

Vol.60 No. 1 03.2010

Landbauforschung *vTI Agriculture and Forestry Research*



Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz

Landbauforschung

Landbauforschung (vTI Agriculture and Forestry Research) ist ein wissenschaftliches Publikationsorgan des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei. Die Zeitschrift wird vom vTI herausgegeben und erscheint vierteljährlich. Die Sprache der Beiträge ist deutsch und englisch. Sonderhefte erscheinen nach Bedarf.

In der Zeitschrift werden Forschungsergebnisse aus der Ressortforschung des BMELV mit Bezug zur Land- und Forstwirtschaft und den ländlichen Räumen veröffentlicht, einschließlich Forschungsergebnissen aus Kooperationsprojekten, an denen das vTI beteiligt ist.

Die Landbauforschung ist eine multidisziplinär ausgerichtete Zeitschrift, die die verschiedenen Facetten der Agrar- und Forstwissenschaften einschließt und besonderes Augenmerk auf deren interdisziplinäre Verknüpfung legt.

Engelsprachige Beiträge sind erwünscht, damit die Forschungsergebnisse einem möglichst breiten wissenschaftlichen Diskurs zugeführt werden können.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich. Eine Haftungsübernahme durch die Redaktion erfolgt nicht.

Mit der Einsendung von Manuskripten geben die Verfasser ihre Einwilligung zur Veröffentlichung. Die von den Autoren zu beachtenden Richtlinien zur Einreichung der Beiträge sind unter www.vti.bund.de oder bei der Geschäftsführung erhältlich. Das exklusive Urheber- und Verwertungsrecht für angenommene Manuskripte liegt beim vTI. Es darf kein Teil des Inhalts ohne schriftliche Genehmigung der Geschäftsführung in irgendeiner Form vervielfältigt oder verbreitet werden.

Indexiert in:
CAB International, Science Citation Index Expanded, Current Contents - Agriculture, Biology & Environmental Sciences

Herausgeber
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

Gutachtergremium
Siehe 3. Umschlagseite

Schriftleitung
Prof. Dr. Folkhard Isermeyer

Geschäftsführung
Dr. Matthias Rütze
Tel. 040 · 739 62 - 247
Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg, Germany
landbauforschung@vti.bund.de
www.vti.bund.de

ISSN 0458-6859

Alle Rechte vorbehalten.

vTI Agriculture and Forestry Research

Landbauforschung (vTI Agriculture and Forestry Research) is a scientific journal of the Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI), Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries. The journal is published quarterly by the vTI. The articles appear in either German or English. Special issues are published as required.

The journal publishes research results under the auspices of the German Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV). Articles bear relevance to agriculture and forestry, as well as to rural areas, and include research results from cooperative projects involving the vTI.

vTI Agriculture and Forestry Research is a multidisciplinary journal, encompassing the various facets of this field of research and placing a particular emphasis on interdisciplinary linkages.

English language contributions are desired so that the research results can achieve as broad a scientific discourse as possible.

The authors are responsible for the content of their papers. The publishers cannot assume responsibility for the accuracy of articles published.

With the submission of a manuscript, the author grants his or her permission for publication. Authors are requested to follow the guidelines for submission found at www.vti.bund.de or available from the management.

The vTI retains exclusive copy and usage rights for accepted manuscripts. No portion of the content may be duplicated or distributed in any form without the written permission of the publisher.

Indexed in:
CAB International, Science Citation Index Expanded, Current Contents - Agriculture, Biology & Environmental Sciences

Publisher
Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI)

Editorial Board
Directors of vTI-Institutes

Editor in Chief
Prof. Dr. Folkhard Isermeyer

Managing Editor
Dr. Matthias Rütze
Prof. Dr. Folkhard Isermeyer
Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg, Germany
landbauforschung@vti.bund.de
www.vti.bund.de

ISSN 0458-6859

All rights reserved.

