

Das R-Paket agricolaeplotr: Eine Entwicklung zur Visualisierung von landwirtschaftlichen Feldversuchen und Erstellung von Feldbegehungskarten

Jens Harbers ¹

Abstract: Das vorliegende Paper beschreibt den Hintergrund, die Inhalte und das Ergebnis eines durch den Autor entwickelten R-Pakets. agricolaeplotr stellt Funktionen zur Visualisierung von Feldversuchen in Form von Versuchskarten bereit. Ausgehend von den Defiziten ähnlicher Pakete zeichnet sich diese Lösung durch die Generierung aussagekräftiger Darstellungen von Feldversuchen sowie durch die Möglichkeit aus, die erstellten Designs als Shapefile zu exportieren, um sie in gebräuchlichen geografischen Informationssystemen weiter anzupassen. Darüber hinaus sind präzise Berechnung von Feldbegehungen, beispielsweise im Kontext von Vertragsnaturschutzmaßnahmen, möglich, wodurch Forscher und Praktiker bei der effizienten Umsetzung von naturschutzbezogenen Maßnahmen im Feld unterstützt werden können.

Keywords: R, Versuchsplanung, Feldkarte, Visualisierung, Georeferenzierung

1 Einleitung

Versuchspläne sind in den Lebenswissenschaften unerlässlich für die Unterstützung von Hypothesen durch experimentelle Studien. Zu deren Auswertung wird immer häufiger die Open-Source-Software R [R 23] genutzt, die als statistisches Werkzeug zur Auswertung von Experimenten verwendet wird. Das bedeutendste R-Paket zur Gestaltung von Experimenten in diesem Kontext ist das agricolae-Paket [FM20], das viele gängige experimentelle Designs für die Forschung im Bereich der Lebenswissenschaften erstellt. Allerdings enthält dieses Paket, abgesehen von simplen Matrixskizzen für ausgewählte Designs, keine weiteren Visualisierungsmöglichkeiten. Die Alternative desplot [Ke23] unterstützt keinen Export der Dateien als Shapefiles, während das Paket FieldHub eine Portierung als Feldkarte nicht vorsieht.

Somit besteht aus Sicht der Wissenschaft und Praxis in diesem Forschungskontext ein dringender Bedarf an einem R-Paket, das nach Möglichkeit diese Ansprüche besser abdeckt. Konkret geht es hierbei sowohl um die Visualisierung und Exportmöglichkeiten als auch um die Kompatibilität mit offener und freier Standardsoftware. Die Visualisierungs- und Datenexportproblematik wird zwar in der Wissenschaft

¹ Data Analyst, Süllwarderburg 8, 26969 Butjadingen, jensharbers@gmx.de



<https://orcid.org/0000-0001-6634-623X>

angesprochen und läuft zumeist im Hintergrund der Anwendung. Jedoch soll, wie in diesem Paper dargelegt, diese Lücke durch die Entwicklung des R-Pakets `agricolae` geschlossen und somit ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung und Optimierung relevanter Versuchsdurchführungen geleistet werden [Ry81]. Gerade aussagekräftige Landkarten sind ein effektives Mittel der Kommunikation der Ergebnisse [St19]. Eine gute Lesbarkeit derselben im Feld ist häufig unabdingbar [RR79], da Wetterbedingungen die Sichtbarkeit auf Displays stark beeinträchtigen können [ABW].

2 Material und Methoden

Dieser Abschnitt erläutert den funktionellen Umfang sowie die grundlegende Anwendung des entwickelten Pakets. Das Paket umfasst insgesamt drei Kategorien von Funktionen, die im Folgenden detailliert präsentiert werden.

2.1 Funktionsumfang

Die erste Kategorie umfasst eine vielfältige Sammlung an Funktionen, die speziell für die Darstellung von Versuchsplänen konzipiert wurden. Abhängig vom konkreten Versuchsplan und der zugrunde liegenden Datenstruktur aus dem `agricolae`-Paket oder anderen Quellen wie dem `FieldHub`-Paket [Di21] wurden designspezifische Plotfunktionen entwickelt. Je nach Versuchsdesign kann das Design mit der korrespondierenden Funktion erstellt werden und mit gängigen Funktionen des `ggplot2`-Paketes [Wi16] bestehende Diagramme anpassen. Zudem ist eine Funktion verfügbar, die dem User ermöglicht, extern erstellte Versuche in R zu plotten und ebenfalls als Feldkarte mitsamt Koordinaten zu exportieren. Die Angabe von Fahrgassen und Wegen in der Landwirtschaft ist ebenfalls möglich (derzeit nur für userdefinierte Designs), sodass zwischen den Parzellen ausreichend Platz zur Befahrung besteht.

