

Methodenbeschreibung

Der Netzwerkversuch – Ein neuer Ansatz für die Praxisforschung

Praxisforschung ist ein geeigneter Ansatz, um praxisrelevante Fragestellungen unter realen Bedingungen auf landwirtschaftlichen Betrieben zu untersuchen: beispielsweise zum Nährstoffmanagement im ökologischen Landbau. Landwirt*innen stehen dabei vor der Herausforderung, Feldversuche in ihren Betriebsalltag zu integrieren. Im Rahmen des NutriNet-Projekts wird ein neues Versuchsformat entwickelt und getestet, um dieser Herausforderung zu begegnen: Der Netzwerkversuch.

1. Zielsetzung

Praxisversuche sollen im Betriebsalltag durchführbar sein und zugleich wissenschaftlichen Anforderungen (räumliche Wiederholung und Randomisierung) genügen. Um den Aufwand für die Versuchsdurchführung für jeden einzelnen Betrieb zu reduzieren und dennoch statistisch auswertbare Ergebnisse zu erzielen, werden im Netzwerkversuch mehrere Betriebe zu Clustern zusammengefasst. Jeder einzelne Betrieb wird als eine räumliche Wiederholung innerhalb des Clusters gewertet, sodass die im Versuch erfassten Daten eines Clusters wie bei einer komplett randomisierten, wiederholten Versuchsanlage statistisch ausgewertet werden können. Der zeitliche und flächenmäßige Aufwand für den einzelnen Betrieb bleibt gering, da nur eine nicht wiederholte Streifenanlage angelegt wird.

2. Partizipative Gestaltung des Forschungsprozesses

In Praxisforschungsvorhaben wie NutriNet wird der Forschungsprozess von verschiedenen Akteuren (Landwirt*innen, Berater*innen und Wissenschaftler*innen) gemeinsam gestaltet. Für diesen partizipativen Ansatz sind die Koordination und Moderation von Prozessen wichtige Erfolgsfaktoren¹. Folgende Schritte werden im NutriNet bei der partizipativen Versuchsplanung durchlaufen:

a. Gemeinsames Zielbild und Rahmenbedingungen

Zu Beginn sollten die Erwartungen und Ziele aller Beteiligten am Vorhaben erfasst und gegenseitig wahr- und ernstgenommen werden. Daraus werden möglichst konkrete Ziele und Rahmenbedingungen erarbeitet, die sowohl die Versuchsmethodik als auch das gemeinsame Arbeiten betreffen.

¹ Im '[Kompass Praxisforschung](#)' sind Kriterien für erfolgreiche Praxisforschung beschrieben, abgeleitet aus den bisherigen Erfahrungen im Projekt.

Alle Beteiligten sollten motiviert und kompromissbereit sein und sich verbindlich für die gemeinsame Durchführung von Versuchen entscheiden.

b. Fragestellungen identifizieren und Versuchsfragen festlegen

Die Fragestellungen sollten eine hohe Praxisrelevanz haben, auch um die Motivation der Landwirt*innen zur korrekten Durchführung der Versuche von Anfang bis Ende sicherzustellen.

Im ersten Schritt werden daher Fragestellungen aus dem Betriebsalltag der Landwirt*innen gesammelt. Diese werden Überthemen zugeordnet und in der Gruppe diskutiert. Außerdem ist es sinnvoll, wirklichen Forschungsbedarf herauszufiltern. Fragen zu Themen, die bereits gut erforscht sind und daher eher Wissenstransfer- bzw. Beratungsbedarf widerspiegeln können separiert und nach Möglichkeit anderweitig bearbeitet werden.

Die Fragestellungen, für die es weiteren Forschungsbedarf gibt, werden anschließend von den Landwirt*innen priorisiert. Die Gruppe einigt sich auf ein bis zwei Fragen, zu denen grobe Versuchsdesigns erarbeitet werden. Dabei wird auch die für die statistische Auswertung benötigte Mindestzahl an Betrieben festgelegt, die den Versuch identisch anlegen.

c. Clusterung der Betriebe

Betriebe eines Clusters sollten möglichst vergleichbare Standortfaktoren aufweisen. Zur Clusterung werden deshalb genaue Angaben zu möglichen Versuchsparzellen benötigt. Dazu wählen die Landwirt*innen ein bis zwei geeignete Schläge aus, die zu den Rahmenbedingungen der Versuchsfrage passen und übermitteln die nötigen Daten an die beteiligten Wissenschaftler*innen. Die Wissenschaftler*innen clustern die Betriebe und wählen die passenden Versuchsschläge aus (vgl. Kapitel 3).

d. Versuchsdesign festlegen

Die Wissenschaftler*innen erarbeiten einen Vorschlag für ein konkretes Versuchsdesign, das mit den Landwirt*innen eines Versuchsclusters diskutiert wird. Die Gruppe einigt sich im Detail auf ein gemeinsames Design und legt einen konkreten Zeitplan fest. Dabei ist auf die praxistaugliche Durchführbarkeit und die Einhaltung wissenschaftlicher Rahmenbedingungen zu achten.