Petra Salamon, Cornelia Pfau, Monika Grillenberger, Inken B. Christoph, Andrea Straßburg, Sascha A. Weber,
Günter Peter, Aida Gonzalez, Julia Bonfig and Daniela Weible

School milk demand: design and first results of the German federal research project

„Focus on school milk“

Die Nachfrage nach Schulmilch: Konzeption und erste Ergebnisse des deutschen Bundesmodellvorhabens

„Schulmilch im Fokus“

Sandra Rose-Meierhöfer, Gundula Hoffmann, Hülya Öz, Ulrich Ströbel and Christian Ammon

Milking-time tests in conventional and quarter-individual milking systems

Vakuummessungen unter Melkbedingungen in konventionellen und viertelindividuellen Melksystemen

Klaus Walter and Franz-Josef Löpmeier

Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen 5. Hochleistungskühe und Klimawandel

The feeding and husbandry of high performance cows Part 5. High performance cows and climate changes

Josef Efken

Online-survey of keepers of rare animals or plants about their activities and attitudes in Germany

Online-Befragung von Personen in Deutschland, die seltene Nutztiere oder Nutzpflanzen erhalten, zu ihren Aktivitäten
und Einstellungen

Elke Bloem, Silvia Haneklaus, Rolf Daniels and Ewald Schnug

Influence of sulfur fertilization on floral scent patterns of crops in full bloom

Einfluss der Schwefeldüngung auf das Blütenduftmuster von Kulturpflanzen während der Hauptblüte

Henrik Schumacher, Hans Marten Paulsen and Achim E. Gau

**Erratum to „Phenotypical indicators for the selection of methionine enriched local legumes in plant
breeding“ / Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research 4 2009 (59)339-344**

School milk demand: design and first results of the German federal research project „Focus on school milk“

Petra Salamon*, Cornelia Pfau**, Monika Grillenberger**, Inken B. Christoph*, Andrea Straßburg**, Sascha A. Weber*,
Günter Peter*, Aida Gonzalez*, Julia Bonfig** and Daniela Weible*

Abstract

School milk consumption has declined steadily in Germany. To retrieve quantifiable information on the different influencing factors and to provide approaches to improve the school milk demand, a research project¹ was set up by the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection. The main objective is to evaluate the impact of factors like price, attitudes and habits (especially consumption habits), social background, gender, economic situation, knowledge; product range and distribution form, as well as of nutritional education measures. Schools located in North Rhine Westphalia were selected by stratified random sampling. The impacts of prices are derived in a price experiment in which the price of school milk was reduced stepwise during the school year 2008/09, and increased over the school year 2009/10, while quantities of demand are reported regularly. Almost all other information/data is captured by questionnaires given to pupils, parents, class teachers, school principals, school milk managers, and delivery firms, with a focus on the consumption of dairy products, attitudes towards school milk and milk in general, acceptance of the school milk program, distribution problems throughout the chain as well as on the handling. This article presents the design and first descriptive results.

Keywords: School milk, influencing factors, demand, subsidy

¹ The Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection commissioned the Department of Nutritional Behaviour of the Max Rubner-Institute (MRI) and the Institute of Market Analysis and Agricultural Trade Policy of the Johann Heinrich von Thünen-Institute (vTI) to conduct this research in close cooperation. Due to the specific expertise in social sciences and nutritional behaviour, the responsibilities of the MRI in this research are the development of questionnaires used in the surveys and of nutritional education measures, the carrying out of the respective surveys, and the analysis of the data as well as to provide relevant data for a quantifiable demand model. Responsibilities of the vTI are based on its expertise in analysing the agricultural and food markets including demand and supply. Thus, the vTI's experience covers demand models, issuing supply-side surveys and the development of questionnaires, respectively. The work of the vTI is focused on conducting the price experiment. In this context, the vTI is responsible for the collection and the analysis of the demand data, as well as the estimation of the demand models.

* Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Institute of Market Analysis and International Trade Policy, Braunschweig, Germany

** Max Rubner-Institut (MRI), Federal Research Institute of Nutrition and Food, Department of Nutritional Behaviour, Karlsruhe, Germany

Zusammenfassung

Die Nachfrage nach Schulmilch: Konzeption und erste Ergebnisse des deutschen Bundesmodellvorhabens „Schulmilch im Fokus“

