

Vorschlag für ein Punktesystem für die Bewertung landwirtschaftlich genutzter Böden

**Franziska Häfner, Raphaël Charles, Tatenda Lemann, Jonas Chastonay,
Stéphane Burgos**

Pilotprojekt 3V

Jahrestagung der BGS, SGP, SGPW

21. März 2024 in Zollikhofen

Hintergrund und Ziele

Projekt: 2023 abgeschlossen

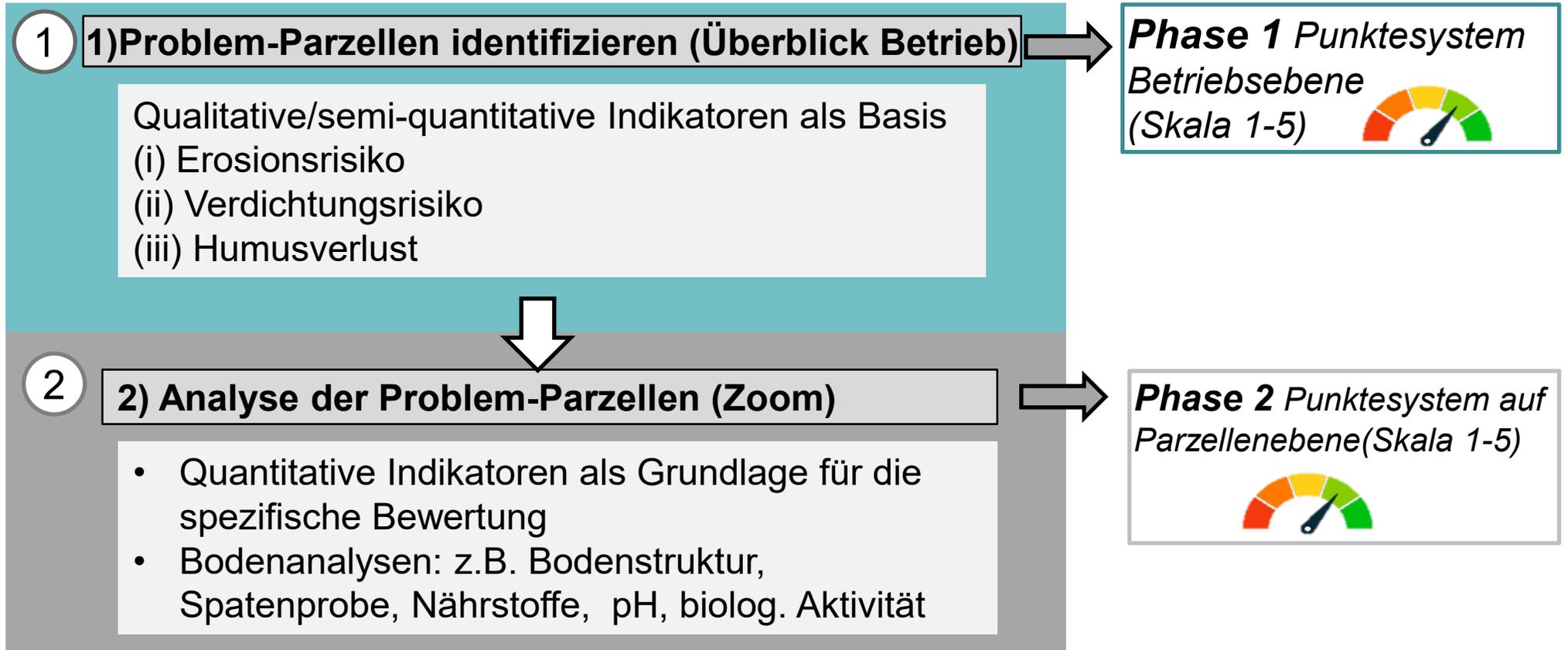
- **Pilotprojekt 3V** = Drei V - **V**ertrauen, **V**erantwortung und **V**ereinfachung
- BAFU-Projekt im Rahmen des Aktionsplans Biodiversität

Ziel: Optimierung von Betrieben im ökologischen, ökonomischen und sozialen Bereich
→ Beratungsmethodik (Tool zur Beurteilung)

Grundmodule 3V-Boden:

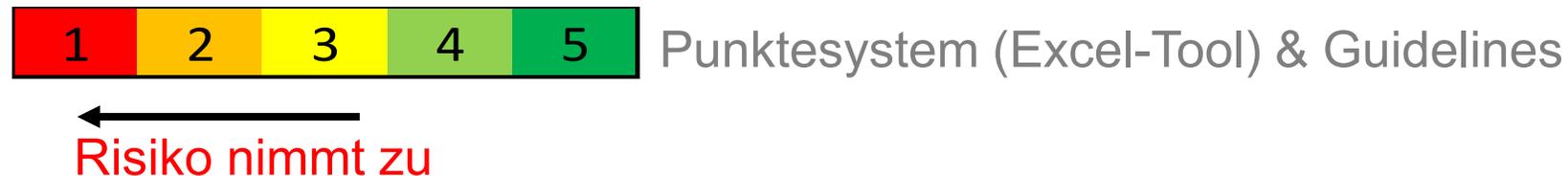
- Bereitstellen eines Sets von Bodenzustandsindikatoren
 - Bereitstellen eines Vorgehens zur Prüfung, ob ein Betrieb bodenbezogene Umweltziele Landwirtschaft (UZL) einhalten kann
- Entwicklung zweier Beurteilungs-Tools

