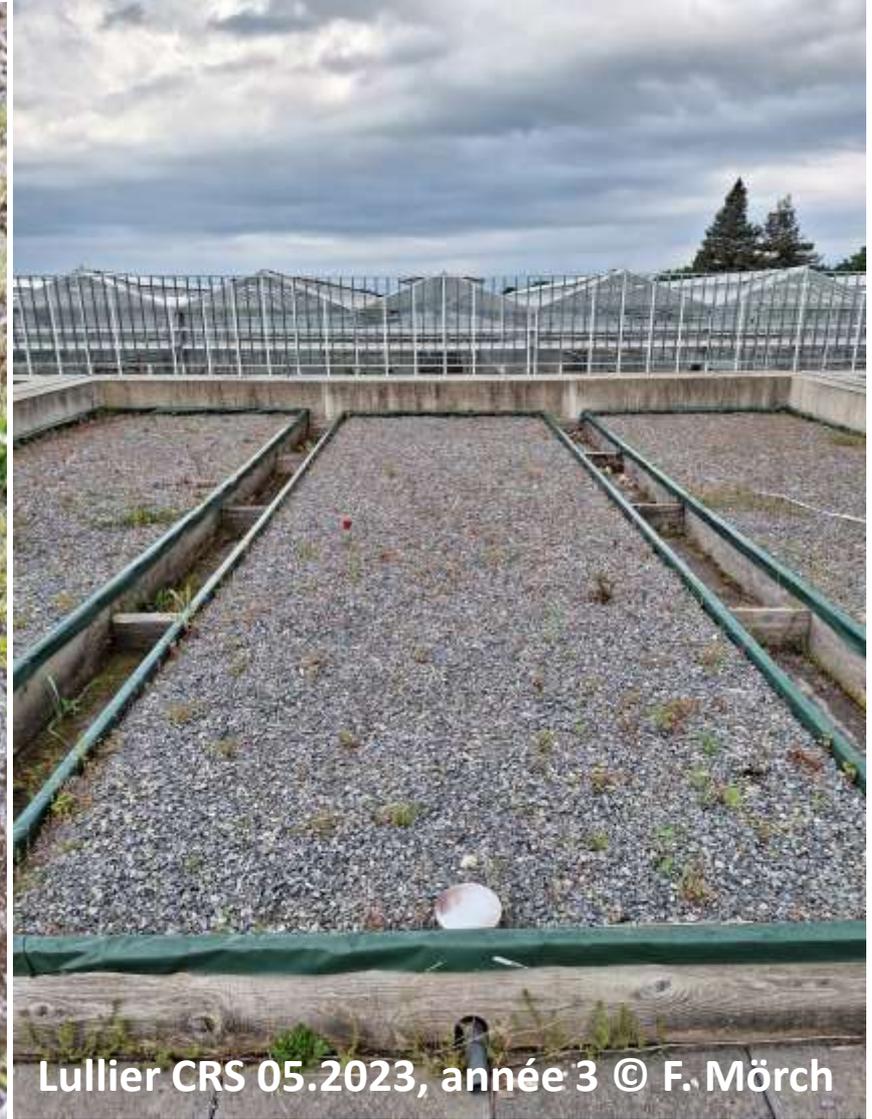
# Einfluss des Substrates auf die Mischungen

Organischer Kohlenstoff und Deckung der Gefässpflanzen (Mischung CSR)



- Positive Korrelation zwischen dem Gehalt an organischem Kohlenstoff des Substrates und der Deckung
- Achtung: im Jahr 4 nur in Le Landeron und Cousset (Substrat mit hohem  $C_{org}$ -Gehalt)

# Einfluss des Substrates auf die Mischungen



# Problematische und invasive Arten



Etwa 60  
problematische Arten



*Lactuca serriola* (**Anteil an problematischen Arten** 26% in situ und 46% in Lullier)

*Oenothera biennis* (6% in situ)