Der Konsum von Schulmilch ist an deutschen Schulen stetig zurückgegangen. Um quantifizierbare Informationen über die verschiedenen Einflussfaktoren sowie Lösungsansätze zur Verbesserung der Schulmilchnachfrage zu erhalten, wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ein Modellprojekt initiiert. Bei diesem soll in erster Linie der Einfluss von Faktoren wie beispielsweise des Preises, verschiedener Einstellungen und Verhaltensweisen, insbesondere des Ernährungsverhaltens, des sozialen Umfeldes, des Geschlechtes, der ökonomischen Situation, des Wissensstandes, der Produktpalette, des Distributionsweges sowie Informationsveranstaltungen gemessen werden. Hierfür wurden Grundschulen in Nordrhein-Westfalen mittels einer geschichteten Zufallsstichprobe ausgewählt. Der Preiseinfluss wird mit Hilfe eines Preisexperimentes ermittelt, in dessen Rahmen der Schulmilchpreis während des Schuljahres 2008/09 schrittweise gesenkt und im Schuljahr 2009/10 schrittweise wieder angehoben wurde. Die bestellten Schulmilchmengen wurden regelmäßig von den Schulen gemeldet. Nahezu alle anderen Informationen/Daten wurden mit Hilfe von Fragebögen erhoben, die von den Schülern, Eltern, Klassenlehrern, Schulleitern, Schulmilch-Koordinatoren sowie den Schulmilchanbietern ausgefüllt wurden. Hierbei lag der Fokus auf dem Konsum von Milchprodukten, den Einstellungen gegenüber Schulmilch und Milch im Allgemeinen, der Akzeptanz des Schulmilchprogramms, Distributionsproblemen wie auch der allgemeinen Handhabung. Im Rahmen dieses Artikels werden erste deskriptive Ergebnisse präsentiert.

Schlüsselwörter: Schulmilch, Einflussfaktoren, Nachfrage, Beihilfe

1 Introduction

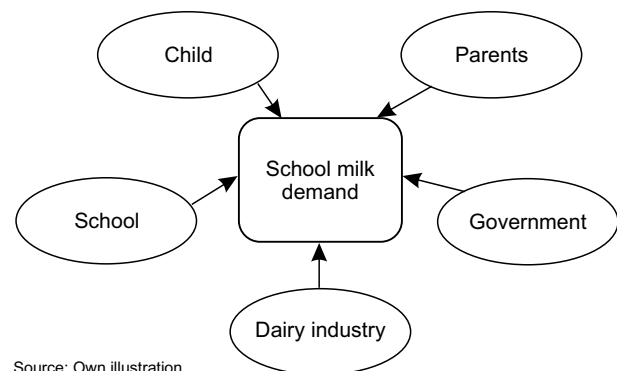
A balanced diet is a basic need, especially for children. Dairy products are a part of such a diet (Heine 1999) due to the animal protein, vitamins and minerals they contain. School milk sales have a very long tradition because it is one way to cover the basic daily nutritional requirements of children. The present design was essentially established as a consumption aid by the European Union in 1972 (VO (EWG) No. 1080/77). The project had however, two additional objectives: on the one hand, it was a good tool for improving the nutritional situation of children; on the other hand it was an easy way to win new consumers. Today, the main intention is to encourage the consumption of dairy products. Therefore, all children visiting a nursery school, or a primary or secondary school, are entitled to receive a maximum quantity of 250 ml of subsidized school milk or milk equivalents per school day. Subsidized prices of school milk follow a maximum price policy. In Germany, maximum prices are fixed by the federal states and, in return, distributing firms are granted a subsidy in compliance with some regulations. Since 1993, the school milk subsidy was reduced to its current level of 18.15 cents per kg. Declining shares of school milk demand accompanied this reduction. At present, 300,000 tonnes of milk equivalents are consumed within the framework of the EU's school milk programme, of which 41,000 tonnes are consumed by German children.

Manifold are the reasons for the decline in milk consumption. The attitudes of parents and children towards milk and milk products, their preferences and tastes, their habits towards a healthy diet, changing eating habits and preferences are discussed. But also the adequate packaging, waste or school's problems in handling the milk are mentioned. Declining numbers of dairy firms engaged in producing the school milk supply have made school milk less accessible, since the less profitable school milk production line could not always be retained within the concentration process of the German dairy industry. In addition, the product range of school milk is limited. Financial pressure has reduced the technical staff at schools over time, thus causing a decline in the number of people who are willing to distribute and sell school milk.