Die zweite Kategorie der Funktionen widmet sich der Transformation der erzeugten Plots und ermöglicht deren Export als Dataframe der Klasse 'sf' aus dem `sf`-Paket [PB23]. Dieser spezielle Dataframe erlaubt die Durchführung sämtlicher Operationen, die von der 'sf'-Bibliothek unterstützt werden. Somit kann der Feldversuch mitsamt den einzelnen Parzellenmaßen als Shapefile exportiert werden, womit eine Interaktion mit externer Software wie QGIS oder Anwendersoftware wie Google Maps oder Google Earth ermöglicht wird. Dies eröffnet die Möglichkeit, dass das Versuchsfeld auf Smartphones mit Android-Betriebssystem betrachtet werden kann.

Der dritte Teil des Paketes beschäftigt sich mit Feldbegehungskarten. Ein Anwendungsfall stellt beispielsweise die Einhaltung der Förderrichtlinien im Vertragsnaturschutz dar, wo unter anderem die Erhaltung von Grünland mit etwa 300€/ha entlohnt wird [AUKM23]. Hierzu wird vom landwirtschaftlichen Vertragspartner verlangt, die Fläche nach einem festgelegten Muster zu begehen und die identifizierten Kennarten je Transekt einzutragen. Für das Bundesland Niedersachsen bedeutet dies in der Praxis, dass die längste

Flächendiagonale abgelaufen und in zwei etwa gleich große Teile eingeteilt wird, wobei gleichzeitig eine spezifische Entfernung zum Feldrand eingehalten werden muss. Über die Funktionen der dritten Kategorie des R-Pakets agricolaeplotr wird dem Landwirt die Arbeit für die Berechnung und das Eintragen der Laufstrecke und der Transekte abgenommen. Zudem können die Boniturspunkte, (d. h. die Punkte, an dem der Landwirt sich aufhält, um die Kennarten zu finden) eingetragen werden. Der Suchkorridor wird ebenfalls registriert und bei Bedarf exportiert, um auf einem mobilen Endgerät die Standorte und die Suchbreiten darzustellen.

3 Ergebnisse

Die Wirksamkeit und Möglichkeiten von agricolaeplotr werden im Folgenden anhand eines hypothetischen Beispiels ausführlicher dargestellt. Ausgehend von der Absicht eine Feldbegehungskarte zu erstellen, werden die einzelnen Schritte und Ergebnisse visuell aufgezeigt.

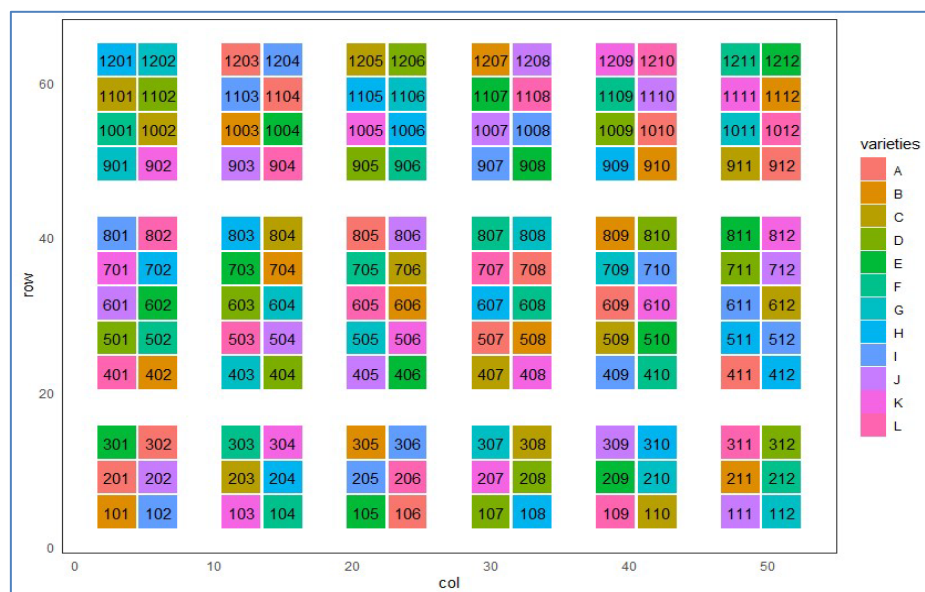


Abb. 1 Feldversuch mit fünf Fahrwegen und zwei Quergassen

3.1 Export einer Feldkarte und Darstellung auf mobilen Endgeräten

Die Feldkarte kann auf einem mobilen Endgerät dargestellt werden. Jedoch sind in dieser Version noch keine Legenden verfügbar. Abb. 2 zeigt, wie eine Versuchsanlage mit vier äußeren Schutzbereichen dargestellt ist.

