



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Pilotprogramm "Anpassung an den Klimawandel"

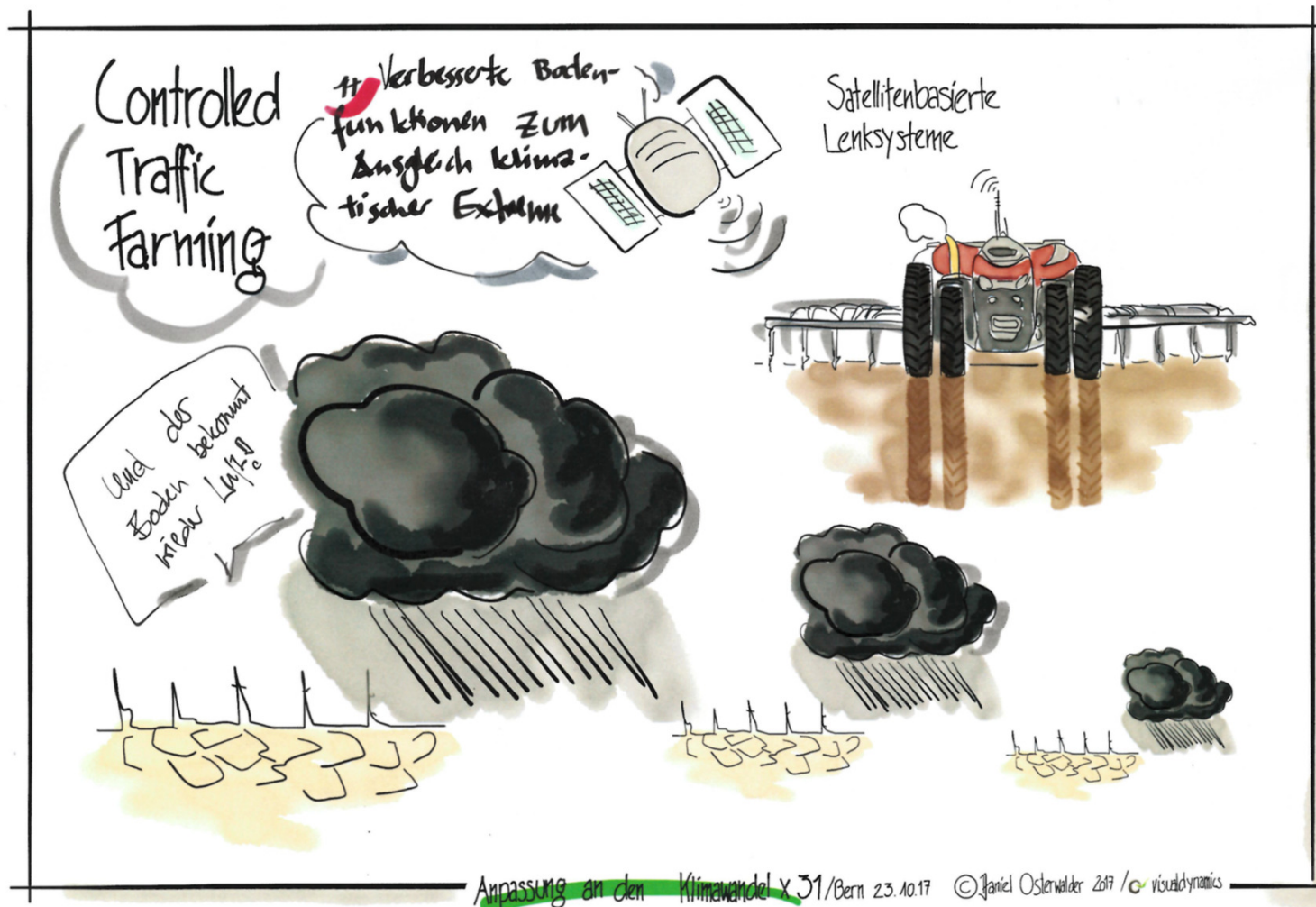
**Verbesserte
Bodenfunktionen
zum Ausgleich
klimatischer
Extreme**