Konzept: Bodenbewertung in 2 Phasen



Rahmenbedingungen des Punktesystems

- Qualitative/ Semi-quantitative Beurteilung
- Bewertungs- bzw. Punktesystem \neq Benotung \rightarrow Risiko-Potenzial
- Grenzwerte tlw. angepasst und vereinfacht \rightarrow begrenzte Gültigkeit
- Identifizierung von möglichen Risiken für die bodenbezogenen Umweltziele Landwirtschaft (UZL)/ Risikoparzellen auf Betriebsebene



- Kompromiss zwischen «einfacher Datenerhebung» und Aussagekraft
- Einbindung von Bewirtschaftungs-Indikatoren und Massnahmen \rightarrow direkte Beeinflussung der Risikobewertung

Bodenbewertung auf Betriebsebene



Acker & Kunstwiese:
75% der grössten
Parzellen Ackerland und
Kunstwiese



Dauergrünland:
≥ 2 ha bzw. Hangneigung
grösser 25% und ≥1 ha

1. Auswahl repräsentativer Parzellen

2. Bewertung jedes UZL-
Risikoindicators auf den Parzellen

- 1) Erosion 
- 2) Verdichtung 
- 2b) Verdichtung & Erosion 
- 3) Humusverlust 



3. UZL-Indikator über Parzellen aggregieren

Minimumwert & Anteil
betroffener Fläche im Risiko-
bereich (1-2)

Mögliche Anpassung durch
Zusatzindikatoren/ Massnahmen

4. Aggregation **aller UZL-Indikatoren** über Betrieb

Median inkl. Anteil betroffener Fläche

Median adaptierte Bewertung



UZL- Risikoindikatoren

Umweltziele Landwirtschaft (UZL)

UZL-Risikoindikatoren

1) Bodenerosion

- beobachteter Bodenabtrag im Feld

2) Bodenverdichtung

- Maschinenpark (Radlast), Anzahl Befahrungen
- hohe Radlasten x Bodenfeuchte (terrano)

3) Verlust organische Bodensubstanz

- Humus : Ton Verhältnis (Analyse)
- Humusbilanzrechner:
Abbau x Nachlieferung



1) Risikoindikator: Erosion

Abschätzung von Erosionsmengen (t/ha) anhand von «Steckbriefen»

- Unterscheidung in lineare (Rillen, Rinnen, Gräben) und flächenhafte Erosion
- Innerhalb der letzten 10 Jahre
- Angabe der Kultur

Erosion (t/ha)	Bewertung	Interpretation
0	5	OK
0-2	4	tolerierbar
2-4	3	tolerierbar bei einer Gründigkeit <70cm
4-10	2	vorbeugende Massnahmen ergreifen
>10	1	dringende Massnahmen notwendig

Abtrag unter 2 t/ha pro Niederschlagsereignis (Note 4 = tolerierbar)

Einzelne Rille in Anhaupftfurche
 Saatbett Winterweizen
 Fläche: 5.0 ha, von Erosion betroffen <5%
 Abtrag: 0.6 m³ bzw. 0.1 t/ha



Flächenhafte Erosion + kleine Rillen
 Winterbrache nach Kartoffeln
 Fläche: 2.0 ha, von Erosion betroffen 100%
 Abtrag: 2.0 m³ bzw. 1.1 t/ha



Flächenhafte Erosion
 Mais
 Fläche: 0.8 ha, von Erosion betroffen 100%
 Abtrag: 1.2 m³ bzw. 1.6 t/ha



Steckbriefe mit Beispielbilder basierend auf Prasuhn (2007)

1) Risikoindikator Erosion

Abtrag > 4 -10 t/ha pro Niederschlagsereignis
(Note 2= vorbeugende Massnahmen ergreifen)

Netzwerk von Rillen + flächenhafte Erosion
Winterweizen
Fläche: 0.9 ha, von Erosion betroffen 80 %
Abtrag: 4 m³ bzw. 5 t/ha



Mehrere Rinnen + flächenhafte Erosion
Kartoffeln
Fläche: 1.9 ha, von Erosion betroffen 100 %
Abtrag: 14 m³ bzw. 8 t/ha