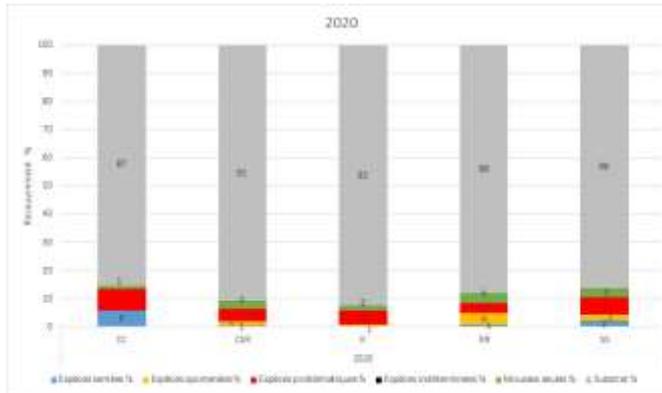
3 invasive Neophyten



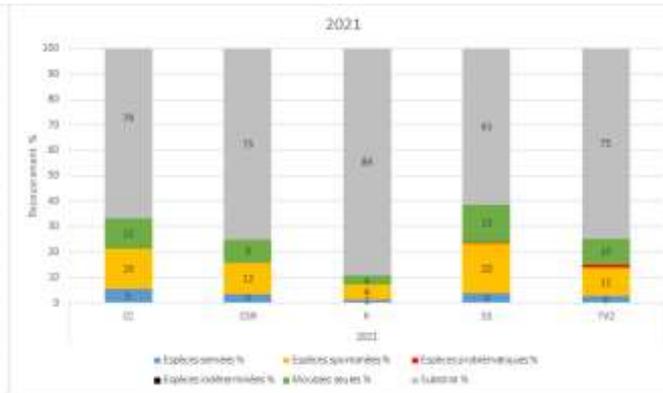
*Erigeron annuus* (2% in situ, 32% Lullier)

*Rubus armeniacus* (2% in situ)

# Abnahme problematischer Arten zugunsten spontaner Arten und der Moose

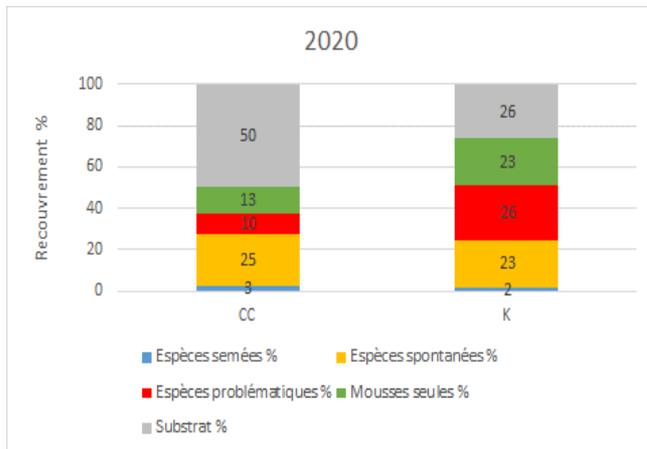


Muttenz 2020

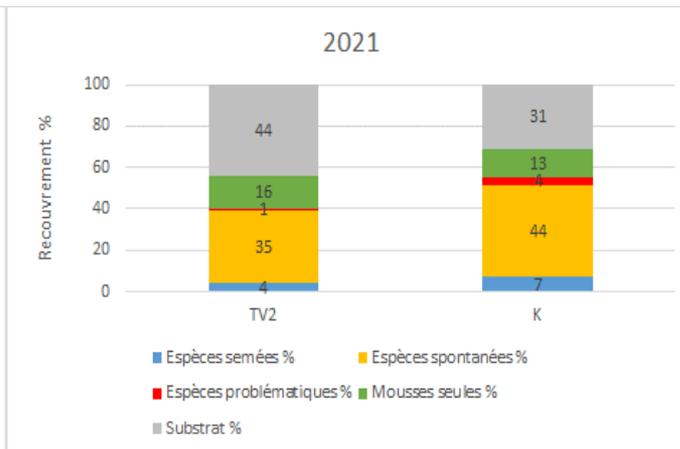


Muttenz 2021

- An den Standorten Le Landeron, Cousset, Cornaux et Lullier: fast keine problematischen Arten