2 Aim and research question

The demand for school milk is affected by agents taking part in the school milk chain (compare Figure 1): the child drinking or refusing school milk, its parents, the school with its principal, the teachers, and the school milk manager, the dairy industry and, last but not least, the state. Involved decision-making units (also called agents) have different interests in school milk; they also differ in their

attitudes towards and their knowledge of the product. Just as with other products, they are able to influence production, distribution and consumption in various ways and with different impact, and they also interact. Until now, the strength of interaction is mostly just discussed but rarely proven and quantifiable information on interactions is also lacking.



Source: Own illustration.

Figure 1:
Agents influencing school milk demand

Scientific literature regarding school milk is rather limited. In Germany, two studies have been conducted and reported so far. Wietbrauck (1976) investigated the factors for decreasing school milk consumption with the objective of a proposal for school milk systems that keep school milk consumption at a higher level. The study concludes that school milk consumption can be influenced by the product range at schools, the milk temperature and marketing measures of dairies, of the government and other organisations. Later on, Weindlmaier and Fallscheer (1997) analyzed the organisation and cost of school milk marketing in Germany as well as the attitudes of school personnel and pupils regarding school milk. Several problems have been detected: a complicated school milk subsidy scheme, high cost related to school milk production and distribution, higher margins for other products sold at schools, steadily decreasing number of adults to organize the selling of school milk products.

However, those findings are quite outdated and since then demand has declined further. Thus, the aim of this project is to identify factors which influence school milk demand. As an important driver, consumer prices, determined for the most part by the state, must be taken into account. Other likely determinants to be examined are nutrition education, socio-economic status and location (rural/urban area). Further potential impact factors are to be selected and their influence is to be explored in order to gain data for the development of a quantifiable demand model.

To retrieve current data on influencing factors on school milk demand along the school milk chain, the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection set up a project "Focus on school milk" in North Rhine Westphalia, in cooperation with the Ministry of the Environment and Conservation, Agriculture and Consumer Protection of North Rhine Westphalia. Results hereof should be a base for developing future school milk policies.

The project is divided into a main project conducted in North Rhine Westphalia, and into several satellite projects also including other German federal states or Germany as a whole. This article will only address the main project. Primary schools were included in the main project, divided into two different samples: (1) a 'classes' sample' providing data on demand at the class level and (2) a 'pupils' sample' with data on demand and other data such as nutritional behaviour and attitudes at individual level. All data collection at schools is restricted to class levels two, three and four.

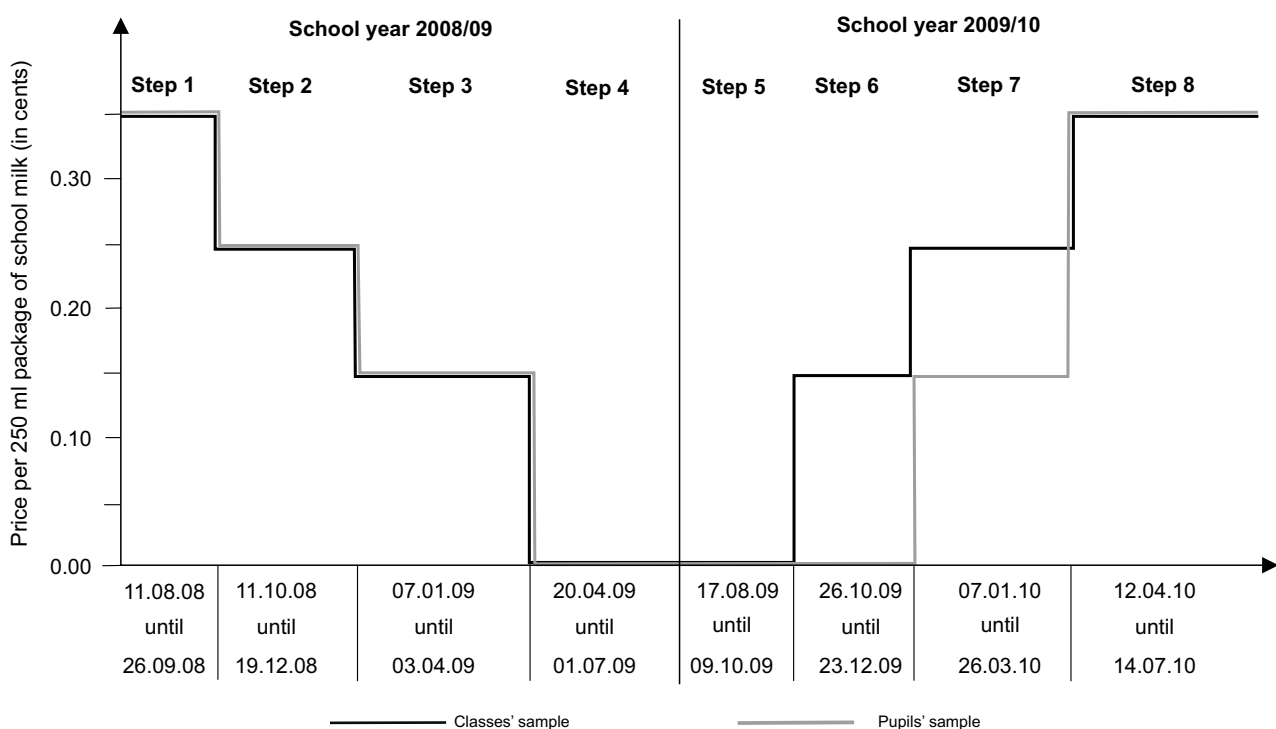
The paper is structured as follows: first, a general description of the project is given, including the price experiment conducted and different samples drawn to compile the relevant data. Then, in section four some selected first descriptive findings based on the analysis of the first three,

