

# Erweiterung der „Hohenheim-Gülzower Serienauswertung“ um die Besonderheiten mehrjähriger Futterpflanzenversuche

T. Eckl<sup>1)</sup>, S. Hartmann<sup>2)</sup> und H.-P. Piepho<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Abteilung Versuchsbetriebe,  
85354 Freising

<sup>2)</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Pflanzenbau und  
Pflanzenzüchtung, 85354 Freising

<sup>3)</sup>Universität Hohenheim, Fachgebiet Bioinformatik, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften,  
Stuttgart  
[thomas.eckl@lfl.bayern.de](mailto:thomas.eckl@lfl.bayern.de)

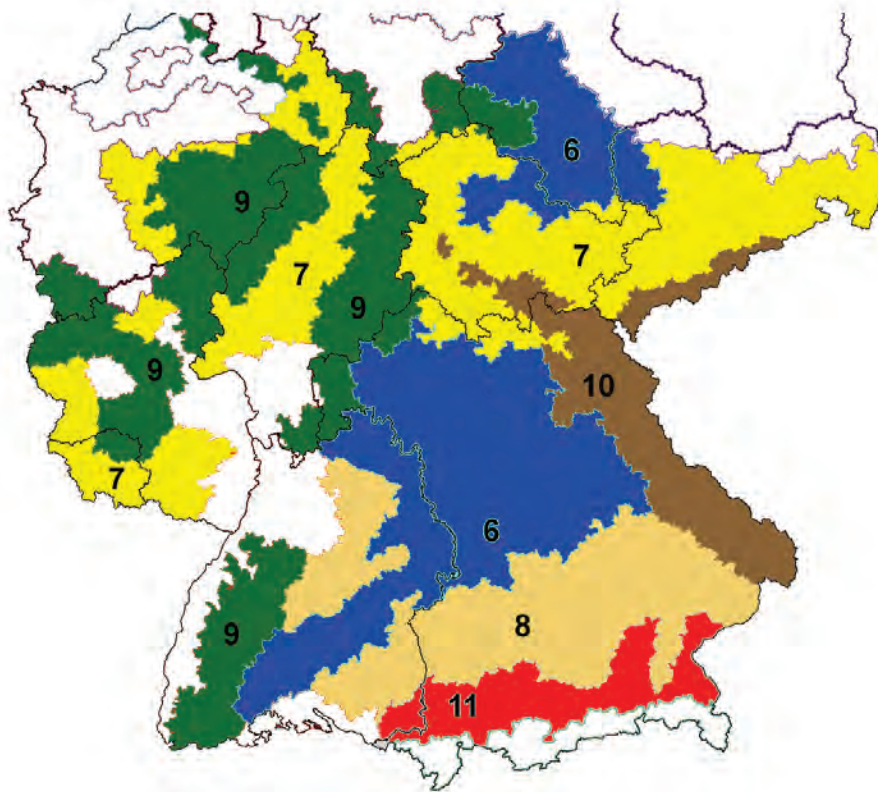
## 1 Einleitung

An der Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising werden regelmäßig Sortenversuche für landwirtschaftliche Nutzpflanzen durchgeführt. Die Koordination, Auswertung und Umsetzung in Beratungsempfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis erfolgen durch die Landesanstalt für Landwirtschaft. Seit dem Erntejahr 2006 wird zur Erhöhung der Präzision und Effizienz von Sortenprüfungen die „Hohenheim-Gülzower Serienauswertung“, kurz Hohenheimer Methode, für die Berechnung von Sorteneigenschaften einjähriger Fruchtarten verwendet. Zu diesem Zweck wurden deutschlandweit sogenannte Anbauggebiete definiert, welche Gebiete mit ähnlichen Boden- und Klimabedingungen zusammenfassen, in sich also möglichst homogen sind. Entscheidend bei der statistischen Auswertung von Versuchen zu mehrjährigen Arten ist, dass sich Umwelteinflüsse viel dauerhafter auswirken. Die Erträge der Folgejahre sind von den Bedingungen der Vorjahre nicht unabhängig und dürfen damit auch nicht unmittelbar mit diesen verglichen werden. Der Schwerpunkt der Erstellung eines statistischen Modells für Sortenversuche mit mehrjährigen Fruchtarten liegt deshalb darin, den Zusammenhang der Messwiederholungen zu modellieren und die Jahreseffekte und Effekte der Nutzungsjahre zu trennen. Dabei ist zu erwähnen, dass ein Sortenversuch mit einer mehrjährigen Fruchtart sowohl mehrere Kalenderjahre als auch mehrere Nutzungsjahre umfasst, aber Kalenderjahre und Nutzungsjahre keine identischen Faktoren sind. Es wird ein Verfahren präsentiert, welches die Hohenheimer Methode für die Auswertung von mehrjährigen Pflanzenarten geeignet erweitert. Nicht zuletzt dadurch wird es erst möglich, die Informationen aller geprüften Nutzungsjahre für die Methode zu nutzen und auch diese Fruchtartengruppe länderübergreifend, nach Anbaugebieten in vollem Umfang auszuwerten.

## 2 Material und Methoden

Zur Analyse werden Daten von Sortenversuchen mit Deutschem Weidelgras verwendet, welche auf 16 Standorten in Süddeutschland, aufgeteilt in fünf Regionen durchgeführt wurden.

