

Konzept und Versuchsplanung für eine zukünftige koordinierte Feldprüfung von Legehennenherkünften auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau

On-farm comparison of layer strains for organic egg production: experimental design and guidelines

FKZ: 04OE005

Projektnehmer:

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN)

Forschungsbereich Genetik und Biometrie

Wilhelm-Stahl-Allee 02, 18196 Dummerstorf

Tel.: +49 38208 68-901

Fax: +49 38208 68-902

E-Mail: fbn@fbn-dummerstorf.de

Internet: <http://www.fbn-dummerstorf.de>

Autoren:

Reinsch, Norbert

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Schlussbericht

zum BÖL-Projekt 04 OE 005

**"Konzept und Versuchsplanung für eine zukünftige koordinierte
Feldprüfung von Legehennenherkünften auf ihre Eignung für den
ökologischen Landbau"**

Laufzeit: 15.08.2005 - 15.09.2008

Berichtszeitraum: 15.08.2005 - 15.09.2008

In Zusammenarbeit mit:

Dr. Lars Schrader und Dr. Jan Kjaer
Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut
Institut für Tierzucht und Tierhaltung
Dörnbergstraße 25 - 27
29223 Celle

Berichterstatter:

Prof. Dr. Norbert Reinsch
Forschungsbereich Genetik und Biometrie
Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

1. Ziele und Aufgabenstellung

Mit dem Projekt „Konzept und Versuchsplanung für eine zukünftige koordinierte Feldprüfung von Legehennenherkünften auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau“ wurde eine doppelte Zielstellung verfolgt, zum einen

- a) Erarbeitung eines Prüfkonzeptes für Legehennenherkünfte als Kombination von Stationsprüfung und Feldprüfung und zum anderen
- b) eine praktische Erprobung einer solchen Prüfung auf Betrieben mit ökologischer Eierzeugung und auf zwei Prüfstationen.

Dabei hatte die praktische Erprobung vor allem die Funktion, Hinweise über organisatorische und praktische Rahmenbedingungen und die Machbarkeit versuchsplanerischer Vorgaben zu liefern, die dementsprechend wiederum in den durchgeführten Planungsrechnungen zu berücksichtigen waren. Dem wurde dann bei der Festlegung der untersuchten Versuchsplanvarianten Rechnung getragen, die so ausgewählt wurden, dass die wichtigsten sich aus der praktischen Erprobung ergebenden versuchsplanerischen Fragen beantwortet werden konnten. Vor allem betraf dies die Beeinflussung der Güte des Herkunftsvergleiches durch eine unterschiedliche Anzahl der Herkünfte in einem Prüfdurchgang, durch die Gesamtanzahl der Prüfgruppen und durch ihre Verteilung auf Betriebe.

Darüber hinaus erwiesen sich die für Stationsdaten üblichen Auswertungsverfahren für die im Feld erhobenen Daten unvorhergesehenermaßen als nicht geeignet, so dass sich im Projektverlauf die Erarbeitung geeigneter Auswertungsmodelle als weitere ursprünglich nicht vorgesehene Aufgabe stellte.

1.1 Planung und Ablauf

Der ursprünglichen Planung gemäß war für den praktischen Teil des Projektes die Anwerbung von 30 Praxisbetrieben mit jeweils zwei Gruppen unterschiedlicher Herkunft vorgesehen, wobei insgesamt drei verschiedene Herkünfte in den Versuch mit aufgenommen werden sollten. Wie in zwei Zwischenberichten ausführlich dargelegt, wurde zunächst die angestrebte Gesamtgruppenszahl erreicht, bei gleichzeitig geringerer Anzahl der Betriebe. Die Anzahl der geprüften Herkünfte wurde auf vier erhöht, da die Lieferanten der Junghennen häufig nur eine begrenzte Auswahl an Herkünften verfügbar hatten. Da die Betriebe in der Regel durch

langfristige Geschäftsbeziehungen mit ihren Junghennenaufzüchtern verbunden sind, konnte nicht erwartet werden, dass sie den Junghennenlieferanten kurzfristig für das Projekt wechseln, so dass um der kurzfristigen Realisierbarkeit willen für den Probelauf der Feldprüfung mit vier Herkünften gearbeitet wurde. Bei der Anwerbung der Praxisbetriebe wurde das Projekt vom Bioland-Verband durch die Bereitstellung einer Adressenliste mit ausreichend großen Hühnerbeständen gut unterstützt, wodurch unter der Vielzahl der Ökohennenhalter mit häufig sehr kleinen Tierzahlen gezielt (abgesehen von der Anfangsphase) die für die Feldprüfung geeigneten angesprochen werden konnten. Im Laufe der Merkmalerhebung auf den Praxisbetrieben erwies sich die ursprünglich vorgesehene Methode zur Gefiederbonitierung, die ein Einfangen der zu beurteilenden Tiere erfordert, als wenig geeignet (Verlustgefahr wegen schreckhaften Verhaltens) und wurde deshalb durch eine vereinfachte Beurteilungsmethode ersetzt. Weiterhin zeigte sich, dass die Legeleistungsdaten aus den Praxisbetrieben gelegentlich Lücken aufwiesen (fehlende Tage z.B. wegen Krankheit) oder in einem Fall die Prüfperiode vorzeitig endete (Vermischung von Herkünften durch offenstehende Abteiltüren). Um die Nutzung der erhobenen Daten auch in diesen Fällen zu gewährleisten, wurde eine angepasste Auswertungsmethodik entwickelt. Dabei werden als Beobachtungen nicht Werte für vollständige Legeperioden analysiert, sondern einzelne Tagesergebnisse. Fehlt ein gewisser Anteil von Tagesergebnissen, so erfolgt durch den gewählten Auswertungsansatz automatisch eine optimale Gewichtung der vorhandenen Informationsmenge für die betreffende Prüfgruppe.