Die Wissenschaftler*innen erarbeiten daraus einen Arbeits- und Zeitplan zur identischen Durchführung der Versuche auf allen teilnehmenden Betrieben.

e. Reflexion des Forschungsprozesses

Nach Abschluss und Auswertung eines Versuchsjahres werden die Ergebnisse in der Gruppe diskutiert und das vergangene Versuchsjahr reflektiert. Bei Bedarf werden Versuchsdesign und -ablauf und die Kriterien zur Clusterung der Betriebe für das Folgejahr angepasst.

3. Methode der Clusterung

Unter der Annahme, dass es möglich ist, Betriebe mit vergleichbaren Standortfaktoren als Gruppen zu clustern und auf diese Weise jedes Cluster als einen Versuchsstandort zu betrachten, wurde im NutriNet folgende Methodik erarbeitet:

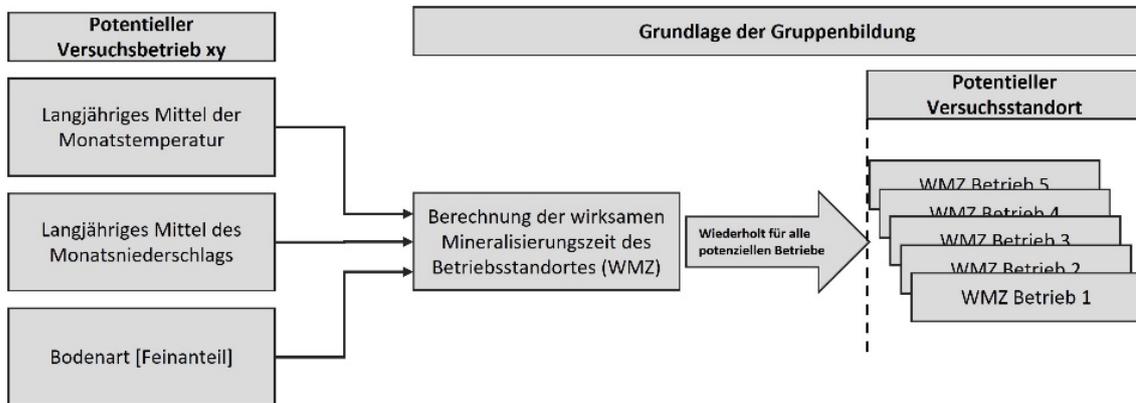


Abbildung 1: Vorgehen beim Clustern von Betrieben zu Versuchsstandorten. Quelle: August Bruckner

In den ersten zwei Versuchszeiträumen wurde die Wirksame Mineralisierungszeit (WMZ) aller Versuchsbetriebe berechnet und diese mittels K-Means-Methode einem von drei Clustern zugeordnet. Dabei zeigte sich unter anderem, dass sich Clusterung und geographische Zugehörigkeit zu einer Region (z.B. Boden-Klima-Raum) decken. Daraus leitet sich ein Fokus auf einen räumlichen Bezug der Betriebe zueinander ab, welcher durch die WMZ abgesichert wird.

Um grundlegende Anforderungen für spätere Auswertungen zu erfüllen, müssen die WMZ, die Clusterung und die Abweichungen der WMZ innerhalb der Cluster/Gruppen in mehreren Schritten überprüft werden. Im NutriNet wurden dafür folgende Überprüfungsschritte gewählt:

1. Clusterung nach Standortfaktoren (Betriebsangaben)
2. Absicherung der Clusterung nach Bodentextur
Versuchsdurchführung
3. Überprüfung der Clusterung auf Basis der tatsächlichen Witterung während des Versuchszeitraums

Satellitenversuch

Im Zuge der fortlaufenden Evaluierung des Versuchsformates des Netzwerkversuches werden sogenannte Satellitenversuche unter den Versuchsbetrieben durchgeführt. Dabei wird der Versuch auf einem der Versuchsbetriebe innerhalb des Clusters oder der Gruppe mindestens dreifach wiederholt angelegt. Die Durchführung des Versuchs verläuft auf dieser Anlage genau nach dem gleichen Protokoll wie auf den übrigen Versuchsbetrieben. Der Satellitenversuch dient dabei einerseits der Überwachung statistischer Aspekte wie z.B. der Varianz zwischen den Subjekten und innerhalb der Subjekte und andererseits dem Vergleich der regionalen Ergebnisse (aus dem Cluster/der Gruppe) mit den betriebsspezifischen Ergebnissen. Aufgrund des erhöhten Aufwands und der größeren Komplexität, die mit Aspekten wie Randomisierung und mindestens dreifacher Wiederholung einhergehen, wird empfohlen, den

Satellitenversuch auf einem besonders engagierten Betrieb durchzuführen, der ein starkes Interesse an einem betriebsspezifischen Ergebnis zu der entsprechenden Fragestellung zeigt.