Abschlussworkshop | 26.02.2018 | Zürich-Reckenholz

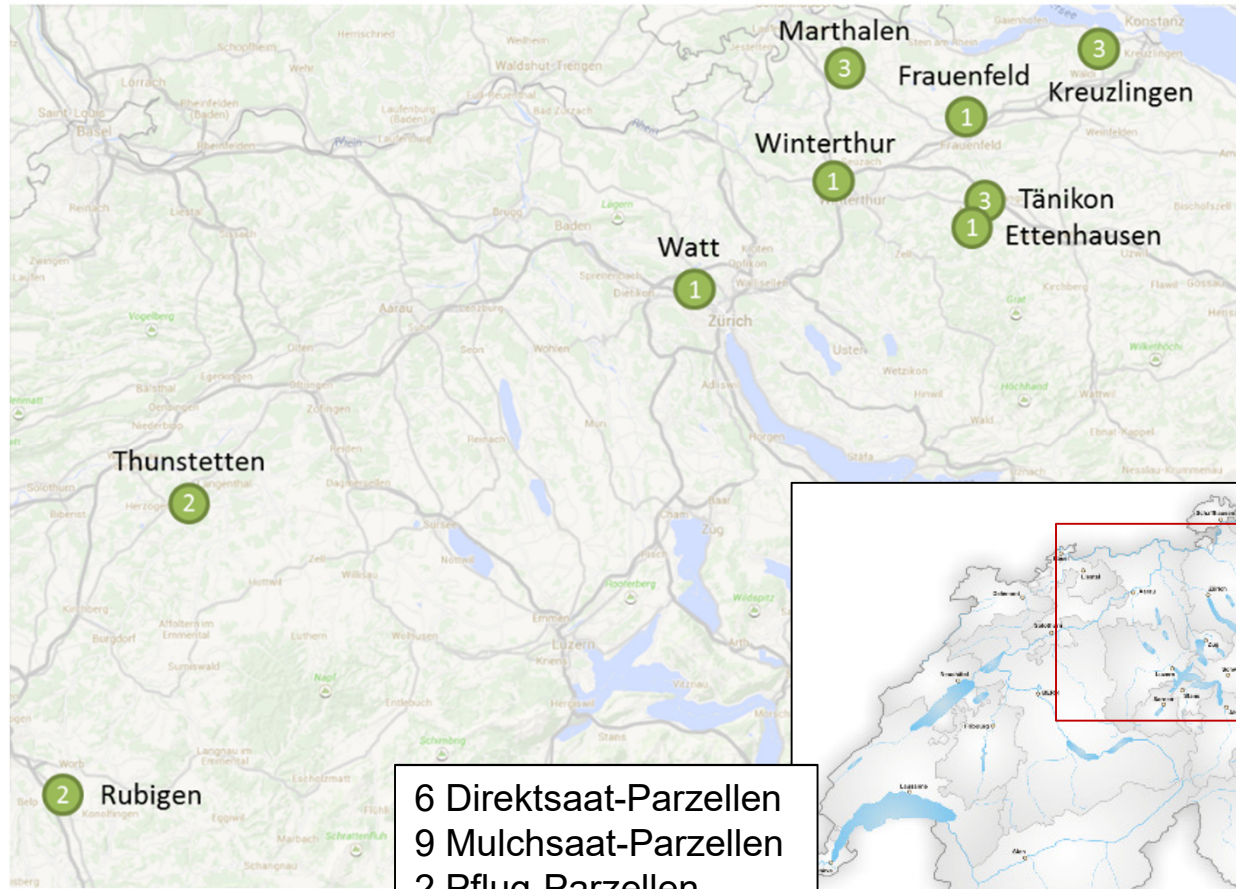


Projektrahmen und Ziele



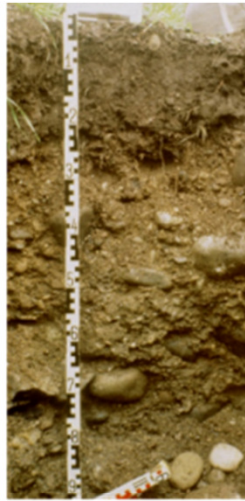


Untersuchungsflächen

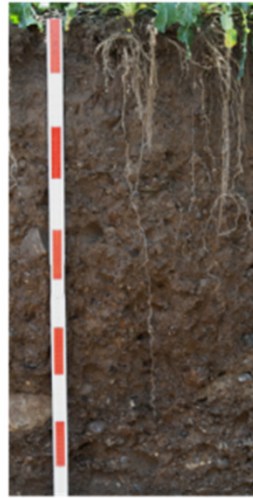




Bodeneigenschaften



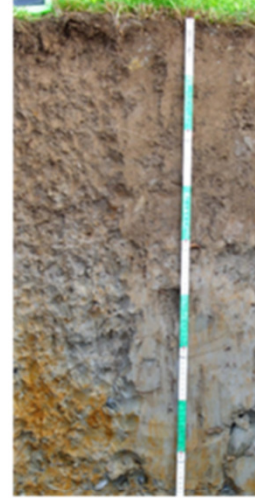
Tänikon/Halde



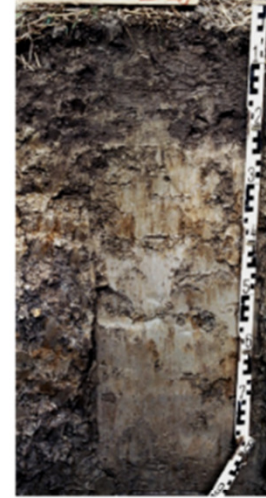
Rubigen/Sonn-matt



Marthalen Winterthur



Frauenfeld Ettenhausen



Watt

Tänikon/Grund
Kreuzlingen

Thunstetten
Rubigen/Moosacker

Humusgehalt
→

| | | |
|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| durchlässig, steinig, flachgründig | z.T. schwach stauend mässig tiefgründig bis tiefgründig | stau-/grundnass mässig tiefgründig |
| sandiger Lehm bis Lehm | | Lehm |

zunehmende Verdichtungsempfindlichkeit →



Humusbilanzen

ÖLN-Analyse Bodenhorizont 0-20 cm

| | | 2.4 % | 3.9 % | 3.4 % | 3.0 % | 2.2 % | 2.8 % | 6.0 % |
|--|---|---------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------|-------|
| | Tänikon Grund | Tänikon Halde | Ettenhausen Bettle | Frauenfeld Römerhof | Kreuzlingen Rülle | Winterthur Breiteli | Watt Seeholz | |
| Humusverlust | | -1151 | -1204 | -1264 | -357 | -978 | -1306 | |
| Humusneubildung oblig. Rückstände H'Kulturen | auf Grund unterschiedl. Teilflächendüngung keine Bilanzierung möglich | 558 | 394 | 600 | 441 | 488 | 425 | |
| Humusneubildung Zwischenkulturen | | 147 | 88 | 118 | 33 | 123 | 233 | |
| Humusneubildung org. Düngung | | 1628 | 4366 | 355 | 420 | 2214 | 1213 | |
| Humusneubildung Rückstände Oberfläche | | 116 | 241 | 183 | 0 | 0 | 0 | |
| Betrieb Humusbilanz | | 1298 | 3885 | -7 | 537 | 1847 | 565 | |

ÖLN-Analyse Bodenhorizont 0-20 cm

| | 1.9 % | 1.9 % | 2.1 % | 3.4 % | 3.9 % | 3.7 % | 3.6 % |
|--|------------------------|------------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| | Marthalen Bächiboden 1 | Marthalen Bächiboden 2 | Marthalen Sandbuck | Rubigen Sonnmatt | Rubigen Moosacker | Thunstetten Moos | Thunstetten Hinter Lüthis |
| Humusverlust | -1098 | -207 | -1116 | -925 | -1194 | -998 | -972 |
| Humusneubildung oblig. Rückstände H'Kulturen | 500 | 570 | 540 | 511 | 511 | 570 | 790 |
| Humusneubildung Zwischenkulturen | 160 | 160 | 116 | 43 | 56 | 80 | 80 |
| Humusneubildung org. Düngung | 537 | 571 | 398 | 1697 | 871 | 1311 | 216 |
| Humusneubildung Rückstände Oberfläche | 0 | 0 | 0 | 61 | 61 | 0 | 110 |
| Betrieb Humusbilanz | 99 | 94 | -62 | 1388 | 305 | 963 | 224 |

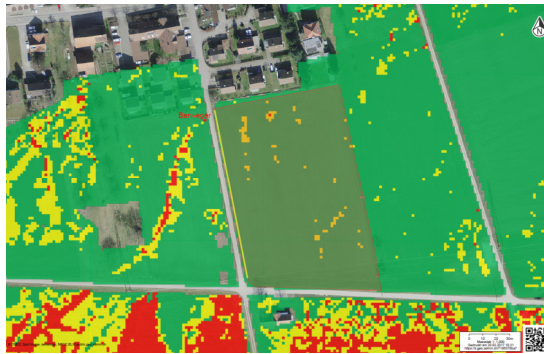
humusbilanz.ch



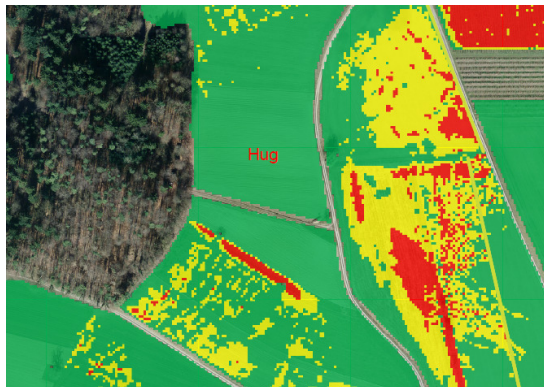
Erosionsrisiko

Potentiellies Erosionsrisiko
(nach ERK2):

keine Gefährdung



teilweise hohe Gefährdung



Anbausystem und
Fruchtfolge 2012-2016:

- Mulchsaat, Streifenfrässsaat* bei Mais
- WG=SM*-SM*-WW-WRA-WG

→ **sehr gute Bodenbedeckung**

- Direktsaat
- WW=SOB-WW=SO-WW=ZR
- SOB=SO-WW=ZR-WW=SOB
- WW=ZR-WW=SOB-WW=SM

→ **sehr gute Bodenbedeckung**
(Direktsaat und Gründüngung,
aber alle 2 Jahre Kulturen mit
hohem Erosionsrisiko!)

