

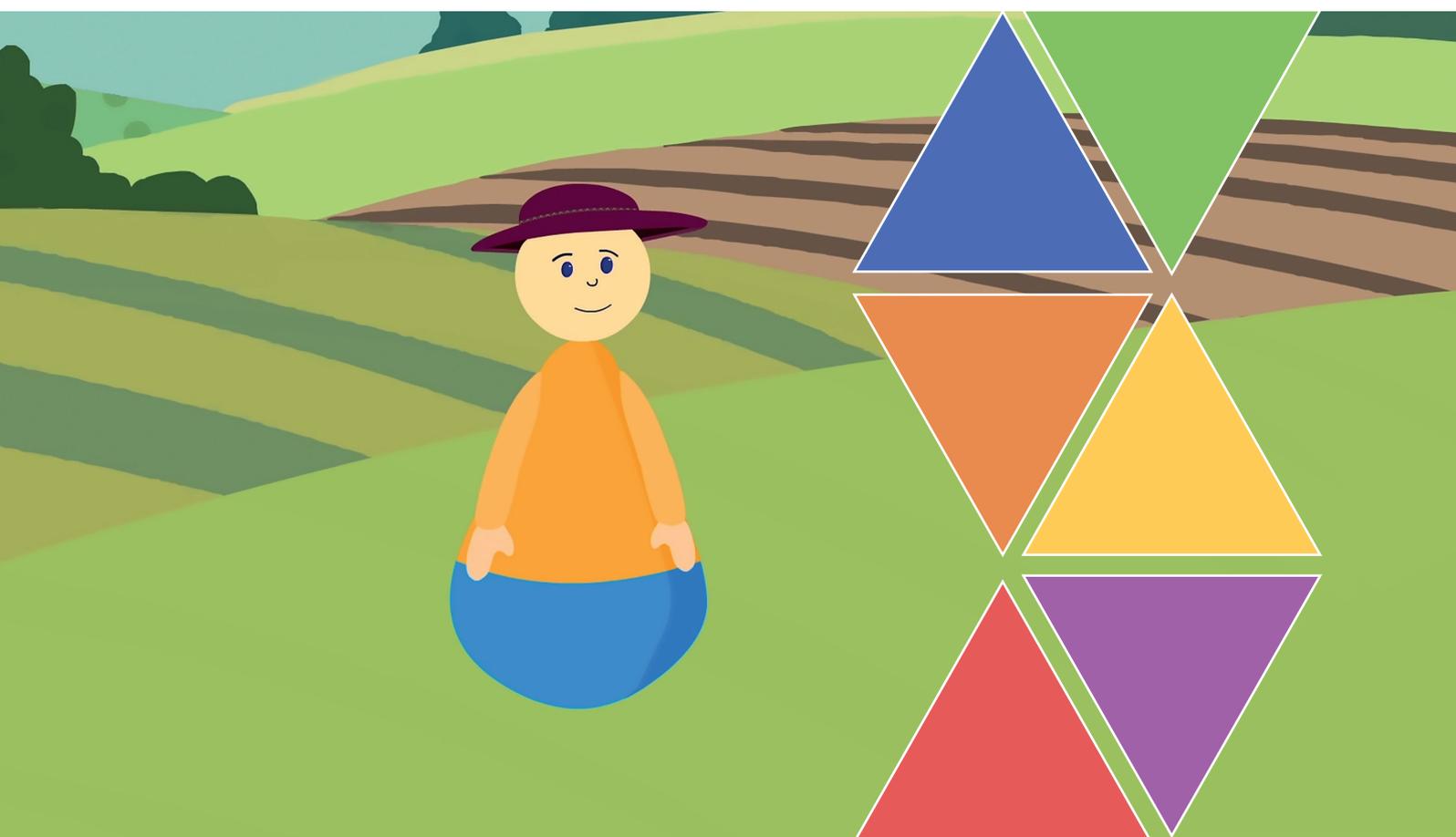


AGRITRAIN



RolyPolyModel

**Resilienz von Agrar-Ökosystemen
Bauernhof-Prinzip
Technische Zusammenfassung**



Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union

www.agri-train.eu

Impressum

Herausgeber

PECO Institut e.V.
Luisenstr. 38
D – 10117 Berlin
www.peco-ev.de

Projektkonsortium AgriTrain

PECO Institut e.V. / Lead Partner / www.peco-ev.de
Humboldt-Universität zu Berlin / www.hu-berlin.de
Landwirtschaftskammer Niedersachsen / www.lwk-niedersachsen.de
Fundación Monte Mediterráneo / www.fundacionmontemediterraneo.com
Universidad Sevilla / www.us.es
Agricultural University Plovdiv / www.au-plovdiv.bg
FH Joanneum Gesellschaft mbH / www.fh-joanneum.at
Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik / www.agrarumweltpädagogik.ac.at

Erarbeitung und Redaktion

FH Joanneum Gesellschaft mbH
Johannes Haas und Stephan Pabst
www.fh-joanneum.at

Layout und Satz

BLICKFANG mediendesign
www.blickfang-mediendesign.de

PECO Institut e.V. / AgriTrain / www.agri-train.eu / Berlin, 2020



Creative Commons

Alle Inhalte dieses Trainings-Curriculum stehen unter der Creative Commons Lizenz Namensnennung –nicht-kommerziell – Keine Bearbeitung 4.0 Deutschland (CC BY-NC-ND 4.0 DE). Sie dürfen im Rahmen der Lizenzbedingungen verwendet werden. Der Text ist unter <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.de> abrufbar.