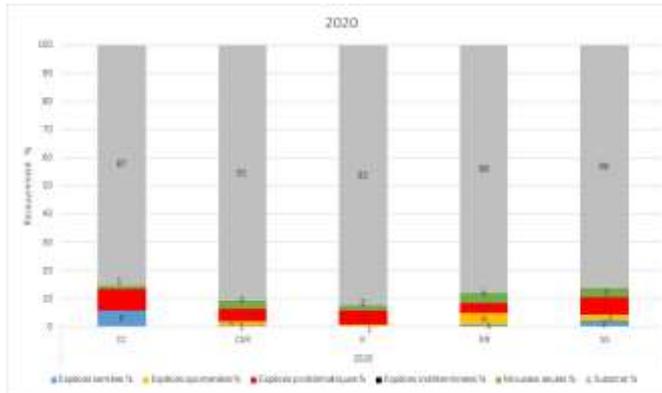
Bavois 2020



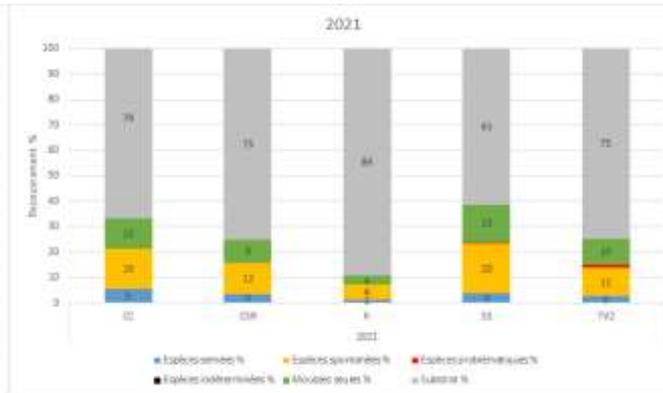
Bavois 2021

- Einfluss der Umgebung: Böschungsnähe

# Abnahme problematischer Arten zugunsten spontaner Arten und der Moose

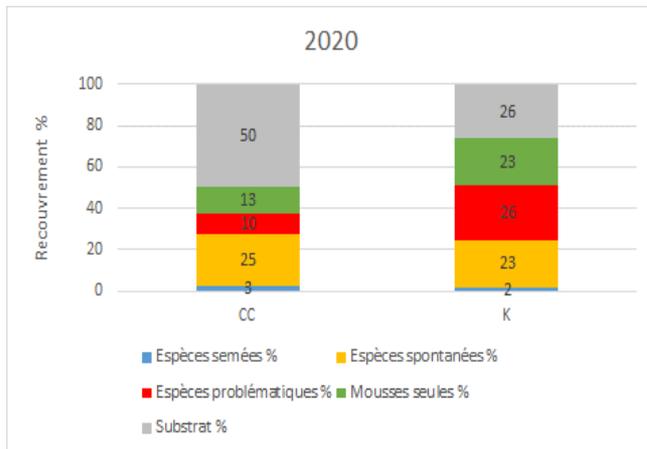


Muttenz 2020

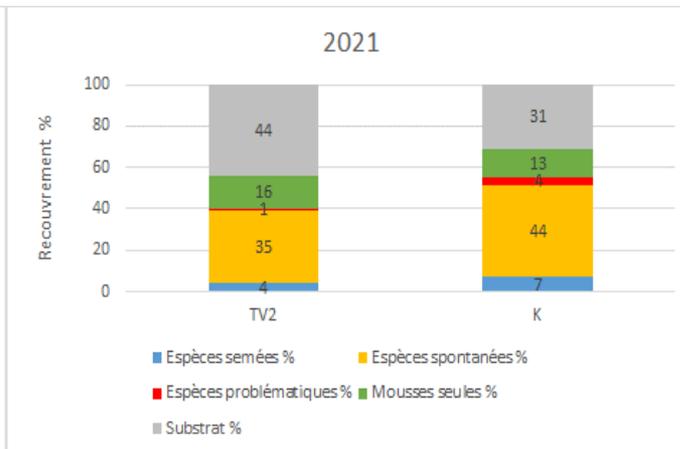


Muttenz 2021

- An den Standorten Le Landeron, Cousset, Cornaux et Lullier: fast keine problematischen Arten



Bavois 2020



Bavois 2021

- Einfluss der Umgebung: Böschungsnähe

# Abnahme problematischer Arten zugunsten spontaner Arten und der Moose



Bavois 2020



Bavois 2021

# Synthese & Schlussfolgerung

- 1. Signifikanter Unterschied der Gesamtdeckung aller Mischungen und des Anteils an gesäten Arten versus der ungesäten Kontrollen**
- 2. Homogene Entwicklung der Mischungen auf einem sehr mageren Substrat**
  - 2a. Quantitativ : Steigerung der Deckung + 15-20 % /Jahr (günstige Situation)
  - 2b. Qualitativ : Wichtig, Mischungen zu variieren (keine ideale Einzelmischung)
  - 2c. Erfolg der ubiquitären Mischung TV2 (rasche Ansiedlung)
- 3. Der Ausdruck der Mischungen hängt sehr von äusseren Faktoren ab**
  - 3a. Begünstigende Faktoren: höherer  $C_{org}$ -Gehalt (Starter-Effekt) und Ansaat im Herbst
- 4. Wirkung der Mischungen auf problematische Arten nicht bewertbar**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,  
Bildung und Forschung WBF