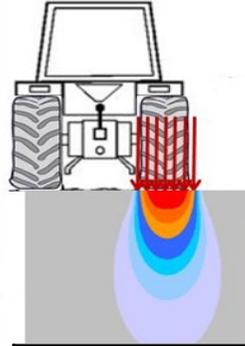
Breite Rinne in Mulde + flächenhafte Erosion
Mais
Fläche: 1.4 ha, von Erosion betroffen 40 %
Abtrag: 12 m³ bzw. 9 t/ha



*Steckbriefe mit
Beispielbilder basierend
auf Prasuhn (2007)*

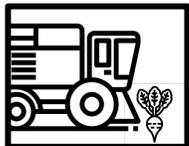
- **Vollzugsereignis** durch Überschreitung der Erosionsgrenzwerte: → «ja/nein», inkl. Datum
- **Massnahmengestaltung auf Risiko-Parzellen (Note 1 oder 2):**
→ «ja/nein», Angabe welche Risiko-Parzellen und welche Massnahme(n)
→ wenn «ja» **adaptierte Gesamtnote Erosion >2**
- **Extremfall** durch extremes Niederschlagsereignis: → Extremfall «x» = «ja», Vermerk in Gesamtbewertung

2) Risikoindikator Verdichtung



(i) Bewertungssystem
Verdichtungsrisiko der
Maschinen

(ii) Bewertungssystem
Arbeitsgänge x Maschine



Radlast (t)	Risiko	Interpretation
0-1.4	5	keine Verdichtungsgefahr
1.5-2.9	4	tolerierbar
3.0-4.9	3	je nach Bodenbeschaffenheit und Anzahl Arbeitsgänge tolerierbar
5.0-9.9	2	vorbeugende Massnahmen ergreifen
>10	1	dringende Massnahmen ergreifen

Bei > 4 Befahrungen mit Radlasten >3 t folgt **ein Abzug (-1 Punkt)** bei der Risikobewertung der Maschine

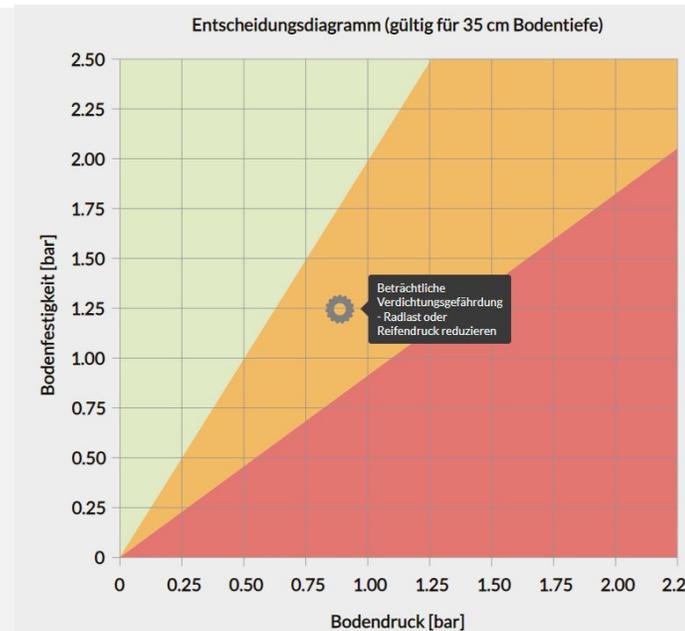
Annahme 20 % Ton, feuchter bis nasser Boden, Standard-Bereifung, annäherungsweise Kategorien auf Basis von terranimo und Gun et al. 2015