Aufbauend auf Vorüberlegungen und den Erfahrungen der laufenden Feldprüfung wurden verschiedene Versuchsplanvarianten abgeleitet, die hinsichtlich ihrer Güte (Wahrscheinlichkeit, tatsächlich vorhandene Herkunftsunterschiede aufzudecken) verglichen wurden. Da es sich dabei nur in Spezialfällen um balancierte Versuchspläne handelte, konnten diese Berechnungen nicht mit Standardprogrammen zur Versuchsplanung (z.B. CADEMO) durchgeführt werden, stattdessen wurden selbst geschriebene Programme eingesetzt. Unter den untersuchten Versuchsplänen waren solche mit reiner Stationsprüfung (relevant für Merkmale, die im Feld nicht erhoben werden können), solche mit reiner Feldprüfung und kombinierte Versuchspläne. Als Vergleichskriterium zwischen verschiedenen Versuchsplänen wurde wegen ihrer Anschaulichkeit und, im Vergleich zur Güte, einer etwas einfacheren Berechnungsweise die effektive Anzahl von Beobachtungen je Herkunft vorgeschlagen. Diese leicht interpretierbare Größe eignet sich gut für die vergleichende Beurteilung von Planungsvarianten vor und während der praktischen Umsetzung einer Herkunftsprüfung, etwa in Situationen in denen bereits Zusagen von Betrieben mit unterschiedlichen Gruppenzahlen

für eine Teilnahme vorliegen und entschieden werden muss, ob noch weitere Betriebe angeworben werden sollen.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Planungsrechnungen für eine reine Feldprüfung für Herkünfte oder eine kombinierte Feld- und Stationsprüfung lagen bei Projektbeginn nicht vor. Für eine reine Stationsprüfung existierten Empfehlungen, die sich auf eine Prüfung unter Käfigbedingungen beziehen. Ergebnisse aus systematischen Herkunftsprüfungen auf Praxisbetrieben lagen ebenfalls nicht vor. Ausnahmen sind einerseits Untersuchungen mit geringer Gruppenszahl (Holle et al., 2003), die wegen der unzureichenden Beobachtungszahl und Datenstruktur (eine Beobachtung entspricht einem Gruppenmittelwert, Vermengung von Betriebs- und Herkunftseffekten) nur von explorativem Charakter sind und darüber Auskunft geben können, ob bestimmte, noch unbekannte Herkünfte überhaupt für die Eierzeugung in Frage kommen. Die in der Epileg-Studie (2003) ausgewerteten Praxisdaten aus verschiedenen Haltungsformen erlaubten keine Trennung der Betriebs- und Herkunftseffekte.

Wie die in der ersten Projektphase durchgeführte Literaturstudie zeigte, sind Interaktionen zwischen Prüfumwelten (Käfighaltung und Bodenhaltung, aber auch verschiedene Varianten beider Haltungsformen) und Herkünften für eine Reihe von Merkmalen von Bedeutung. Daher musste auch mit Interaktionen zwischen Herkünften einerseits und Stations- bzw. Feldbedingungen andererseits gerechnet werden. Dem wurde dementsprechend durch Einbeziehung von Interaktionseffekten in die Modelle für die gemeinsame Auswertung von Stations- und Felddaten Rechnung getragen.

2. Material und Methoden

2.1 Prüfumwelten, Herkünfte und Datenerhebung

Im praktischen Teil des Projektes wurde zur praktischen Erprobung eine kombinierte Herkunftsprüfung auf zwei Prüfstationen (Kitzingen [Bodenhaltung] und Haus Düsse [Kleingruppen und Bodenhaltung]) und auf 17 Praxisbetrieben durchgeführt. Hauptsächliches Ziel dieses Probelaufes war es in erster Linie, Hinweise auf in der Praxis auftretende Schwierigkeiten bzw. Besonderheiten zu gewinnen, die in den sich anschließenden Berechnungen zur Versuchsplanung berücksichtigt werden sollten. Auf beiden Prüfstationen

wurde die Haltung so weit wie möglich an die EU-Ökorichtlinien angepasst, was hinsichtlich Besatzdichte und Fütterung auch erreicht wurde, Auslauf konnte auf den Stationen jedoch nicht angeboten werden, auch erfolgte die Kleingruppenhaltung auf Haus Düsse in ausgestalteten Käfigen. Die Junghennenaufzucht erfolgte für beide Stationen zentral in Kitzingen. Die Praxisbetriebe bezogen ihre Junghennen i.d.R. von den jeweils mit Ihnen kooperierenden Aufzüchtern, soweit sie die Aufzucht nicht selbst vornahmen. Da die jeweiligen Aufzüchter nur ein eingeschränktes Spektrum an Herkünften im Programm hatten und bestimmte Herkunftskombinationen nicht liefern konnten, wurde die Anzahl der verglichenen Herkünfte von drei auf vier erhöht, um einen unvollständigen Blockversuch zu erhalten (Tetra Braun [TB], Lohmann Braun [LB], Lohmann Tradition [LT] und ISA-Warren [ISA]). Eine ungleiche Anzahl von paarweisen Vergleichen musste in Kauf genommen werden. Die Möglichkeiten für einen Auslauf im Freiland waren während der Prüfperiode wegen der Vogelgrippegefahr auch auf den Praxisbetrieben zeitweilig eingeschränkt.

Von den Stationen wurden die Daten gruppen- und periodenweise für die Auswertung zusammengestellt. Von den Praxisbetrieben wurden in verschiedener Form Listen geführt (Abgänge, Legeleistung), die in unregelmäßigen Abständen nach der Übermittlung an das FBN von Frau Glawatz in ein einheitliches EDV-Format übertragen wurden. Die Gefiederbonitur wurde von Frau Glawatz selbst auf den Betrieben vorgenommen, wobei die schon erwähnte neu entwickelte vereinfachte Boniturmethode angewandt wurde.

2.2 Auswertungsmethoden für Stations- und Praxisdaten

Die Stationsdaten konnten mit herkömmlichen linearen Modellen mit Stations- und Herkunftseffekt separat ausgewertet werden. Dies erfolgte zunächst für alle Merkmale einschließlich jener, die auch im Feld erhoben worden waren.

Diese Vorgehensweise konnte für die gemeinsame Auswertung der im Feld und auf Station erhobenen Merkmale nicht beibehalten werden, denn im Feld traten teilweise unvollständig erfasste Legedaten auf (fehlende Tage, vorzeitiger Abbruch der Prüfung auf einem Betrieb wegen einer Vermischung der Herkünfte). Um alle vorhandenen Daten mit einer optimalen Gewichtung und ohne Informationsverlust berücksichtigen zu können wurde die Auswertung auf tägliche Beobachtungen umgestellt. Die dabei erforderliche Modellierung der Kovarianz zwischen täglichen Beobachtungen erfolgte in einem „random-regression“-Modell mittels Legendre-Polynomen. Weitere Modellbestandteile waren eine mittlere Legekurve, Betriebs-

und Herkunftseffekte sowie ein Effekt zur Modellierung einer möglichen Interaktion zwischen Herkünften und Prüfumwelten. Die Anpassung dieser Modelle sowie die statistischen Tests insbes. für Herkunftsunterschiede und Interaktionseffekte erfolgten mit Hilfe der SAS-Prozedur Glimmix (Glawatz, 2008).