Agroscope



# «Tapis vert / Grüner Teppich»

## Conclusions / Schlussfolgerungen

Patrice Prunier, Serge Buholzer



# Les questions clés concernant l'établissement d'un tapis vert en bordure de voie

## 1. Le semis favorise l'implantation d'un tapis végétal ?

- Oui, globalement le semis permet d'obtenir à court terme
  - un recouvrement plus élevé ( $R_{moy} = 45-50\%$  vs  $35\%$  sur placettes suivies à  $n+2$ )
- une biodiversité plus élevée ( $n_{moy} : 17-22$  vs  $12,5$  espèces sur placettes suivies)

# Schlüsselfragen zur Anlage eines grünen Teppichs im Gleisbereich

## 1. Fördert die Ansaat die Bildung eines Pflanzenteppichs?

- Ja, insgesamt ermöglicht die Ansaat kurzfristig
  - Eine höhere Deckung ( $R_{moy} = 45-50\%$  vs  $35\%$  auf Testflächen bei  $n+2$ )
- Eine höhere Biodiversität ( $n_{moy} : 17-22$  vs  $12,5$  Arten auf Testflächen)



# Les questions clé

## 2. Quel est le facteur écologique déterminant?

- La teneur en nutriments (matière organique) du substrat est un facteur d'implantation décisif
  - Sur substrat ancien «riche»  
-> pas d'additif nécessaire
  - Sur substrat jeune  
-> ajouter un complément le cas échéant

# Schlüsselfragen

## 2. Was ist der entscheidende ökologische Faktor?

Der Nährstoffgehalt (organische Substanz) des Substrats ist ein entscheidender Standortfaktor

- auf altem, «reichen», Substrat  
-> kein Zusatz nötig
- auf jungem Substrat  
-> wenn nötig, einen Zusatz verwenden

# Les questions clé

## 3. Quel est le mélange le plus adapté ?

- Le mélange TV2 issu d'une démarche croisée sélective / empirique est le plus rapide à l'implantation et diversifié (selon tests statistiques)
- Les autres mélanges présentent un intérêt pour diversifier les cortèges (cf. visite Cousset)
  - Le choix d'un mélange nécessite une analyse du contexte (région biogéographique, période de semis, teneur en matière organique du substrat...) & des objectifs

# Schlüsselfragen

## 3. Die bestangepasste Mischung?

- Die Mischung TV2 aus einem selektiven / empirischen Crossover-Ansatz ist die am schnellsten aufkommende und vielfältigste Mischung (laut statistischen Tests).
- Andere Mischungen sind von Interesse, um die Gemeinschaften zu diversifizieren (cf. Besuch Cousset)
  - Die Auswahl einer Mischung erfordert eine Analyse des Kontextes (biogeographische Region, Aussaatzeit, Gehalt an organischen Stoffen im Substrat ...) & der Ziele

# Les questions clé

## 4. Quelles sont les espèces les plus adaptées pour les semis ?

- 80 espèces sur ~ 3000 indigènes présentes en Suisse
  - Les espèces semées clé à fréquences les plus élevées



*Sanguisorba minor*



*Sedum album*



*Daucus carota*



*Bromus erectus*



*Poa compressa*



*Medicago lupulina*

- Les espèces colonisant spontanément



*Arenaria serpyllifolia*



*Geranium purpureum*



*Conyza canadensis*



*Erophila verna*



*Setaria viridis*



*Lactuca serriola*

# Schlüsselfragen

## 4. Welche Arten eignen sich am besten für die Aussaat?

- 80 von ~ 3000 indigenen Arten der Schweiz

Die gesäten Schlüsselarten mit der höchsten Frequenz

Spontan besiedelnde Arten



# Les questions clé // Schlüsselfragen

## 5. Cinq ans : est-ce beaucoup ?

- 5 ans est une durée standard de recolonisation par la végétation sur substrat brut
  - Pour les carrières
  - Pour les pistes de ski

## 6. Au final...

- La reconstitution d'une communauté végétale en bordure de voie ferrée :
  - Une nécessité ?
  - Une question de choix ?

## 5. Fünf Jahre: ist das viel?

- Fünf Jahre sind eine Standard-Zeit zur Wiederbesiedlung roher Substrate
  - In Steinbrüchen
  - Auf Skipisten

## 6. Schliesslich...

- Die Wiederherstellung einer Pflanzengemeinschaft am Rande von Bahngleisen :
  - Eine Notwendigkeit?
  - Eine Frage der Wahl ?

