

# SCHWISI: Entscheidungshilfe zur Beurteilung von Hygienestrategien im Bonner Informations- und Präventivsystem (BIPS-Schwein)

M. WELZ, J. KÜNNEKEN und B. PETERSEN, Bonn  
Institut für Anatomie, Physiologie und Hygiene der Haustiere

**Zusammenfassung:** Das Simulationsprogramm SCHWISI stellt ein Modul des Bonner Informations- und Präventivsystems (BIPS) zur Gewinnung vorhersagender Informationen dar. Es bildet Vorgänge des "Biotops Abferkelstall" nach. Dazu gehören die Abläufe innerhalb einer Sauherde und innerhalb der Tierumwelt. Durch Veränderungen von Eingabeparametern können Vorhersagen über die Auswirkungen unterschiedlicher Managementmaßnahmen und Hygienestrategien getroffen werden. In diesem Beitrag wird die hierarchische Struktur des Gesamtmodells, bestehend aus den Komponenten "Produktionsablauf", "Umweltdynamik", "Keimdynamik" und "Resistenzdynamik/Krankheitsgeschehen" beschrieben. Als Kernstücke des Programms werden das diskrete Modell "Umweltdynamik" und das kontinuierliche Modell "Keimdynamik" sowie deren Struktur und Verknüpfung näher erläutert. Daran schließen sich Beispiele für den Programmeinsatz an.

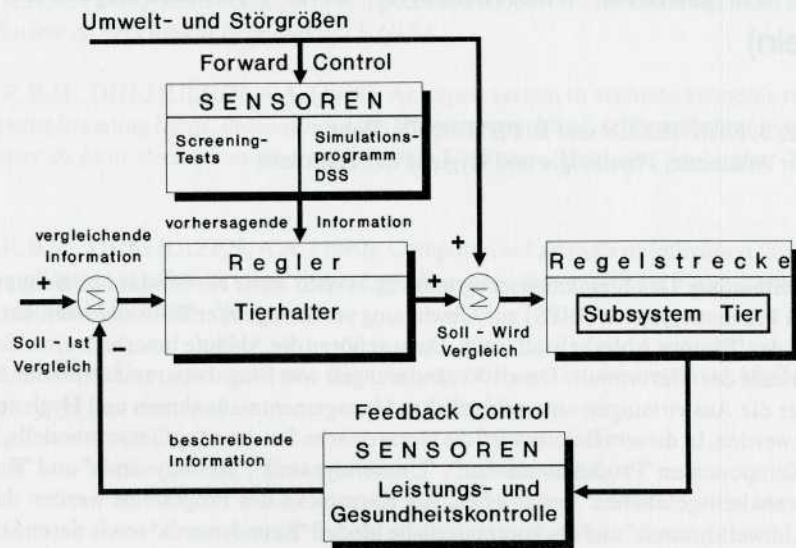
**Summary:** The simulation program SCHWISI is described as a model of the Information- and Preventive-System in Bonn (BIPS) for gaining predicting information. It simulates processes in the biotope "stable", according to the sowherd and its environment. By changing the parameters, it is possible to predict the effects of different management measures and hygiene strategies. In this article the hierarchic structure of the whole model is described, consisting of the components "process of production", "dynamics of the environment", "dynamics of germs" and "dynamics of resistance/course of diseases". As central units the discrete model "dynamics of the environment" and the continuous model of "dynamics of germs" as well as their structure and connection are discussed. Examples for their use are given.

## 1 Theoretischer Ansatz

Komplexität erfolgreich zu bewältigen, gehört zu den zentralen Arbeitsmethoden der wissenschaftlichen Kybernetik. Übernimmt man diesen theoretischen Ansatz läßt sich ein Tierbestand als System und das Einzeltier als dessen Subsystem verstehen. Die Betriebsführung erfolgt nach den Prinzipien der Steuerung und Regelung kybernetischer Systeme (BERG, 1985; KUHLMANN, 1985). In dem in Abbildung 1 dargestellten Modell nimmt der Tierhalter die Funktion eines Reglers ein. Er erhält über zwei Kontrollverfahren, die Feedback- und die Forward-Control, die Informationen, die er dazu nutzt, das System zu stabilisieren.