Gesamteinschätzung
Erosionsrisiko:

→ **gering**

→ **gering bis mässig**

CTF-light: feste Spuren für schwere Fahrzeuge

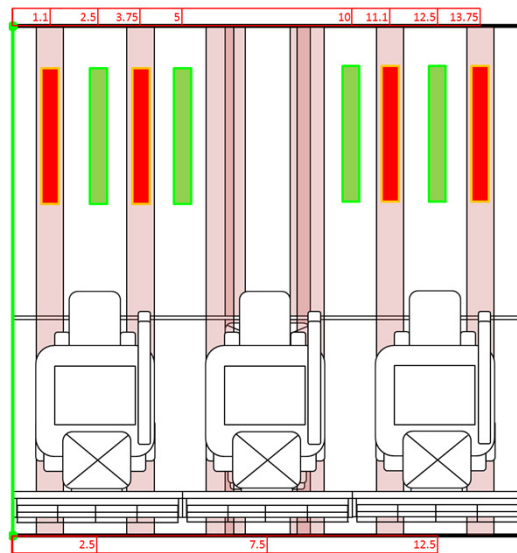
www.terranimoch

| Parzellen | Bodenbearbeitung | kPa | Saat | kPa | Pflege | kPa | Ernte | kPa |
|-----------------------------------|--|-----|---|-----|---|-----|---|------------------|
| Grund, Halde (Tänikon) | Fendt 514 Vario Grubber Frontgewicht | 62 | Fendt 514 Vario Säkombination Frontpacker 400 kg Saatgut | 62 | Same Dorado Anbauspritze Frontgewicht 1000 l PSM | 87 | Mähdrescher JD 2254 6 t Erntegut | 112 |
| Bettle (Ettenhausen) | John Deere 6400 | 45 | John Deere 6400 | 45 | John Deere 2250 Anbauspritze | 58 | Mähdrescher | 92 |
| Römerhof (Frauenfeld) | Fendt 312 Scheibenegge | 55 | Fendt Geräteträger Sämaschine 150 kg Saatgut | 103 | Fendt Geräteträger Spritze 1500 l PSM | 133 | Valtra T174 Ladebunker 8.5 t Erntegut | 104 |
| Rülle (Kreuzlingen) | Fendt 312 Vario TMS Scheibenegge | 58 | Fendt 312 Vario TMS Kreiselegge Säkombination | 59 | Claas 320 AXOS Düngerstreuer 1.5 t Dünger | 101 | Claas Tucano 430 6 t Erntegut | 130 |
| Breiteli (Winterthur) | Deutz Agrofarm TTV 430 Walze | 61 | Fiat Sämaschine 1 t Saatgut | 41 | Deutz Agrofarm TTV 430 Schleppschlauch | 60 | Bunkerhäcksler 12 t Erntegut | 109 |
| Seeholz (Watt) | Deutz Agrofarm TTV 430 Grubber Frontgewicht | 66 | Deutz-Agrotron 620 TTV Säen Getreide | 86 | Deutz-Agrotron 620 TTV Dosierwagen | 111 | Häcksler Claas Jaguar 930 Mähdrescher mit 6 t Erntegut | 97 129 |
| Bächiboden, Sandbuck (Marthalen) | Deutz 105 Strip Till | 54 | Deutz 4.50 Einzelkornsämaschine Frontgewicht | 81 | Deutz 5207 Anbauspritze 600 l PSM | 56 | New Holland CX 8050 6 t Erntegut | 106 |
| Sonnmat, Moosacker (Rubigen) | John Deere 6410 Egge | 92 | John Deere 6150 Direktsaat | 78 | John Deere 6410 Feldspritze | 122 | Mähdrescher JD 2256 Mähdrescher Laverda M400 LCI John Deere 6920 Ballenpresse | 116 111 89 |
| Moos, Hinter Lüthis (Thunstetten) | Fendt 920 Scheibenegge Frontgewicht | 70 | Fendt 920 Säkombination Frontgrubber | 68 | Spritze GP 7 Grim | 91 | Claas Lexion 530 Frontmäherwerk | 117 |



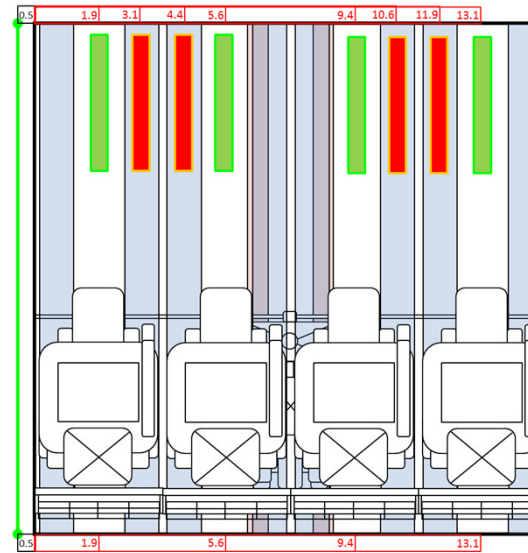
Umsetzung in Mähdruschfolgen relativ einfach