2.3 Berechnungen zur Versuchsplanung

Allen Berechnungen zur Versuchsplanung liegt die Theorie der linearen Modelle und der allgemeinen linearen Hypothese zu Grunde (Zacks, 1971). Für die exakte mathematische Darstellung aller durchgeführten Planungsrechnungen wird auf das zweite Kapitel der Dissertationsarbeit von Frau Glawatz verwiesen (Glawatz, 2008). Alle Berechnungen erfolgten mit einem eigens erstellten SAS-IML-Programm. Im Folgenden werden die grundsätzliche Vorgehensweise hinsichtlich der Trennung von Umwelt- (d.h. Betriebs-) und Herkunftseffekten sowie die Behandlung der damit zusammenhängenden Unbalanciertheit der untersuchten Versuchspläne näher erläutert. Beide Aspekte bedürfen bei einer Prüfung auf einer einzelnen Station keiner besonderen Aufmerksamkeit. Soweit Pläne für eine kombinierte Feld- und Stationsprüfung untersucht wurden, wurde von der Abwesenheit nennenswerter Interaktionen zwischen Herkünften und Prüfumwelten (Station bzw. Praxisbetriebe) ausgegangen. Als Zielgröße und Vergleichskriterium zwischen Versuchsplänen wurde die Güte (Wahrscheinlichkeit, mit der vorgegebene Linienunterschiede nachgewiesen werden können) herangezogen.

Sind Betriebe und Herkünfte kreuzklassifiziert, so lassen sich Betriebs- und Herkunftseffekte bei der Auswertung voneinander trennen. Deshalb gingen alle Versuchsplanungsrechnungen von einer Kreuzklassifizierung von Betrieben (hierunter werden im Folgenden sowohl Praxisbetriebe als auch Prüfstationen verstanden, soweit nicht gesondert spezifiziert) und Herkünften aus. Dabei wurde entweder eine Prüfstation oder eine je nach Versuchsplan wechselnde Anzahl von Praxisbetrieben betrachtet oder auch Kombinationen von beiden. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass auf der Prüfstation alle Herkünfte mit gleicher Gruppenzahl in Form eines vollständig randomisierten Versuchsplanes geprüft werden. Wegen der geringeren Gruppenanzahl erfolgt die Prüfung auf den Praxisbetrieben in Form eines unvollständigen Blockversuches, d.h. jeder Betrieb hält weniger (in den meisten Varianten zwei) verschiedene Herkünfte als insgesamt im Vergleichsversuch vertreten sind (z.B. drei). Wie die Erfahrungen aus dem Probedurchlauf zeigen, ist eine Beschickung der

Praxisbetriebe mit mehr als zwei verschiedenen Herkunftten - abgesehen von der Betriebsgröße - auch aus organisatorischen Gründen schwierig, so dass die Herkunftsprüfung in unvollständigen Blöcken (aber ggfs. mit Wiederholungen, d.h. mehreren Gruppen je Herkunft) auch bei vier oder sechs Gruppen je Betrieb die realistischste Variante darstellt.

Die Unbalanciertheit der meisten untersuchten Versuchspläne rührt deshalb von der unterschiedlichen Gruppenzahl je Betrieb her (viele Gruppen auf Station, wenige auf Praxisbetrieben, bzw. unterschiedliche Gruppenzahlen auf den Praxisbetrieben). Hinsichtlich der Herkunftseffekte waren allerdings alle Versuchspläne balanciert (bzw. nahezu balanciert), so dass alle Herkunftseffekte und Herkunftsdifferenzen mit der gleichen (bzw. nahezu gleichen) Genauigkeit geschätzt werden können. Deshalb konnte für jeden Versuchsplan die Anzahl „effektiver Beobachtungen“ je Linie angegeben werden, worunter die Anzahl der Gruppen je Linie zu verstehen ist, die man für einen gleichwertigen Versuch auf einem einzigen Betrieb (d.h. in einem vollständig randomisierten Versuchsplan) benötigen würde. Ist diese Anzahl der „effektiven Beobachtungen“ einmal bekannt, so könnten für Güteberechnungen auch Standardprogramme zur Versuchsplanung eingesetzt werden, wobei ein vollständig randomisierter Versuchsplan mit der „effektiven Anzahl an Beobachtungen“ je Herkunft zu Grunde zu legen ist.

3. Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1 Ergebnisse der Versuchsplanungsrechnungen

Kennzahl zur Kennzeichnung der Effizienz von Herkunftsvergleichen: Die „effektive Anzahl von Beobachtungen“ je Herkunft (Anzahl von Gruppen, die in einem gleichwertigen, vollständig randomisierten Versuch benötigt würden) bietet sich als anschauliche Größe für die Beurteilung und den Vergleich verschiedener Versuchspläne an. Praktische Anwendung kann diese Kennzahl etwa während der Rekrutierung von Betrieben für einen Prüfdurchgang finden, wenn beurteilt werden muss, ob eine bestimmte Gruppenanzahl mit gegebener Verteilung auf verschiedene Betriebe bereits eine ausreichende Güte¹ garantiert oder ob noch weitere Betrieb für eine Mitarbeit gewonnen werden müssen. Für Versuchspläne, die

¹ *) als „ausreichend“ wurde eine Güte von 80% bei einer Differenz von einer Standardabweichung zwischen einer Linie und allen anderen angenommen

hinsichtlich der Herkunftseffekte nicht exakt balanciert sind (aber nicht allzu stark davon abweichen) wurde ebenfalls die Berechnung der „effektiven Anzahl von Beobachtungen“ je Herkunft abgeleitet. Solche Versuchspläne ergeben sich zwangsläufig, wenn die Gesamtgruppenanzahl nicht ganzzahlig durch die Anzahl der Herkünfte teilbar ist.

Zur benötigten Anzahl von Gruppen je Herkunft: Für Herkunftsvergleiche mit drei Herkünften wird je Herkunft eine „effektive Gruppenanzahl“ von mindestens 15 benötigt, um eine befriedigende Güte von ca. 80% zu erreichen. Die Anzahl der tatsächlich zu prüfenden Gruppen je Linie liegt für die untersuchten Versuchspläne in einem Bereich von ca. 100% bis etwa 130% der „effektiven Anzahl von Beobachtungen“ je Linie, wobei in einer reinen Feldprüfung immer mehr Gruppen benötigt werden, als bei reiner Stationsprüfung, welche den theoretisch günstigsten Wert von 100% aufweist. Letzteres gilt allerdings nur für Merkmale, die keine (oder nur geringe) Interaktionen zwischen Prüfumwelt und Herkünften aufweisen und unter der Voraussetzung, dass eine ausreichende Prüfkapazität auf Station zur Verfügung steht.