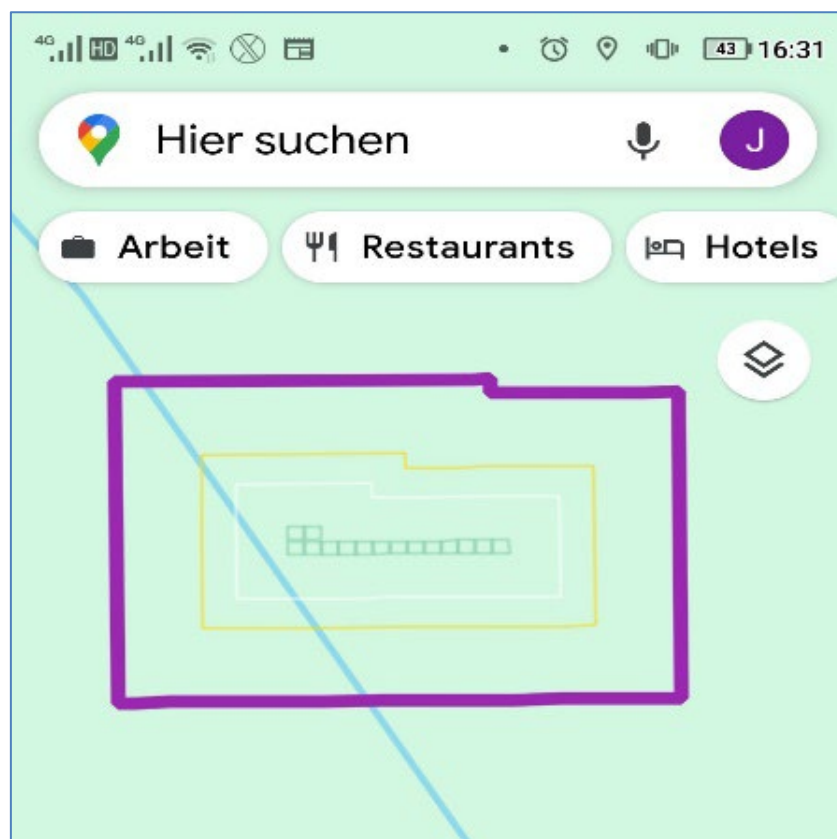


Abb. 2 Umriss des Feldversuchs auf einem Grünlandstandort mit vier Schutzzonen

3.2 Ausgabe der längsten Felddiagonale

Abb. 3 zeigt, wie auf einem Polygon die längste Diagonale eingezeichnet ist, die eine korrekte Bonitur einer Fläche für ein Vertragsnaturschutzsystem erfordert. Zudem zeigt ein Richtungsmarker die Himmelsrichtung an. Hier wurde eine Entfernung von drei Metern zum Feldrand zugrunde gelegt.

