

Bayes'sches Netzwerk zur Analyse des Tiergesundheitsmanagements in der Schweinehaltung

GERHARD HAXSEN, BRAUNSCHWEIG

Abstract

The results of health management approaches in animal production can be evaluated by a Bayesian network basing on graph theory and probability theory. The Bayesian network takes into account the stochastic properties of the interdependent variables. The results of management activities to improve health conditions can be illustrated by the states of the variables characterising health and productivity of the animals.

1 Einführung

Infolge der neuen Erwartungen an die Qualitätssicherung bei der Nahrungsmittelerzeugung erhält das Tiergesundheitsmanagement in Betrieben mit Viehhaltung zunehmende Bedeutung. Für die Produzenten stellen sich erhöhte Anforderungen im Hinblick auf die rechtzeitige Erkennung gesundheitsrelevanter Schwachstellen im Betrieb und Entscheidungen zur Vorsorge gegen Erkrankungen. Sie stehen vor der schwierigen Aufgabe, Risiken für die Tiergesundheit im Betrieb früh wahrzunehmen und über Maßnahmen der Risikominderung zu entscheiden.

Die Voraussetzungen zum Abbau der Schwachstellen sind in der Praxis um so besser, je deutlicher für die Viehhalter zu erkennen ist, wie sich Krankheitsrisiken ökonomisch auswirken. Sie benötigen Kalkulationen, aus denen hervorgeht, wie sich haltungsbedingte Mängel in der Tiergesundheit auf das Produktionsergebnis auswirken und welche Leistungssteigerungen nach einem Abbau der Mängel zu erwarten sind.

2 Methodische Probleme der Kalkulation

Der Einfluss des Gesundheitszustands auf das Produktionsergebnis ist unter den Bedingungen der Praxis allerdings schwer zu messen. Schwachstellen für die Tiergesundheit können aus verschiedenen Faktoren resultieren und sich vielfältig auf das Produktionsergebnis auswirken. Hinzu kommt, dass Infektionen und Erkrankungen biologische Prozesse sind. Sie verlaufen nicht in festgefügtten Bahnen und unterliegen im Betrieb auch nicht vollständig kontrollierbaren Einflüssen. Die Ergebnisse sind unsicher und deshalb die Auswirkungen der Betriebsführung auf Gesundheit und Leistungen schwer zu kalkulieren.

Viele quantitative Untersuchungen der Zusammenhänge zwischen Haltungsbedingungen, Gesundheit und Leistungen der Tiere konzentrieren sich auf Teilbereiche wie z.B. den Einfluss der Haltung auf die Gesundheit oder den Einfluss des Gesundheitszustandes auf die Leistung. Für die ökonomische Bewertung des Tiergesundheitsmanagements kommt es jedoch darauf an, Haltung, Tiergesundheit und Produktionsergebnis als einen Komplex zu betrachten und im Zusammenhang zu untersuchen.

3 Möglichkeiten Bayes'scher Netzwerke

Die Entwicklung effektiver Rechenalgorithmen für graphische Modelle hat die Voraussetzungen für quantitative Analysen mit Hilfe Bayes'scher Netzwerke geschaffen (Jensen, 2000; JØRGENSEN 2000; JØRGENSEN und LAURITZEN 1998). Bayes'sche Netzwerke basieren auf der Graphentheorie sowie der Theorie der Wahrscheinlichkeitsrechnung und ermöglichen die quantitative Analyse stochastischer Variabler in interdependenten Systemen (s. Abbildung 1). Das Netzwerk macht komplexe Zusammenhänge dadurch handhabbar und transparent, dass es die Variablen und ihre Verflechtungen in einem graphischen Modell als Kombination operationaler Komponenten wiedergibt. Amerikanische Autoren charakterisieren dieses Verfahren anschaulich mit den Worten „presenting a complex by combining simpler parts“

(MURPHY, 2001). Das graphische Modell gibt die Variablen an Hand von Knoten und ihre Beziehungen untereinander an Hand von Pfeilen wieder. Zur Veranschaulichung sind in Abbildung 2 einige Variable für die Analyse der Zusammenhänge zwischen Betriebsführung, Tiergesundheit und Produktionsergebnis als Teile eines Bayes'schen Netzwerkes dargestellt. Das Problem der Unsicherheit auf Grund nicht-determinierbarer Einflüsse wird durch Berechnung wahrscheinlicher Ergebnisse gelöst. Das Bayes'sche Netzwerk charakterisiert die Variablen ähnlich wie Markov-Modelle an Hand verschiedener Zustände und weist aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit welche Zustände zu erwarten sind. Die Darstellung der Zustände erfolgt durch diskrete Variable. Somit können auch Variable mit qualitativen Merkmalen berücksichtigt werden. Die Werte kontinuierlicher Variabler sind nach Klassen zu gruppieren, deren Definition und Abgrenzung sich an Problemstellung und Datenverfügbarkeit orientieren. Hierzu Tabelle gibt 1 in Anlehnung an Untersuchungen von PETERSEN et al. (2000) ein Muster exemplarischer Werte für ausgewählte Knoten wieder.