Erasmus+

Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen finanziert.
Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Resilienz von Agrar-Ökosystemen – Das Stehaufmännchen Modell

Stephan Pabst; FH JOANNEUM

Die Resilienz von Agrar-Ökosystemen ist ein zentrales Thema in der modernen Landwirtschaft. Um Böden stabil und funktionsfähig zu erhalten müssen zahlreiche komplexe Faktoren ausbalanciert werden. Den Überblick über all diese Faktoren und Funktionen zu behalten ist sehr herausfordernd. Das Stehaufmännchen ist ein Werkzeug, das es Ausbilderinnen in den Bereichen Landwirtschaft und Ökologie erleichtern soll die Zusammenhänge zu visualisieren und mit ihnen zu experimentieren.

[Schauen Sie sich unser Explainity \(Erklärvideo\) an](#), um eine Idee zu bekommen wie das Stehaufmännchen (Stehaufmännl) als Werkzeug genutzt werden kann um die Resilienz von Agrar-Ökosystemen zu erleben. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Hintergrundliteratur und das Konzept der Boden –Resilienz. Die Hauptfunktionen des Bodens werden erwähnt und Beispiele Managementmaßnahmen gegeben, die die Resilienz positiv oder negativ beeinflussen.

Resilienz

Das Konzept der Resilienz ist weit verbreitet und findet in unterschiedlichen Disziplinen Anwendung. Sowohl in den Sozialwissenschaften (Psychologie, Management etc.) als auch in Technologie und Maschinenbau (Materialeigenschaften, Netzwerke etc.) und in der Ökologie (Klima, Boden etc.). Ökologische Resilienz beruft sich auf das Aufrechterhalten von Funktionen, die nicht nur einen, sondern mehrere Gleichgewichts-Stadien haben, im Unterschied zum Maschinenbau. In ökologischen Systemen sprechen wir von „adaptive cycles“, also Anpassungs-Zyklen, die man am besten mit einer Doppelschleife darstellt (vgl. Ludwig et al. 2018). In einem Agrar-Ökosystem finden diese Anpassungs-Zyklen auf verschiedenen Ebenen statt. Während wir uns in diesem Beispiel auf den Bereich des Ackerbodens fokussieren, findet Resilienz auf allen Ebenen statt. Das Stehaufmännl-Modell stammt übrigens aus einer Forschungsarbeit zu Resilienz auf der Bauernhof Ebene. Mehr Informationen dazu gibt es im *Hintergrund Papier 2*.

Boden Resilienz

Boden Resilienz beschreibt die Fähigkeit eines Bodens sich zu verändern um funktional zu bleiben, wenn es destabilisierende Einflüsse gibt. Der Boden erlebt über das Jahr mehrere Veränderungsphasen:

- Anbau: schnelle Kolonialisierung gestörter Flächen durch Pionierpflanzen
- Konservierung: langsamer Aufbau und “Lagerung” von Material und Energie
- Struktureller Kollaps und Freisetzung von Potential
- Reorganisierung (Kompostierung und Verfügbarmachung von Nährstoffen)

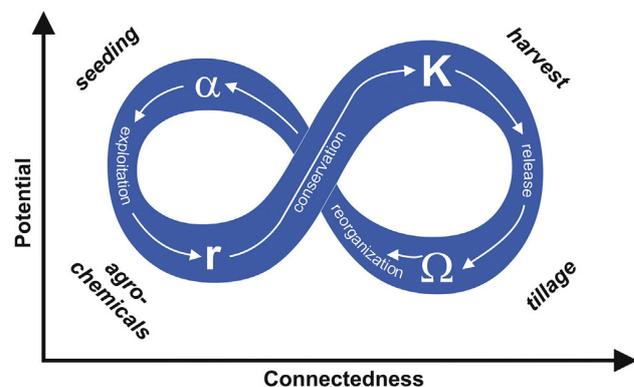


Figure 1: Adaptive cycle of soil (Ludwig et al. 2018)

Die Funktionalität des Bodens spiegelt sich auf drei unterschiedlichen Ebenen wider:

- Management in der Vergangenheit (Boden Gedächtnis)
- Aktueller Status (Druck und Störungen)
- c. Empfehlungen für zukünftiges ganzheitliches Management

Das kann am besten mit dem Beispiel eines Ackerbodens erklärt werden, der...

- in der Vergangenheit mit schwerem Gerät und zu kleinen oder zu harten Reifen befahren wurde (Figure 3). Das führte zu Verdichtungen im Boden und begrenzt das Durchwurzelungspotential (Figure 4) sowie die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens.
- Aktuell traten heftige Starkregenereignisse auf und die Wassermassen konnten aufgrund der Verdichtungen nicht vom Boden aufgenommen werden (Figure 5). Dies wiederum kann zu Erosion des Oberbodens (
- Figure 6) vor allem auf Hängen führen (Figure 7).
- In der Zukunft kann die Verdichtung durch ganzheitliches Management nicht nur beseitigt, sondern auch verhindert werden. Beispiele für solche Maßnahmen sind z.B. Dammkultur, Zwischenfruchtanbau mit tiefwurzelnden Pflanzen (z.B. Rotklee, Ackerbohne oder Luzerne) (Figure 8, Figure 9), Bodendecker, Mulchsaat (Figure 10, Figure 11) und die Verwendung von leichtem Gerät, Minimierung der Bearbeitungsschritte oder bodenschonende Bearbeitungsweisen (wie z.B. On-land Pflug Figure 12).

