

Common Vision Blox Manto - Eine Methode zur automatischen Auswertung des Auslaufverhaltens von Legehennen

Common Vision Blox Manto - A system for the automatic evaluation of the ranging behavior of laying hens

von Rudolf Peis und Bernhard Haidn

Kurzfassung

Der Bereich des Auslaufverhaltens von Legehennen ist noch wenig erforscht. Insbesondere fehlen Langzeituntersuchungen. Eine Möglichkeit geeignetes Datenmaterial zu erhalten, stellt die automatisierte Bildanalyse dar. Entsprechende Systeme erfassen Objekte im Bild und bestimmen deren Anzahl sowie Position. In den Untersuchungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurde hierfür „Common Vision Blox“® der Firma Stemmer Imaging verwendet. Das Programm arbeitet mit Algorithmen, die auf Neuronalen Netzen basieren, und maschinelles Lernen ermöglichen. Im Forschungsprojekt wurde die Wirkung von Strukturelementen auf das Auslaufverhalten anhand von zwei Gruppen von Hühnern (je 450 Tiere) untersucht. Im Beitrag werden Ergebnisse zur Erkennungsgenauigkeit der automatischen Auswertung, der Verteilung der Hühner auf Teilflächen sowie deren durchschnittlicher Stallabstand dargestellt. Als Schlussfolgerung der Untersuchungen lässt sich festhalten, dass Form und Anordnung der verwendeten Strukturelemente noch verbessert werden müssen.

Keywords: Auslaufverhalten, Legehennen, Bildanalyse, Support Vektor Maschine.

Abstract

There are rarely investigations that deal with the ranging behaviour of laying hens. In particular, only few long-term investigations exist. A possibility to gather suitable data about the ranging behaviour is automatic image analysis. Such systems are able to detect objects within the image, determine their number and position. For the analyses carried out at the Bavarian State Research Centre for Agriculture the software „Common vision Blox“® by Stemmer Imaging was used. The software uses algorithms, which are based on neural networks, and allow machine learning. The research project focused on the effects of structural elements on ranging behaviour, which was examined by using two groups of hens (each 450 animals). Results about the identification accuracy of the automatic evaluation system, the distribution of the hens on the free-range areas as well as their average distance to the barn are presented. As conclusion of the analyses, it can be stated that form and arrangement of the structural elements should be further improved.

Keywords: Ranging behaviour, laying hens, image analysing system, support vector machine.

1. Einleitung und Zielsetzung

Die gesetzlichen Anforderungen an Haltungssysteme für Legehennen veränderten sich in den letzten Jahren sehr stark. War vor einigen Jahren noch die Käfighaltung als Standard anzusehen, so ist diese Form der Haltung heute gesetzlich verboten. An deren Stelle treten Haltungssysteme, die sich mehr und mehr am Tierschutz für die Hühner orientieren. Als weiterer Gesichtspunkt sind die Anforderungen der Hühnerhaltung im Ökolandbau anzusehen, bei dem ein Grünauslauf zwingend vorgeschrieben ist. Die Orientierung am Wohl des Tieres ist jedoch nicht ohne Einflüsse auf die Umgebung der Hennen. Eine ungleichmäßige Nutzung des Grünauslaufs kann so etwa zu einem punktuell sehr hohen Nährstoffeintrag in den Boden führen. Zudem ist die Kontamination einer zu stark genutzten Teilfläche des Auslaufs mit Ungeziefer und Erregern eine Gefahr für die Gesundheit der gesamten Herde.

Um Änderungen in Haltungsverfahren vornehmen zu können, sind Informationen über das Auslaufverhalten und die Nutzung von Teilflächen erforderlich. Die bisher zu diesem Thema durchgeführten Untersuchungen beziehen sich oftmals nur auf kurze Zeitabschnitte, da auf Grund der Größe der zu überwachenden Fläche als Erfassungs- und Auswertungsmethode nur eine Direkt- oder Videobeobachtung in Frage kam. Für eine manuelle Auswertung über einen längeren Zeitraum stehen die erforderlichen Personalressourcen meist nicht zur Verfügung.

Ziel eines vom Bayerischen Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz finanziell unterstützten dreijährigen Forschungsprojektes war es, effektive Auswertungsmethoden von Langzeitbeobachtungen zu entwickeln. Dies sollte durch Automatisierung des Auswertevorgangs über digitale Bildanalyse erfolgen.

2. Material und Methode

2.1 Bilddatenerfassung

Die Untersuchungen fanden auf einem Versuchsbetrieb der TU-München-Weihenstephan statt. Während der Untersuchungsphase wurde die Herde in zwei Gruppen getrennt. Jede der beiden Gruppen konnte jeweils zusätzlich zum Stall einen Kaltscharrraum und einen Grünauslauf (je 30 x 60m) nutzen (Abb. 1).



Abb. 1: Ansicht auf die Versuchsanlage

Die Bilddaten wurden mittels vier hochauflösender digitaler Spiegelreflexkameras (6 Megapixel) erfasst. Diese waren auf einem Aluminiummasten in einer Höhe von zehn Metern in einem Wetterschutzgehäuse angebracht. Die Bedienung der Kameras erfolgte über einen PC, der über USB mit den Kameras verbunden war und auf dem die aufgenommenen Bilder gespeichert wurden. Das festgelegte Intervall zwischen den einzelnen Aufnahmen betrug eine Minute. Die Darstellung in Abb. 2 zeigt schematisch die Kameraanordnung um den Auslauf herum, sowie deren Aufzeichnungsbereich.

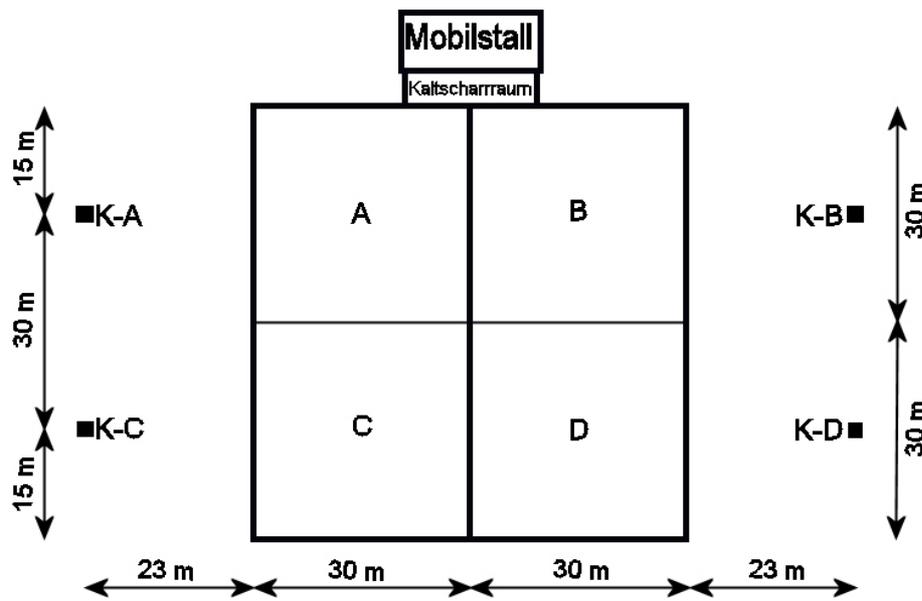


Abb. 2: Kameraanordnung und deren Aufzeichnungsbereiche

2.2 Bilddatenauswertung mit Common Vision Blox

Das verwendete Analysetool erkennt die Objekte anhand einer Support Vektor Maschine. Dieses Verfahren ist eine Weiterentwicklung von neuronalen Netzen. Im Folgenden soll weiter auf die genannten Verfahren eingegangen werden. Die Auswertung der Bilder erfolgt in zwei aufeinanderfolgenden Schritten, deren Ablaufschema in Abb. 3 dargestellt ist.