Abb. 1: Schema eines Regelkreises mit Störgrößenaufschaltung als Modell der Herdenkontrolle

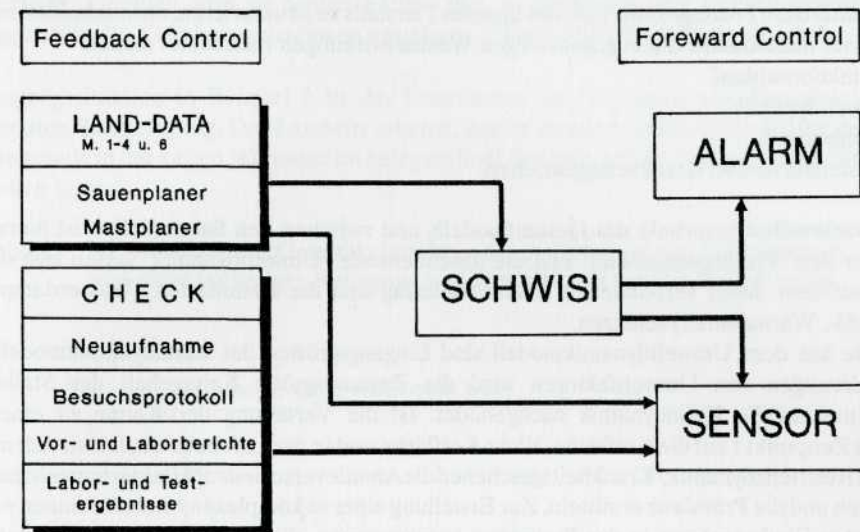


Beispiel für das Prinzip der **Feedback Control** in der Schweineproduktion ist die Leistungskontrolle. Durch einen Soll-Ist-Vergleich können dabei Abweichungen vom festgesetzten Produktionszielen erkannt werden. Dieses Kontrollprinzip liefert dem Landwirt beschreibende und vergleichende Informationen. Die Ist-Werte (z.B. Anzahl aufzogener Ferkel pro Sau und Jahr, tägliche Zunahme u.ä.) werden immer rückblickend ermittelt und sind mithin schon realisierte Größen. Der Vergleich dieser realisierten mit den gesetzten (Soll-Werte) Größen ist demnach auch nur rückwirkend (Ex-Post-Vergleich) möglich. Fehlentwicklungen werden damit relativ spät erkannt. Demgegenüber steht die **Forward Control** als Ex-Ante-Vergleich (Soll-Wird-Vergleich) und als Vorsorgeprinzip schlechthin. Denn man wartet in der Präventive nicht, bis der Endzustand (z.B. eine Erkrankung oder ein Leistungsabfall) eingetreten ist, sondern mißt schon in einem davorliegenden Zeitraum Indikatoren, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf Störungen schließen lassen. Hilfsmittel, um vorhersagende Informationen im Sinne der Foreward-Control zu erhalten, sind beispielsweise Vorsorgeuntersuchungen, aber auch computergestützte Simulationsmodelle.

## 2 Einbindung in das BIPS-Programm

Innerhalb des BIPS-Programms werden verschiedene Simulationsmodelle im Modul SCHWISI zusammengefaßt. Dieser Programmteil nimmt insofern eine zentrale Stellung ein, als er Input-Daten aus der aktuellen, produktionsbegleitenden Leistungs- und Gesundheitskontrolle erhält und Output-Daten für die Programmteile ALARM und SENSOR liefert (Abb. 2). Über letztgenannte Module erhält man schließlich direkte Beratungshinweise.