respectively, four, price steps in school year 2008/09 are shown. A final section provides a summary and some preliminary conclusions.

3 General design of the research project

3.1 Price Experiment

The main project includes a price experiment allowing for a quantification of price, respectively subsidy effects, on school milk demand. Prices were standardised in Price Step 1 and then reduced in three additional price steps in school year 2008/09 and are increased in two price steps in the pupils' sample or in three steps in the classes' sample, respectively, to again reach the original price level in Price Step 8 in school year 2009/10. In the participating schools, the price of school milk (250ml) was gradually reduced during school year 2008/09 from 35 cts^{2,3} (Price Step 1) to 25 cts (Price Step 2) and 15 cts (Price Step 3) to 0 cts (Price Step 4). Prices were increased again during the school year 2009/10 as shown in Figure 2. To prevent strategic behaviour, those price steps were not announced in advance.



Source: Own illustration.

Figure 2:
Prices of school milk during the price experiment

² Euro cents.

³ Price of non-flavoured school milk was 30 cts/250 ml. From the second to the seventh price steps, pure and flavoured milk are charged for the same price.

During the school year 2008/09, participating schools periodically reported school milk quantities ordered at class (classes' sample) or individual level (pupils' sample). However, in the following school year 2009/10, only information at school level was compiled comprising all classes of the school regarded. Demand was differentiated by flavours. As additional demand information, data on class sizes, gender, and immigration background share, population size of the town and the socioeconomic status of the district was collected. Socioeconomic status acknowledges that the social burden (share of people with immigration background, of unemployed persons, as well as persons requiring social welfare assistance or the share of apartments in residential houses) in each district may differ.

3.2 Samples

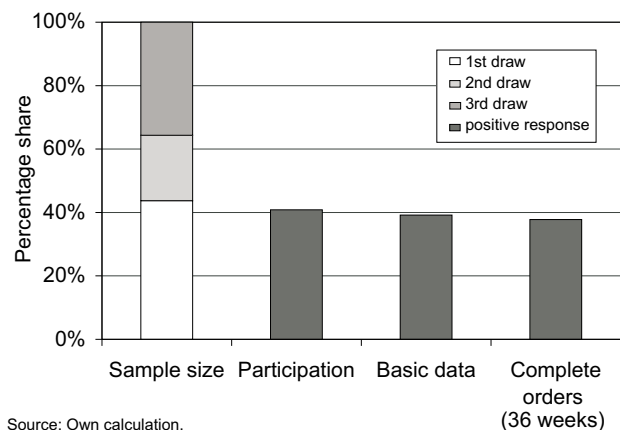
Sampling units for this project were primary schools chosen from the total set of all primary schools in North Rhine Westphalia.⁴ The sample was drawn randomly in a multi-stage sampling procedure taking different strata into account. As characteristics of the stages in that process the socioeconomic status of the district derived from the spending on welfare aid at county level, the share of pupils with a migration background and former participation or non-participation in the EU school milk programme were considered. However, participation in the price experiment and the related surveys were optional. The pupils' sample was drawn in a first step.

