

# Erkennung und Bewertung von Geruchsemissionen aus der Landwirtschaft

## Einsatz von chemischen Sensorarrays

*Gerüche landwirtschaftlicher Betriebe belästigen in zunehmendem Maße die Anwohner. Wegen mangelnder Messtechnik werden Gerüche jedoch oft nicht bewertet. Die objektive und reproduzierbare Erfassung von Gerüchen ist das Ziel dieser Arbeiten. Stand der Technik in der Geruchsmessung ist die Olfaktometrie. Hier liegt das Problem in der Standardisierung der Messungen.*

*In diesem Beitrag werden die qualitativen Ergebnisse von Geruchsmessungen mit Hilfe von Multisensor-Array dokumentiert, die die Eignung der verwendeten Systeme eindrucksvoll belegen.*

Dr. rer. nat. Gisbert Rieß arbeitet an dem Projekt zusammen mit Dipl.-Ing. Barbara Maier als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Leiter der Abteilung Umwelt und Energie an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik ist Dr. agr. Andreas Gronauer (Direktor: o. Univ. Prof. Dr. agr. Dr. h.c. H. Schön), Am Staudengarten 3, 85354 Freising; e-mail: riess@tec.agrar.tu-muenchen.de. Die Arbeiten werden finanziert vom Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.

**Referierter Beitrag der Landtechnik, die Langfassung finden Sie unter LANDTECHNIK-NET.com.**

### Schlüsselwörter

Emission, Geruch, Multisensor-Array

### Keywords

Emission, odour, multisensor-array

**I**m Spannungsfeld zwischen wachsenden Ansprüchen an die Luftqualität und immer intensiverer Nutztierhaltung ist die Erfassung unerwünschter Gerüche zu einem nicht mehr vernachlässigbaren Problem geworden. Notwendig ist ein System, das eine objektive Geruchsmessung erlaubt.

#### Stand des Wissens

Bisher werden verschiedene Methoden wie die Olfaktometrie, die Gaschromatographie-Massenspektroskopie und das Multisensor-Array für Geruchsmessungen verwendet. Die Aufgaben der einzelnen Komponenten und ihre Defizite wurden schon in den vorangegangenen Veröffentlichungen detailliert erläutert [1, 2]. Neuere Entwicklungen zum Thema Sensoren und Auswertalgorithmen wurden auf der Konferenz ISOEN99 im September 1999 in Tübingen gezeigt [3].

#### Material und Methoden

##### Olfaktometrie

Die Olfaktometrie ist derzeit Stand der Technik, um Luftverunreinigungen in geruchs- und damit wirkungsbezogenen Einheiten zu messen. Die näheren Einzelheiten hierzu werden in der VDI-Richtlinie 3881 geregelt [4, 5, 6, 7].

##### Multisensor-Array

Der Aufbau und die Funktionsweise des Multisensor-Arrays wurde im vorangegangenen Teil 1 dieser Veröffentlichungsreihe detailliert erläutert [1, 2]. Der Informationsgehalt einer solchen Messung der 18 Sensoren des Arrays wird auf einen Wert pro Sensor (etwa den Maximalausschlag während einer Messung) eingeschränkt. Dieser 18-dimensionale Vektor wird mittels Hauptkomponentenanalyse (PCA) in einem sogenannten Merkmalsraum in eine zweidimensionale Projektion überführt [8].

#### Qualitative Ergebnisse: Unterscheidungen mit dem Multisensor-Array

##### Untersuchung der Geruchsemissionen von Ställen mit verschiedenen Tiergattungen

Es wurden Proben aus einem Schweinestall, einem Rinderstall und einem Hühnerstall genommen und diese dem Multisensor-Array vorgelegt. Die Messwerte wurden als Merkmalsraum (Bild 1) dargestellt.

Es ist eine eindeutige Trennung zwischen den drei Gruppen zu erreichen. Das Multisensor-Array ist in der Lage, die Geruchsemissionen aus einem Schweinestall von den Geruchsemissionen eines Rinderstalles und Hühnerstalles zu trennen. Diese Unterscheidung kann man mit der menschlichen Nase auch erreichen, das Multisensor-Array erzielt in diesem Anwendungsfall also das Ergebnis der menschlichen Nase.