Parzelle Moos (Thunstetten):
Wintergerste-Winterraps-Winterweizen



- MD 5m / Pflege 15m
- 36% Fahrspuranteil

Parzelle Bettle (Ettenhausen):
Winterweizen-Winterraps-Wintergerste

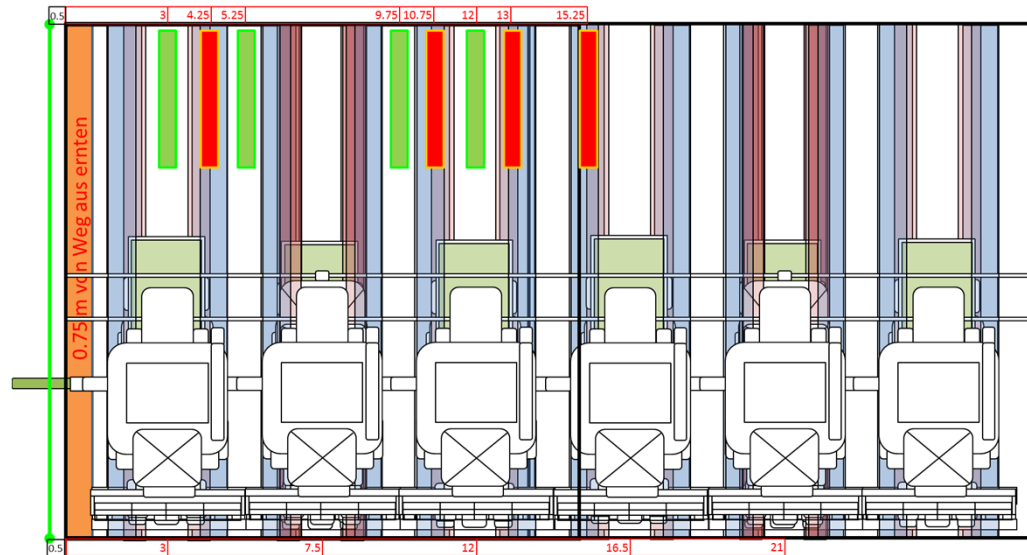


- MD 4.20m (eff. 3.75m) / Pflege 15m
- 47% Fahrspuranteil



Wechselnde Erntetechnik bedingt oftmals Kompromisslösungen

Parzelle Halde (Tänikon):
Silomais-Winterweizen-Winterraps

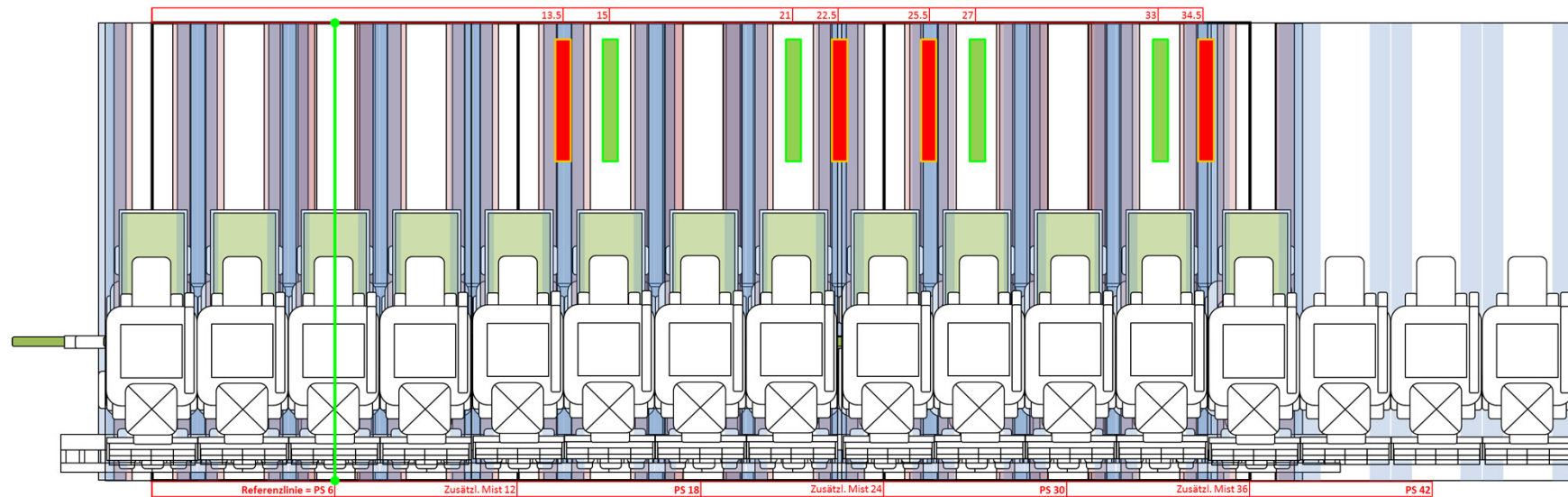


- Häcksler 4.50m / MD 4.80m (eff. 4.50m)
- Pflege 15m mit Teilbreitenabschaltung (SS 12m nicht möglich)
- Randstreifen notwendig
- 49% Fahrspuranteil



Hoher Fahrspuranteil bei Kunstwiese durch geringe Schnittbreite

Parzelle Breiteli (Winterthur):
Silomais-Winterweizen-Kunstwiese

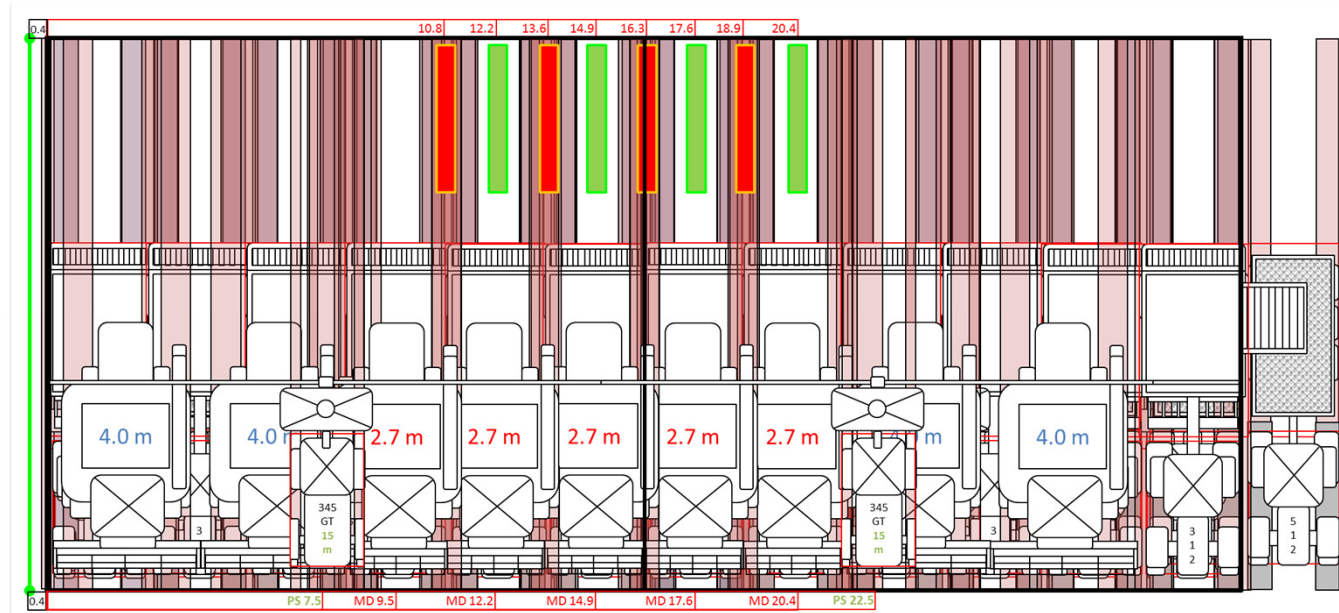


- Mähwerk Grünland 3m → Häcksler / MD eff. 3m
- Pflege 12m
- 57% Fahrspuranteil



CTF-light bei Zuckerrüben derzeit nicht sinnvoll umsetzbar

Parzelle Römerhof (Frauenfeld):
Zuckerrüben-Winterweizen-Winterraps



- ZR: Köpf / Rod / Lad 2.70m, Pflege 16.20m
- WW / WRA: MD eff. 2.70m / 4m, Pflege 15m
- 61% Fahrspuranteil



Messung von Eindringwiderstand und Infiltrationsrate





Auf einigen Parzellen keine befahrungsbedingte Differenzierung

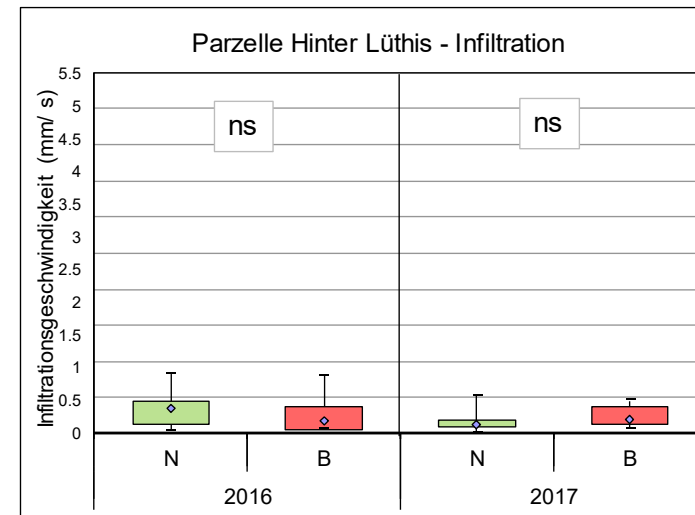
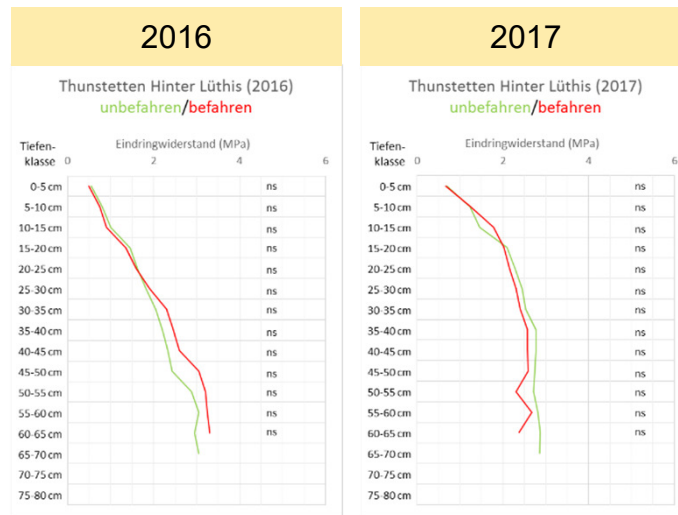
Direktsaat:

- Rülle (Kreuzlingen)

Mulchsaat:

- Römerhof (Frauenfeld)
- Seeholz (Watt)
- Moos (Thunstetten)
- Hinter Lüthis (Thunstetten)

in den Fahrspuren weder erhöhter Eindringwiderstand noch verminderte Infiltration





Vielfach zeigte sich aber Reaktion auf die Befahrung in einem...