# Constatactions générales

- L'objectif de végétaliser un substrat hostile à la végétation en peu de temps est un grand défi, pour ne pas dire une contradiction.
- La durée de 5 ans est courte
  - Toutes les graines ne germent pas au premier printemps
  - Durée de développement légèrement supérieure à 3-5 ans pour les espèces formant une communauté
  - Les perturbations et les adaptations du mélange ont encore raccourci la durée de l'essai.
  - Il est difficile de bien estimer le potentiel d'immigration des espèces non-ciblées après 5 ans.

# Allgemeine Feststellungen

- Das Ziel, ein vegetationsfeindliches Substrat in kurzer Zeit zu begrünen ist eine grosse Herausforderung um nicht zu sagen ein Widerspruch.
- 5 Jahre Laufzeit sehr knapp
  - Nicht alle Samen keimen im ersten Frühjahr
  - Entwicklungsdauer für bestandesbildende Arten etwas länger als 3-5 Jahre
  - Störungen und Anpassungen der Mischung haben die Versuchszeit zusätzlich verkürzt
  - Es ist schwierig, das Einwanderungspotential von Nicht-Zielarten nach 5 Jahren gut abzuschätzen.

# Etablir un tapis vert

- Quelles sont les zones de voies ferrées qui conviennent ?
  - Les zones entre les voies et les banquettes larges de plus de 60 cm fonctionnent bien.
  - Les banquettes étroites < 60 cm, comme à Bavois, conviennent moins bien.
  - Les zones très fréquentées conviennent moins bien (piétinement)
- La sécurité est garantie.
- La biodiversité est nettement favorisée
- L'entretien est aussi important que pour les surfaces sans végétation.
- Les tapis de sedum ne peuvent pas être recommandés.
  - piétinement, soins au démarrage (arrosage, fertilisation)

# Einen grünen Teppich anlegen

- Welche Gleisbereiche eignen sich?
  - Zwischengleisbereiche und breite Bankette von mehr als 60 cm funktioniert gut
  - Schmale Bankette < 60 cm wie in Bavois eignen sich eher weniger
  - Stark begangene Bereiche eignen sich weniger gut
- Sicherheit ist gewährleistet.
- Biodiversität wird deutlich gefördert
- Pflegeaufwand ist kaum kleiner als bei Vegetationsfreien Flächen
- Sedum-Matten können nicht empfohlen werden
  - Tritt, Aufwand in Startphase (Wässern, Düngen)



# Mot de clôture

# Schlusswort



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
Agroscope

h e p i a  
Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



Otto  
Hauenstein  
Samen



SAMEN | SEMENCES



DANKE  
MERCİ

«Grüner Teppich – gezielte Begrünung von Banketten und Randbereichen»

«Tapis vert – végétalisation ciblée des pistes de voies ferrées»

25.03.2024, Agroscope Liebefeld

Abschlussmeeting / Réunion de clôture



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**  
**Merci de votre attention**

**Serge Buholzer / Patrice Prunier**

**Agroscope** gutes Essen, gesunde Umwelt  
[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

# Mot de clôture

Tout à la fin, j'aimerais faire l'éloge du projet.

J'ai longtemps été sceptique. Aujourd'hui, je vois une réelle opportunité de végétaliser les inter-voies, par exemple à Cousset ou à Cornaux. Et il serait très intéressant de concevoir une nouvelle installation avec un "tapis vert".

Les remerciements : La bonne collaboration avec les partenaires

CFF  
HEPIA  
SNCF  
UFA  
OH  
Info Flora

Chez nous, une courbe d'apprentissage abrupte en matière d'infrastructure ferroviaire et de sécurité

# Schlusswort

Ich würde gerne ganz am Schluss noch das Projekt loben

Ich war lange skeptisch. Heute sehe ich eine reelle Chance in Teilflächen Zwischengleisbereiche zu begrünen etwa in Cousset oder Cornaux. Und es wäre sehr interessant eine Neuanlage mit einem «grünen Teppich» zu konzipieren.

Danksagung:

Die gute Zusammenarbeit mit den Partnern  
SBB  
HEPIA  
SNCF  
UFA  
OH  
Info Flora

Bei uns eine steile Lernkurve bezüglich Bahninfrastruktur und Sicherheit



**SBB CFF FFS**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

**OHS** Otto  
Hauenstein  
Samen

**UFA**   
SAMEN | SEMENCES

  
info flora

**SNCF**

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

«Grüner Teppich – gezielte Begrünung von Banketten und Randbereichen»

«Tapis vert – végétalisation ciblée des pistes de voies ferrées»

25.03.2024, Agroscope Liebefeld

Abschlussmeeting / Réunion de clôture