In der Theorie gibt es dazu zwei sogenannte Fallen für das System Ackerboden. Das Beispiel der Verdichtung findet sich in der Doppelschleife links unten wieder, in der so genannten Armut-Falle (poverty trap), das heißt das Potential des Ackerbodens sich zu regenerieren ist durch die Degradierung bzw. Verdichtung gebunden und steht ihm nicht zur Verfügung.

Eine andere Falle ist die sogenannte Starrheits-Falle (rigidity trap). Durch hochspezialisierte Sorten bzw. Düngemittel und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde ein sehr starres Gerüst geschaffen, in dem das System funktioniert. Das Potential des Bodens wird mit hohem externen Input auf einem hohen Niveau gehalten und hat keine Verbundenheit zu den anderen Bodenfaktoren. Beim Ausfall einzelner Funktionen im Hochleistungssystem, würde die Leistung sofort einbrechen.

Nachhaltiges Bodenmanagement wurde bisher damit definiert, dass die Ressourcen effizient genutzt werden. Dieser Ansatz ist aber nicht ausreichend und teilweise kontraproduktiv, wenn nur eine kurzfristige Perspektive betrachtet wird. Böden im Agrarökosystem sind unsichere und unvorhersehbare Systeme, das menschliche Management erzeugt zusätzlich Druck und Störungen im System Boden. Das erhöht die Unsicherheit zusätzlich. Daher brauchen Böden ein anpassungsfähiges Management, das Freiräume bietet damit sich der Boden selbstständig erneuern kann um die Resilienz zu erhöhen (vgl. Ludwig et al. 2018).

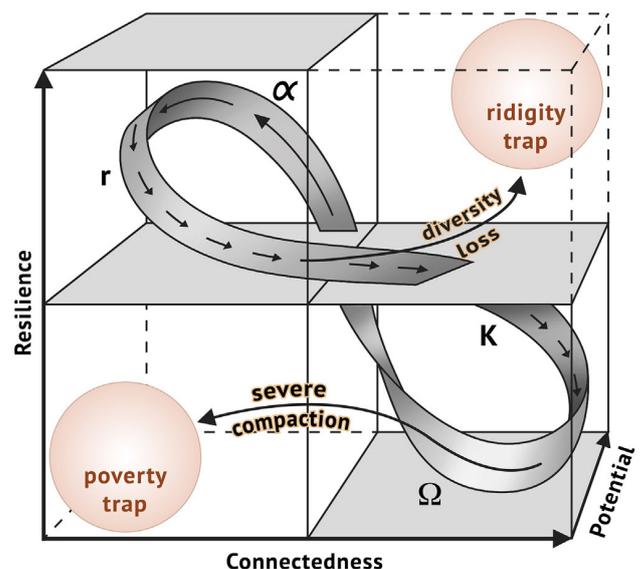


Figure 2: Armut- und Starrheitsfalle binden das Potential des Bodens sich selbstständig zu erneuern, in beiden Fällen ist die Resilienz niedrig (vgl. Ludwig et al. 2018).

Quelle: Ludwig, M.; Wilmes, P. und Schrader, S. (2018) Measuring soil sustainability via soil resilience. Science of the Total Environment, 626, 1484-1493. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.043>

Resilienz von Agrar-Ökosystemen – Das Stehaufmännchen Modell

Stephan Pabst; FH JOANNEUM

Die Resilienz von Agrar-Ökosystemen ist ein zentrales Thema in der modernen Landwirtschaft. Um Böden stabil und funktionsfähig zu erhalten müssen zahlreiche komplexe Faktoren ausbalanciert werden. Den Überblick über all diese Faktoren und Funktionen zu behalten ist sehr herausfordernd. Das Stehaufmännchen ist ein Werkzeug, das es Ausbilderinnen in den Bereichen Landwirtschaft und Ökologie erleichtern soll die Zusammenhänge zu visualisieren und mit ihnen

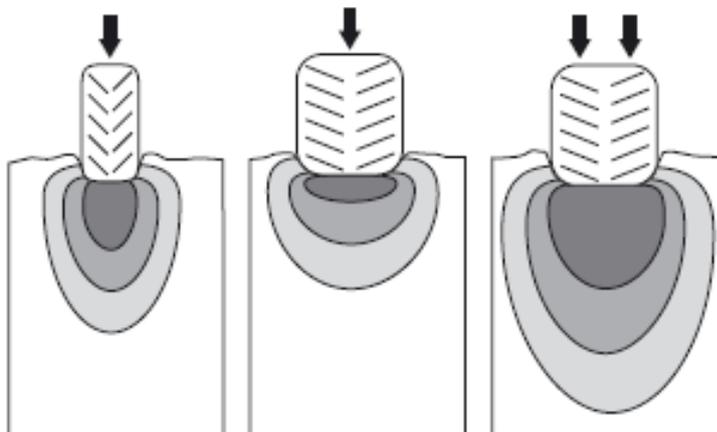


Figure 3: Unterschiedliche Reichweite der Bodenverdichtung abhängig von Reifenform bzw. Reifendruck und Gewicht. Merkblatt Bodenverdichtung Nordwestschweiz 2005, Bildnachweis: U.W. Flück nach R. Brandhuber und PTG GmbH



The potential rooting depth extends to the bottom of the arrow, below which the soil is extremely firm and very tight with no roots or old root channels, no worm channels and no cracks and fissures down which roots can extend.