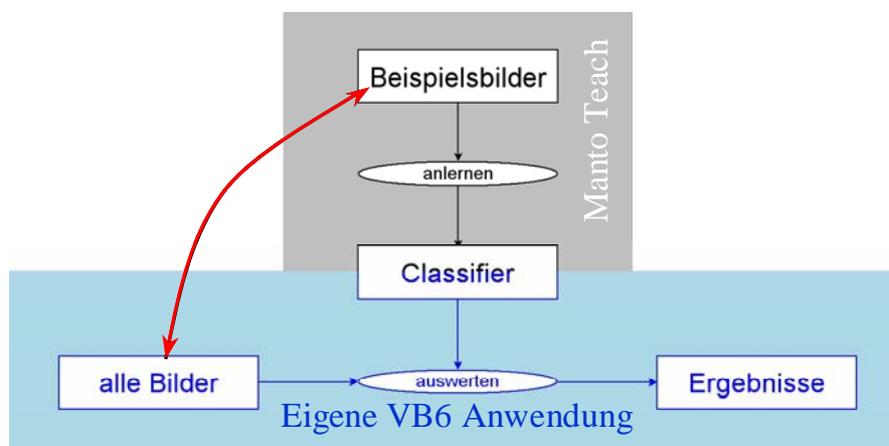


Abb. 3: Ablaufschema der Bildauswertung mit Common Vision Blox®

2.3 Neuronales Netz

Unter einem Neuronales Netz ist in diesem Zusammenhang der Versuch, das Neuronensystem des Menschen nachzubauen, zu verstehen, um dessen Entscheidungsfähigkeit nicht nur in bekannten sondern auch in unbekannt Situationen einer Maschine beizubringen (REY UND BECK, 2005). Hierbei gibt es einige Eigenschaften, in denen sich Neuronensystem und Neuronale Netze gleichen. Ein sehr bedeutendes Merkmal Neuronaler Netze ist deren Lernfähigkeit, die durch eine hochgradige Verknüpfung kleiner Einheiten, die simple Aufgaben erfüllen, erreicht wird. Dieser Aufbau führt auch dazu, dass Neuronale Netze eine Fehlertoleranz aufweisen und auch selbstorganisierend sein können.

Neuronale Netze bestehen aus Units (auch Einheiten oder Knoten genannt) und Verbindungen dieser Units. Während Units die Aufgabe haben, Reize von der Umwelt aufzunehmen, weiterzuleiten und wieder an die Umwelt abzugeben, liegt das „Wissen“ des Neuronales Netzes in der Gewichtung der Verbindungen zwischen den Units. Eine Veränderung dieser Gewichte der Verbindungen beeinflusst die Entscheidungsfindung des Neuronales Netzes und somit auch den Ansatzpunkt für das „Lernen“.

In der Vergangenheit wurden hierfür verschiedene Ansätze unternommen und verschiedene Theorien aufgestellt. An dieser Stelle gilt es nun, einige Begriffe zu erläutern:

Maschinelles Lernen

Die Aussage „Aus Fehlern lernen!“ beschreibt das Verfahren des maschinellen Lernens treffend. Es werden entsprechend verschiedener Lernregeln die Gewichte zwischen den Unitsverbindungen so verändert, dass entweder der richtige Output oder ein Stabiles System entstehen. Hierbei finden verschiedene Lernregeln Anwendung, auf die hier nicht näher eingegangen wird. Es sei jedoch erwähnt, dass die Lernregel abhängig vom Aufbau des Netzes und deren Aufgabe ist.

Es werden zwei Formen des Lernens unterschieden:

Zum einen ist es möglich, dem System den richtigen Output vorzugeben, wodurch die Gewichtung der Verbindungen an ein richtiges Ergebnis angepasst werden kann („supervised learning“). Die zweite Lernform gibt andererseits keinen richtigen Output mehr vor. Die korrekte Gewichtung der Verbindungen ist dann gefunden, wenn ein stabiles System vorliegt. („unsupervised learning“)

Neuronale Netze sind aufgrund der verschiedenen Möglichkeiten des Aufbaus und des Trainings auf bestimmte Anwendungen festgelegt. Im Grunde genommen wird jedoch immer mit einer Matrix gearbeitet, die die einzelnen Gewichte zwischen den Neuronen darstellt.

Support Vektor Machines (SVM)

Der Grundgedanke bei der Verwendung von SVM ist das Erreichen von möglichst einfachen (in der Regel linearen) Trennfunktionen, sogenannten Hyperebenen (MAURER, 2001). Die

einzelnen Merkmalsausprägungen werden hierfür mittels Vektoren dargestellt. Die Hyperebene wird so platziert, dass sie den maximalen Abstand zu allen Datenpunkten beider Merkmalsgruppen hat. Hierbei werden nur die Elemente in Betracht gezogen, die den geringsten Abstand zur Trennfunktion haben (Support Vectors). Aufgrund dessen ist mit SVM nur eine Unterteilung in zwei Klassen möglich.

Die Art der Grenzfindung zwischen den Merkmalen ist zu unterscheiden. Wenn es möglich ist, eine Trennlinie zu finden, die alle vorhandenen Merkmale richtig zuordnet, kann die Trennlinie mittels der *Maximum Margin Hyperplane* Methode aufgestellt werden. Sind in der Merkmalsmenge dagegen einige wenige Ausreißer enthalten, die durch die Trennfunktion falsch klassifiziert werden, bietet die *Soft Margin Hyperplane* eine Möglichkeit, die richtige Trennlinie zu erstellen. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen eine lineare Trennfunktion mittels der genannten Hilfsmittel nicht gefunden werden kann. In solchen Fällen kann durch die Anwendung sogenannter „Kernels“ eine Lösung erzielt werden. Bei der Verwendung von „Kernels“ wird eine Datenmenge, die nicht auf Anhieb linear teilbar ist, in einen Raum höherer Dimension transformiert und zwar solange, bis eine Anwendung von linearen Funktionen (Maximum Margin Hyperplane) zur Klassifizierung der Merkmale anwendbar ist. Die verwendeten „Kernels“ müssen folgende drei Bedingungen erfüllen:

- Symmetrie
- Satz von Cauchy-Schwarz
- positive (semi-definite) Matrix

In der praktischen Anwendung werden oftmals Kombinationen aus mehreren „Kernels“ verwendet.