3.2.1 Pupils' Sample

Three draws were necessary to reach the desired amount of schools. First, 125 schools were contacted, in a second draw 59 schools, and in the third draw, 102 schools. Ultimately, 116 schools agreed to participate. 112 of those schools sent back the basic data about the different classes within the schools. 108 submitted complete school milk orders for the school year 2008/2009. Approximately 17,700 pupils in class levels two, three and four are covered in the project.

The application of self-administered questionnaires was chosen to gain data for variables included in the demand model as well as to identify additional driving factors on school milk demand. As children have a considerable purchasing power and also increasing influence on purchasing behaviour at family level, the questioning of children was found to be of great importance (Barlovic 1999). The restriction to class levels two, three and four was due to the pupils' lack of reading and writing abilities in class

one. Different questionnaires were developed for pupils, their parents, class teachers, the school principals and the school milk managers. In general, the questionnaires contained questions on nutritional behaviour, consumption preferences, attitudes towards healthy nutrition, milk and school milk, ideas about the school milk programme (promoters and barriers) and suggestions for improvement, knowledge about nutrition and milk as well as socioeconomic indicators.



Source: Own calculation.

Figure 3:

Participation of schools and available demand data in the pupils' sample

Questionnaires for school personnel (school principals and school milk managers) additionally contained questions on food, meals and specifically milk offered at the schools, organisation of the school milk distribution, decisions on the product range, attitudes towards milk and school milk and educational offerings on nutrition and milk by the school.

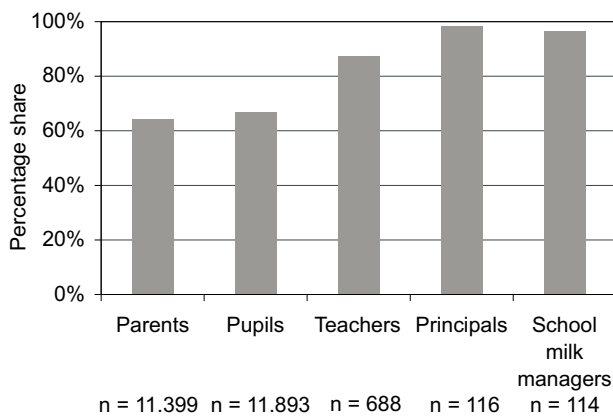
Questions were either developed specifically for this survey or used from other surveys, such as the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (Kurth 2007). To examine attitudes, all respondents except children, were requested to rank statements from "totally disagree" to "totally agree" using a five-point Likert scale. All questionnaires underwent pre-testing. Moreover informational letters were developed explaining this research. The survey procedures included information on the protection of data privacy. The parents' written consent was obtained prior to interviewing the pupils. Questionnaires, letters and forms of parents' consent were also provided in Turkish.

Data collection took place in the beginning of the school year 2008/09 and was conducted by 33 trained interviewers. The interviewers recruited were nutrition professionals with additional experience in dealing with school classes. They also completed a special training for this research. Depending on the number of classes in the respective

⁴ 3,392 primary schools with 737,455 pupils.

schools, the interviewers were responsible for three to six schools in different districts. In each school data collection was initiated with an informational meeting with school personnel. Interviewers were also in charge of distributing information material and questionnaires to the interviewees, including the collecting of completed questionnaires and their return to the project leaders. These interviewers assisted the pupils in filling out the questionnaires in the classroom, explained questions and guided the children through the questionnaires. Interviews quality checks were carried out randomly.

The response rates to questionnaires ranged from 64 % to 97 %, depending on the different groups questioned (see Figure 4). Response rates assumed for estimating sample size are exceeded.

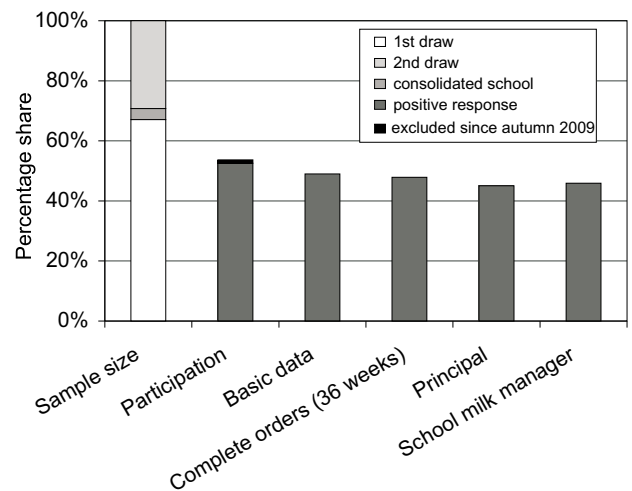


Source: Own calculation.