Figure 4: Die Bodendichte bzw. das Potential der Durchwurzelungstiefe kann im Bodenprofil anhand der Häufigkeit von Wurzelkanälen, Rissen und Wurmlöchern bestimmt werden. FAO (2008) VISA – Visual Soil Assessment Guide. Verfügbar unter: <http://www.fao.org/3/i0007e>



Figure 5: Bodenverdichtung 2018,

Aus: <https://www.bauernzeitung.ch/artikel/bodenverdichtung-mutter-erde-vergisst-nur-langsam>; Bild Thomas Keller, Agroscope



Figure 6: Wassererosion Detail Präsentation Grundbodenbearbeitung, Stefan Waldauer; Raumberg Gumpenstein 2018



Figure 7: Wassererosion_ Präsentation Grundbodenbearbeitung, Stefan Waldauer; Raumberg Gumpenstein 2018



Figure 8: Untersaat Klee, Einsaat in Getreide_Bioaktuell.ch 2018
<https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/getreide/getreide-anbautechnik/untersaat-in-getreide.html>



Figure 9: Mischsaat mit Ackerbohne. Aus: Zwischenfruchtanbau zum Erosions- und Gewässerschutz, LfL Bayern 2018.



Figure 10: Maismulchsaat nach 100 mm Dauerregen, keine Bodenerosion.
 Aus: Zwischenfruchtanbau zum Erosions- und Gewässerschutz, LfL Bayern 2018.



Figure 11: Under_cover, Originaltitel: Cornell-DS-Soja-Klein-2_under_cover, abgerufen von <http://www.bodenfruchtbarkeit.net/wp-content/uploads/2016/08/Cornell-DS-Soja-Klein-2.jpg> [22.5.2018]



Figure 12: On-land Pflug Präsentation Grundbodenbearbeitung, Stefan Waldauer; Raumberg Gumpenstein 2018

Abbildungsverzeichnis

Figure 1: Adaptive cycle of soils (Ludwig et al. 2018)	2
Figure 2: Armuts- und Starrheits Falle binden das Potential des Bodens sich selbstständig zu erneuern, in beiden Fällen ist die Resilienz niedrig (vgl. Ludwig et al. 2018).	3
Figure 3: Unterschiedliche Reichweite der Bodenverdichtung abhängig von Reifenform bzw. Reifendruck und Gewicht. Merkblatt Bodenverdichtung Nordwestschweiz 2005, Bildnachweis: U.W. Flück nach R. Brandhuber und PTG GmbH	4
Figure 4: Die Bodendichte bzw. das Potential der Durchwurzelungstiefe kann im Bodenprofil anhand der Häufigkeit von Wurzelkanälen, Rissen und Wurmlöchern bestimmt werden. FAO (2008) VISA – Visual Soil Assessment Guide. Verfügbar unter: http://www.fao.org/3/i0007e	4
Figure 5: Bodenverdichtung 2018, Aus: https://www.bauernzeitung.ch/artikel/bodenverdichtung-mutter-erde-vergisst-nur-langsam ; Bild Thomas Keller, Agroscope	5
Figure 6: Wassererosion Detail Präsentation Grundbodenbearbeitung, Stefan Waldauer; Raumberg Gumpenstein 2018	5
Figure 7: Wassererosion_ Präsentation Grundbodenbearbeitung, Stefan Waldauer; Raumberg Gumpenstein 2018	5
Figure 8: Untersaat Klee Einsatz in Getreide_Bioaktuell.ch 2018 https://www.bioaktuell.ch/pflanzenbau/ackerbau/getreide/getreide-anbautechnik/untersaat-in-getreide.html	6
Figure 9: Mischsaat mit Ackerbohne_Aus: Zwischenfruchtanbau zum Erosions- und Gewässerschutz, LfL Bayern 2018.	6
Figure 10: Maismulchsaat nach 100 mm Dauerregen, keine Bodenerosion. Aus: Zwischenfruchtanbau zum Erosions- und Gewässerschutz, LfL Bayern 2018.	6
Figure 11: Under_cover, Originaltitel: Cornell-DS-Soja-Klein-2_under_cover, abgerufen von http://www.bodenfruchtbarkeit.net/wp-content/uploads/2016/08/Cornell-DS-Soja-Klein-2.jpg [22.5.2018]	7
Figure 12: On-land Pflug Präsentation Grundbodenbearbeitung, Stefan Waldauer; Raumberg Gumpenstein 2018	7

Das Stehaufmännchen Prinzip auf Bauernhof-Ebene¹

Stephan Pabst; FH JOANNEUM

Welcher Bauernhof-Typ bin ich? In der Landwirtschaft geht es vorrangig um Hektar, Ertrag und Deckungsbeiträge. Und doch entwickelt jede/r seinen eigenen Stil. Zwar gibt es Standort-Faktoren, wie die Bodenart, das Klima, die Erreichbarkeit, welche vorgeben, was möglich ist. Dennoch können am gleichen Standort ganz unterschiedliche Bauernhöfe stehen. Jede und jeder hat andere Erfahrungen, eine bestimmte Familiensituation und soziales Netzwerk oder andere Vorlieben. Ein Vermarktungskonzept, das für einen Betrieb passt könnte bei einem anderen überhaupt nicht funktionieren. Eine Stilfrage eben. Hof, HofbetreiberInnen und Umwelt beeinflussen sich im System Bauernhof gegenseitig. Den Hof selbst kennzeichnen der vorhandene Boden, die Tiere, Gebäude und Maschinen, Liquidität sowie das agrarische Ökosystem. Wesentliche Umweltfaktoren sind die Lage, die Klimabedingungen, Politik, Märkte und Netzwerke. Die Hof-BetreiberInnen sind beeinflusst durch Familie, Hofgeschichte, vorhandenes Wissen, Werthaltungen und Vorlieben sowie laufende Projekte.