Erstellen von Classifiern

Das im speziellen Fall der Hühnererkennung im Grünauslauf verwendete Softwarepaket „Common Vision Blox“ bietet dem Anwender Hilfsmittel zur Analyse von Bildern an. Für die durchgeführten Untersuchungen wurde eine vorgefertigte Anwendung („Manto Teach“) dazu verwendet, einen sog. „Classifier“ zu erstellen. Zur Ablaufsteuerung der Bilderauswertung wurde ein Programm in Visual Basic 6 geschrieben. Dieses greift zum einen auf Funktionen des Softwarepakets Common Vision Blox (CVB) und zum anderen auf den erzeugten Classifier zurück.

Manto Teach

Die Anwendung Manto Teach ist ein Bestandteil der Bildanalyse Software und wird zur Erstellung eines Classifiers verwendet. Bei dessen Erstellung handelt es sich um ein Anlernen einer SVM. Beim Anlernen des Classifiers werden dem System Positivbeispiele (Hühner) manuell durch den Benutzer vorgegeben. Das System versucht aus diesen vorgegeben Beispielsbildern einen Classifier (Sammlung von Funktionen zur Klassifizierung von Objekten) zu erstellen. Im Anschluss an die Anpassung der Funktionen durchsucht das Programm anhand der Vorgaben das Bild automatisch. Bei diesem Suchdurchlauf bleiben alle vom An-

wender markierten Hühner sowie bei Bedarf ein nicht relevanter Bildbereich von der Betrachtung ausgeschlossen. Bei den Ergebnissen dieser automatischen Suche des Programms handelt es sich somit um Fehler, da alle Hühner auf dem Bild bereits markiert waren und aus dem Suchbereich ausgeschlossen wurden. Diese Beispiele werden als Negativbeispiele (kein Huhn) hinzugefügt. Somit ergibt sich mit zunehmender Zahl an angelegten Bildern eine große Sammlung an Hühner und Nichthühner – Beispielen. Diese Sammlung der Bilder wird in CVB als „Sample Image List (SIL)“ bezeichnet. Mit zunehmender Anzahl an Bildern in der SIL und dem daraus generierten Classifier werden die Ergebnisse immer genauer. Ein so erzeugter Classifier kann nur Bilder auswerten, die bereits durch Beispiele aus der SIL bekannt sind. Die Auswertung eines Bildes, bei dem Merkmalsausprägungen nicht im Classifier erfasst wurden, ist mit Fehlern behaftet. Liegt eine Eigenschaft innerhalb einer bekannten Merkmalsausprägung, so ist der Classifier in der Lage ein richtiges Ergebnis zu finden. Bei der Auswertung von Bildern, die über ein Jahr hinweg zu jeder Jahreszeit, Tageszeit, Witterung, Zustand des Auslaufs und Federkleid der Hühner erstellt wurden wird ersichtlich, dass der Classifier ständig anzupassen ist.

Zusätzlich zur einfachen Routine für die Festlegung des Classifiers werden in Manto Teach Funktionen zum Überprüfen der SILs und des Classifiers bereitgestellt. Die Bildersammlung der SIL wird nur zur Generierung des Classifiers verwendet und kann aufgrund der relativ großen Zahl darin enthaltener Bildbeispiele eine umfangreiche Datei werden. Der daraus gewonnene Classifier hingegen beinhaltet keine Bildbeispiele mehr. Es sind darin nur noch die Definitionen der Funktionen zur Objektklassifizierung enthalten.

3. Ergebnisse

3.1 Erkennungsgenauigkeit

Für die Berechnung der Erkennungsgenauigkeit war es erforderlich, alle Ereignisse als Entscheidungen anzusehen. In jedem Bild gab es somit $NH_{ar} + NH_{an} + NH_{af}$ Entscheidungen. Von dieser Gesamtheit waren jedoch nur die Entscheidungen NH_{ar} richtig. Bei NH_{an} und NH_{af} handelte es sich um Fehlentscheidungen. Somit entsprach die Erkennungsgenauigkeit dem prozentualen Anteil der richtigen Entscheidungen an allen Entscheidungen. Die Erkennungsgenauigkeit errechnete sich somit nach folgender Formel:

$$\text{Erkennungsgenauigkeit} = \frac{NH_{ar}}{NH_{ar} + NH_{an} + NH_{af}} \quad (1)$$

NH_{ar} = Anzahl automatisch richtig erkannter Hühne

NH_{an} = Anzahl nicht automatisch erkannter Hühner

NH_{af} = Anzahl automatisch falsch erkannter Hühner

Die erforderlichen Parameter NH_{ar} , NH_{an} und NH_{af} wurden durch die manuelle Nachkontrolle jedes zwanzigsten Bildes ermittelt. Dabei wurden die vom Auswertungsprogramm erzielten Ergebnisse in richtig erkannte Hühner (NH_{ar}), nicht erkannte Hühner (NH_{an}) und falsch erkannte Hühner (NH_{af}) eingeteilt und entsprechend manuell markiert, bzw. demarkiert. Die Ergebnisse wurden in einer Datenbank abgespeichert.

Die ermittelte Erkennungsgenauigkeit hing, wie Abb. 4 zeigt sehr stark von der Anzahl der Beobachtungen (Tierzahl) im Bild ab. Gründe hierfür liegen darin, dass eine falsche Entscheidung bei sehr wenigen Tieren einen viel größeren Einfluss auf die Fehlerquote hat als bei vielen Tieren. In den meisten Bildern gab es Elemente, die sich kaum von Hühnern unterscheiden ließen und deshalb vom Programm als Huhn erkannt wurden. Befand sich nur ein Huhn in einem Bild, so hatte diese Fehlentscheidung dasselbe Gewicht wie das richtig erkannte Huhn.

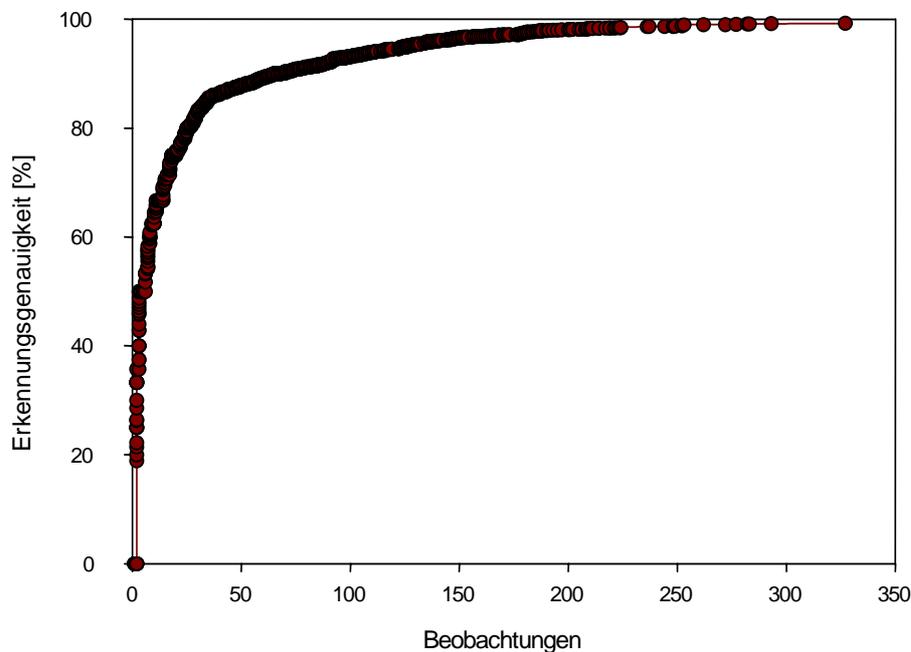


Abb. 4: Abhängigkeit der Erkennungsgenauigkeit von der Gesamtzahl Beobachtungen (Hühner) je Bild. Anzahl Bilder: $n=884$