Zur Anzahl der zu vergleichenden Herkünfte: Um eine ausreichende Gruppenanzahl und damit Güte sicherzustellen, sollten nicht mehr als drei, allerhöchstens vier Herkünfte in einem Prüfdurchgang verglichen werden. Anderenfalls sinkt entweder die Güte zu stark ab oder die benötigte Gesamtanzahl der Gruppen wird unrealistisch groß.

Zur Verteilung der Prüfgruppen auf die Betriebe: Werden je Praxisbetrieb (zum Teil oder von allen) mehr als zwei Gruppen (vier, oder sechs) gehalten und bleibt gleichzeitig die Anzahl der Herkünfte je Betrieb auf zwei begrenzt, so bleibt dadurch die Güte (bzw. die „effektive Anzahl an Beobachtungen“) nahezu unbeeinflusst. Organisatorische Vorteile können sich aber durch die geringere Anzahl der Betriebe ergeben, z.B. durch eine einfachere Erfassung der Legeleistungsdaten. Statistische Effizienzgewinne (Steigerung der Güte bzw. der Anzahl der effektiven Beobachtungen bei gleicher Gesamtgruppenanzahl) können durch eine größere Anzahl von Gruppen je Betrieb nur erreicht werden, wenn gleichzeitig die Anzahl der Herkünfte je Betrieb gesteigert wird, also die Anzahl der direkten Herkunftsvergleiche innerhalb der gleichen Umwelt. Dem steht zum einen die meist geringe Anzahl von getrennt gehaltenen (und zeitgleichen) Gruppen je Betrieb entgegen, zum anderen ist die gleichzeitige Beschickung der Betriebe mit mehr als zwei Herkünften schwierig zu organisieren, da die Junghennenaufzüchter typischerweise darauf nicht eingerichtet sind. Im Idealfall wären Aufzuchtbetriebe bereit, auch Junghennen von mehr als zwei Herkünften aufzuziehen, allerdings ist hierfür ein längerer zeitlicher Vorlauf nötig. Es muss also realistischerweise

davon ausgegangen werden, dass die meisten Betriebe nur zwei Herkünfte aufstellen. Wie die Planungsrechnungen zeigen, können durch einzelne Betriebe mit mehreren Herkünften nur vergleichsweise kleine Effizienzzuwächse erreicht werden. Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass die Gesamtanzahl der Gruppen die Güte des Herkunftsvergleiches wesentlich beeinflusst, die Verteilung der Gruppen auf die Teilnehmerbetriebe wegen praktischer Einschränkungen aber wenige Möglichkeiten zu einer Effizienzsteigerung bietet.

Zur Kombination von Feld- und Stationsprüfung: Für Merkmale, bei denen Interaktionen zwischen Herkünften und Prüfumwelt keine nennenswerte Rolle spielen, bietet die Kombination von Stations- und Felddaten eine sehr gute Möglichkeit, um ein günstiges Verhältnis von effektiver und tatsächlicher Gruppenanzahl zu erreichen.

3.1.2 Angepasste Erhebungs- und Auswertungsmethoden für die Feldprüfung

Gefiederbonitur: Die ursprünglich geplante Form der Gefiederbonitur, die ein Einfangen von Tieren erforderte, erwies sich wegen der teilweise großen Schreckhaftigkeit der Tiere als nicht geeignet für den Einsatz in größeren Gruppen auf den Praxisbetrieben. Aus diesem Grund wurde für die Bonitierung ein vereinfachtes Schema entwickelt, bei dem die Beurteilung an freilaufenden Tieren vorgenommen wird und damit für die betroffenen Hühner stressfrei bleibt. Da sich eine hohe positive Korrelation mit der ursprünglichen Methode ergab (eine Vergleichsuntersuchung hierzu wurde durchgeführt), wird diese Bonitierungsvariante für Feldprüfungen empfohlen.

Auswertungsmethodik für Felddaten: Die ausgearbeitete Auswertungsmethodik auf Basis von Tagesdaten unter Verwendung von „*random-regression*“-Modellen bietet die Möglichkeit, Versuchsgruppen mit teilweise fehlenden Tagesdaten mit optimaler Gewichtung in die Auswertung einzubeziehen. Da mit dem Auftreten von „Fehlstellen“ in einer Feldprüfung immer gerechnet werden muss, bietet diese Modellklasse eine problemangepasste und adäquate Auswertungsmöglichkeit.

3.1.3 Ergebnisse der Herkunftsprüfung im durchgeführten Probelauf

Auswertung der Stationsprüfung: Signifikante Herkunftsunterschiede wurden für nahezu alle Merkmale bei der gesonderten Auswertung der Stationsdaten gefunden. Ausnahmen waren der Anteil an Bodeneiern, die Verlustrate und die Häufigkeit des Auftretens von Kannibalismus (Anhangstabelle 1). Die Herkünfte LB und LT hatten auf Station eine im Vergleich zu ISA und TB höhere Leistung.

Zwischen Stationen ergaben sich keine signifikanten Differenzen hinsichtlich der Legeleistungsmerkmale, wohl aber bei der Todesrate durch Kannibalismus und bei den Befiederungsnoten (Anhangstabellen 2 und 3). Während sich die Tiere in Kitzingen in einem durchgehend guten Befiederungszustand präsentierten, trat auf Haus Düsse in beiden Haltungformen, allerdings noch verstärkt in der Bodenhaltung, vermehrt Federpicken und eine vergleichsweise höhere Kannibalismusrate auf. Als Auslöser kann aufgrund von Analyseergebnissen ein mangelnder Rohproteingehalt im Futter vermutet werden, allerdings ohne die Möglichkeit andere Ursachen auszuschließen, etwa Folgen der Umstallung nach der Aufzuchtphase von Kitzingen nach Haus Düsse.