Abb. 2: Programm-Module des Informationssystems BIPS



## 3 Zielsetzung

Aus der Sicht der Gesundheitsvorsorge gilt das Hauptaugenmerk dem komplexen Geschehen bei der Entstehung von Faktorenkrankheiten. Zielsetzung war es daher, ein Simulationsprogramm zu entwickeln, welches die komplexen Einflüsse auf die räumliche und zeitliche Verteilung von Bakterien im "Biotop Tierstall" als dynamischen Prozeß auf dem Monitor eines Personal-Computers darstellt. Denn die Interaktionen zwischen Mikroorganismen - Nutztier - und Umwelt im künstlichen Ökosystem "Stall" sind für den Tierhalter in der Regel schwer faßbar und bleiben daher bei Entscheidungen über Hygienestrategien nicht selten unbeachtet. Dies ist auch der Grund dafür, warum die klassischen Regeln der Tierhygiene oft nicht eingehalten werden und demzufolge in einigen Ställen der sogenannte "infektiöse Hospitalismus" entsteht, besonders häufig in Abferkelställen. Mit Hilfe dieses Computerprogramms sollen dem Landwirt die Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen im Management auf die Keimverteilung im Stall veranschaulicht werden, wie z.B. die Auswirkung von Klimagestaltung und Luftführung, Belegdichte, Entmistungssystem, Belegungsverfahren oder Aktivitäten im Stall. Darüberhinaus ist es Ziel des Simulationsprogramms, die Ausbreitung und Verweildauer virulenter und/oder resistenter Varianten in einer Bakterienpopulation zu erfassen, Infektionsrisiken abzuschätzen und Prognosen über Krankheitsverläufe zu geben.



#### 4 Gesamtmodell "Biotop Tierstall"

Um die dynamischen Prozesse innerhalb des Systems Tierstalls zu strukturieren, unterscheidet man im Modell vier **Submodelle**, die in gegenseitigen Wechselwirkungen zueinander stehen:

- Produktionsablauf,
- Umweltdynamik,
- Keimdynamik,
- Resistenzdynamik/Krankheitsgeschehen.

Der **Informationsfluß** innerhalb des Gesamtmodells und zwischen den Submodellen ist hierarchisch. Über den "Produktionsablauf" und die anschließende "Umweltdynamik" lassen sich der Kotanfall mit dem damit verbundenen Bakterieneintrag und die Raumlasten (Wasserdampf-, Kohlendioxid-, Wärmeeintrag) schätzen.

Diese Werte aus dem Umweltdynamikmodell sind Eingangsgrößen des Keimdynamikmodells. Durch Änderungen von Umweltfaktoren wird die Zustandsgröße Keimgehalt der Stallluft beeinflusst und so die Keimdynamik nachgebildet. Ist die Verteilung der Keime zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$  auf die Kotfläche, Nicht-Kotfläche und in der Luft bekannt, lassen sich mit dem Modell Resistenzdynamik/Krankheitsgeschehen die Anteile verschiedener Bakterienresistenzausprägungen und die Prävalenz ermitteln. Zur Erstellung eines so komplexen Modells können nur die wichtigsten Einflußgrößen in das Programm aufgenommen, die Vorgänge im hohen Maße zusammengefaßt und das Modell auf einen oder wenige Modellzwecke zugeschnitten werden. Über die Zielsetzung des Modells hinausgehende Fragen lassen sich nur anhand eines neuen Modells beantwortet.

#### 5 Beispiele für Simulationsläufe

Dem Ziel, als Lern- und Beratungshilfe zu dienen, kommt das PC-Programm insofern entgegen, als es eine Vielzahl von Eingabemöglichkeiten bietet. Die Eingabemasken auf dem Bildschirm sind thematisch aufgegliedert in die **Gruppen** "Baumaße", "Keimkonzentrationen", "Aktivitäten", "Übergangsraten", "Sterberaten", "Futter", "Klima" und "Tierbestand". Dadurch wird dem Landwirt bereits deutlich gemacht, wie komplex die Zusammenhänge zwischen der Umweltgestaltung, Tierbesatz und Keimdichte im Stall sind; aber auch, wie vielfältig die Möglichkeiten der Einflußnahme sind.