##### Unterscheidung verschiedener Rinderställe/ Vergleich unterschiedlicher Auswertemethoden

An einem Mastbullenstall und einem Milchviehstall wurden Proben gezogen und dem Multisensor-Array vorgelegt. Die beiden, für die menschlichen Nase sehr ähnlich riechenden Proben konnten mit Hilfe der Sensoren unterschieden werden. Aus diesen Messungen wurde der dargestellte Merkmalsraum (Bild 2) gebildet.

Anhand dieser Proben unterschiedlicher Rinderställe wurde zum einen die Möglichkeit der Wiedererkennung durch das Multisensor-Array getestet, zum anderen konnten die unterschiedlichen Auswertemethoden anhand dieses Beispiels miteinander verglichen werden.

Bei diesem Beispiel ist zu berücksichtigen, dass die mit X gekennzeichneten Messpunkte von Proben stammen, die vier Wochen später gezogen wurden. Diese Proben unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung von denjenigen, die den Merkmalsraum bilden. Der Unterschied wird zum Beispiel durch meteorologische Schwankungen, veränderte Fütterung und Gewichtszuwachs der Tiere verursacht.

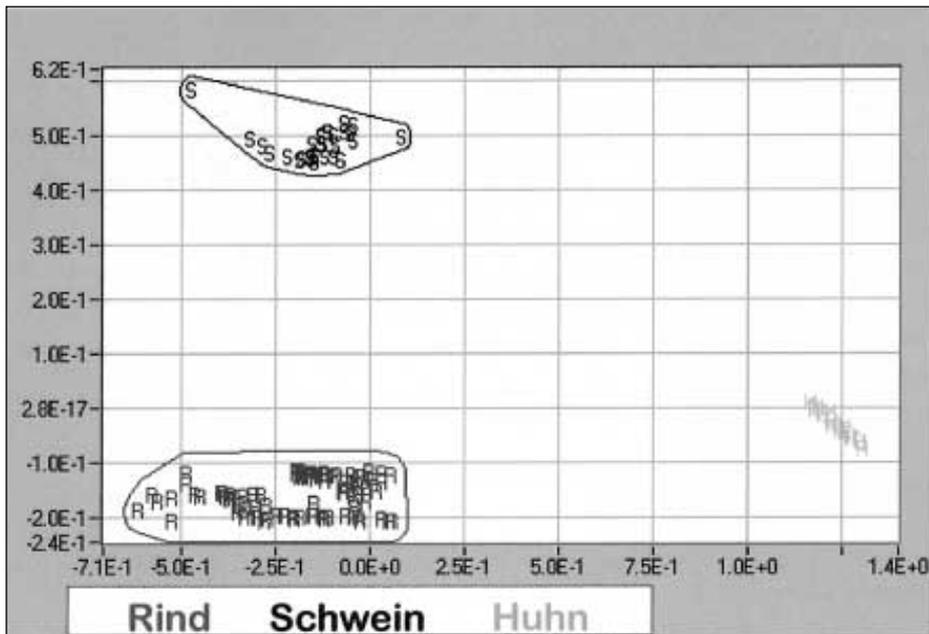


Bild 1: Merkmalsraum gebildet durch Proben aus einem Schweine-(S), Rinder-(R) und Hühnerstall (H); Bildardarstellung gemäß Softwarepaket FOX 4000

Fig. 1: PCA-plot fmade from samples from a pig house (S), cattle house (R) and a hen house (H)

Der dargestellte Merkmalsraum (Bild 2) zeigt das Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse (PCA), einer unüberwachten modellbasierten Auswertemethode. Hier werden 70 % der Messungen der richtigen Gruppe zugeordnet.

Eine Auswertung mit Diskriminanzanalyse (DFA), einem überwachten modellbasierten Verfahren, konnte 90 % der jüngeren Messungen zu den entsprechenden vier Wochen älteren zuordnen.

Die höchste Erkennungsquote von 95 % lieferte ein angelerntes neuronales Netz mit Backpropagation Architektur. Dabei handelt es sich um ein überwachtes, modellfreies Netzwerk. Die Vergleichsergebnisse der Auswerteverfahren sind in *Tabelle 1* nochmals zusammengefasst.