Figure 4:
Response rates of questionnaires of the different groups in the pupils' sample

3.2.2 Classes' sample

Two draws of 475 and 207 schools, respectively, were necessary to reach the desired amount of schools within the classes' sample. A total of 26 consolidated schools were added in the beginning of the school year 2008/09. The reasons for that were billing problems of dairy firms, if a school participated but its consolidated partner did not. Finally, the classes' sample consisted of 373 schools of which 348 delivered the basic data. 340 of them submitted complete school milk orders for the school year 2008/09. The questionnaires were filled out by 320 school principals and 326 school milk managers. After a validation process, a sum of approximately 2,800 classes was analyzed.



Source: Own calculation.

Figure 5:
Participation of schools and available demand data in the classes' sample

3.3 Data on deliveries at school level

Due to practical reasons, participating schools themselves no longer reported data on school milk quantities ordered in the school year 2009/10. Instead, only data on school milk quantities delivered at the school level was made available on a monthly basis, either by respective firms, or if impossible, by the auditing agency of the school milk subsidy⁵. This data source has its limitations as no individual or class data are gained. Furthermore, pooled data on school basis derived from the pupils' and the classes' samples are not comparable as first classes and combined classes were not covered in those samples and, sometimes school milk managers ordered some surplus amounts to improve handling. Due to these limitations, the set of data cannot be combined with the pupil and classes' sample. The data is compiled for school year 2008/09 (Price Steps 1 to 4) and for school year 2009/10 (Price Steps 5 to 8), respectively. This data comprises only a restricted set of information, but nevertheless some limited analysis on price impacts is feasible.

Altogether, information from 12 school milk suppliers is available, classified according to the distribution scheme into manufacturing dairies, milk producers and distributing firms (see Table 1). It should be mentioned that not all of the data delivered by these firms could be related to the classes' or the pupils' sample. In total, the observed firms could potentially provide 112,259 pupils with school

⁵ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.

milk, whereas most pupils (91.4 percent) could receive their school milk from a manufacturing dairy. Direct sales by milk producer cover 7.4 percent of pupils.

Table 1:
School milk delivery firms and number of delivered schools and pupils

Type of firm	Number of schools delivered	Number of allocated schools	Number of pupils supplied
Manufacturing dairies	459	447	102,605
Milk producers	36	35	8,296
Distributing firms	5	5	1,358
Total	500	487	112,259

Source: Own calculation.

3.4 Nutritional education measure

As a potential influencing factor on school milk demand, a nutritional education measure carried out in schools by „LandFrauen“⁶ (women who live in rural areas, are engaged in communal work and had passed a specific teaching training) was included in this study. The content of the nutritional education measure within the framework of this project was based on teaching units carried out by LandFrauen throughout North Rhine Westphalia prior to the project. The teaching units were carried out once in each school class in school year 2008/09 and equally distributed over the first four price steps. A control group was included in which teaching units were not carried out. This study design allows the comparison of children participating in the teaching units with children not participating and the examination of the impact of the teaching units on school milk demand at different price levels. Based on the random sampling, 88 schools participated in the nutritional education measure (22 in each price step) and 22 schools in the control group without teaching units.

The teaching units focussed on a school breakfast with an emphasis on milk using specific teaching material. Similar types of teaching units are also carried out in other German federal states, which make a transfer of results possible. The teaching units that are usually carried out by the LandFrauen in individual ways with differing core areas were standardised for the project and an outline of the teaching unit developed. The main topics of the teaching units cover some basics on nutrition and the importance of breakfast, and mention of the main food groups must also be included. After a theoretical part, the pupils produced butter on their own and consumed a healthy self-prepared

breakfast composed of bread, fruit and fresh vegetables. With the meal, fresh milk (1.5 % fat) was served and, additionally, for children who did not like milk, water was provided. The duration of the teaching unit was approx. 100 minutes and was scheduled for the first two school lessons to ensure that children were able to have a joint breakfast during the following school break. In order to examine the impact of the teaching units, a second written interview was carried out at the end of the school year. The questionnaire included questions on the teaching units themselves and repeated questions of the first questionnaire to examine a potential change in knowledge and attitudes. The first interviews were carried out prior to any teaching unit and before any change in school milk price, whereas the second interviews were conducted after the teaching units.