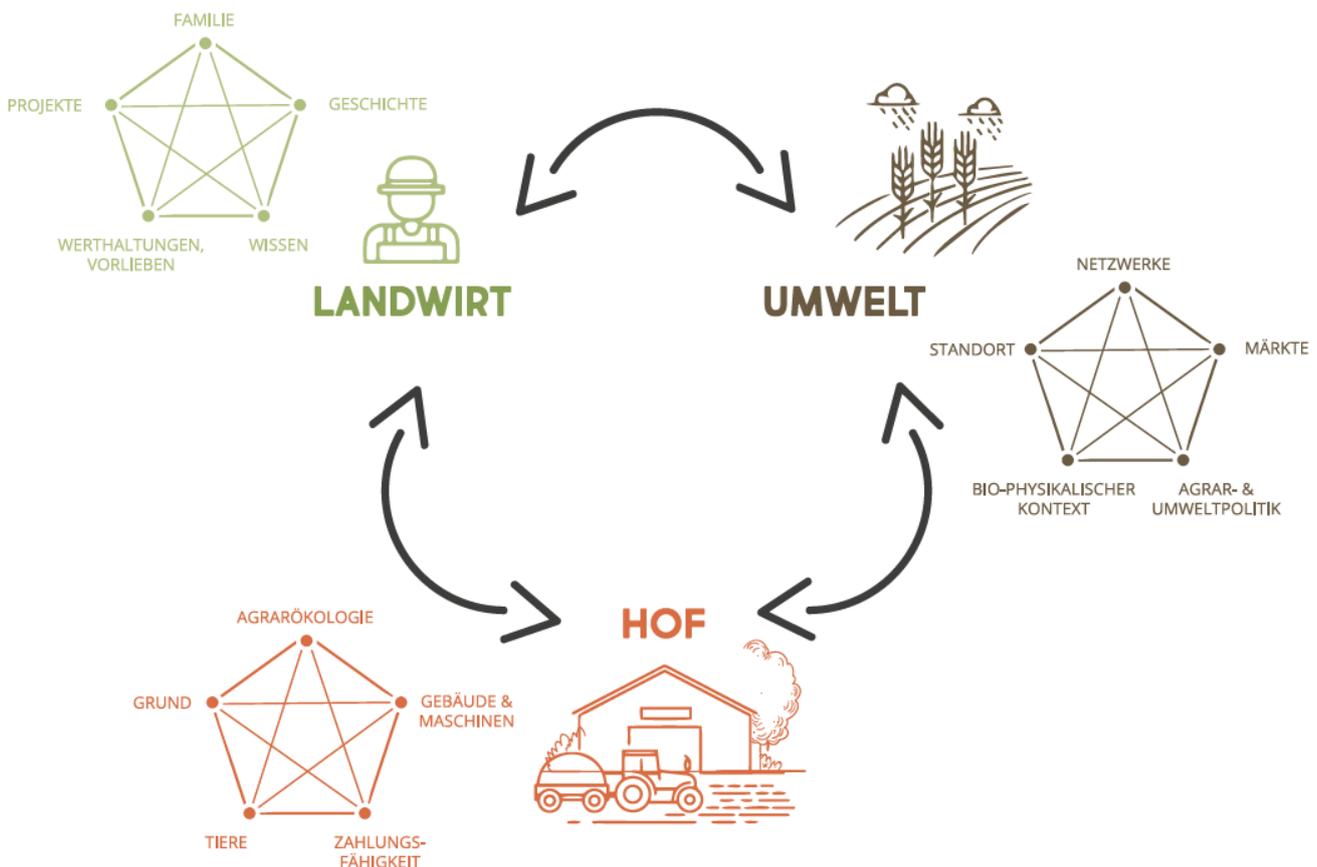


Abbildung 1: Das System Bauernhof, eigene Übersetzung und leicht veränderte Darstellung aus Darnhofer et al. 2012

¹ Gekürzte Fassung; Erstmals veröffentlicht in Seebacher, U.; Lüking, T.; Pötsch, N.; Pabst, S.; Rehorska, R.; Weinrauch, S. (2018) Kleinbauernhof im 21. Jahrhundert. Verlag der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH, Graz. Verfügbar unter: <http://bizepaper.fh-joanneum.at/eBooks/Bauernhof-21.pdf>

Das Konzept der Landwirtschaftsstile (Farming Styles)

Der Agrarsoziologe Jan Douwe van der Ploeg (Universität Wageningen, NL) entwickelte das Konzept der Landwirtschaftsstile. Anhand des Beispiels der friesischen Milchbauern hat van der Ploeg belegt, dass sich Betriebe trotz ähnlicher Voraussetzungen unterschiedlich entwickeln. Im Jahr 1969 wurde unter dem Schlagwort der Modernisierung davon ausgegangen, dass sich alle Betriebe in Richtung Wachstum und Automatisierung entwickeln müssten. Empirische Untersuchungen der tatsächlichen Veränderungen bis in die 1990er Jahre zeigten jedoch unterschiedliche Entwicklungen. Nicht nur reine Wachstumsbetriebe blieben erfolgreich. Auch Betriebe, die ihre Betriebsgröße stabil hielten, diversifizierten und auf mehr Handarbeit setzten, konnten erfolgreich weiterwirtschaften und dabei teilweise ein höheres Einkommen erwirtschaften als die Wachstumsbetriebe (vgl. Ploeg van der 1990, 2003 und 2010). Durch ihre Art zu wirtschaften nehmen Bäuerinnen und Bauern im symbolischen, sozialen und materiellen Raum bestimmte Positionen ein.