🇨🇭 2) Risikoindikator Verdichtung

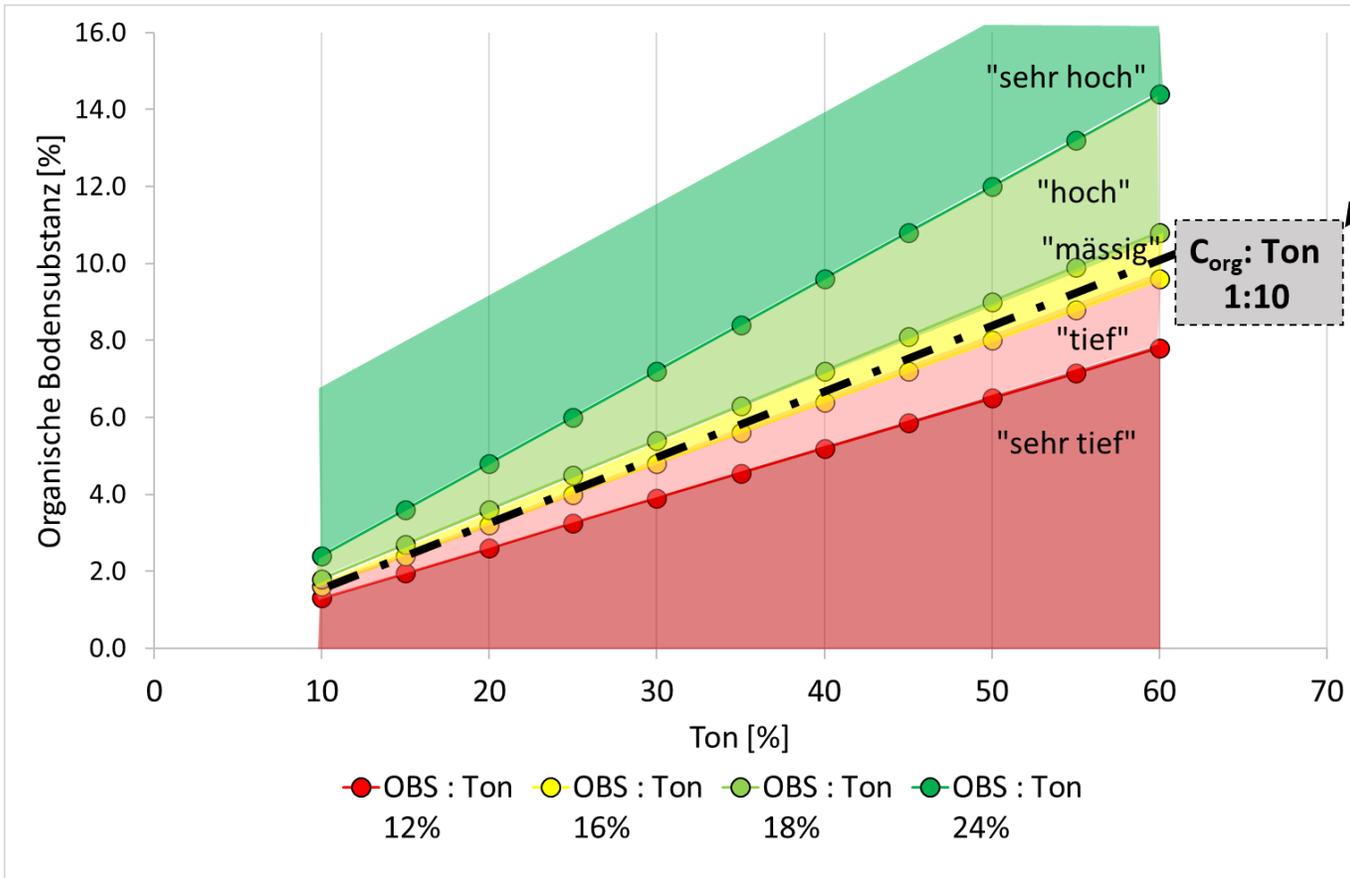
- Bewertung des eigenen Maschinenparks und den eingesetzten Maschinen von Lohnunternehmen
- Anwendung von terranimo vor Befahrung des Feldes → Verminderung des Risikos: **+1 Punkt** bei der Bewertung des eigenen Maschinenparks

Terranimo light

- Bodenverdichtungsrisiko im Unterboden (35 cm Bodentiefe)
- Radlast, Reifeninnendruck, Tongehalt des Bodens, Bodenfeuchte



3) Risikoindikator Verlust organischer Bodensubstanz (OBS) / Humusverlust



Grenzwert $C_{org} : \text{Ton}$ nach Johannes et al. (2017) entspricht OBS : Ton $\approx 17\%$

OBS : Ton (%)	Bewertung	Interpretation
>24	5	sehr gut
18.1-23.9	4	gut
16-18	3	mässig
12-15.9	2	ungenügend
<12; NV	1	schlecht



3) Risikoindikator Verlust organischer Bodensubstanz (OBS) / Humusverlust

Ziel: Gleichgewicht zwischen Verlusten an organischer Bodensubstanz und Zufuhr von organischer Substanz