Die Ausgangssituation, wie z.B. die Belegdichte eines Stalles, kann entweder über Vorgabe einer fiktiven Sauenherde oder aber aufgrund aktueller Daten aus der produktionsbegleitenden Leistungskontrolle vorgegeben werden. Das gleiche gilt für andere Eingabedaten, wie z.B. die Baumaße oder die Keimkonzentration, die geschätzt oder aktuell als Meßgrößen für den entsprechenden Betrieb vorliegen können. Ist die Ausgangssituation festgesetzt, verdeutlichen die Simulationsläufe, wie sich bereits die Veränderungen eines einzigen Parameters auf das Gesamtsystem auswirken. An zwei Beispielen sei dies näher erläutert. Zunächst wird gezeigt, wie sich die Gesamtkeimzahl in der Stallluft in einem Zeitraum von 7 Tagen entwickelt, wenn vor der Neubelegung der Stall zunächst gereinigt und desinfiziert wurde oder nicht. Diese Hygienestrategie hat - wie der Vergleich der Abbildungen 3 und 4 zeigt - lediglich einen kurzfristigen Effekt auf die

Keimkonzentration in der Stallluft. Sobald der Stall belegt ist, nimmt die Konzentration der Bakterien in der Luft stetig zu. Die Kurvenverläufe in Abb. 3 sind nach etwa 48 Stunden fast identisch. Deutlich wird in beiden Fällen, daß in Aktivitäts- und Fütterungszeiten im Stall regelmäßig die Keimkonzentrationen ansteigen, in Ruhephasen der Tiere absinken.

Ausgangssituation in Beispiel 2 ist das Unterlassen der Reinigung und Desinfektion vor der erneuten Stallbelegung. Der Landwirt erkennt, daß er dennoch durch Optimierung der Lüftungsrate gerade in der kalten Jahreszeit im belegten Stall den Keimgehalt der Luft langfristig wesentlich senken kann.

Abb. 3: Veränderung der Gesamtkeimzahl in der Stallluft in einem Zeitraum von 7 Tagen mit und ohne vorheriger Reinigung und Desinfektion vor der Neubelegung

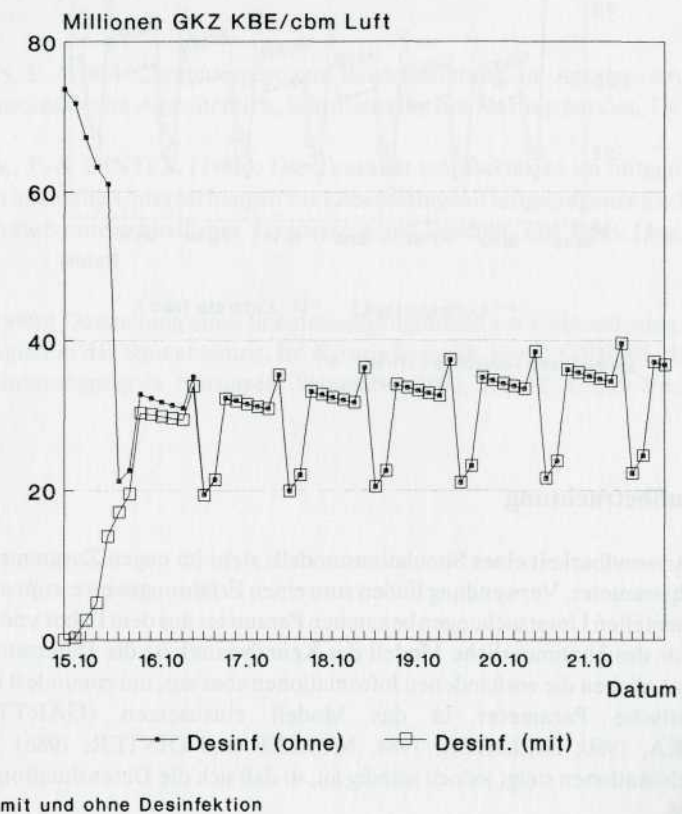
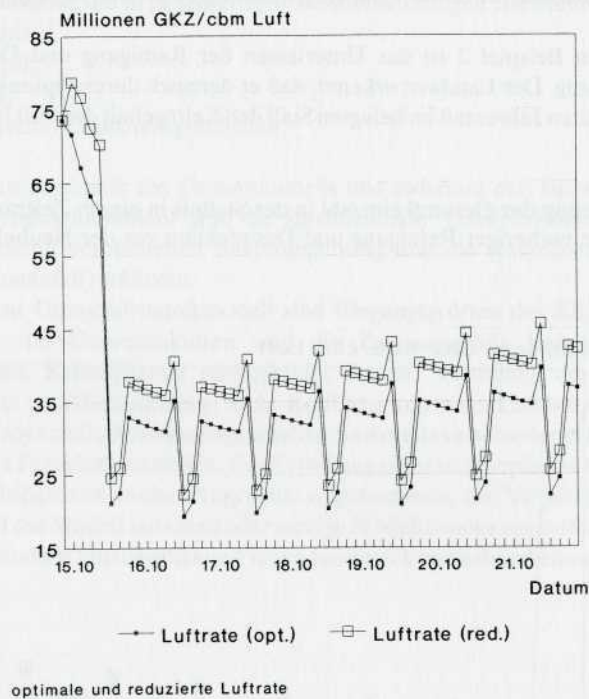