Landwirtschaftsstile und kleinstrukturierte Landwirtschaft in Österreich

Eine Studie über Landwirtschaftsstile im Zeitraum 1945-1980 (Langthaler 2012) fand heraus, warum in Österreich kleine Familienbetriebe im europäischen Vergleich länger Bestand hatten. Viele BetriebsleiterInnen vertrauten der Modernisierung nicht und stellten die Beständigkeit des Betriebs vor die Erwirtschaftung kurzfristiger Gewinne.

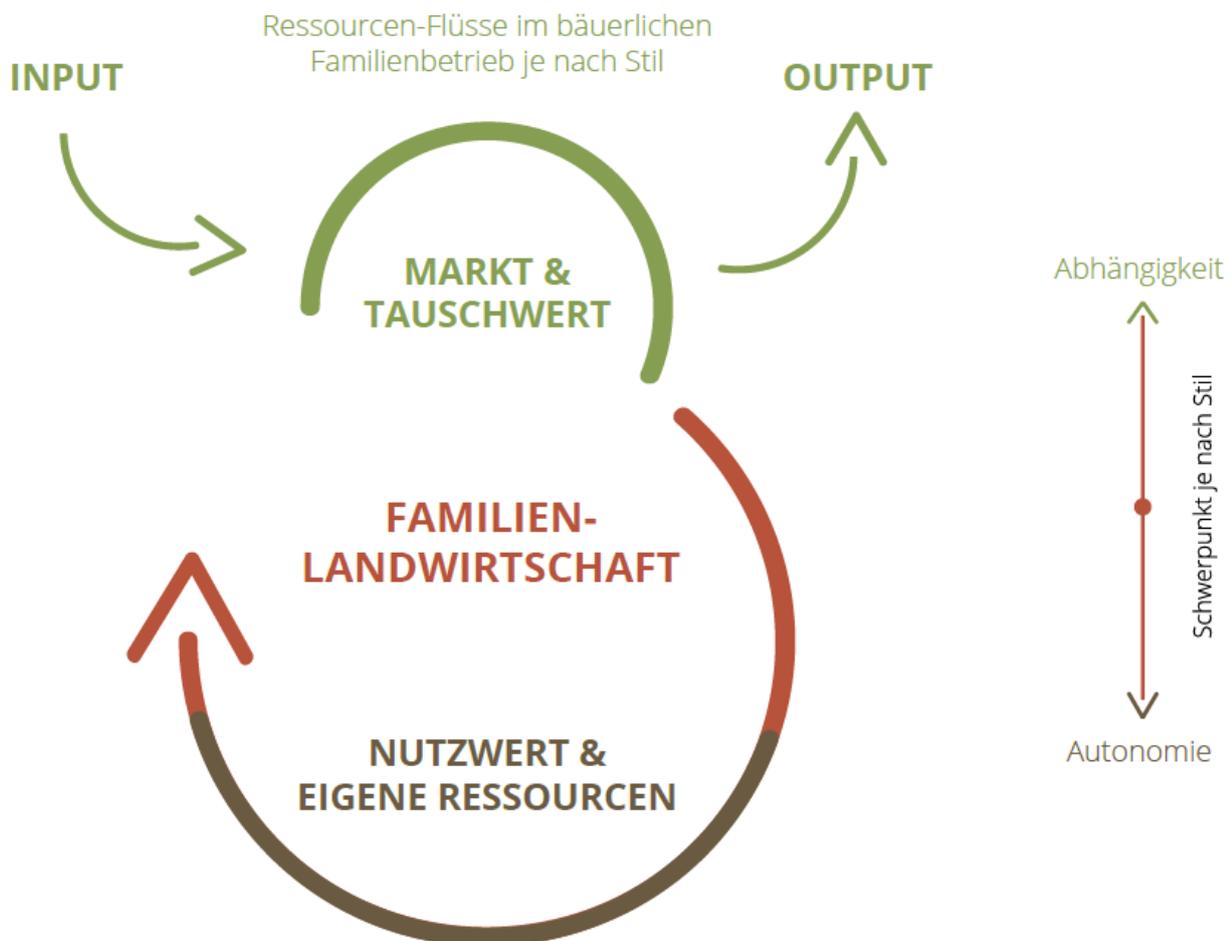


Abbildung 2: Resilienz bzw. Widerstandsfähigkeit eines landwirtschaftlichen Betriebes in Abhängigkeit seiner Ressourcenbasis. Eigene Übersetzung und abgewandelte Darstellung aus Langthaler 2012.

Das Stehaufmann-Prinzip (Langthaler 2012), siehe Abb. 2. macht deutlich, dass die Widerstandsfähigkeit eines landwirtschaftlichen Betriebes davon abhängt, wo er seinen Schwerpunkt setzt: auf „Autonomie“ (unten). oder „Abhängigkeit vom Markt“ (oben). Eine einseitige Spezialisierung und eine hohe Abhängigkeit von zugekauften Betriebsmitteln (z.B. Düngemittel, Futter, Saatgut etc.) verringert die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) eines landwirtschaftlichen Betriebs gegenüber Krisen wie klimatische Wetterextreme, Preisstürze oder Seuchen. Wirtschaftseigene Kreisläufe und geringe Abhängigkeit von Betriebsmitteln machen im Gegenzug widerstandsfähiger gegenüber unerwarteten Ereignissen oder Schocks.