Gemeinsame Auswertung der Feld- und Stationsdaten: Für die Merkmale Alter bei Legereife, Legeleistung je Anfangs- und je Durchschnittshenne sowie für das Eigewicht ergaben sich sowohl hochsignifikante Linienunterschiede als auch Interaktionen zwischen Herkünften und Prüfumwelt. Für Befiederungsmerkmale und Verlustraten waren diese Interaktionen jedoch nicht signifikant (Anhangstabelle 4). Die durchschnittliche Leistung aller Linien war dabei auf Station signifikant höher (Anhangstabelle 5) als im Feld, wobei der Unterschied knapp sieben Prozent je Durchschnittshenne ausmachte. Erwartungsgemäß verhielt sich das Eigewicht gegenläufig, bei ca. drei Gramm schwereren Eiern im Feld. Signifikante Unterschiede zwischen Prüfumwelten (aber keine Interaktionen) wurden auch für das Auftreten von Kannibalismus gefunden, wobei die Häufigkeit im Feld mit durchschnittlich 1,35% sehr niedrig lag und auf Station ein ca. 6% höheres Niveau ermittelt wurde (Anhangstabelle 6). Bei der Interpretation der absoluten Werte ist zu beachten, dass eine lückenlose Erfassung von Kannibalismusfällen im Feld schwieriger ist als auf Station. Obwohl Linienunterschiede nicht signifikant waren, mag es interessant sein, dass die Herkunft TB in allen drei Mortalitätsmerkmalen die niedrigsten Werte aufwies.

Ein Vergleich der durchschnittlichen Befiederungsnoten zwischen einzelnen Betrieben und Stationen (Anhangstabelle 7) zeigte, dass das Niveau auf Haus Düsse im Durchschnitt eher

unter den Werten der einzelnen Praxisbetriebe rangierte, während die Befiederungsnoten in Kitzingen im Schwankungsbereich der Praxisbetriebe lagen.

Aufgrund der Interaktionen zwischen Prüfumwelt und Herkunft wurden deutliche Rangunterschiede zwischen den Linien hinsichtlich der Legeleistungsmerkmale in beiden Umwelten gefunden (Anhangstabelle 8): Während auf Station LB die höchste Legeleistung je Durchschnittshenne erreichte, lagen auf den Praxisbetrieben die Herkünfte ISA, TB und LT vor LB. Ein ähnliches Bild zeigte sich für die Legeleistung je Anfangshenne, das Eigewicht verhielt sich jeweils gegenläufig. Die Spreizung der Least-Squares-Means für Herkünfte fiel in der Stationsumwelt stärker aus (Extremwerte für die Legeleistung je Durchschnittshenne 92,43% und 84,23%) als im Feld (83,27% und 79,89%).

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auch auf die im Feld stärkere und signifikante Variation zwischen Linien im Alter bei Legebeginn (Anhangstabelle 8), wo LB und LT ca. zwei Wochen Verzögerung gegenüber den anderen Linien aufweisen. Hingegen präsentieren sich die entsprechenden Werte auf Station sehr uniform und ohne statistisch signifikante Differenzen, was als Folge der gemeinsamen Aufzucht interpretiert werden darf. Das Merkmal Alter bei Legebeginn wirft ein Licht auf die unterschiedliche Aussagefähigkeit der Prüfung im Feld und auf Station: während es gelingt, auf Station vom Schlupf an für alle Herkünfte gleichmäßige Umweltbedingungen bereitzustellen und somit tatsächlich genetische Unterschiede zwischen den Linien herauszuarbeiten, werden im Feld u.U. Herkunftsunterschiede ermittelt, die sowohl genetische Ursachen haben als auch möglicherweise herkunftsspezifische Aufzuchteffekte. Letztere sind für Zukäufer von Junghennen zwar durchaus praxisrelevant, allerdings nicht für Betriebe mit eigener Junghennenaufzucht. Die schon unter 3.1.1 diskutierte Einbeziehung der beteiligten Aufzuchtbetriebe könnte auch hier Abhilfe schaffen (zeitgleiche Aufstallung der Küken) und diese potentielle Interaktionsursache beseitigen.

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit

Die erarbeiteten Lösungen für praktische Probleme (Gefiederbonitierung, Auswertung der Felddaten mit Lücken) ebenso wie die abgeleiteten Richtlinien (mehr als 15 effektive Gruppen je Herkunft, Beschränkung auf 3 (evtl. 4) Herkünfte, Einbeziehung von Junghennenaufzüchtern bzw. Beteiligung von Betrieben mit eigener Junghennenaufzucht)

können direkt bei der Durchführung zukünftiger Herkunftsvergleiche übernommen und angewandt werden.

Zu klären bliebe die Trägerschaft und die Finanzierung solcher Vergleichsuntersuchungen. Von zwei Zuchtfirmen wurde die Bereitschaft zu einer Unterstützung in Form einer verbilligten Abgabe von Küken signalisiert.

Ökobetriebe mit einer größeren Gruppengröße sahen sich zumeist nicht in der Lage, an dem Herkunftsvergleich teilzunehmen, da die dort gebräuchlichen mechanischen Eiersammeleinrichtungen eine nach Gruppen getrennte Erfassung der Legeleistung nicht erlaubt. Die Einbeziehung solcher Betriebe - eventuell für Merkmale wie Kannibalismus, Verluste und Federpicken (bzw. Gefiederbonitur) - wäre als eine weiterführende versuchspraktische Fragestellung zu nennen.

Da im durchgeführten Probedurchlauf Interaktionen zwischen Prüfumwelt und Herkünften für den Merkmalskomplex Verluste/Kannibalismus/Federpicken nicht von Bedeutung waren und diese hinsichtlich der Eignung für den Ökolandbau von besonderem Interesse sind, bietet sich auch für zukünftige Vergleiche eine kombinierte Prüfung auf Station und im Feld an. Wegen der besser den Ökorichtlinien entsprechenden Haltung und der Kapazität von 45 Gruppen bietet sich hier in erster Linie Kitzingen an. Da das Legeleistungsniveau auf Station deutlich höher war als auf den Praxisbetrieben, enthalten die Stationsergebnisse auch für diesen Merkmalskomplex nützliche Informationen: einerseits über praxisrelevante Herkunftsunterschiede für Betriebe mit höheren Legeleistungen, andererseits über mögliche Leistungsreserven für andere Betriebe. Repräsentieren Station und Betriebe, wie beschrieben, unterschiedliche Leistungsniveaus, so ergeben sich für die Herkünfte Hinweise auf ihre Reaktionsnorm: Herkünfte mit „Spezialistenprofil“ (besonders geeignet für entweder hohes oder niedriges Leistungsniveau) und Generalisteneigenschaften.

Insgesamt eignen sich die aus den erzielten Ergebnissen abgeleiteten Leitlinien als Richtschnur für zukünftige Herkunftsvergleiche als wichtige Informationsquelle sowohl für die Weiterentwicklung der ökologischen Eierzeugung als auch der eingesetzten Herkünfte.