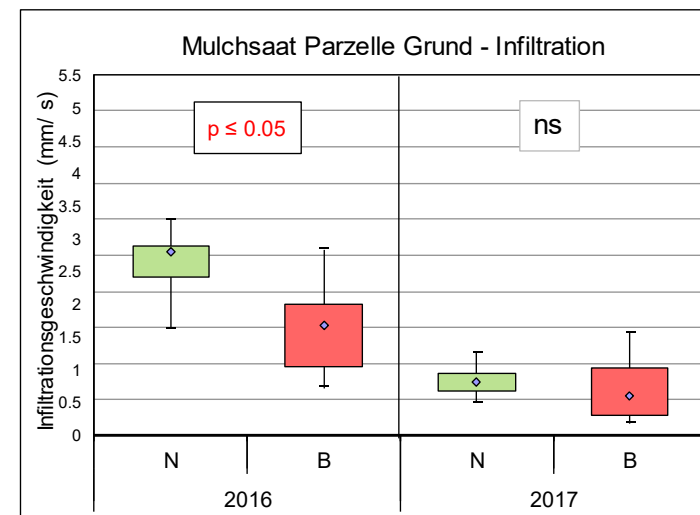
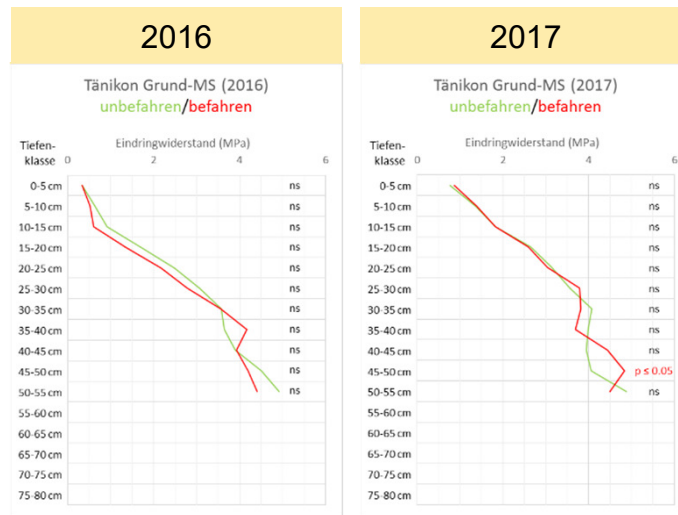
Direktsaat:

- Sonnmatt (Rubigen)

Mulchsaat:

- Grund (Tänikon)
- Rülle (Kreuzlingen)

keine Differenzierung des Eindringwiderstandes, aber **signifikante Abnahme der Infiltration** in den Fahrspuren





... oder in beiden untersuchten Bodenparametern

Direktsaat:

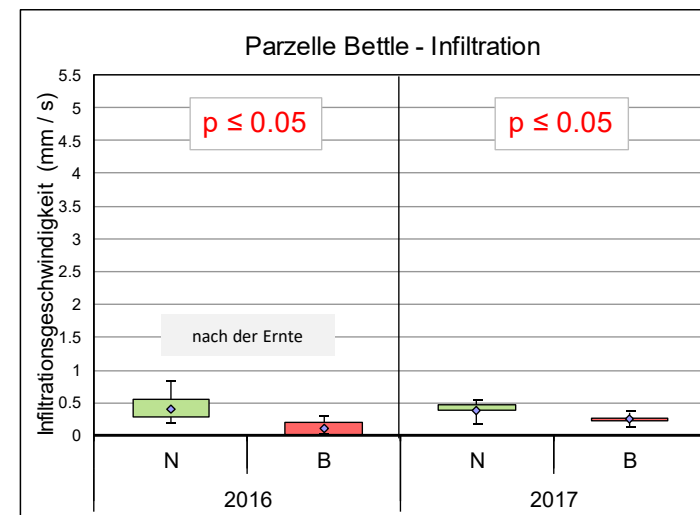
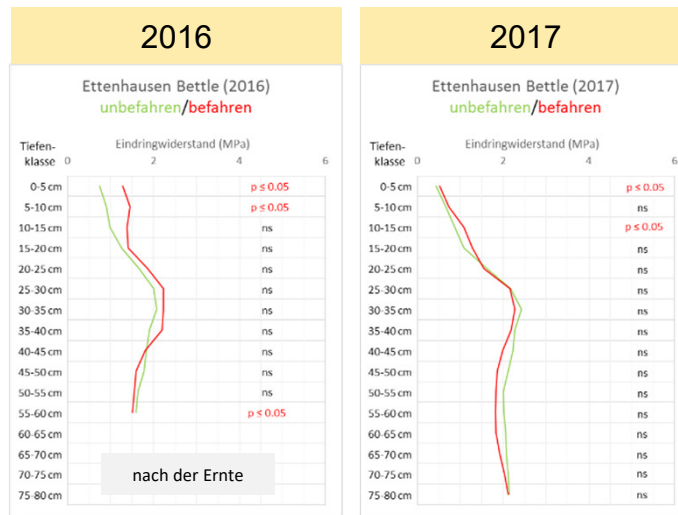
- Moosacker (Rubigen)

Mulchsaat:

- Bettle (Ettenhausen)
- Breiteli (Winterthur)

im Bereich der Fahrspuren

signifikant erhöhter Eindringwiderstand
und signifikant verringerte Infiltration





Widersprüchliche Resultate durch Steine und Bodenverhärtungen

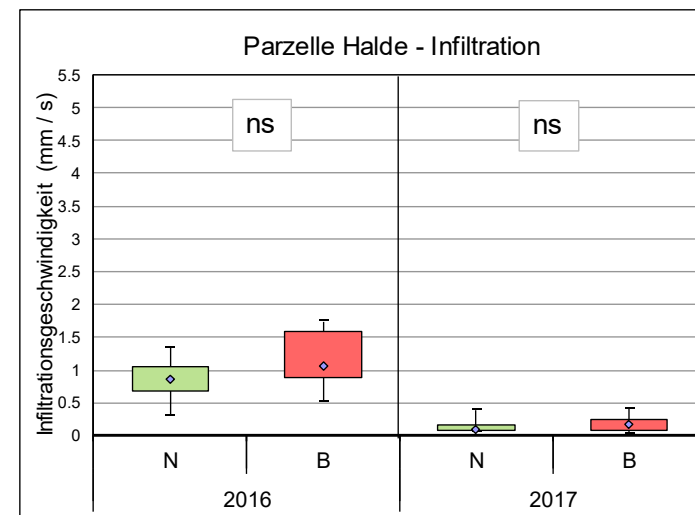
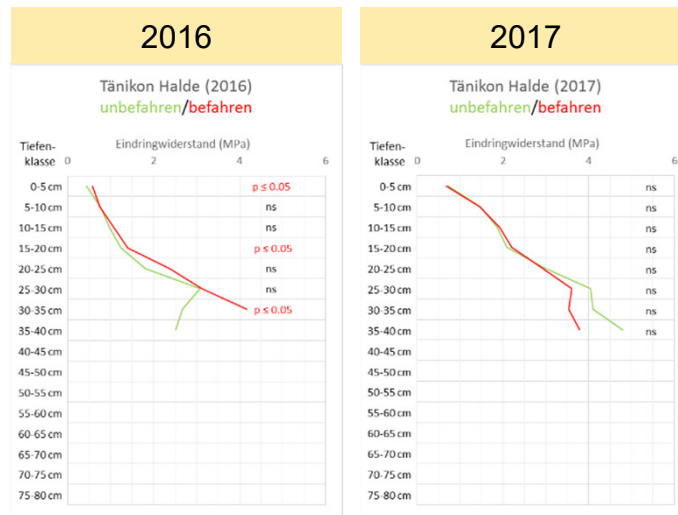
Direktsaat:

- Bächiboden (Marthalen)
- Sandbuck (Marthalen)
 - Boden extrem hart, Messung des Eindringwiderstandes 2017 nicht möglich

Mulchsaat:

- Halde (Tänikon)
 - hoher Skelettanteil

in den Fahrspuren tendenziell bis signifikant höhere Eindringwiderstände, aber auch und tendenziell bis signifikant höhere Infiltrationsraten





Direktsaat-Parzellen in Marthalen: Bewirtschaftungsempfehlungen

Problem:

- tiefer Humusgehalt
 - hoher Schluff- und Sandanteil
 - langjährige Direktsaat
- } deutliche Verhärtung des Bodens

Mögliche Massnahmen:

- Bodenlockerung durchführen: Tiefe und Intensität?
- Humusaufbau
Reduzierung des Hackfruchtanteils zur Verringerung der Humusmineralisation,
stärkere Zufuhr organischer Dünger zur Erhöhung der Humusneubildung

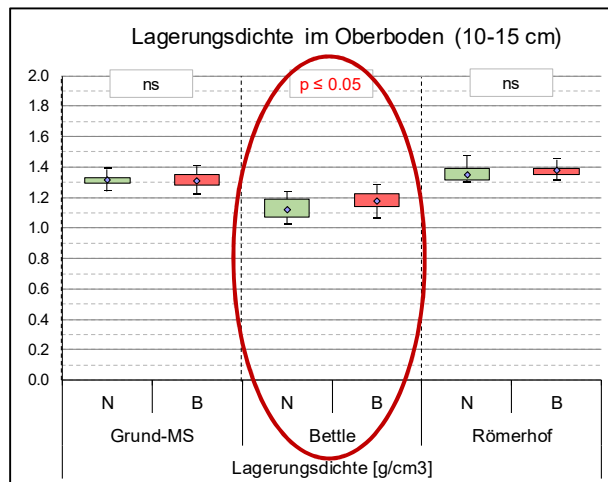
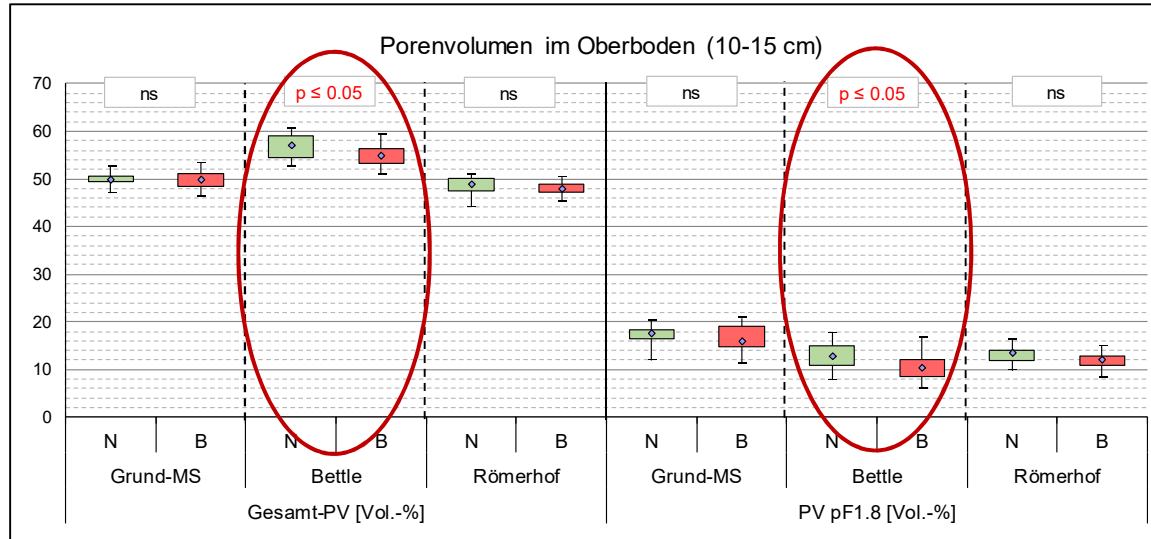


Stechzylinderbeprobung





Laborwerte bestätigen Feldmessungen



| Parzelle | Eindringwiderstand | Infiltrationsgeschwindigkeit |
|----------|--------------------|------------------------------|
| Grund-MS | 0 | ++ |
| Bettle | ++ | ++ |
| Römerhof | 0 | 0 |

Bei Verdichtung...

- nehmen Lagerungsdichte und Eindringwiderstand zu
- verringern sich Grobporenvolumen und Infiltration

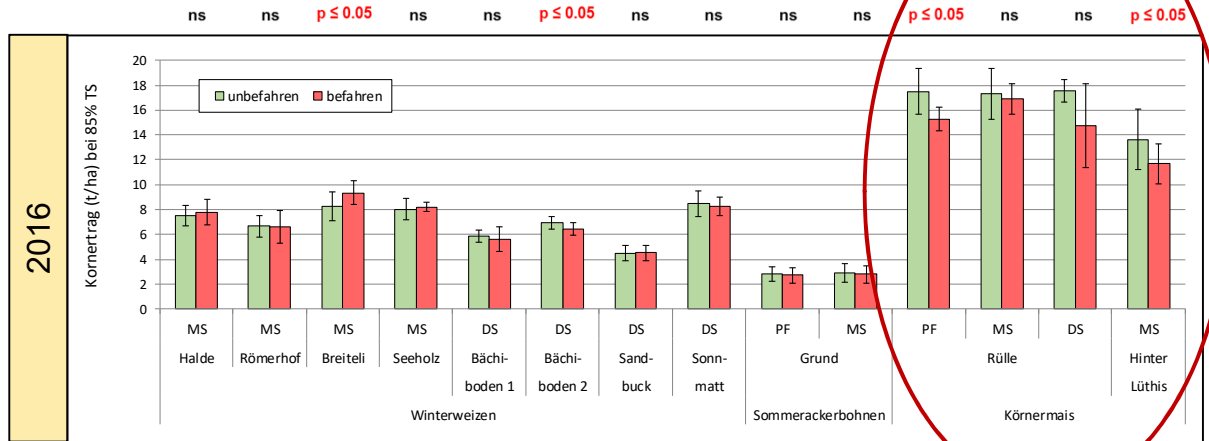


Ertragserhebungen

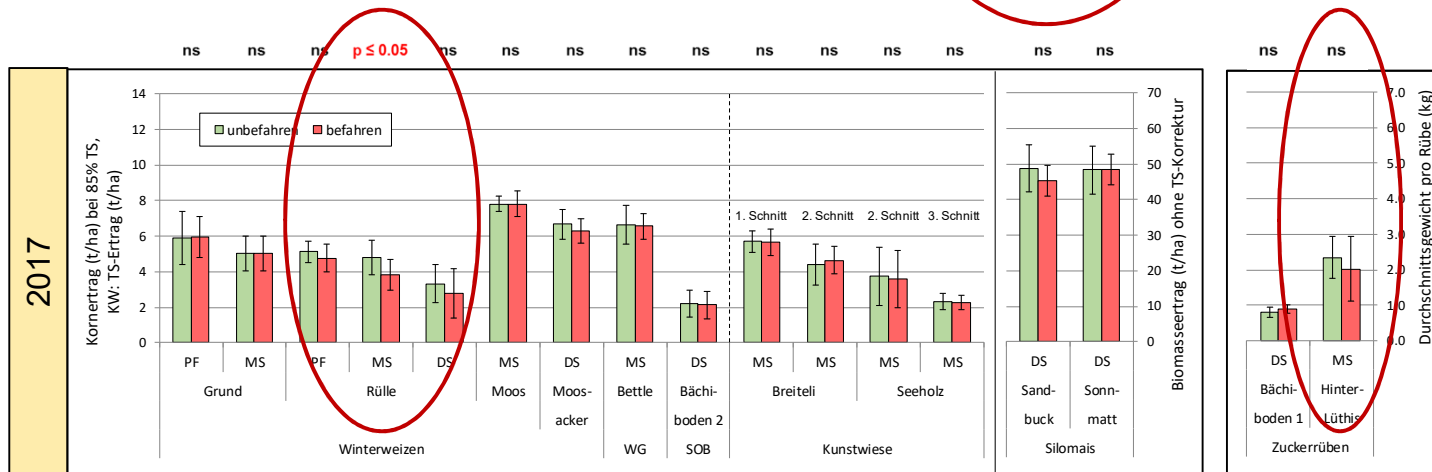




Auswirkungen auf die Erträge insgesamt gering



- Körnermaisertrag in den Fahrspuren deutlich reduziert
- bei anderen Kulturen kaum Ertragsunterschiede