Methode: Humusbilanzrechner

Bilanz = Zufuhr - Verluste an organischer Substanz

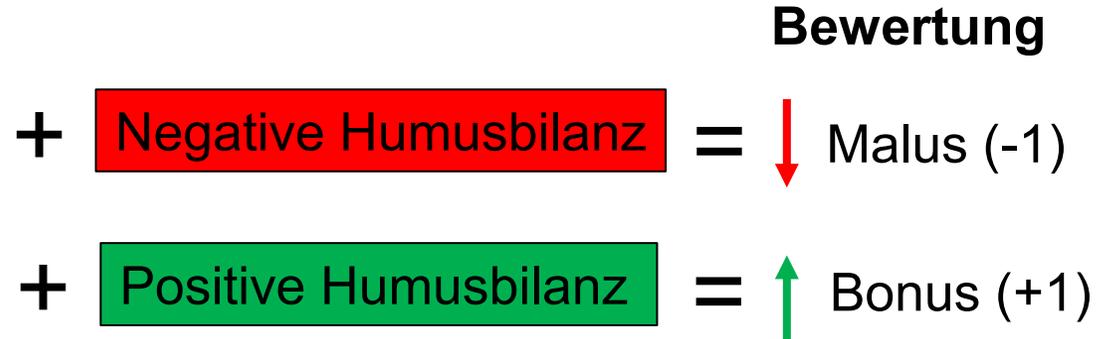
Humusbilanzergebnis (kg/ha)	Beurteilung	Konsequenzen	Empfohlene Massnahmen
Geringer als -400 <-400	sehr tief	Humusverlust ist zu erwarten; damit besteht eine ernsthafte Gefahr für Bodenqualität und Bodenfunktionen, insbesondere auch für die Stabilität der Bodenstruktur	Unbedingt humusfördernde Massnahmen einführen bzw. verbessern! Anpassung der Fruchtfolge, vermehrt organische Dünger einsetzen, Zwischenkulturen, konservierende Bodenbearbeitung
Zwischen -400 und -200	tief	Erhöhtes Risiko von Humusverlust; damit besteht die Gefahr von ungünstigen Auswirkungen auf Bodenqualität und Bodenfunktionen	Humusfördernde Massnahmen verbessern: Anpassung der Fruchtfolge, vermehrt organische Dünger einsetzen, Zwischenkulturen, (konservierende Bodenbearbeitung)
Zwischen -200 und +200	ausgeglichen	Die Humusversorgung sollte für die Erhaltung des Humusgehaltes ausreichend sein	Falls negativ: Verbesserungen bei humusfördernden Massnahmen prüfen. Ansonsten: Bewirtschaftung beibehalten, humusfördernde Massnahmen weiterhin beachten
Grösser als +200 bis +400	hoch	Eine Zunahme des Humusgehaltes ist eventuell zu erwarten bzw. der Humusgehalt wird sich auf einem höheren Niveau einstellen; damit sind günstige Wirkungen auf Bodenqualität und Bodenfunktionen zu erwarten	Bewirtschaftung beibehalten
+400 bis +800	Sehr hoch	Eine Zunahme des Humusgehaltes ist zu erwarten bzw. der Humusgehalt wird sich auf einem höheren Niveau einstellen; damit sind günstige Wirkungen auf Bodenqualität und Bodenfunktionen zu erwarten	Bewirtschaftung beibehalten; Massnahmen zur Reduktion des Risikos für Nährstoffauswaschung beachten: Düngung mengenmässig und zeitlich möglichst nahe am zu erwartenden Entzug durch Pflanzen, Brache in Herbst und Winter vermeiden
> +800 >+800	kritisch	Bei extrem hohem Humusbilanzergebnis werden Humusgehalt und Bodenqualität zwar gefördert. Die grossen Mengen an zugeführten organischen Substanzen führen aber gleichzeitig zu einem hohen Mineralisierungspotential und damit zu einem hohen Risiko für Nährstoffauswaschung	Unbedingt Massnahmen gegen Nährstoffauswaschung ergreifen, insbesondere Düngung mengenmässig und zeitlich möglichst nahe am zu erwartenden Entzug durch Pflanzen, Brache in Herbst und Winter vermeiden, ebenso intensive tiefgreifende Bodenbearbeitung

+200 bis +800

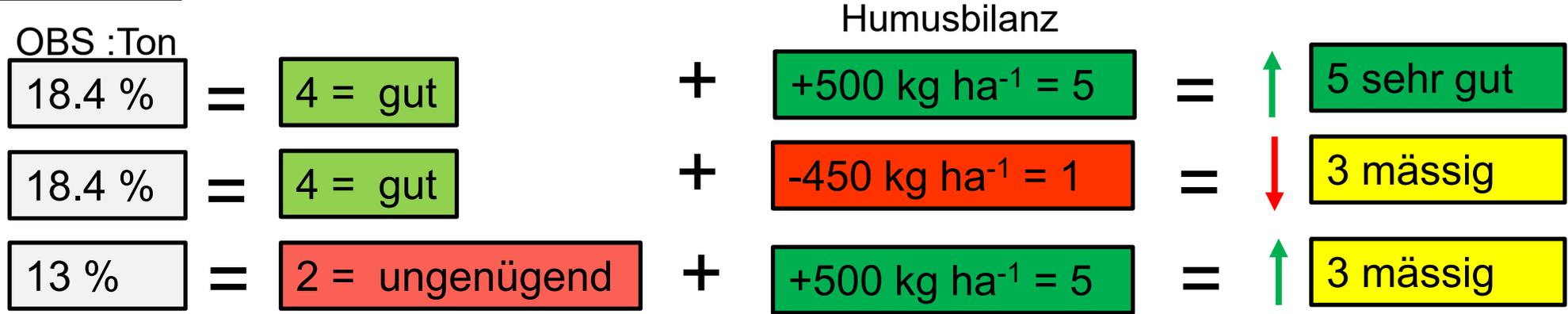


3) UZL-Risikoindikator Verlust organische Bodensubstanz (OBS) x Humusbilanz

OBS : Ton	Bewertung	Interpretation
>24	5	sehr gut
18.1-23.9	4	gut
16-18	3	mässig
12-15.9	2	ungenügend
<12; NV	1	schlecht