Der Durchschnitt der Erkennungsgenauigkeit lag, wie Abb. 5 zeigt an den untersuchten Tagen im Frühjahr bei 86% und im Herbst bei 89%. Im Sommer wurden hingegen nur 62% erreicht. Die Erklärung hierfür liegt in der durchschnittlichen Tierzahl pro Bild. Im Frühjahr (123 Tiere) und Herbst (189 Tiere) befanden sich deutlich mehr Tiere im Auslauf als im Sommer (36 Tiere).

Anfängliche Probleme mit geringem Kontrast der Tiere zum Boden und der stark variierenden Größe der Tiere bedingt durch die Perspektive konnten durch die Spezialisierung der Classifier behoben werden.

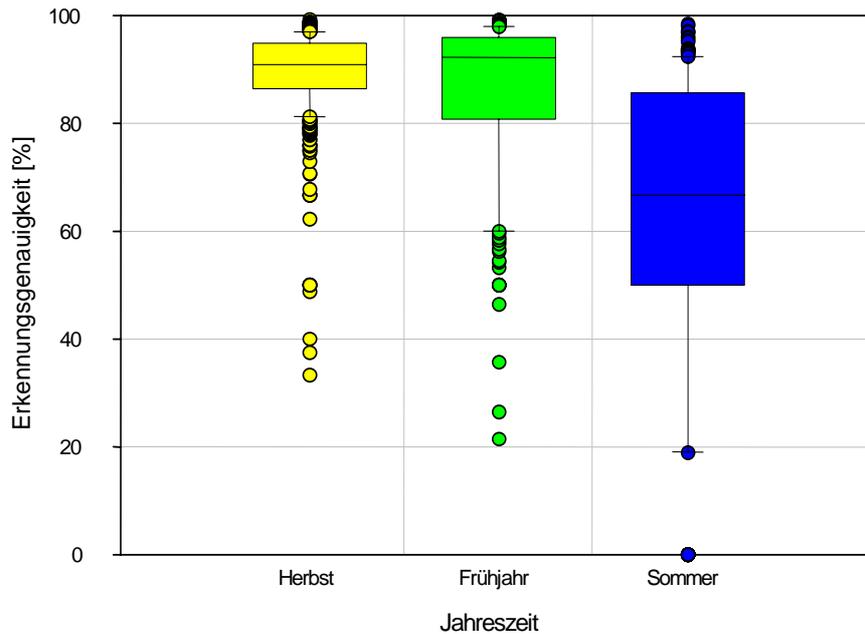


Abb. 5: Erkennungsgenauigkeit nach Jahreszeit (Anzahl Bilder: Frühjahr $n=190$, Sommer $n=220$, Herbst $n=474$)

3.2 Auslaufverhalten

Das Auslaufverhalten bzw. die Nutzung von Teilflächen im Auslauf wurde anhand der Ergebnisse aller Bilder (Bildabstand eine Minute) und aller Tiere im gesamten Auslauf ermittelt. Es zeigten sich hierbei statistisch keine Unterschiede zwischen den einzelnen Tagen der gleichen Jahreszeit, weshalb diese zusammengefasst werden konnten. Der Gruppe 1 standen Unterstände zur Verfügung, der Gruppe 2 nicht.

Einen Überblick über die durchschnittliche Flächennutzung des Grünauslaufes über alle Jahres- und Tageszeiten aller ausgewerteten Tage gibt

Abb. 6. Der erste Blick zeigt keine großen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Mit 49 bzw. 50 Hühnern hielten sich im Durchschnitt der möglichen Auslaufzeit nur etwa 11% außerhalb des Stalles bzw. Kalscharraumes auf. In der Tendenz wurden in Gruppe 2 die mittlere und die vom Stall am weitesten entfernte Rechteckfläche mit durchschnittlich 13 bzw. 4 Hühnern häufiger und/oder länger aufgesucht als dies bei Gruppe 1 der Fall war.

\bar{x}_i	Stall				Feld	
52	4	8	17	13	8	3
	39		33			
21	3	3	5	5	3	2
15	2	3	2	4	2	1
	9		13			
7	0	0	0	3	2	1
4	0	0	0	2	1	0
	1		4			
1	0	0	0	1	0	0
\bar{x}_j	10	15	24	27	15	7
	49			50		

Abb. 6: Durchschnittliche Anzahl Hühner im Auslauf über alle Jahres- und Tageszeiten für die einzelnen Teilflächen. Anzahl Bilder: $n=3913$

Auslaufnutzung nach Jahreszeit

In Abb. 7 ist die Gesamtzahl der Hühner im Auslauf aller ausgewerteten Bilder im Tagesverlauf dargestellt. Die Minutenwerte (ein Bild pro Minute) sind als Punkte in den Farben der Jahreszeiten dargestellt. Die Linien zeigen den Verlauf der Stundenmittelwerte.

Der Punkteschwarm einer Farbe (Jahreszeit) macht deutlich, dass im Tagesverlauf sehr große Schwankungen in der Auslaufnutzung auftreten. Die Tierzahlen sind im Herbst am höchsten und im Sommer am geringsten. Der Abfall am Tagesende trifft mit der jeweiligen Dämmerung zusammen.

Unabhängig von der Jahreszeiten ist zu erkennen, dass in den ersten und letzten Stunden der möglichen Auslaufzeit sich am meisten Hühner im Grünauslauf aufhalten. Das Verhalten weist diesbezüglich also zwei Tageshöhepunkte auf. An den Sommertagen fällt der Anstieg gegen Tagesende hin am deutlichsten aus. Da dieser Peak in allen Kurven vorkommt, kann davon ausgegangen werden, dass mit abnehmender Sonnenintensität in den Abendstunden die Tierzahlen im Auslauf ansteigen und mit zunehmender Dämmerung wieder abnehmen. Bei

geringerer Temperatur und Sonnenintensität am Morgen ist die Tierzahl höher und sie nimmt dann gegen Mittag ab. Der Vergleich der Jahreszeiten bestätigt einen negativen Zusammenhang von Temperatur und Globalstrahlung mit der Intensität der Auslaufnutzung. Die Korrelation der Auslaufnutzung mit den Wetterdaten liegt im betrachteten Zeitraum bei ca. $-0,5$. Die Wetterdaten sind als Tagesmittelwerte in Tab. 1 angegeben.