Übersicht der erzielten Wirkungen

| | Standort | Parzelle | Eindring-widerstand | Infiltrations-geschwindigkeit | Ertrag |
|------------|-------------|---------------|---------------------|-------------------------------|--------|
| Direktsaat | Kreuzlingen | Rülle-DS | 0 | 0 | + |
| | Marthalen | Bächiboden 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Marthalen | Bächiboden 2 | ++ | 0 | + |
| | Marthalen | Sandbuck | 0 | 0 | 0 |
| | Rubigen | Sonnmatt | 0 | ++ | 0 |
| | Rubigen | Moosacker | ++ | ++ | + |
| Mulchsaat | Tänikon | Halde | 0 | 0 | 0 |
| | Kreuzlingen | Rülle-MS | 0 | ++ | ++ |
| | Winterthur | Breiteli | ++ | ++ | 0 |
| | Watt | Seeholz | 0 | 0 | 0 |
| | Thunstetten | Moos | 0 | 0 | 0 |
| | Thunstetten | Hinter Lüthis | 0 | 0 | ++ |
| Pflug | Tänikon | Grund-PF | 0 | 0 | 0 |
| | Kreuzlingen | Rülle-PF | ++ | ++ | ++ |

- in rund der Hälfte der Parzellen positive Effekte in mindestens einem Parameter nachweisbar
- kausale Zusammenhänge nur teilweise gegeben
- fehlende Korrelation über alle Messergebnisse auf Grund der kurzen Projektdauer
- positive Wirkungen könnten sich mit der Zeit verstärken

| | Standort | Parzelle | Eindring-widerstand | Infiltrations-geschwindigkeit | Ertrag | Grobporen-volumen | Lagerungs-dichte |
|-----------|-------------|----------|---------------------|-------------------------------|--------|-------------------|------------------|
| Mulchsaat | Tänikon | Grund-MS | 0 | ++ | 0 | + | 0 |
| | Ettenhausen | Bettle | ++ | ++ | 0 | ++ | ++ |
| | Frauenfeld | Römerhof | 0 | 0 | 0 | + | 0 |

++: signifikante Verbesserung, +: tendenzielle Verbesserung, 0: keine Verbesserung



Schlussfolgerung 1: CTF-light zeigte klare Tendenz zu besseren Bodenstrukturen und höheren Erträgen.

- mehrheitlich Differenzierung der Bodeneigenschaften innerhalb und zwischen den Fahrspuren
- ohne Befahrung tendenziell verminderte Eindringwiderstände, geringere Lagerungsdichten, erhöhte Wasserinfiltration und erhöhter Grobporenanteil
- Körnermais als verdichtungsempfindliche Kultur reagierte mit höheren Erträgen
- Winterweizen als wenig verdichtungsempfindliche Pflanze ohne klare Ertragsunterschiede
- aus der internationalen Literatur bekannter hoher Ertragseffekt damit nur teilweise bestätigt
- positive Wirkungen der unterlassenen Befahrung werden sich über die Jahre verstärken, da Bodenregeneration sehr langsam erfolgt



Schlussfolgerung 2: Klimatische Extreme werden durch eine bessere Bodenstruktur abgefedert.

- langsame Regeneration des Bodengefüges durch konsequente kontrollierte Befahrung
 - höhere Infiltrationsleistung (auf gut der Hälfte der Parzellen beobachtet, Zunahme um 50% - 150%)
 - bessere Wasseraufnahme bei Starkniederschlägen
 - Gefahr von Überstauungen, Erosions- und Abschwemmungsereignissen sinkt
- stabiles Bodengefüge mit günstigen Porenanteilen und hoher Porenkontinuität
 - bessere Wasserverfügbarkeit bei anhaltender Trockenheit (auch hier im Projekt leicht positive Entwicklung feststellbar)



Schlussfolgerung 3: CTF-light ist ein neuer Baustein für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Landwirtschaftsflächen.

- Entwicklung einer nachhaltigen Bodenstruktur gewinnt im Angesicht der prognostizierten Zunahme von Witterungsextremen an Bedeutung
- sorgfältige, an die Standorteigenschaften angepasste Bewirtschaftung ist zentral
 - Reduktion von Bearbeitungsintensität und –tiefe
 - ausgeglichene Humusbilanz
 - Vermeidung befahrungsinduzierter Bodenverdichtungen
- Reduktion des Verdichtungsrisikos durch Anpassung von Reifendruck und Radlast an die Bodenfeuchte findet in der Praxis wenig Akzeptanz
 - CTF-light schafft zusätzliche Möglichkeit, das Problem zu entschärfen

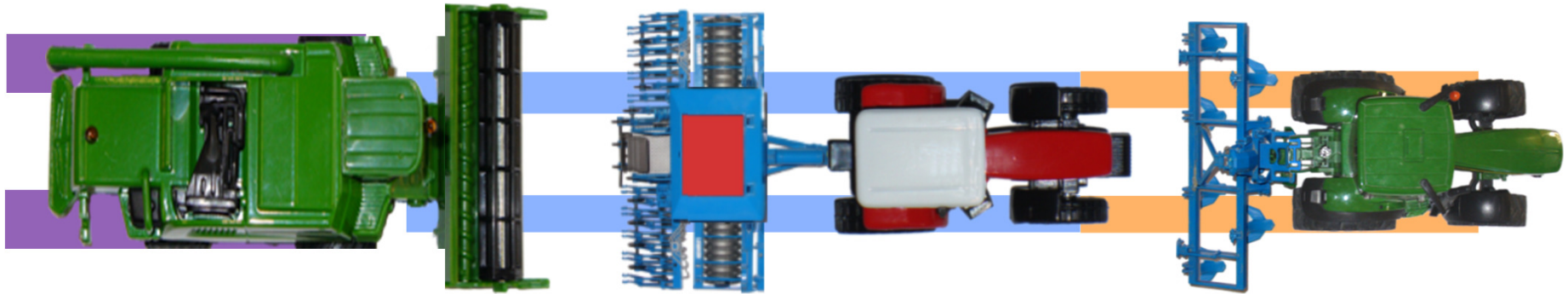


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Agroscope

Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!