Beispiele



Beispiel Aggregation Betrieb (Excel-Tool)

Erosion	Bewertung	Anteil Parzellen
	2	14%



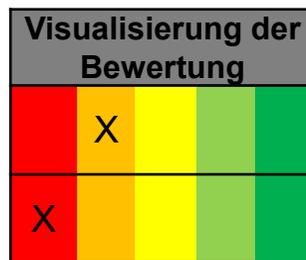
Verdichtung	Bewertung	Anteil Parzellen
Ackerland und Kunstwiese	2	-
Dauergrünland	3	-



Verlust organische Bodensubstanz	Bewertung	Anteil Parzellen
	2	64%



	Bewertung	Anteil Parzellen
Gesamtbewertung des Risikos auf dem Betrieb	2.0	Anteil Problem-Parzellen (Max) 64%
Gesamtbewertung des Risikos (Problem-Parzellenanteil)	1.5	Verbesserung möglich bei <25% ggf. Verschlechterung bei >50%



Parzellen-Aggregation je UZL-Indikator → Minimum

Aggregation aller UZL-Indikatoren → Median
Anteil Risiko-Parzellen → Maximum

Beispiel Aggregation Betrieb (Excel-Tool)

1) Erosion	Bewertung	Anteil Parzellen
	2	14%



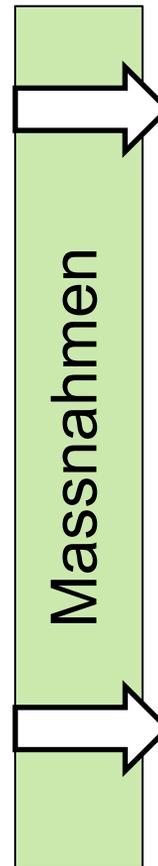
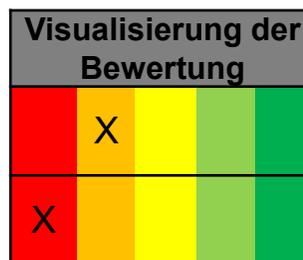
2) Verdichtung	Bewertung	
Ackerland und Kunstwiese	2	
Dauergrünland	3	



3) Verlust organische Bodensubstanz	Bewertung	Anteil Parzellen
	2	64%



	Bewertung	Anteil Parzellen
Gesamtbewertung des Risikos auf dem Betrieb	2.0	Anteil Problem-Parzellen (Max) 64%
Gesamtbewertung des Risikos (Problem-Parzellenanteil)	1.5	Verbesserung möglich bei <25% ggf. Verschlechterung bei >50%