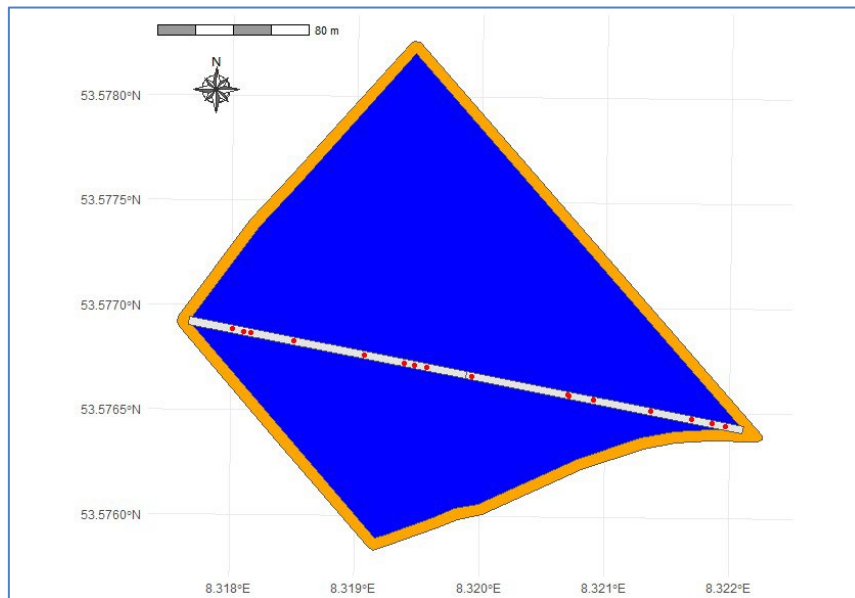


Abb. 3 Feldbegehungsplan mit zwei Transekten und acht Probepunkten je Transekt

4 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Version 0.5.0 des Pakets repräsentiert den aktuellen Fortschritt des Manuskripts und befindet sich in kontinuierlicher Weiterentwicklung. Das übergeordnete Ziel besteht darin, zusätzliche Versuchsdesigns aus anderen Paketen zu integrieren. Ein zentraler Schwerpunkt liegt auf der Umwandlung der Datenobjekte in ein ISOBUS-taugliches Format. Dies ermöglicht die Übertragung sämtlicher Versuchsplanparameter an die Maschine, um eine präzisere Einstellung des Düngerstreuers oder der Feldspritze vorzunehmen und dadurch Randeffekte zu minimieren.

Randeffekte stellen aktuell eine relevante Störgröße dar, da in diesen Bereichen keine gültigen Bedingungen wie in der Kernparzelle vorliegen. Infolgedessen müssen sie aus jeder Datenanalyse ausgeschlossen werden. Zusätzlich beinhaltet das Paket die Bestimmung von Stichprobenorten innerhalb der Plots. Die computergestützte Randomisierung dieser Koordinaten reduziert den Einfluss des Untersuchenden und steigert die Reproduzierbarkeit der Versuchsanordnung.

Eine weitere identifizierter Problematik betrifft aktuell spezielle Polygonkonstellationen, bei denen keine geeignete Diagonale eingetragen wird. Eine mögliche Lösung könnte die Automatisierung mittels Bestimmung eines Skeletts sein, wie es in der Bildanalyse üblich

ist. Dieses Skelett, das unter anderem die längste Lauflinie enthält, könnte extrapoliert und schließlich auf das Polygon begrenzt werden, um den maximalen Abstand zweier Punkte zu definieren.

Die angestrebte Exportfunktion der Versuchspläne in eine Datenbank wie PostgreSQL soll die Anwendbarkeit des Pakets erhöhen, da viele Anwendungen bereits auf PostgreSQL basieren und diese Datenbank als etabliert gilt. Schlussendlich wird eine grafische Nutzungsoberfläche angestrebt, um es Nutzern ohne umfassende Programmiererfahrung zu ermöglichen, eigene Feldversuche zu erstellen. Dies minimiert mögliche Fehler, wie das Fehlen von Kontrollvarianten oder Doppelnennungen von Faktoren, indem solche Fälle in der grafischen Benutzeroberfläche vorab getestet und korrigiert werden können.

Literaturverzeichnis

- [ABW] Andrén, B.; Brunnström, K.; Wang, K.: P-37: Readability of Displays in Bright Outdoor Surroundings. SID Symposium Digest of Technical Papers 1/45, S. 1100–1103, 2014.
- [AUKM23] Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) ab 2023 in Niedersachsen, Hamburg und Bremen, https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/landwirtschaft/agrarforderung/agrarumweltmassnahmen_aum/aum_die_neue_struktur/, Download: 25.01.2024.
- [Di21] Didier A. Murillo et al.: ‘FieldHub’: A Shiny App for Design of Experiments in Life Sciences. Journal of Open Source Software 61/6, S. 3122, 2021.
- [FM20] Felipe de Mendiburu; Muhammad Yaseen: agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research, 2020.
- [Ke23] Kevin Wright: desplot: Plotting Field Plans for Agricultural Experiments, 2023.
- [PB23] Pebesma, E.; Bivand, R.: Spatial Data Science. Chapman and Hall/CRC, New York, 2023.
- [R 23] R Core Team: R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.
- [RR79] Riley, J.; Ryder, K.: Forms for Recording Details and Results of Field Experiments. Experimental Agriculture 1/15, S. 1–14, 1979.
- [Ry81] Ryder, K.: Field Plans: Why the Biometrician Finds them Useful. Experimental Agriculture 3/17, S. 243–256, 1981.
- [St19] Stieb, D. M. et al.: Using maps to communicate environmental exposures and health risks: Review and best-practice recommendations. Environmental research 176, S. 108518, 2019.
- [Wi16] Wickham, H.: ggplot2. Elegant graphics for data analysis. Springer International Publishing, Cham, 2016.