Selbstbestimmt Landwirtschaften mit Stil

Der Kleinbauer, die Kleinbäuerin legt fest, was gemacht und wie gewirtschaftet wird, welche Kulturen angebaut werden und wie sie verarbeitet und vermarktet werden. Die BetreiberInnen bestimmen selbst wieviel sie in der Landwirtschaft arbeiten, mit wem und wie sie leben und wann es genug ist mit der Arbeit. Klingt selbstverständlich? Ist es aber nicht. Das Konzept der Landwirtschaftsstile sagt aus, dass es nicht „die Landwirtschaft“ gibt und es an jedem Standort so viele verschiedene Möglichkeiten wie BäuerInnen gibt. Damit widerspricht das Farmingstyles-Konzept der vorwiegend ökonomischen Sichtweise, dass es für jeden Standort ein optimales Betriebskonzept gibt und dieses je nach Risikofreudigkeit zu optimieren ist um überleben zu können.

Je nach Betrachtungsweise der Bauernhofstile entstehen verschiedene Typen. Betrachtet man z.B. wie gewirtschaftet wird oder welchen persönlichen Stellenwert die Landwirtschaft hat kommt man zu Betriebsbeschreibungen wie „Innovatives Investieren“, „Weitermachen trotz Schwierigkeiten“ oder „gefördertes Spezialisieren“ und weniger klischeehaften Zuschreibungen (wie z.B. modern, fortschrittlich, veraltet) (vgl. Garstenauer et al. 2010).

Quellen:

Darnhofer; Ika (2012) Farming Systems Research: an approach to inquiry. Veröffentlicht in I. Darnhofer, D. Gibbon, and B. Dedieu (Herausgeber): *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer Science + Business Media Dordrecht.

Garstenauer, Rita, Kicking, Sophie; Langthaler, Ernst und Schwarz, Ulrich (2010). *Landwirtschaftsstile: Theorie, Methoden, Quellen*. Artikel im Rahmen des Projekts *Landwirtschaftsstile in Österreich 1930-1980*.

Langthaler, Ernst (2012). Balancing Between Autonomy and Dependence Family Farming and Agrarian Change in Lower Austria, 1945–1980. *Rural History Working Papers 10*, Institut für Geschichte des ländlichen Raums, St. Pölten.

Ploeg van der, Jan Douwe (1990). *Labor, Markets and Agricultural Production*. Westview Press, Boulder, San Francisco and Oxford.

Ploeg van der, Jan Douwe (2003). *The Virtual Farmer. Past, present and future of the Dutch peasantry*. Royal van Gorcum, Assen.

Ploeg van der, Jan Douwe (2010). *Farming Styles Research: The State of the Art*. Keynote lecture in Melk, Austria, 21-23. October.

Das Stehaufmann3.0¹ als Resilienz Modell für Systemisches Lernen in der Agrar-Ökologie

Co-Konstrukteure: *Stephan Pabst und David Schneider*
(FH JOANNEUM Graz, IAP)



Figure 1: Der erste Prototyp aus gedrechseltem Holz

Am Anfang stand die Idee ein physisches Modell für Resilienz zu bauen, das dem in unserem Erklärvideo aus dem Agri-Train Projekt ähnlich sieht. Dank der Holz Drehsel-Fähigkeiten meines Kollegen David Schneider hatten wir rasch einen ersten, sehr schönen, Prototyp (Figure 1).

Wir machten bald die Erfahrung, dass es nicht so einfach ist ein Stehaufmann3.0 zu bauen, das sich im Unterschied zu Kinderspielzeug mit Gewichten „programmieren“ lässt. Der erste Prototyp funktionierte, aber sobald wir Gewichte (Figure 2) in den oberen Teil legten, um negative Einflüsse zu simulieren, fiel es einfach um und stand nicht wieder auf, egal wie viele Gewichte im Bodenteil lagen.

Um das Modell so realistisch wie möglich zu machen, entwickelten wir ein druckbares 3D-Modell (Figure 5), das eine höhenverstellbare Ebene zwischen der Halbkugel am unteren Ende (Figure 3) und dem Konus hat. Zu Beginn muss also die Ebene eingestellt werden, (Figure 4) um ein Minimum oder Maximum von Gewichten im unteren Teil zu erlauben oder größere Gewichte zuzulassen.

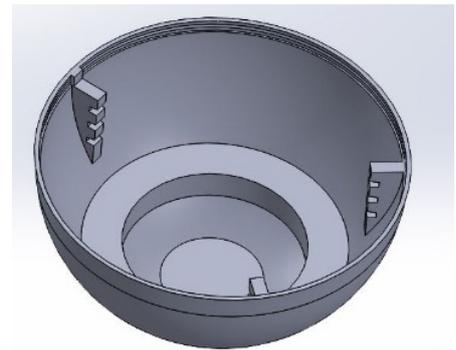


Figure 3: Die Boden-Halbkugel des Stehaufmann3.0

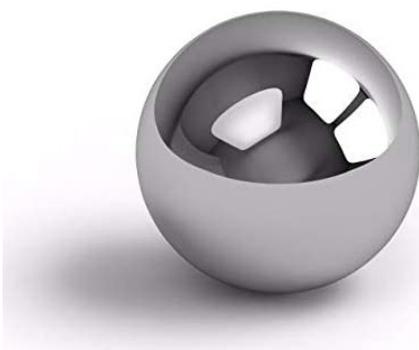


Figure 2: 13mm Stahlkugel als Gewicht

Zum Beispiel: Für einen Boden, der aus schwerem Ton besteht, gibt es nicht gleichviele Bewirtschaftungsoptionen als für einen sandigeren oder schluffigeren Boden. Mit der Höhe der Plattform kann also der Bodentyp eingestellt werden und wie begrenzt die Bewirtschaftungsmaßnahmen des Bodens sind.