Adaptierte Bewertung

Adaptierte Bewertung	Visualisierung der Bewertung
3	

Adaptierte Bewertung	Visualisierung der Bewertung
3	
3	

Adaptierte Bewertung	Visualisierung der Bewertung
3	

Bewertung	Visualisierung der Bewertung
3.0	

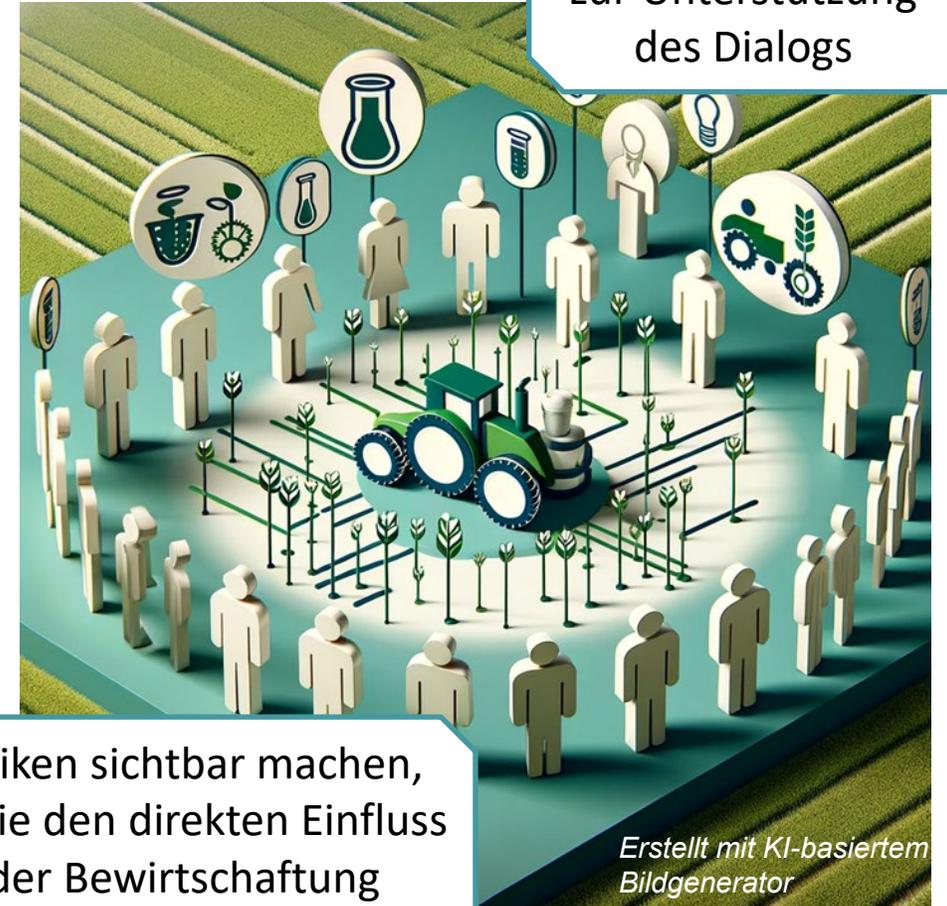
Anmerkungen & Ausblick

- Identifikation von Risikoparzellen → weitere Analysen nach Bedarf
- Aggregation je nach Fragestellung, Anwendungszweck und Zielgruppe
- Individuelle Bewertung jedes Indikators muss sichtbar bleiben für spezifische Problem-Identifikation und Lösungsfindung
- **Eichung des Punktesystems und Vereinfachung der Dateneingabe notwendig!**

Wie geht es weiter?

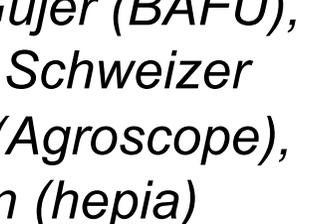
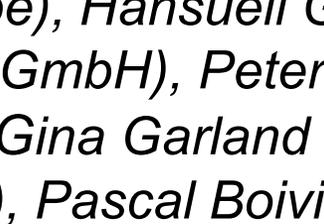
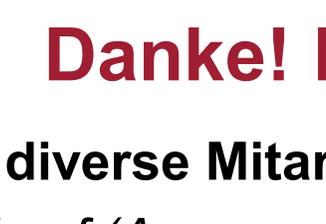
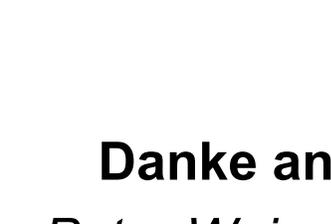
Weitere Anwendung der 3V-Punktesysteme (inkl. Boden) auf Betrieben in den Kantonen TG und GL durch BAFU geplant!

Bewertungssystem zur Unterstützung des Dialogs



Risiken sichtbar machen, sowie den direkten Einfluss der Bewirtschaftung

Erstellt mit KI-basiertem Bildgenerator



Danke! Merci !

Danke an diverse Mitarbeitende im 3V-Projekt:
*Peter Weisskopf (Agroscope), Hansueli Gujer (BAFU),
Andreas Bosshard (Ö+L GmbH), Peter Schweizer
(Landwirtschaftsamt TG), Gina Garland (Agroscope),
Markus Steffens (FiBL), Pascal Boivin (hepia)*



Backup

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt
www.agroscope.admin.ch

🇨🇭 2b) UZL-Risikoindikator Erosion x Verdichtung im Dauergrünland

- Enge Verknüpfung von Verdichtung und Erosion im Dauergrünland!
- **Verdichtung:** Gleiche Risiko-Beurteilung wie im Ackerland (Radlast der Maschinen, Befahrung)
- **Erosion:** Visuelle Beurteilung Bodenbedeckung; Schadbeurteilung: Trittschäden, Erosion,...
- Mittelwert Verdichtung (Minimum) und Erosion (Minimum)



Bilder und abgeleitete Richtwerte aus Sutter R, Keller L. 2009.
 Bodenerosion im Sömmerungsgebiet. Erkennen – vermeiden – beheben.
 Lindau-Eschikon: Agridea

Anteil offene Fläche (%)	Risiko	Interpretation
<30%	5	geringes Risiko, kein Handlungsbedarf
30 - <=50%	3	tolerierbar, aber Handlungsbedarf empfohlen
>50%	1	hohes Risiko, dringende Handlungsbedarf