Agroscope

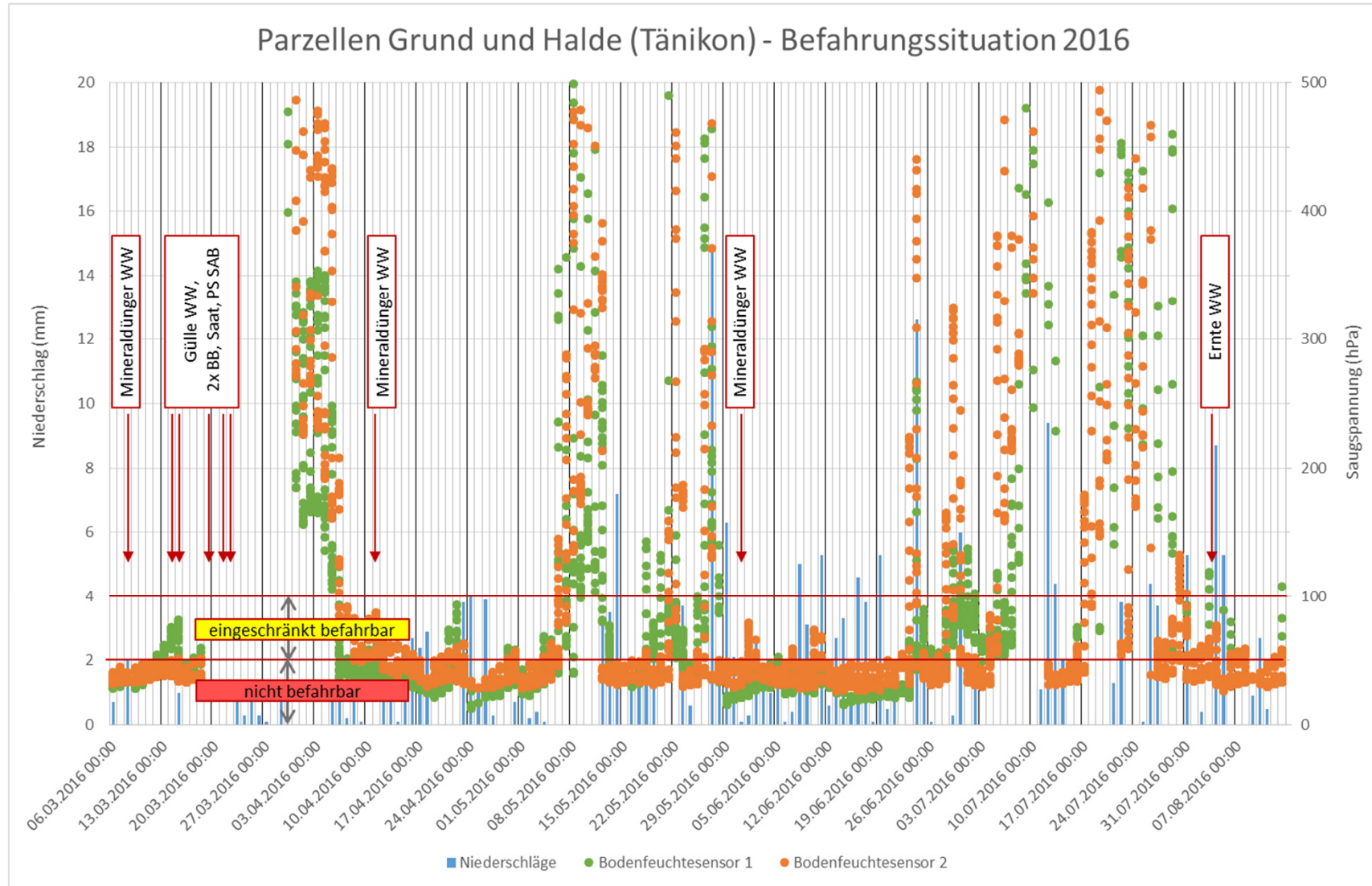


Austauschrunde: Ist CTF-light für die Schweiz realistisch?

- Wie beurteilt Ihr als Praktiker CTF-light?
- Für welche Maschinen sind feste Spuren sinnvoll?
- Wo liegen die Herausforderungen? Was müsste sich ändern?
- Werden Lenksysteme die Entwicklung vorantreiben?
- Braucht es weitere Untersuchungen (2. Programmphase)?

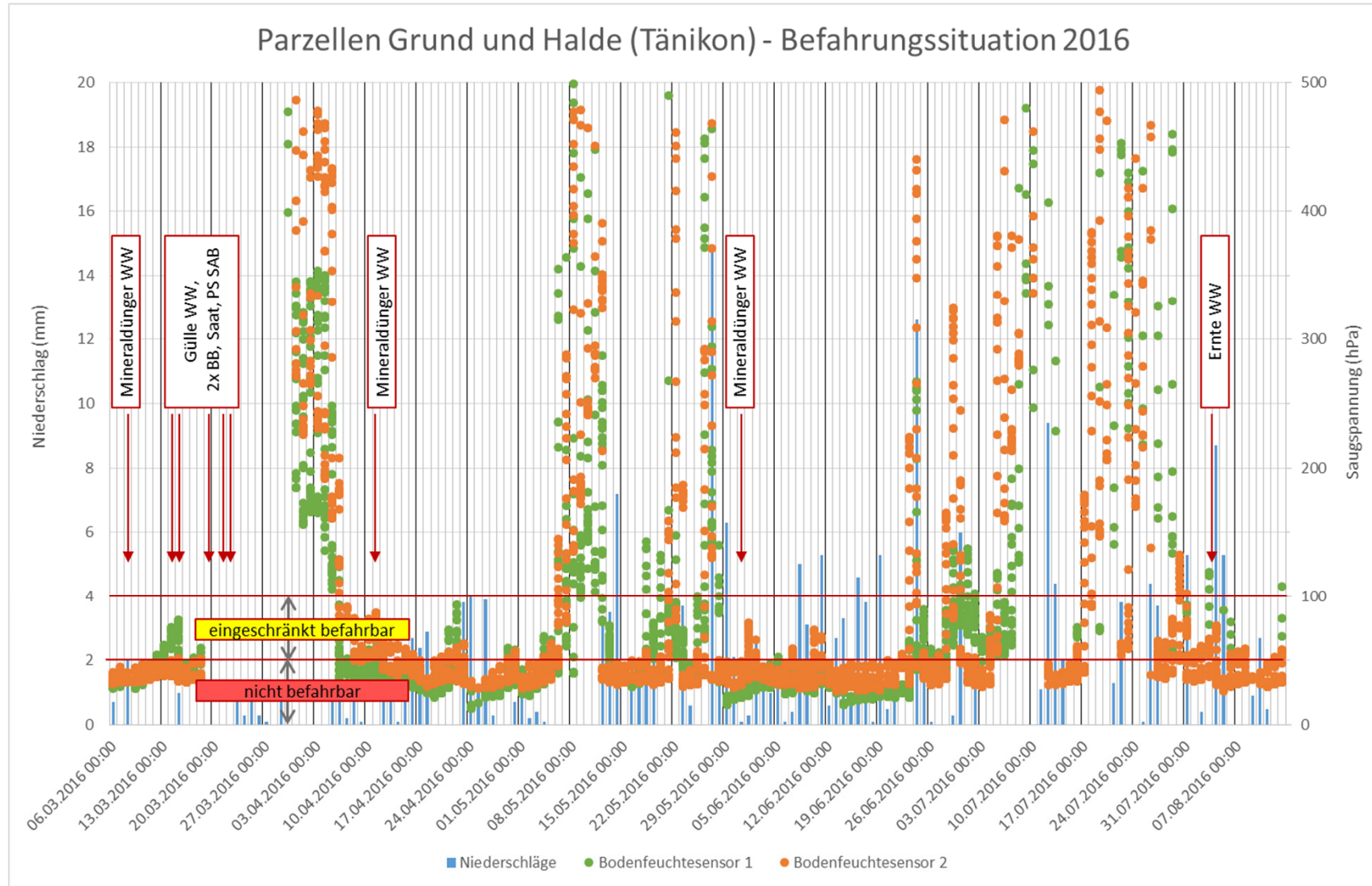


Austauschrunde: Abschätzen von Verdichtungsrisiko und Bodenfeuchte





Austauschrunde: Abschätzen von Verdichtungsrisiko und Bodenfeuchte





Herzlichen Dank...

... an Euch alle
für die tatkräftige
Unterstützung
bei der
Umsetzung
dieses Projektes!