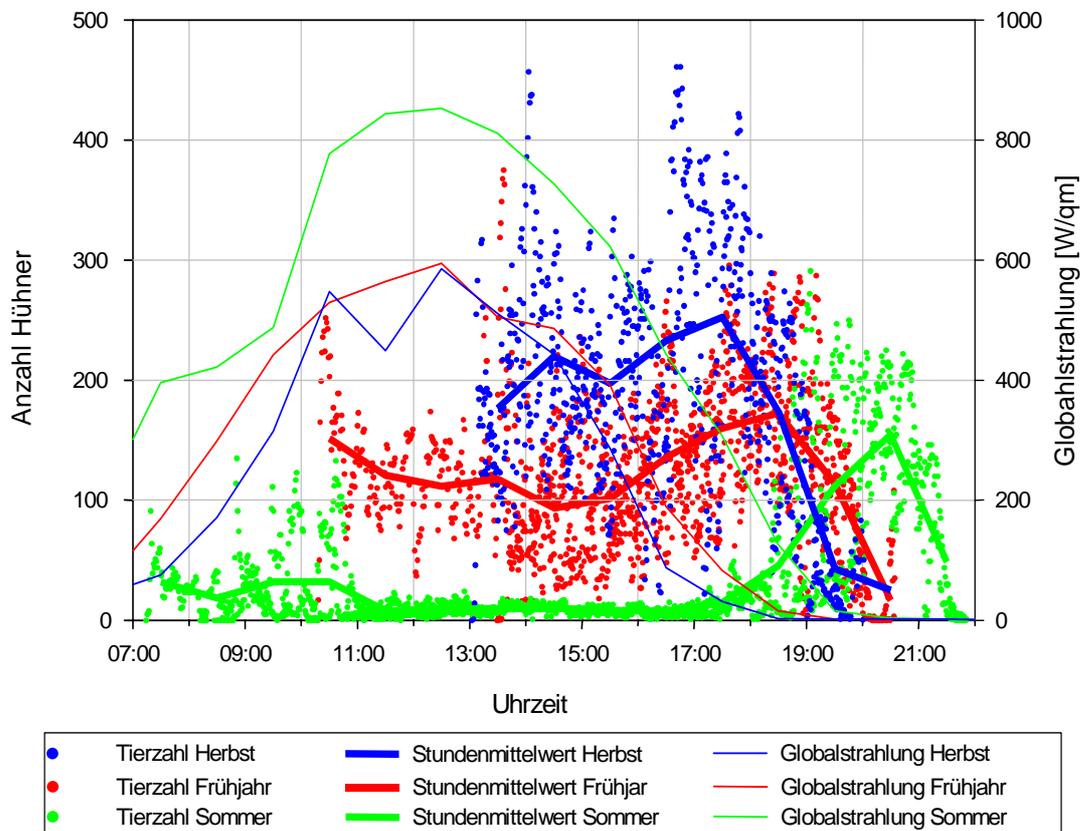


Abb. 7: Anzahl der Hühner im Auslauf (Minutenwerte) sowie Globalstrahlung im Tagesverlauf (Stundenwerte). Anzahl Bilder: Frühjahr $n=1426$, Sommer $n=1681$, Herbst $n=806$

Tab. 1: Wetterdaten der Wetterstation Viehhausen nach Jahreszeit im Durchschnitt der ausgewerteten Tagen

Jahreszeit	Anzahl Tage	Globalstrahlung [W]	Luft Temperatur [°C]	Boden Temperatur [°C]	Blattfeuchte [%]
Herbst	2	121	15,7	16,7	25
Frühjahr	3	197	13,7	10,9	18
Sommer	2	470	26,4	24,9	3
ganzes Jahr	7	303	19,9	18,5	13

Der Median der Anzahl Hühner im Grünauslauf ist im Herbst am höchsten und im Sommer am geringsten (Abb. 8). Der Boxplot gibt weiter einen Eindruck von der Streuung der Werte. Im Herbst waren in 50% der Zeit 13 bis 28% der Hühner im Auslauf. Im Frühjahr lagen die Werte nur bei 10 bis 18% und im Sommer gar nur bei 1 bis 3%.

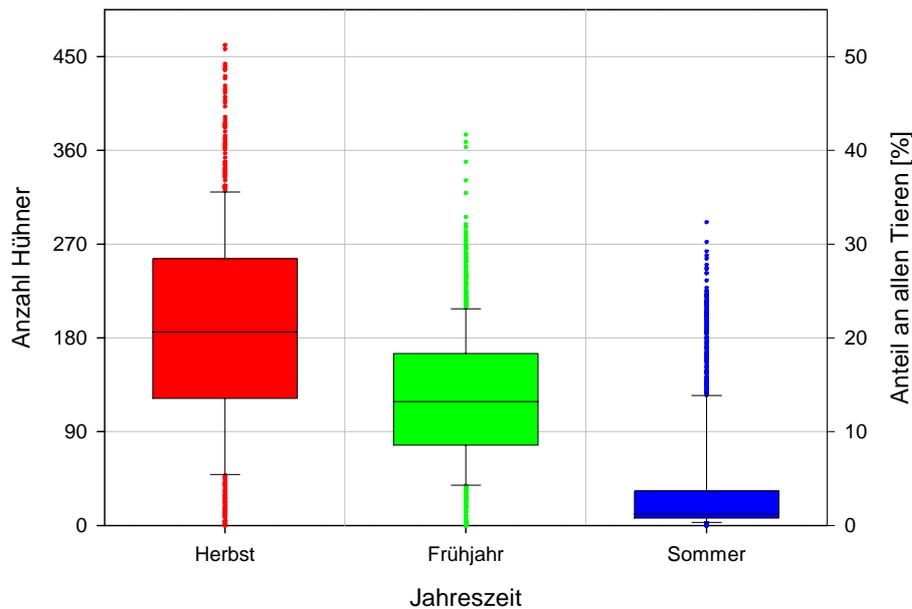


Abb. 8: Durchschnittswerte der Anzahl Tiere im Auslauf mit den Streuwerten. Anzahl Bilder: Frühjahr $n=1426$, Sommer $n=1681$, Herbst $n=806$

Auslaufnutzung nach Gruppen

Abb. 9 zeigt für jede der beiden Gruppen die durchschnittlichen Tierzahlen im Auslauf über die Jahreszeiten und im Tagesverlauf aller ausgewerteten Tage. Aus den als Punkte angegebenen Minutenwerten wurde für jede Stunde ein Mittelwert gebildet und als Linie in die Abbildung aufgenommen.