4. Clusterbildung

Wie in Abbildung 1 dargestellt, werden von allen potenziellen Versuchsstandorten folgende Daten ermittelt:

- Temperatur °C (langjähriges Monatsmittel)
- Niederschlag in mm (langjähriges Monatsmittel)
- Bodenart auf dem Versuchsfeld (VDLUFA aus betriebseigenen Bodenproben).

Die einzelnen Standorte werden basierend auf der biologisch aktiven Zeit für die Mineralisierung organischer Substanz verglichen. Diese resultiert aus den Bodeneigenschaften sowie den klimatischen Gegebenheiten und wird mit Hilfe der aus dem Candy-Carbon-Balance-Modell (CCB-Modell) stammenden Gleichung zur „Wirksamen Mineralisierungszeit (WMZ)“ berechnet (vgl. Franko 1997²). Die Gleichung gibt an, wieviel Zeit (in Tagen d) in einem Jahr unter optimalen Laborbedingungen benötigt wird, um bei bestimmten Standortbedingungen die gleiche Mineralisationsleistung wie im Freiland zu erzielen (vgl. Franko 1997).

Da es unter bestimmten klimatischen Umständen in Kombination mit bodenphysikalischen Gegebenheiten (Porenvolumen) auch zu einem Stopp der biologischen Aktivität kommen kann, wird für die Clusterung die monatlich wirksame Mineralisierungszeit herangezogen. Um diese zu bestimmen, wird die Gleichung wie folgt erweitert:

Gleichung:

$$WMZ (FAT, LTEM_{Monat}, NIED_{Monat}) = (P0(FAT) + P1(FAT) * LTEM_{Monat} + (P2(FAT) * NIED_{Monat} * 12)) / 12$$

FAT = Feinanteil in %

NIED_{Monat} = monatliches Niederschlagsmittel

LTEM_{Monat} = monatliches Temperaturmittel

Erfolgt eine Betriebsakquise über weite Distanzen und beispielsweise über verschiedene Boden-Klima-Räume hinweg, sollte eine Clusterbildung mittels WMZ und K-Means in jedem Fall erfolgen. Dabei wird im Vorfeld die Clusteranzahl festgelegt. Um zu vermeiden, dass ein Cluster aufgrund von Ausfällen von Versuchsbetrieben nicht auswertbar ist, sollte eine Mindestanzahl von 4 Versuchsbetrieben je Cluster nicht unterschritten werden. Die K-Means-Clusterung wird anhand der berechneten 12 Werte der monatlich wirksamen Mineralisierungszeit in Excel durchgeführt.

² Franko, Uwe (1997): Modellierung des Umsatzes der organischen Bodensubstanz. In: Archives of Agronomy and Soil Science 41 (6), S. 527–547

5. Versuchsanlage

Für eine maximale Praktikabilität soll der Netzwerkversuch den Einsatz betriebsüblicher Technik ermöglichen. In der Regel bietet sich eine Streifenanlage an, da diese die Versuchsdurchführung (Behandlungen etc.) erleichtert und wenig potenzielle Fehlerquellen aufweist. Um den Aufwand zur Erfassung äußerer Einflussfaktoren (Störfaktoren) sowie zur Erhebung von Versuchsparametern zu reduzieren, werden in jedem Versuchsstreifen (Streifenparzelle) sogenannte Probenahmeparzellen festgelegt.