4. Zusammenfassung

Viele ökologische Legehennenhalter ziehen ihre Junghennen nicht selbst auf (von den Projektbetrieben nur einer), sondern beziehen diese von speziellen Aufzuchtbetrieben. Eine eigene Junghennenaufzucht findet sich eher auf größeren Betrieben oder Betriebsverbänden. Nach den Erfahrungen unseres praktischen Probelaufes muss davon ausgegangen werden,

dass solche Aufzüchter nur eine begrenzte Anzahl ausgewählter Herkünfte für ihre Abnehmer anbieten. Weiterhin wollen die Legehennenhalter nach Möglichkeit keinen Wechsel des Junghennenlieferanten vornehmen. Um die Belieferung von teilnehmenden Betrieben mit Junghennen der vorher festgelegten Herkünfte zum richtigen Zeitpunkt sicherzustellen, müssen daher auch die mit den Betrieben verbundenen Aufzüchter zur Teilnahme gewonnen und mit passenden Küken beliefert werden. Für die entsprechenden Abstimmungen ist ein ausreichender zeitlicher Vorlauf vor dem eigentlichen Prüfbeginn erforderlich.

Zuchtfirmen gehören ebenfalls zu den Nutznießern der Herkunftsprüfung, sollten ebenfalls rechtzeitig mit in die Planung einbezogen werden und die Prüfung materiell - etwa durch die Bereitstellung vergünstigter Küken - unterstützen. Firmenvertreter haben sich hierzu positiv geäußert.

Betriebe mit einer größeren Gruppenszahl verfügen oft nicht über einfache Möglichkeiten, die Legeleistung aller Gruppen getrennt zu erfassen (gemeinsame Eiersammelbänder für mehrere Gruppen) und scheiden daher für einen Herkunftsvergleich hinsichtlich der Legeleistungsmerkmale aus. Eine zusätzliche Einbeziehung solcher Betriebe könnte aber unter Umständen trotzdem sinnvoll sein, um für Merkmale wie Gefiederzustand und Verluste zusätzliche Informationen zu gewinnen, denn hierfür ist eine nach Gruppen getrennte Erfassung in der Regel leichter zu bewerkstelligen.

Sehr häufig werden mitwirkende Betriebe nur zwei zeitgleiche Gruppen beisteuern können, in Ausnahmefällen aber auch einmal vier oder sechs. Wegen der schon beschriebenen Bindung an bestimmte Aufzuchtbetriebe ist auch dann im Regelfall nur die Aufstallung von zwei verschiedenen Herkünften je Betrieb einfach zu organisieren. Die durchgeführten Planungsrechnungen haben gezeigt, dass in diesem Falle bei gegebener Gesamtgruppenanzahl die Verteilung der Gruppen auf verschiedene Betriebe mit zwei oder mehr Gruppen keine Rolle für die Effizienz des Versuches spielt.

Wegen der in der Regel auf zwei eingeschränkten Anzahl der Herkünfte je Betrieb verringert sich die Effizienz, wenn in einem Prüfdurchgang mehr als zwei Herkünfte verglichen werden (Betrieb als unvollständiger Block). Eine Feldprüfung sollte deshalb auf drei, höchstens vier, verschiedene Herkünfte beschränkt werden.

Für Merkmale, die nur unter Stationsbedingungen erfasst werden können, muss die Anzahl der Gruppen ausreichend groß gewählt werden. In einer Prüfung von drei Gruppen kann mit der in Kitzingen verfügbaren Kapazität (45 Gruppen) eine zufriedenstellende Güte erreicht werden.

Für eine Steigerung der Gruppenanzahl und Güte (z.B. bei vier Herkünften) käme entweder ein zweiter Durchgang in Kitzingen oder, wie im durchgeführten Probedurchlauf, die Einbeziehung der Prüfkapazität von Haus Düsse in Frage. Die dortigen Haltungsbedingungen (ausgestaltete Käfige) weichen jedoch stärker von den Praxisbedingungen der Ökoeierzeugung ab.

Die Ergebnisse des Probedurchlaufes zeigen, dass bei einigen Merkmalen (Legeleistung) mit deutlichen Wechselwirkungen zwischen Prüfumwelten (Station, Feld) und Genotypen zu rechnen ist. Für alle davon nicht betroffenen Merkmale (Verluste, Gefiederzustand) zeigen die Planungsrechnungen eine verbesserte Effizienz, wenn die Feldprüfung mit einer Stationsprüfung kombiniert wird.

In einer kombinierte Feld- und Stationsprüfung sollte in beiden Umwelten eine ausreichende Gruppenanzahl vorhanden sein, um Herkunftsunterschiede innerhalb jeder Umwelt für Merkmale mit Genotyp-Umwelt-Interaktionen aufdecken zu können, bei drei Herkünften also ca. 30 Betriebe und ein Durchgang auf der Station in Kitzingen.

Im Durchschnitt wurde unter Stationsbedingungen eine höhere Legeleistung bei gutem Befiederungszustand und geringen Verlusten realisiert. Nimmt man die unter eher günstigen Bedingungen erzielten Stationsleistungen als Messlatte, so können relativ dazu die Durchschnitte der teilnehmenden Betriebe als niedrig oder ähnlich hoch eingeordnet werden. Aus einer kombinierte Feld- und Stationsprüfung ergeben sich somit Hinweise für mögliche Verbesserungen im Management der Testbetriebe und anderer ähnlich wirtschaftender Legehennenhalter. Darüber hinaus können - ähnlich wie im ausgewerteten Probelauf - Informationen über die Reaktionsnorm der geprüften Herkünfte gewonnen werden, d.h., ob eine Herkunft unter günstigen (Station) wie unter ungünstigen (Feld) Bedingungen gleichermaßen gut abschneidet (Generalist) oder z.B. unter ungünstigen Bedingungen vergleichsweise gute Leistungen zeigt (Spezialist).

Bei der Prüfung unter Praxisbedingungen treten anders als auf Prüfstationen gelegentlich Fehlstellen in den Legeleistungsdaten auf (Fehlen einzelner Tage oder Wochen oder auch abgebrochene Legeperioden). Die Häufigkeit solcher Fehlstellen ist von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich. Fasst man solche von Fehlstellen behafteten Tagesdaten zu einer Gesamtleistung je Gruppe zusammen, so ergeben sich je nach Fehlstellenhäufigkeit zu niedrige Gesamtleistungen über die gesamte Legeperiode. Dieser Besonderheit von Felddaten kann durch spezielle Methoden der Longitudinaldatenanalyse (Anpassen von Legeleistungskurven mittels *random-regression* Modellen) Rechnung getragen werden. Dabei

werden die erhobenen Tagesdaten direkt (d.h. ohne vorherige Zusammenfassung) analysiert und die vorhandenen Informationen korrekt gemäß ihrer Vollständigkeit gewichtet.