Tab. 1: Vergleich von Auswertemethoden am Beispiel unterschiedlicher Rinderställe

Table 1: Comparing evaluation methods for the example of different cattle houses

Auswerteverfahren	Erkennungsrate [%]
Hauptkomponentenanalyse (PCA) (unüberwacht, modellbasiert)	70
Diskriminanzanalyse (DFA) (überwacht, modellbasiert)	90
Neuronale Netze mit Backpropagation-Architektur (BPN) (überwacht, modellfrei)	95

### Schlussfolgerungen

Die hier dokumentierten Ergebnisse zeigen, dass mit Hilfe des Multisensor-Arrays Gerüche aus dem landwirtschaftlichen Bereich unterschieden werden können. Anhand der Stallluft konnten Gerüche unterschiedlicher Tierarten qualitativ unterschieden wer-

den. Außerdem konnte im Bereich der Rinderställe eine Unterscheidung zwischen Milchvieh und Mastbullen getroffen werden. Hier ließ sich eine zu einem späteren Zeitpunkt gezogene Probe der Stallluft auch wieder zuordnen.

### Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Maier B., G. Riess und A. Gronauer: Erkennung und Bewertung von Geruchsemissionen aus der Landwirtschaft. Landtechnik 55 (2000), H. 1, S. 44 – 45
- [2] Maier B., G. Riess und A. Gronauer: Einsatz von chemischen Sensorarrays zur Erkennung und Bewertung von Geruchsemissionen aus der Landwirtschaft. Agrartechnische Forschung 6 (2000), H. 1, S. 20 – 25
- [3] -:Proceedings of 6th International Symposium Olfaction & Electronic Noses; Ed.: U. Weimar and M. Frank, Tübingen, 20. to 22. September 1999
- [4] VDI 3881 Bl. 1: Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung - Grundlagen. Beuth-Verlag, Berlin, 1986
- [5] VDI 3881 Bl. 2: Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung - Probenahme. Beuth-Verlag, Berlin, 1987
- [6] VDI 3881 Bl. 3: Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung - Olfaktometer mit Verdünnung nach dem Gasstrahlprinzip. Beuth-Verlag, Berlin, 1989
- [7] VDI 3881 Bl. 4: Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung, Anwendungsvorschriften und Verfahrenskenngrößen. Beuth-Verlag, Berlin, 1989
- [8] • Dillon, W.R., and M. Goldstein: Multivariate Analysis Methods and Applications. John Wiley and Sons Inc., New York, 1984

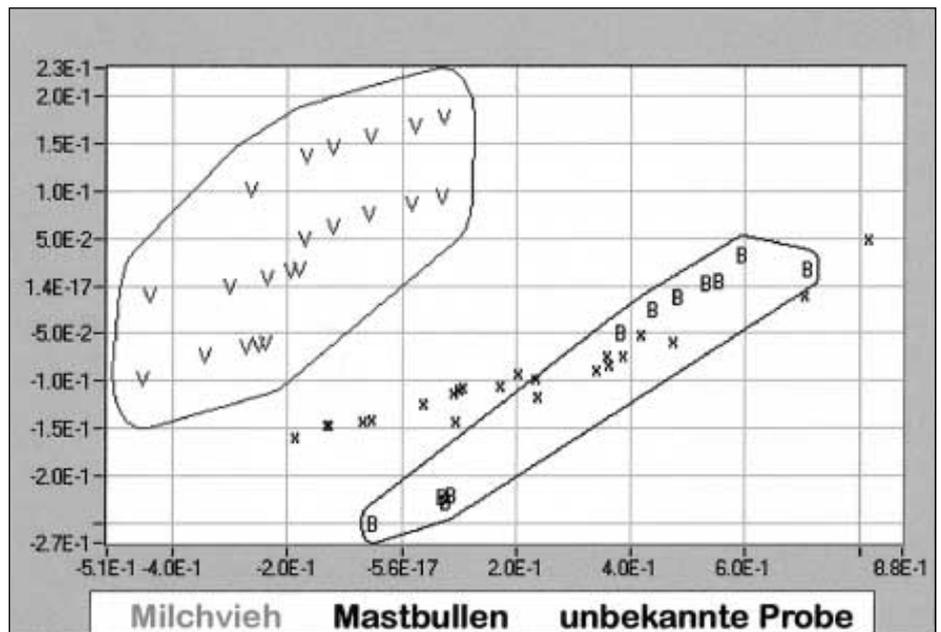


Bild 2: Merkmalsraum gebildet aus Messungen eines Milchviehstalls (V) und eines Mastbullenstalls (B). Die hineinprojizierten mit X gekennzeichneten Messpunkte stammen aus dem selben Mastbullenstall, die Proben wurden jedoch vier Wochen später als die mit B gekennzeichneten gezogen; Bildardarstellung gemäß Softwarepaket FOX 4000

Fig. 2: MSA measurement results for the air from a dairy cow house (V) and a fattening bull house (B)