Wie bei der Betrachtung aller Hühner bereits zu sehen war, sind die Schwankungen sehr groß. Die beiden Gruppen zeigten ein sehr synchrones Verhalten. Die Peaks bei 7:30 Uhr, 10:30 Uhr (Frühjahr) und 13:30 Uhr (Herbst) erklären sich durch das Öffnen des Zugangs zum Auslauf und dem daraus resultierenden Drang der Tiere gleich ins Freie zu gehen. Bei ca. 17:00 Uhr liegt das Maximum der Anzahl Tiere im Auslauf. Dieses Maximum ist vor allem in den Werten vom Frühjahr und Herbst begründet. Der Peak um ca. 20:00 Uhr stammt von den Werten aus dem Sommer (vgl. Abb. 7). Die durchschnittliche Tierzahl im Auslauf pro Tag kann Tab. 2 entnommen werden.

Da die Dauer der Auslaufmöglichkeit je nach Jahreszeit unterschiedlich lange war, ist ebenfalls die Gesamtzahl aller Hühner auf allen Bildern pro Tag zusammengestellt. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass dieselben Hühner mehrmals in der Gesamtsumme enthalten sein können. Diese Summenwerte verdeutlichen, dass im Herbst insgesamt ca. 2,5 mal und im Frühjahr etwa doppelt so viele Hühner als im Sommer gezählt wurden. Zwischen den Gruppen sind dabei keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

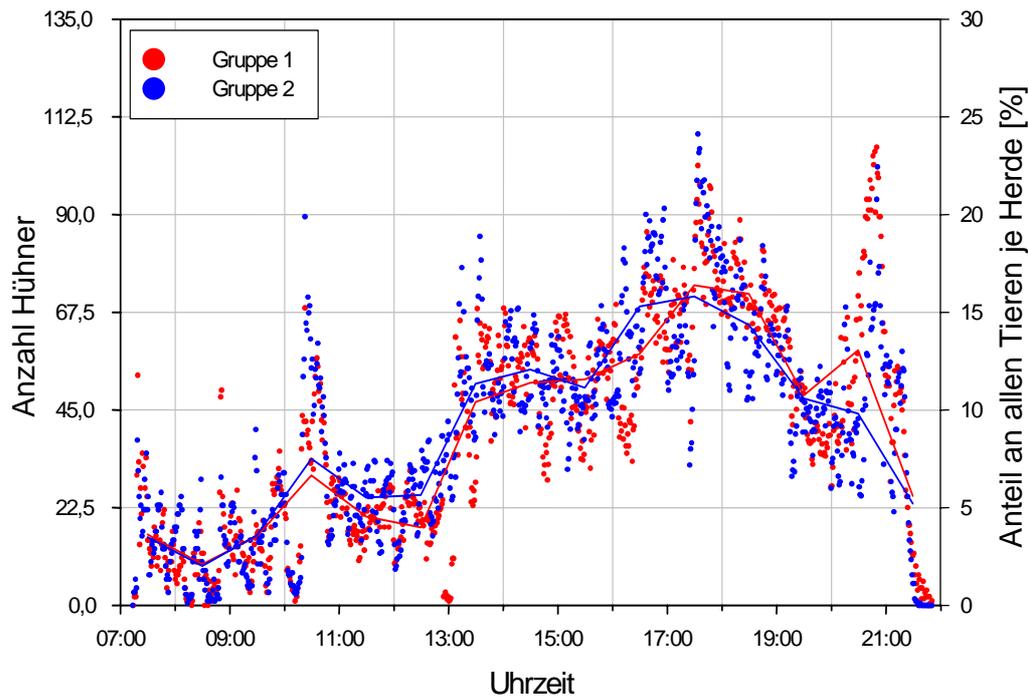


Abb. 9: Tagesverlauf der Anzahl Tiere im Auslauf über alle Jahreszeiten. Anzahl Bilder: $n=878$

Tab. 2: Mittelwerte der Anzahl Hühner im Auslauf pro Tag nach Gruppen und Jahreszeiten
Anzahl Bilder: $n=3913$

Quartal	Mittelwert \pm s		Summenwert	
	Anzahl Hühner im Auslauf		Anzahl Hühner im Auslauf	
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 1	Gruppe 2
Frühjahr	56 \pm 32	67 \pm 40	26,603	31,641
Sommer	19 \pm 31	17 \pm 26	15,868	14,677
Herbst	101 \pm 60	88 \pm 53	4,801	35,313
ganzes Jahr	49 \pm 50	50 \pm 48	27,592	27,843

Die Boxplots in Abb. 10 zeigen die Verteilung der Minutenwerte getrennt nach Gruppe und Jahreszeit. Hierbei wird wieder die große Streuung deutlich. Die Kenngrößen der beiden Gruppen ähneln sich relativ stark. Während aber Gruppe 1 im Herbst stärker streute trifft dies im Frühjahr für Gruppe 2 zu.

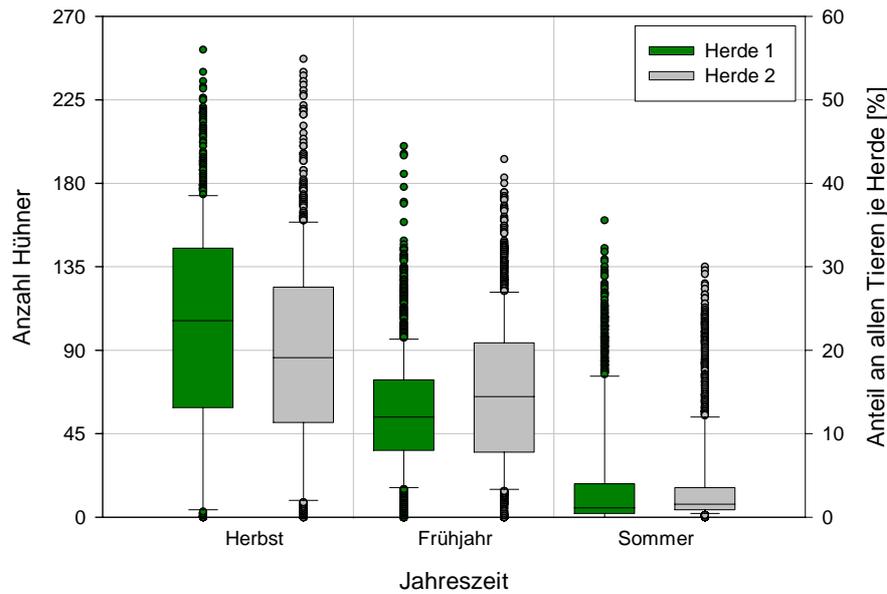


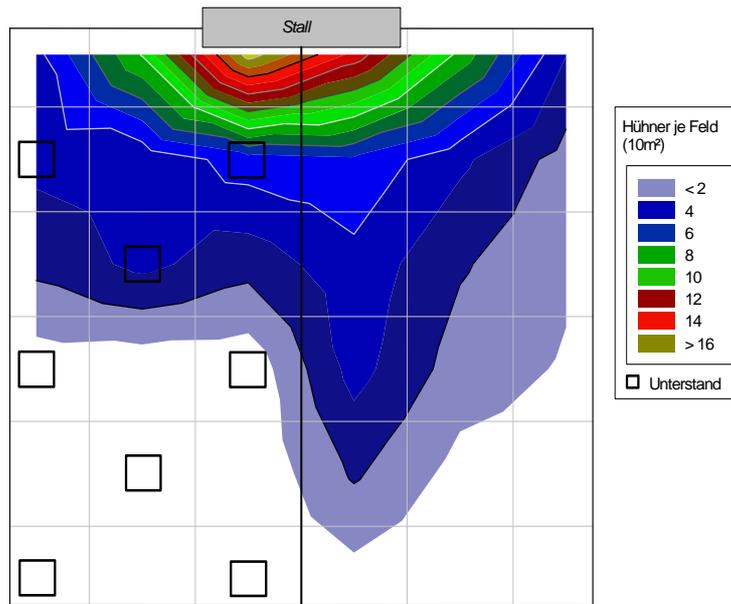
Abb. 10: Vergleich der Gruppen nach Jahreszeit