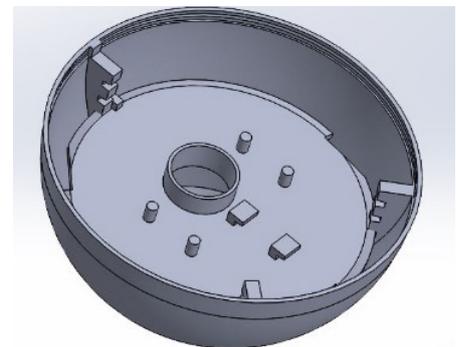


Figure 4: Boden-Halbkugel mit 3-stufig höhenverstellbarer Ebene.

¹ Das Stehaufmann3.0 hat eine CreativeCommons Lizenz (CC BY-NC-SA) zur nichtkommerziellen Nutzung bei Namensnennung (Uns, FH JOANNEUM und Agri-Train Projekt) und Weitergabe unter gleichen Bedingungen.

Im Konus befindet sich eine verstellbare Schräge (Figure 6), die es ermöglicht die Verletzlichkeit (vulnerability) des Systems anzupassen. Je steiler die Schräge ist, desto weniger Gewichte im oberen Teil werden benötigt um das Stehaufmannndl umzuwerfen.

Zum Beispiel: Wenn der Boden ein tiefgründiger Schwarzerdeboden ohne Pflughorizont ist, dann wird sich das Bodensystem viel besser auf Veränderungen einstellen können, als wenn der Boden z.B. ein flachgründiger Pseudogley ist. Also kann mit dem Grad der Schräge eingestellt werden wie eng die Toleranzgrenzen des Bodensystems sind und wie verletzlich es bei Veränderungen ist.

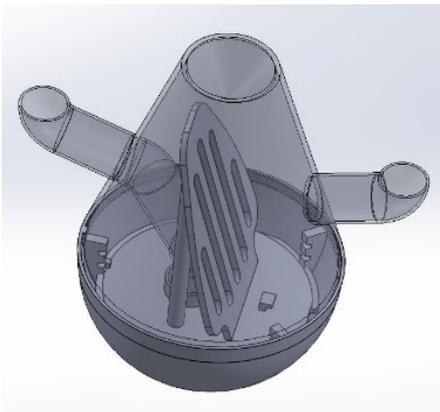


Figure 6: Innenansicht des „Stehaufmannndl3.0“ mit verstellbarer Schräge.

Gut, wir haben jetzt herausgefunden wie wir das Stehaufmannndl3.0 auf verschiedene Systeme adaptieren können. Nun wollten wir sehen, wie es sich mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen programmieren lässt, die es im Unterteil robuster gegenüber Schocks machen und welche Maßnahmen es am Oberteil verletzlicher werden lassen. Ein Arm steht für das Unterteil (+) und der andere für das Oberteil (-). Wenn wir ein Gewicht in das Unterteil geben gibt es noch keine Starken Stehaufmannndl-Effekt. Es verträgt bis zu 5 Gewichte im Unterteil bis es wirklich widerstandsfähig gegenüber Schocks wird (das sind z.B. sanfte Schläge gegen das obere Ende).



Figure 5: Neueste Version des 3D-druckbaren „Stehaufmannndl3.0“

Wir denken, dass ist ziemlich realistisch: 1-5 Gewichte stehen für die grundlegenden Bewirtschaftungsmaßnahmen im Ackerbau. Wenn diese sinnvoll ausgewählt werden, erhalten sie ein resilientes Boden-System. Wenn ein oder zwei der grundlegenden Maßnahmen nicht zum Bodentyp oder System passen, dann kommen die Gewichte in den oberen Teil und bringen das Stehaufmannndl eher zu Fall.

Ihnen gefällt das Stehaufmannndl3.0 als Resilienz Modell? Sie möchten es gerne ausprobieren und im Unterricht einsetzen? Es gibt 3 Optionen um es zu erhalten:

1. Wenn Sie gute Drechselfähigkeiten haben, können Sie es nach der 3D-Modell-Vorlage selbst bauen.
2. Wenn Sie das Konstruieren lieber einer Maschine überlassen, dann schicken Sie einfach die Druckdateien der 4 Teile an den 3D-Drucker Ihres Vertrauens.
3. Sie können eine Holz-Version des Originals von David Schneider bestellen.

Ein letzter Hinweis: Der Kopf muss sehr leicht sein und statt ihn zu drucken haben wir einen normalen Tischtennisball verwendet. Damit Ihr Stehaufmannndl3.0 nicht kopflos bleiben muss. Wir freuen uns, wenn Sie uns Ihre Erfahrungen mitteilen und auch Ideen, wie wir das Stehaufmannndl3.0 verbessern können. Das 3D Modell ist für die nicht-kommerzielle Nutzung z.B. in der Lehre frei zugänglich (Creative Commons Lizenz CC BY-NC-SA), also verbessern und adaptieren Sie es ruhig auch selbst. Wenn Sie es weiterverbreiten bitten wir lediglich um Namensnennung.

Schreiben Sie uns einfach ein E-Mail:



stephan.pabst@fh-joanneum.at



david.schneider@fh-joanneum.at

Thank you! Without the precious ideas and inputs and “go ahead attitude” of you, the physical Roly-Poly model would have never been realized: Agri-Train Project Team (Inge, Yvonne and Sylvana), Johannes Haas, Dietrich Landmann, Veronika Hager, Wolfgang Weiß, Franz Auer. Thank you!

Sources:

Figures 1, 3-6: © David Schneider;

Figure 2: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/31091Aoyl8L_AC_.jpg