Abb. 4: Veränderung der Gesamtkeimzahl in der Stallluft in einem Zeitraum von 7 Tagen bei optimaler und reduzierter Lüftungsrate (Ausgangssituation: keine Reinigung und Desinfektion vor der Neubelegung)



## 6 Schlußbetrachtung

Die praktische Anwendbarkeit eines Simulationsmodells steht im engen Zusammenhang mit der Güte der Modellparameter. Verwendung finden zum einen Erfahrungswerte, zum anderen die aus wenigen experimentellen Untersuchungen bekannten Parameter aus dem Labor und Meßwerte aus dem Tierstall. Für das kontinuierliche Modell der Keimdynamik ist die Datensituation nicht so günstig. Insgesamt reichen die vorhandenen Informationen aber aus, um zumindest in der Größenordnung realistische Parameter in das Modell einzusetzen (GÄRTNER, 1975; HERDLITSCHKA, 1980; HILLIGER, 1984; MÜLLER und DINTER, 1986). Die Zahl der einschlägigen Publikationen steigt jedoch ständig an, so daß sich die Datensituation in absehbarer Zeit bessern wird.

Ergebnisse von Probeläufen ergaben, daß das hier vorgestellte Simulationsprogramm das gesteckte Ziel erreicht. Weil sich damit in Abhängigkeit von der Parameterwahl die Auswirkungen unterschiedlicher Managementmaßnahmen und Hygienestrategien auf die Keimdynamik verdeutlichen lassen, ist es als Lernprogramm für Landwirte und zur Demonstration durch die Beratung einsetzbar.

## Literatur

BERG, E. (1985): Unternehmensführung unter dem Einfluß neuer Möglichkeiten der Informationsgewinnung und -verarbeitung. 38. Hochschultagung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

GÄRTNER, E. (1975): Quantitative und qualitative Untersuchungen zum Luftkeimgehalt in Schweine- und Geflügelställen - Ein Beitrag zur Aerobiologie in landwirtschaftlichen Nutztierstallungen. Diss. agr. Hohenheim

HERDLITSCHKA, H.P.(1980): Untersuchungen an tierischen Luftkeimquellen. Diss. agr. Hohenheim

HILLIGER, H.G. (1984): Zur Bilanzierung der Bakterienflora in der Stallluft. Zbl. Vet. Med. B 31, 493-504

KUHLMANN, F. (1985): Computergestützte Betriebsführung. In: Agrarspectrum Band 8. Neue Informationstechniken im Agrarbereich, Schriftenreihe des Dachverbandes, 73-99

MÜLLER, W., P.-S. DINTER (1986): Die Tenazität von Bakterien im luftgetragenen Zustand; 4. Mitt.: Experimentelle Untersuchungen zur Lebensfähigkeit luftgetragener Escherichia coli O:78 unter dem Einfluß unterschiedlicher Temperatur und Feuchte. Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt., Orig. B, 262, 304-312

WELZ, M. (1990): Darstellung eines Simulationsprogramms zur Unterstützung der Auswahl von Hygienestrategien in der Sauenhaltung. In: Agrarinformatik, Hrsg.: GEIDEL, H. et al., Referate der 11. GIL-Jahrestagung in Nürtingen, September 1990, Bd. 19, Ulmer-Verlag, Stuttgart (in Druck)