Risikoindikator Verlust organische Bodensubstanz (OBS) / Humus

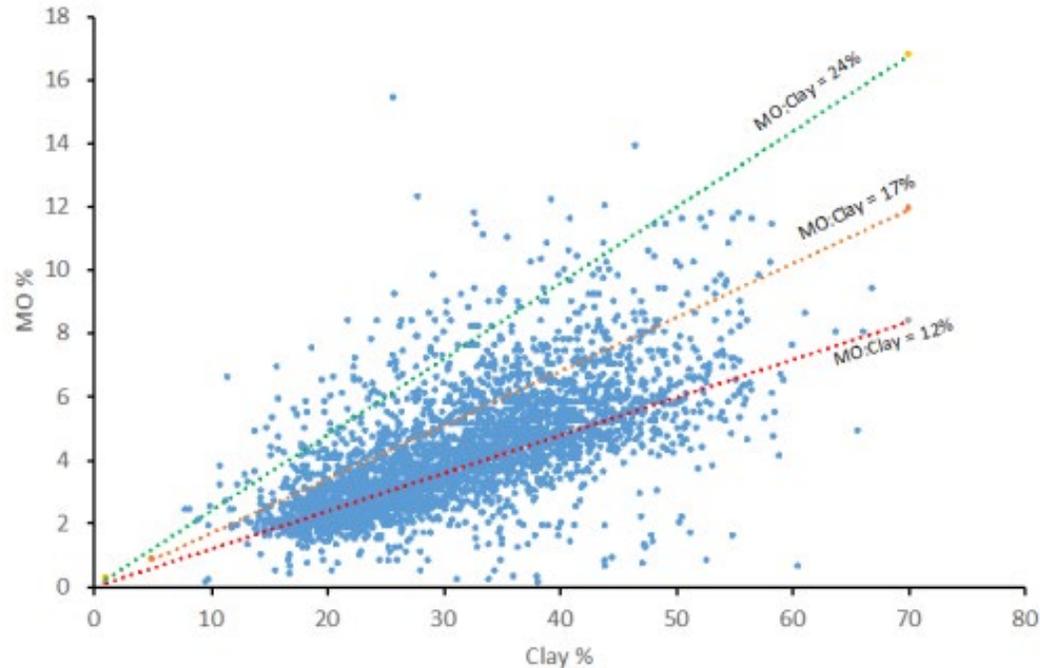
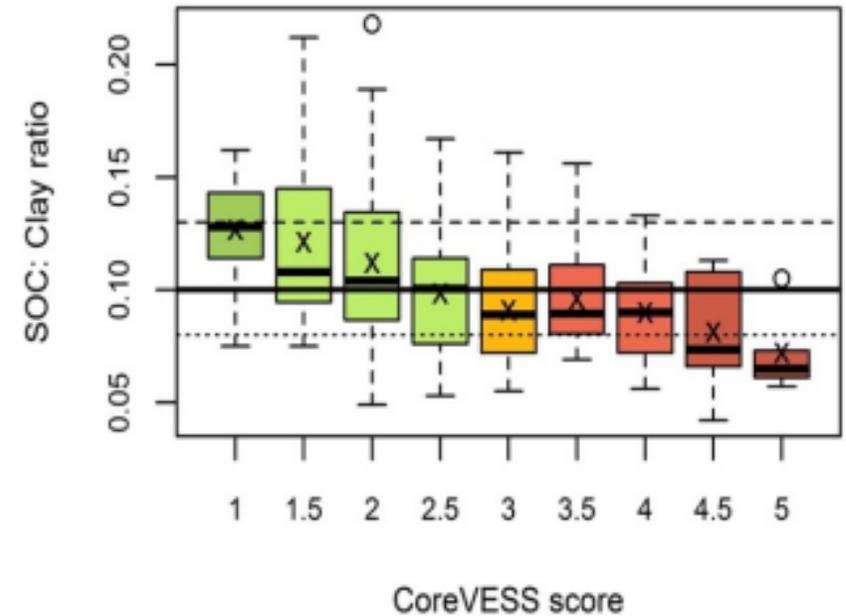


Figure 18: Distribution of the soil organic matter content (denoted MO) and clay content for more than 8000 fields of arable land, canton of Jura, with MO:clay target values corresponding to SOC:clay ratios of 0.13 (green), 0.10 (orange) and 0.08 (red). Canton median value of MO:clay: 0.12, which corresponds to a SOC:clay ratio of 0.07.

Grafik aus Keel et al.. (2021)



Grafik aus Johannes et al. (2017)

3V-Bodenzustandsindikatoren

Bodenzustandsindikatoren

Nährstoffzustand

Phosphorgehalt (GRUD)

Bodenreaktion

Boden-pH (GRUD)

Organische Bodensubstanz

Humusgehalt (STRUDEL)

Biologische Bodenaktivität

Mikrobielle Basalatmung (VBB)

Beprobung mit Mischproben

Mischproben Oberböden (GRUD)

Bodenstruktur

Spatenprobe (VESS, NSP)

Vertiefungsindikatoren

weitere Makro- und Mikronährstoffe

K, Mg; B, Mn, Cu, Fe (GRUD)

Bodenreaktion und Kalkbedarf

Basensättigung, KAK (GRUD)

Biologische Bodenaktivität

Regenwurmpopulation (FiBL)

Bodenstruktur

Analyse ungestörter Proben (AGS)