Die Analyse der Zusammenhänge zwischen Betriebsführung, Tiergesundheit und Produktionsergebnis erfolgt in dem Bayes'schen Netzwerk mit Hilfe bedingter Wahrscheinlichkeiten. Diese quantifizieren die Wahrscheinlichkeit von Krankheitsbefunden in Abhängigkeit von der Betriebsführung sowie die Wahrscheinlichkeit bestimmter Leistungs- und Verlustniveaus in Abhängigkeit vom Gesundheitszustand. Die Quantifizierung basiert überwiegend auf Expertenurteilen (JØRGENSEN 2000). Es wird eingeschätzt, wie sich der Einfluss der einzelnen Kriterien der Betriebsführung in der Verteilung der verschiedenen Krankheitsbefunde und der Einfluss von Parametern des Gesundheitszustandes in der Verteilung der verschiedenen Leistungskriterien niederschlägt.

Die bedingten Wahrscheinlichkeiten machen es als Likelihoodfunktionen möglich, mit Hilfe des Bayes'schen Theorems zu ermitteln (JENSEN, 2001), welche Bedeutung dem Zustand den einzelnen Bestimmungsfaktoren für Tiergesundheit und Produktionsergebnis zuzumessen ist. Zum anderen dienen sie dazu, die zu erwartenden Auswirkungen bei veränderter Betriebsführung aufzuzeigen. In dem Netzwerk wird errechnet, wie sich Veränderungen in den Zuständen der erklärenden Variablen in den Zuständen der von ihnen beeinflussten Variablen niederschlagen.

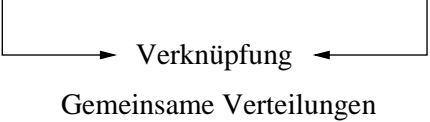
4 Schlussfolgerungen

Für die Analyse des Tiergesundheitsmanagements im Hinblick auf ökonomische Anreize zum Abbau von Schwachstellen kommen Bayes'sche Netzwerke in Betracht. Sie weisen für die Gesundheit und die Leistungen der Tiere zu erwartende Ergebnisse in Abhängigkeit von der Handhabung des Managements aus. Im Bereich der Schweinehaltung ist von einem Modell mit ca. 20 Variablen auszugehen, die insgesamt ca. 60 Zustände darstellen.

5 Literatur

- JENSEN, F.V. (2001): Bayesian Networks and Decision Graphs, New York, Berlin, Heidelberg
JØRGENSEN, E. (2000): Elements of Bayesian Network specification in an animal health economy research project. Internal Report, Danish Institute of Agricultural Sciences, Foulum
JØRGENSEN, E. og LAURITZEN, L. (1998): Bedre Beslutninger med Bayesianske Netværk *Naturens Verden* 7, S. 280-287
MURPHY, K.P. (2001) An introduction to graphical models.
<http://www.cs.berkeley.edu/~murphyk/publ.htm>
PETERSEN, B. et al. (2000): Einfluss von Mastbedingungen auf die Tiergesundheit und die Ergebnisse der Schlachttier- und Fleischuntersuchungen bei Mastschweinen. Lehr- und Forschungsschwerpunkt "Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft." Forschungsberichte Heft Nr. 81, Bonn

Abbildung 1: Bayes'sches Netzwerk zur Analyse des Tiergesundheitsmanagements

Methodische Anforderung	Analyse komplexer Systeme	Analyse stochastischer Variabler
Konzept	Graphentheorie	Wahrscheinlichkeitstheorie
Vorgehensweise	Darstellung durch übersichtliche Komponenten	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten bestimmter Zustände
Ergebnisse		

Quelle: Eigene Darstellung.

Hxs_2002-04-30

Tabelle 1: Exemplarische Werte für Zustandswahrscheinlichkeiten systeminterner Variabler (%)

Variable		Szenarien		
		1	2	3
Ferkelherkunft	eigene	20	27	28
	ein Lieferant	40	42	43
	mehrere Lieferanten	40	31	29
NH₃-Gehalt der Luft (ppm)	< 10	15	19	22
	10 - 20	55	58	57
	> 20	30	23	21
Grad der Verschmutzung	gering	45	47	47
	mittel	43	44	48
	stark	12	9	5
Serologische Befunde (%)	alle negativ	5	7	9
	< 25 positiv	15	18	19
	25 - 50 positiv	45	44	44
	50 - 75 positiv	23	21	20
	> 75 positiv	12	10	8
Tägliche Zunahme (g)	> 850	4	5	7
	750 - 850	37	40	41
	650 - 750	42	40	38
	< 650	17	15	14

Quelle: PETERSEN et al. (2000); eigene Berechnungen.

Hxs_2002-04-30

Abbildung 2: Variablen der Betriebsführung, der Tiergesundheit und des Produktionsergebnisses in einem Bayes'schen Netzwerk