Anzahl Bilder: Frühjahr $n=1426$, Sommer $n=1681$, Herbst $n=806$

Flächennutzung des Auslaufs

Die Anzahl Hühner je Feld (100m²) im Jahresdurchschnitt wurde bereits in

Abb. 6 gezeigt. Die grafische Darstellung und damit die Beziehungen zwischen den Feldern verdeutlicht Abb. 11 besser. Die Fläche entspricht dem Grundriss des Auslaufs. Gruppe 1 befindet sich links der Mitte und Gruppe 2 rechts. Aus den Farben lässt sich klar ablesen, dass die Gruppe 1 mit Unterständen (mittels Quadrat gekennzeichnet) den Auslauf mehr in der Breite nutzt. Die Tiere der Gruppe 2, bei denen keine Strukturelemente vorhanden sind, orientieren sich dagegen entlang des Mittelzauns als Schutz und dringen so weiter als die von Gruppe 1 vor.



Gruppe 1 Gruppe 2

Abb. 11: Jahresdurchschnitt der Tierzahl je Feld. Anzahl Bilder: $n=3913$

Durchschnittlicher Stallabstand

Durch die automatische Bestimmung der Koordinaten jedes einzelnen Huhnes in jedem Bild kann für jedes Tier der Stallabstand bestimmt werden. Abb. 12 zeigt, dass die Hühner der Gruppe mit Schutzelementen sich in der ersten Tageshälfte weiter vom Stall entfernten, während dies für die andere Gruppe in der zweiten Tageshälfte zutraf.

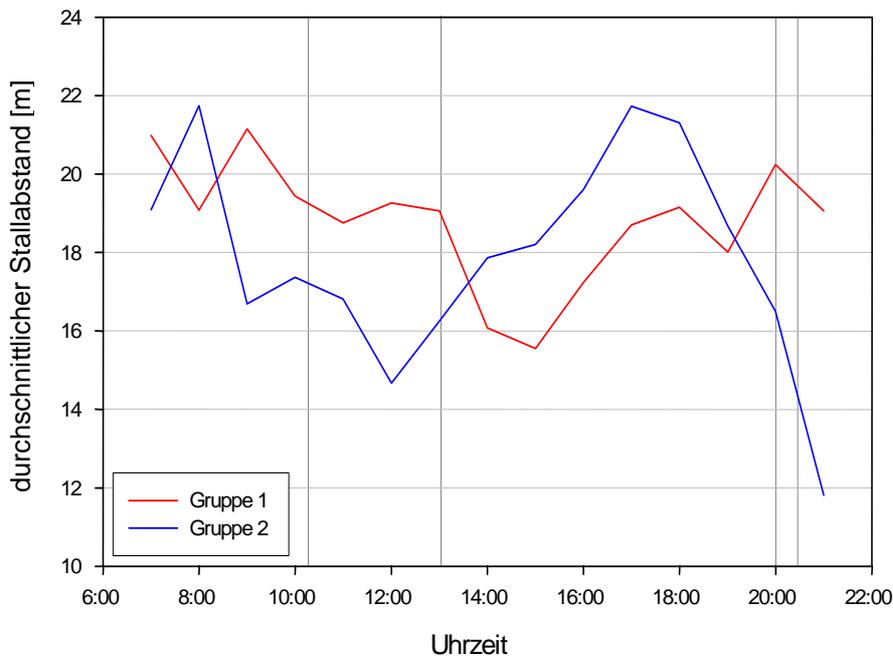


Abb. 12: Vergleich des durchschnittlichen Stallabstands nach Gruppen. Anzahl Bilder: $n=3913$

Der theoretische Stallabstand, der sich aus der Nutzung der einzelnen Felder und deren Abstand vom Schlupf errechnet, zeigte über das Jahr hinweg eine Verschiebung. Tiere der Gruppe ohne Unterstand nutzten am Anfang der Legeperiode weiter entfernte Bereiche intensiver als die Tiere der Gruppe mit Schutzelemente. Gleiches gilt für die Tage im Frühjahr. In dieser Jahreszeit ist der Stallabstand in beiden Gruppen am größten. Im Sommer nimmt er wegen höherer Temperaturen und Sonneneinstrahlung und die Gruppe ohne Unterstände wieder ab. Die Boxplots zur Stallentfernung in Abb. 13 zeigen dies deutlich. Verglichen mit Abb. 11 liegt der Schluss nahe, dass die Tiere der Gruppe 1 eine kleinere Stallentfernung erreichen als die von Gruppe 2, die entlang des Mittelzauns wandern. Der durchschnittliche Stallabstand über das Jahr beträgt für die Gruppe 1 18m und für Gruppe 2 18,5m.

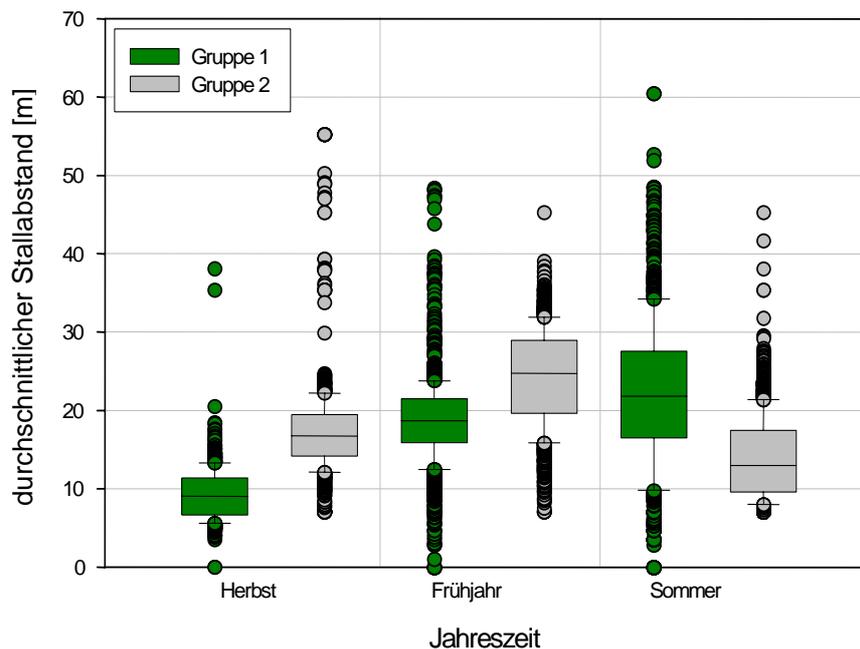


Abb. 13: Boxplot zum durchschnittlichen Stallabstand nach Gruppen und Jahreszeit
Anzahl Bilder: Frühjahr $n=1426$, Sommer $n=1681$, Herbst $n=806$