5. Ursprünglich geplante und tatsächlich erreichte Ziele

Die beiden Hauptziele - Erarbeitung eines Prüfkonzeptes einschließlich eines praktischen Probelaufes - konnten trotz einiger notwendig gewordener Änderungen (Betriebszahl, Ausfall von Gruppen, vier Herkünfte) im versuchspraktischen Teil voll erfüllt werden. Dem steht die ursprünglich noch geplante epidemiologische Auswertung gegenüber (Einfluss von Haltungssystemen auf Verluste), die wegen der verringerten Anzahl von Betrieben nicht durchgeführt wurde. Allerdings wurden zusätzlich zum ursprünglichen Arbeitsplan ein speziell angepasstes Modell für die Auswertung von Felddaten (*random regression*) und eine vereinfachte und für die Hühner stressfreie Methode zur Gefiederbonitierung erarbeitet und angewandt.

Als wichtigste weiterführende Fragestellung bleibt eine konkrete Organisations- und Finanzierungsform für eine wiederkehrende Herkunftsprüfung in der Zukunft zu klären.

6. Literaturverzeichnis

Glawatz, H., Kjaer, J.B., Schrader, L., Reinsch, N., 2007: Herkunftsvergleiche von Legehennen in Station und Feld unter besonderer Berücksichtigung ökologischer Haltungsverfahren. Züchtungskunde 79 (3): 198 - 208

Glawatz, H., 2008: Evaluating hybrid layers under organic production conditions: experimental design and test results. Diss. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Holle R., 2003: Evaluation verschiedener Legehennenherkünfte in Bezug auf die Erfordernisse ökologischer Haltungsformen. Selbstverlag Versuchs- und Beratungsring ökologischer Landbau Schleswig-Holstein e.V.

Kreienbrock, L., Schneider, B., Schäl, J., Glaser, S., 2003: EpiLeg-orientierende epidemiologische Untersuchung zum Leistungsniveau und Gesundheitsstatus in Legehennenhaltungen verschiedener Haltungssysteme. In: Jacobs, A.-K. und Windhorst, H.-W. (Hrsg.): Dokumentation zu den Auswirkungen der ersten Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung auf die deutsche Legehennenhaltung und Eierproduktion. ISPA, weiße Reihe, Band 22, S. 54-88, Vechta 2003

Zacks, S., 1971: The Theory of Statistical Inference. John Wiley, New York

7. Übersicht über die bisher realisierten Veröffentlichungen

Die Ergebnisse sind bisher in insgesamt vier Kapiteln der Dissertationsarbeit von Frau Glawatz zusammengefasst worden, wobei diese Kapitel gleichzeitig Manuskriptentwürfe für Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften darstellen. Die Dissertationsarbeit mit dem Titel “Evaluating hybrid layers under organic production conditions: experimental design and test results” wurde im November 2008 von der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel angenommen und bereits in elektronischer Form publiziert. Sie ist über die Kieler Unibibliothek unter der folgenden Adresse über Internet einsehbar: **http://eldiss.uni-kiel.de/macau/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00002649/DissGlawatz2009.pdf**.

Das erste Kapitel besteht aus einem umfassenden Literaturüberblick mit Schwerpunkt auf Genotyp- (bzw. Herkunfts-)Umwelt-Interaktionen und ist vorab schon in der Zeitschrift Züchtungskunde veröffentlicht worden (Glawatz et al. 2007). Das Kapitel zur Versuchsplanung wurde beim „Archiv für Geflügelkunde“ eingereicht und befindet sich in der Revision. Die beiden anderen Manuskriptentwürfe bedürfen vor der Einreichung bei wissenschaftlichen Zeitschriften noch einer Überarbeitung. In Vorbereitung befindet sich auch noch eine Publikation zu der angewandten vereinfachten Bonitieremethode, die Herr Dr. Kjaer aus Celle übernommen hat.

8. Tabellenanhang

Die Tabellen 1 bis 6 entsprechen den folgenden Tabellen aus der Dissertation von Glawatz (2008): Seite 40 Tabelle 2; Seite 64 Tabelle 4; Seite 41 Tabelle 3; Seite 44 Tabelle 6; Seite 65 Tabelle 6; Seite 66 Tabelle 7; Seite 64 Tabelle 5. Nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnete Mittelwerte (LSQ-Mittelwerte) für verschiedene Einflussfaktorstufen sind für andere Einflussgrößen korrigiert. LSQ-Mittelwerte, die mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant (Tukey-Test, Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner 5 %).

Tabelle 1: Legeleistung, Eizahl und Sterblichkeit der vier Herkünfte

Merkmal	ISA		LB		LT		TB	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Legeleistung je Anfangshenne (%)	73,8 ^a	1,33	78,6 ^a	1,71	78,1 ^a	2,03	72,6 ^b	1,51
Legeleistung je Durchschnittshenne (%)	81,1 ^b	0,96	85,1 ^a	1,25	81,6 ^{a,b}	1,48	77,1 ^c	1,09
Eizahl je Anfangshenne Bodeneier (%)	269,0 ^{a,c}	4,83	286,1 ^{a,b}	6,26	284,3 ^{a,c}	7,41	264,5 ^c	5,49
Sterblichkeit (%)	3,4	1,44	5,1	1,44	1,4	1,74	5,4	1,74
Kannibalismus (%)	20,3	2,27	14,3	2,93	12,2	3,48	16,1	2,58
	7,8	1,33	6,5	1,73	6,6	2,05	6,7	1,52

Tabelle 2: Legeleistung, Eizahl und Sterblichkeit (%) in den drei Aufstallungsarten der zwei Stationen

Merkmal	Station 1		Station 2		Station 2	
	Bodenhaltung		Bodenhaltung		Kleine Gruppen	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Legeleistung je Anfangshenne (%)	77,3	0,83	73,9	2,83	76,2	1,37
Legeleistung je Durchschnittshenne (%)	82,6	0,60	79,2	2,05	82,0	1,00
Eizahl je Anfangshenne Bodeneier (%)	281,5	3,01	269,2	10,31	277,3	4,99
Sterblichkeit Gesamt (%)	5,8	0,65	1,8	2,24	-	-
Sterblichkeit durch Kannibalismus (%)	11,9	1,41	18,3	4,84	17,0	2,34
	0,6 ^b	0,83	11,2 ^a	2,85	8,8 ^a	1,38