*Abb. 1: Aufteilung der Anbauegebiete (AG): 6 sommertrockene Lagen, 7 günstige Übergangslagen, 8 Hügelländer Süd, 9 Mittelgebirgslagen West, 10 Mittelgebirgslagen Ost und 11 Voralpengebiet.*



Insgesamt wurden von 2001 bis 2011 48 Sorten geprüft. Die Erstnutzungsjahre reichten dabei von 2001 bis 2009. Alle Versuche wurden als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Die Zahl der Schnitte reichte, je nach Standort und Wachstumsbedingungen, von drei bis sieben pro Jahr. Dabei wurde für jedes Jahr und jede Parzelle der Gesamtertrag als Summe des Trockenmasseertrages aller Schnitte erfasst. Die Landessortenversuche der Ländergruppe „Mitte-Süd“ werden in jedem zweiten Kalenderjahr angelegt. Wertprüfungen dieser Art werden (an nur wenigen Standorten) jährlich neu angelegt. Die Laufzeit eines Versuchs beträgt jedoch ein Ansaatjahr (keine Ertragsfeststellung) und drei folgende Hauptnutzungsjahre (mit Ertragsfeststellung). Hierdurch befinden sich im gleichen Kalenderjahr Parzellen der gleichen Sorte in verschiedenen Hauptnutzungsjahren und schon damit bedingten unterschiedlichen Leistungsniveaus. Diese Aufteilung der Versuche hat den Vorteil, dass innerhalb eines kurzen Zeitraums die Leistung der getesteten Sorten festgestellt werden kann. Allerdings müssen nun neben der Modellierung des Zusammenhangs der Messwiederholungen zusätzlich die Jahreseffekte von den Effekten der Nutzungsjahre getrennt werden. Es wurden Modelle für die einstufige Analyse entwickelt, welche direkt für die erhaltenen Parzellenwerte angewendet werden können. Nach theoretischen Gesichtspunkten ist dieses Vorgehen zwar meist zu bevorzugen [1]. Jedoch sind in der Praxis zweistufige und dreistufige Analysen wegen ihrer Einfachheit und Effizienz [2] und wegen der oft guten Übereinstimmung mit einstufigen Methoden ([3], [4]) für die Analyse vorzuziehen.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Es existiert eine Vielzahl von Varianz-Kovarianz-Strukturen, um die bei Versuchen mit mehrjährigen Pflanzenarten aufkommende serielle Korrelation zu modellieren. Diverse Strukturen, wie die TOEP(1)-Struktur (Toeplitz Matrixstruktur), der AR(1)-Struktur (Autoregressive Struktur erster Ordnung) und die CS-Struktur (Compound-Symmetry-Structure) wurden mit Hilfe des Akaike Informationskriterium (AIC) verglichen. Das bevorzugte CS-Modell ist nach dem AIC-Kriterium das für mehrjährige Fruchtarten mit nur wenig geprüften Nutzungsjahren passendste [4] und kann zudem mit einfachen zufälligen Effekten angepasst und anstelle komplexer Modellierung verwendet werden. Die Zweistufenanalyse hat gegenüber der einstufigen Analyse, neben individueller Auswertbarkeit der Versuche, den Vorteil, dass etwas Speicherplatz und Rechenzeit eingespart werden kann. Für die verwendeten Daten benötigte die Auswertung mit PROC MIXED für das einstufige Modell 5 Stunden 40 Minuten und etwa 4 Stunden 40 Minuten für das zweistufige. Das Ziel war, eine Methode zu finden, für die große Datensätze, wie sie an der LfL ausgewertet werden, bezüglich Speicherkapazität, Rechenzeit und Konvergenz des Verfahrens kein Problem darstellen. Die Aufteilung der Analyse in drei Schritte macht die jeweiligen Modelle kleiner und weniger komplex, so dass sich die Rechenzeit für die Dreistufenanalyse mit PROC MIXED auf circa 15 Sekunden verringert. Während die Auswertung zuvor nur auf ein Nutzungsjahr beschränkt war, ist es nun erstmals möglich, Korrelationen zwischen den Anbaugebieten und Sortenmittelwerte über alle Nutzungsjahre fehlerfrei und präzise zu schätzen und eine Versuchsserie mit mehrjährigen Pflanzenarten in vollem Umfang zu analysieren.

### 4 Literatur

- [1] PIEPHO, H.P., WILLIAMS, E.R. and MADDEN, L.V. (2012): The use of two-way mixed models in multi-treatment meta-analysis. *Biometrics*, 68, 1269-1277.
- [2] PIEPHO, H.P. und MICHEL, V. (2000): Überlegungen zur regionalen Auswertung von Landessortenversuchen (Considerations on the regional analysis of cultivar trials). *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie*, 31, 123-136.
- [3] MÖHRING, J. and PIEPHO, H. P. (2009): Comparison of weighting in two-stage analyses of series of experiments. *Crop Science*, 49, 1977-1988.
- [4] PIEPHO, H.P. and ECKL, T. (2013): Analysis of series of variety trials with perennial crops. *Grass and Forage Science*, doi: 10.1111/gfs.12054.