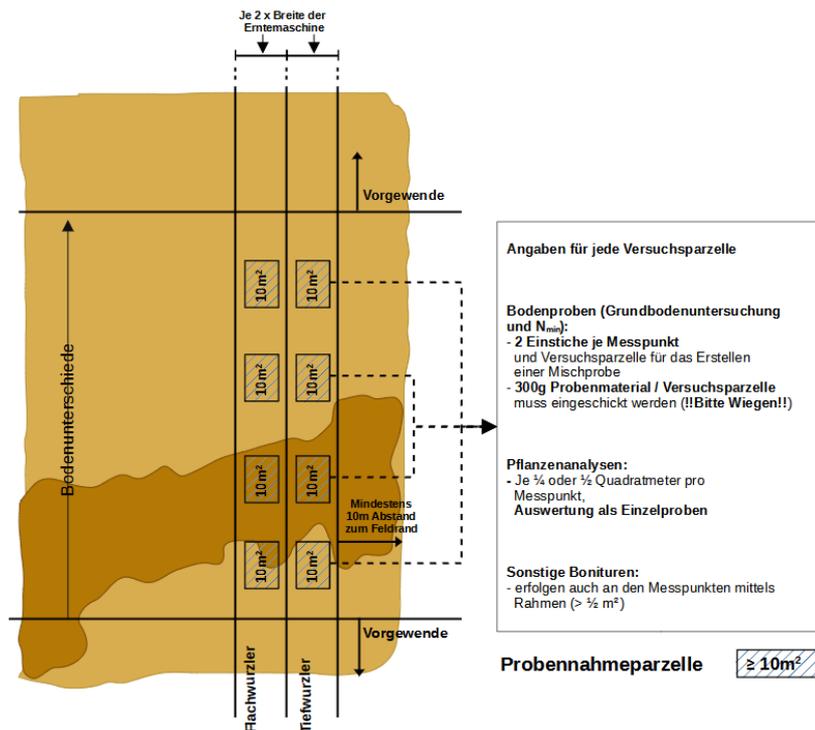


Abbildung 2: Versuchsplan des Netzwerkversuchs als Streifenanlage mit Probenahmeparzellen. Quelle: August Bruckner

6. Überprüfung der Clusterung

Nach Texturanalyse

Um eine möglichst repräsentative Abbildung der räumlichen Wiederholungen (Versuchsbetriebe) zu erreichen, werden vor Versuchsbeginn in jeder Versuchspartelle gleichmäßig über deren Länge vier Probenahmeparzellen festgelegt (siehe Abb. 2). Diese dienen der Datenerfassung über den gesamten Versuchszeitraum hinweg. Zur Überprüfung der Netzwerkversuchsgruppe oder der Clusterung wird eine Texturanalyse des Bodens in jeder Versuchspartelle durchgeführt. Die sich aus den Texturanalysen ergebenden Feinanteile der jeweiligen Probenahmeparzellen können den interpolierten Faktoren (P0, P1 und P2) von Franko und

Oelschlägel (1995)³ zugeordnet werden. Wird die vorhergehende Clusterung auf Basis der betrieblichen Angabe der Bodenart durch die Ergebnisse der Texturanalyse bestätigt, kann der Versuch auf den Standorten eines Clusters durchgeführt werden.

Die Überprüfung erfolgt mittels linearen Modells. Dabei werden sowohl die Clusterung als auch die einzelnen Überprüfungsschritte der WMZ als unabhängige Variablen in der Auswertung berücksichtigt. Wichtig ist, dass im Ergebnis die einzelnen Cluster in jedem Schritt signifikant unterschiedlich zueinander sind.

Weitere Überprüfung

Zudem sollte der Effekt der Versuchsbetriebe, also der Einzelstandorte, immer mit in die statistische Auswertung einfließen. Im NutriNet ist in zwei aufeinanderfolgenden Jahren ein Netzwerkversuch durchgeführt worden, bei dem die Auswirkungen unterschiedlicher Umbruchzeitpunkte mehrjähriger Futterleguminosen auf die N-Dynamik und den Ertrag der Folgekultur untersucht wurden. Im zweiten Versuchsjahr wurde eine parallel in allen Versuchspartellen entnommene Nmin-Zeitreihe erhoben. Diese konnte später in einem Mixed Model ausgewertet und der Einfluss der einzelnen Versuchsbetriebe bewertet werden.

Die weitere Überprüfung zeigte außerdem, dass eine intensive Betrachtung der Umwelt der Versuchsbetriebe notwendig ist und hier zusätzlich zur WMZ weitere Kriterien zur Clusterung hinzugezogen werden sollten. In den kommenden Jahren wird im NutriNet untersucht, wie hoch die Abweichungen der WMZ der Versuchsbetriebe im Cluster zum Mittelwert des Clusters sein dürfen und welche Kriterien sich für die schärfere Clusterung anbieten.

Autor*innen: August Bruckner (Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde), Anne Droscha (Demeter), Leonie Höber (Bioland)

Entstanden im Rahmen des Projekts NutriNet

www.nutrinet.agrarpraxisforschung.de/

Das Projekt „Kompetenz- und Praxisforschungsnetzwerk zur Weiterentwicklung des Nährstoffmanagements im ökologischen Landbau“ wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau. Laufzeit: 2019 - 2027.

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



³ Franko, Uwe und Oelschlägel, Burkhard (1995): Einfluss von Klima und Textur auf die biologische Aktivität beim Umsatz der organischen Bodensubstanz. In: Archives of Agronomy and Soil Science 39 (3), S. 155–163.