4. Diskussion und Ausblick

Common Vision Blox - Manto ist für derartige Einsatzbereiche gut geeignet. Objekterkennungssysteme sind in aller Regel auf den Einsatz unter standardisierten Bedingungen (z.B. gleichbleibende Beleuchtung und Objektstand) ausgelegt. Durch den Einsatz der Support Vektor Maschinen und die Einbindungsmöglichkeiten in eigene Programme ist eine Anpassung an die Aufgabenstellung sehr gut möglich.

Die Untersuchungen zeigten keine wesentlichen Unterschiede der beiden Gruppen im Bezug auf das Auslaufverhalten. Die Ausführung der Unterstände in Gruppe 1 hatte keine führende Wirkung. Die Hühner konnten sie nur als Inseln zum Weitergehen aufsuchen. Der Sichtschutzzaun zwischen den beiden Gruppen erfüllte dagegen eine führende Wirkung, die besonders in der Gruppe 2 (ohne Unterstände) deutlich wurde.

Die Jahreszeit hatte Einfluss auf die Auslaufnutzung. Die Hühner bevorzugten gemäßigte Temperaturen. Insbesondere war im Sommer bei hohen Temperaturen und Sonneneinstrahlung die Auslaufnutzung geringer als im Frühjahr oder Herbst. Das Auslaufverhalten wurde ab 20 m Stallentfernung relativ stark durch die Witterung beeinflusst. An den ausgewerteten Tagen gab es keine Niederschläge. Jedoch war der Zusammenhang zwischen einzelnen Wetterfaktoren (Globalstrahlung, Boden- und Lufttemperatur, Blattfeuchte) sehr hoch. Aus diesem Grund lag der Korrelationskoeffizient zwischen dem Auslaufverhalten (Anzahl Hühner im Auslauf) und den einzelnen Faktoren jeweils in einer Höhe von etwa $-0,5$. Die Ergebnisse verdeutlichten aber auch, dass die Tiere Tageszeiten mit hoher Sonneneinstrahlung (Nachmittagsstunden im Sommer) mieden und erst mit Beginn der Dämmerung größere Bereiche des Auslaufs nutzten. Ähnliche Beobachtungen wurden bereits von HUGHES und DUN (1982) beschrieben. Nach BANZER (2005) besteht eine Korrelation zwischen dem Auslaufverhalten und der Temperatur bzw. der Windgeschwindigkeit. Diese Aussage bestätigten die eigenen Untersuchungen. An Wintertagen mit Auslaufmöglichkeit konnte beobachtet werden, dass die Hühner nur die schneefreien Bereiche spärlich und kurzzeitig nutzten.

Um den Einfluss der Tageszeit statistisch zu ermitteln, waren die vorliegenden Daten nicht ausreichend. Auffallend war in diesem Zusammenhang jedoch die intensive Auslaufnutzung am Tagesende. Gegen Abend hin strömten die Hühner förmlich in den Auslauf. Das Bedürfnis nach Schutzelementen ist in den Abendstunden geringer als am Nachmittag. Mit Einbruch der Dunkelheit nahm die Zahl der Tiere im Auslauf schnell ab. Über eine erhöhte Nutzung des Auslaufs gegen Abend hin berichten auch BUBIER und BRADSHAW (1998). Die Anfangszeit für den Zugang zum Auslauf wechselte je nach Jahreszeit. Sobald der Schlupf zum Grünlauf geöffnet wurde, war eine kurzzeitig, intensive Nutzung zu beobachten, wie dies auch BANZER (2005) feststellte. Mit zunehmendem Fortschreiten des Durchgangs gewöhnten sich die Hühner mehr und mehr an den morgendlichen Spaziergang (vgl. Beginn der Kurven in Abb. 9), sie legten aber auch im Tagesverlauf längere Wegstrecken zurück. Am Anfang des Durchgangs waren die Tiere vorsichtiger und nutzten entferntere Teilflächen weniger als im weiteren Verlauf. Deshalb war gerade für junge Hennen der Sichtschutzaun zwischen den Ausläufen der beiden Gruppen von sehr hoher Bedeutung. Das Bedürfnis nach Schutz wurde von CORNETTO und ESTEVEZ (1999) ähnlich beschrieben.

Abschließend kann festgehalten werden, dass nicht nur aufgrund des Sichtschutzes vor Greifvögeln sondern auch wegen der hohen Abhängigkeit der Auslaufnutzung von der Temperatur und Globalstrahlung eine teilweise Beschattung durch Sträucher angestrebt werden sollte. Die Schutzwirkung der verwendeten Unterstände war noch nicht zufriedenstellend, da ausgehend vom Stall die leitende Wirkung hin zu entfernteren Teilflächen fehlte.

Literatur

BANZER, D. (2005): Einfluss einer Auslaufstrukturierung auf das Verhalten, den Gesundheitszustand und die Leistung von Legehennen in Freilandhaltung. Dissertation an der LMU München.

BUBIER, N. E. und BRADSHAW, R. H.: (1998): Movements of flocks of laying hens in and out of the hen house in four free range systems. in: BR POULT SCI., S. 5-18.

CORNETTO, T. L. UND ESTEVEZ, I. (1999): Utilizing artificial cover to improve use of pen enter by domestic fowl. Proceedings of the 33rd International Congress of the International Society of Applied Ethology, Lillehammer.

HUGHES, B. O. DUN, P. (1982): A comparison of two laying strains: housed intensively in cages and outside on free range. Research and Development Publication, West of Scotland Agricultural College. 1982. No. 16, 20 pp. (British Reports, Translations and Theses 83-07-02-016).

MAURER, A. (2001): Common Vision Blox - Manto. STEMMER IMAGING GMBH, Puchheim.

REY, G. D. UND BECK, F. (2005): Neuronale Netze - Eine Einführung.
<http://www.neuronaesnetz.de>.

Zu den Autoren

Dipl. Ing. (FH) Rudolf Peis (rudolf.peis@lfl.byern.de) ist an der Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft am Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik in Freising/Weihenstephan als technischer Angestellter beschäftigt und war mit der Bearbeitung des beschriebenen Projektes beauftragt.

Dr. Bernhard Haidn (bernhard.haidn@lfl.bayern.de) leitet den Arbeitsbereich Verfahrenstechnik in der Nutztierhaltung des Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und war für das Forschungsprojekt verantwortlich.