Tabelle 3: Befiederungszustand in den drei Aufstallungen der zwei Stationen und Anteil der betroffenen Tiere nach Aufstallungsvariante

Merkmal	Station 1 Bodenhaltung (25 Hennen)			Station 2 Bodenhaltung (220 Hennen)			Station 2 Kleine Gruppen (10 bis 60 Hennen)		
	LSM	SE	%	LSM	SE	%	LSM	SE	%
Befiederung Hals	3,2	0,07	21,3	2,6	0,24	34,0	3,1	0,12	21,8
Befiederung Rücken	3,9 ^a	0,06	3,5	2,2 ^c	0,21	46,0	2,9 ^b	0,10	28,8
Befiederung Flügel	3,9 ^a	0,05	2,5	2,6 ^c	0,16	35,3	3,3 ^b	0,08	17,8
Befiederung Schwanz	3,9 ^a	0,06	2,5	2,2 ^c	0,21	46,3	3,0 ^b	0,10	25,0
Gesamtnote	3,7 ^a	0,06	7,5	2,4 ^c	0,19	40,5	3,1 ^b	0,09	23,3

Tabelle 4: F-Tests für verschiedene Merkmale* (F: F-Wert, P: Irrtumswahrscheinlichkeit)

Merkmal	Herkunft		Prüfumwelt		Interaktion	
	F	P	F	P	F	P
Legebeginn	6,92	0,0003	40,51	0,0001	7,88	0,0001
Legeleistung je Anfangshenne	48,65	<0,0001	1,56	0,2114	127,06	<0,0001
Legeleistung je Durchschnittshenne	66,82	<0,0001	0,09	0,7691	12,89	<0,0001
Eigewicht	36,41	<0,0001	45,36	<0,0001	26,32	<0,0001
Mortalität	1,22	0,3020	0,20	0,6542	0,52	0,6654
Kannibalismus	1,22	0,2996	15,1	0,0001	0,32	0,8132
Gesamt mortalität	2,36	0,0690	1,44	0,2304	0,79	0,5019
Befiederung Hals	0,12	0,9488	1,58	0,2101	0,19	0,9006
Befiederung Rücken	3,57	0,0148	1,13	0,2885	2,45	0,0639
Befiederung Flügel	0,79	0,4981	3,75	0,0540	0,82	0,4858
Befiederung Schwanz	2,73	0,0444	3,79	0,0529	1,86	0,1373
Befiederung Gesamt	1,54	0,2038	2,76	0,0982	0,98	0,4021

* Die Freiheitsgrade im Zähler waren 3, 1 und 3 für den Herkunftseffekt, die Prüfumwelt und die Interaktion; die Freiheitsgrade im Nenner variierten von Merkmal zu Merkmal und lagen zwischen 85 und 38697.

Tabelle 5: LSQ-Mittelwerte für Hauptmerkmale der Legeleistung nach Prüfumwelt
(SE: Standardfehler)

Umwelt	Legebeginn (d)		Legeleistung je Anfangshenne (%)		Legeleistung je Durchschnittshenne (%)		Eigewicht (g)	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Betriebe	158,2 ^a	0,89	79,69 ^b	0,86	81,82 ^b	0,72	65,08 ^a	0,16
Station	147,3 ^b	1,53	84,84 ^a	0,67	88,55 ^a	0,58	63,14 ^b	0,23

Tabelle 6: LSQ-Mittelwerte für Mortalitätsmerkmale nach Herkünften (oben) und nach Prüfumwelt (unten); (SE: Standardfehler)

Einflussfaktor	Stufe	Natürliche Sterblichkeit		Kannibalismus		Gesamtsterblichkeit	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Herkunft	ISA	11,90	1,73	5,01	0,93	17,38	1,90
	LB	9,86	2,59	4,60	1,44	13,83	2,84
	LT	9,04	2,41	4,57	1,17	13,28	2,64
	TB	8,86	2,13	3,32	1,26	12,71	2,33
Prüfumwelt	Betrieb	10,64	1,46	1,35 ^b	0,70	12,04	1,60
	Station	9,19	2,57	7,40 ^a	1,30	16,55	2,82

Tabelle 7: LSQ-Mittelwerte für Befiederungsnoten nach Blockeffekten (SE: Standardfehler)

Effekt	Umwelt	Kopf		Rücken		Flügel		Schwanz		Gesamt	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
F1	Betrieb	3,39	0,56	3,18	0,41	3,56	0,29	3,49	0,40	3,17	0,48
...
F16	Betrieb	3,75	0,43	3,07	0,36	3,81	0,26	3,77	0,35	3,83	0,37
S1	Station	3,25	0,47	3,87 ^a	0,33	3,92 ^a	0,24	3,78 ^a	0,32	3,51	0,40
S2	Station	2,93	0,53	2,42 ^b	0,41	2,71 ^b	0,29	2,42 ^b	0,40	2,42	0,40
S3	Station	3,25	0,42	2,89 ^b	0,33	3,32 ^b	0,24	2,94 ^b	0,32	2,90	0,40

Tabelle 8: LSQ-Mittelwerte für die Hauptmerkmale der Legeleistung, gesondert nach Herkunft und Prüfumwelt (SE: Standardfehler)

Umwelt	Herkunft	Legebeginn (d)		Legeleistung je Anfangshenne (%)		Legeleistung je Durchschnittshenne (%)		Eigewicht (g)	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Betrieb	ISA	151,5 ^b	1,55	78,37 ^c	0,87	82,12 ^a	0,74	64,34 ^b	0,18
Betrieb	LB	162,6 ^a	2,30	78,47 ^{b,c}	0,96	79,89 ^b	0,84	67,22 ^a	0,44
Betrieb	LT	168,1 ^a	2,59	79,85 ^b	0,94	83,27 ^a	0,82	65,59 ^b	0,45
Betrieb	TB	150,5 ^b	1,68	82,08 ^a	0,89	81,99 ^a	0,76	63,17 ^c	0,39
Station	ISA	148,3	1,63	83,04 ^b	0,67	88,64 ^b	0,59	61,36 ^c	0,23
Station	LB	147,7	1,82	87,63 ^a	0,69	92,43 ^a	0,60	64,01 ^a	0,24
Station	LT	146,4	1,99	87,16 ^a	0,70	88,88 ^b	0,61	64,28 ^a	0,25
Station	TB	146,9	1,72	81,54 ^c	0,68	84,23 ^c	0,59	62,92 ^b	0,24