4 First descriptive findings

Preliminary results describing the data attained during the first school year 2008/09 are drafted in the following section. The data collection and data processing are still ongoing. Therefore this chapter presents data at the school level reported by the delivery firms covering the Price Steps 1 to 4 and data at class level of the classes' sample, comprising Price Steps 1 to 3. Data from the pupils' sample is not available, yet. More detailed data analysis, including outcome of the pupils' sample as well as estimation results of main influencing factors, will be provided at a later stage. Nevertheless, the analysis already conducted provides first insights.

4.1 Findings based on school level data

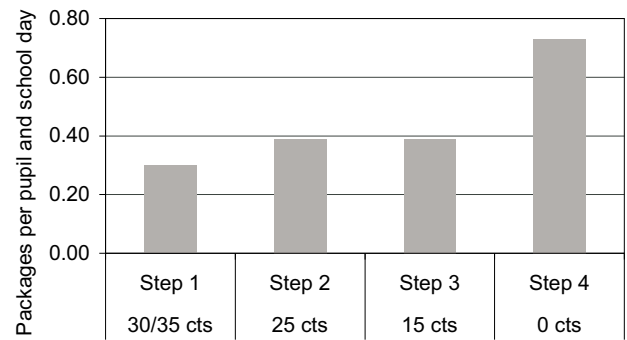
As already mentioned this sample includes aggregated school level data of first class levels and combined classes. Thus the outcome is not comparable with analysis based on data at the more detailed pupils' and classes' sample reported directly, by but will give some overall indications on the main effects.

The results show that the price charged is one of the main drivers in school milk consumption (see Figure 6). In the first price step, the mean consumption was 0.30 packages per pupil and school day, or in other words, on average 30 percent of all pupils demanded school milk at that price. When the price was reduced to 25 cts for all products, the mean consumption share increased to 39 percent. A further price reduction in the third price step caused no additional growth in consumption, which is unexpected at first sight. According to rational consumer behaviour, an increase in demand should be observed. Therefore, other factors might overcompensate price impacts and lead to a stagnation of the school milk demand.

⁶ English translation: The Farm Wives' Association.

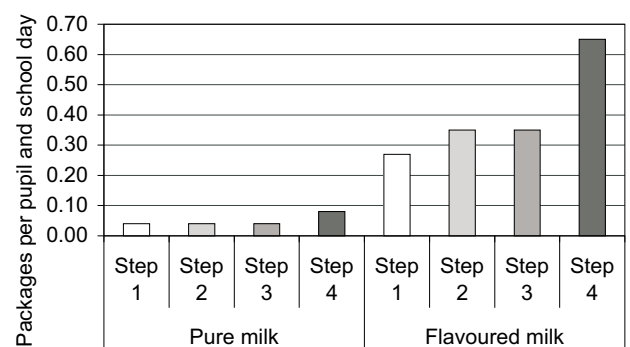
Because the third price period extends from January to the beginning of April, a seasonal influence is easily conceivable. More importantly, milk consumer prices were revised downwards after a maximum in 2007/08. But a detailed analysis will only become available with the analysis of the pupils' sample. When school milk was distributed for free, the mean consumption skyrockets to 73 percent, i.e., a 87 percent increase compared to the third price step. With milk free of charge, almost three-quarters of pupils are interested in school milk.

In general, consumers differ in their preferences, which might well be expected in the case of pupils, too. Therefore pupils may be grouped according to different school milk flavours. However, not all data allow differentiations in the quantities delivered by flavour, and thus only a distinction between unflavoured and flavoured milk is possible (see Figure 7). It is apparent that unflavoured milk is demanded by a minority only. Average school milk consumption of pure milk was only 3.8 percent at the first price step, remaining almost constant at the following steps, and only in Price Step 4 does the share of unflavoured milk consumption increase to 8.1 percent. In contrast, the consumption share of flavoured milk was 26.5 percent at Price Step 1, and increased to 64.7 percent in the last observed price step.



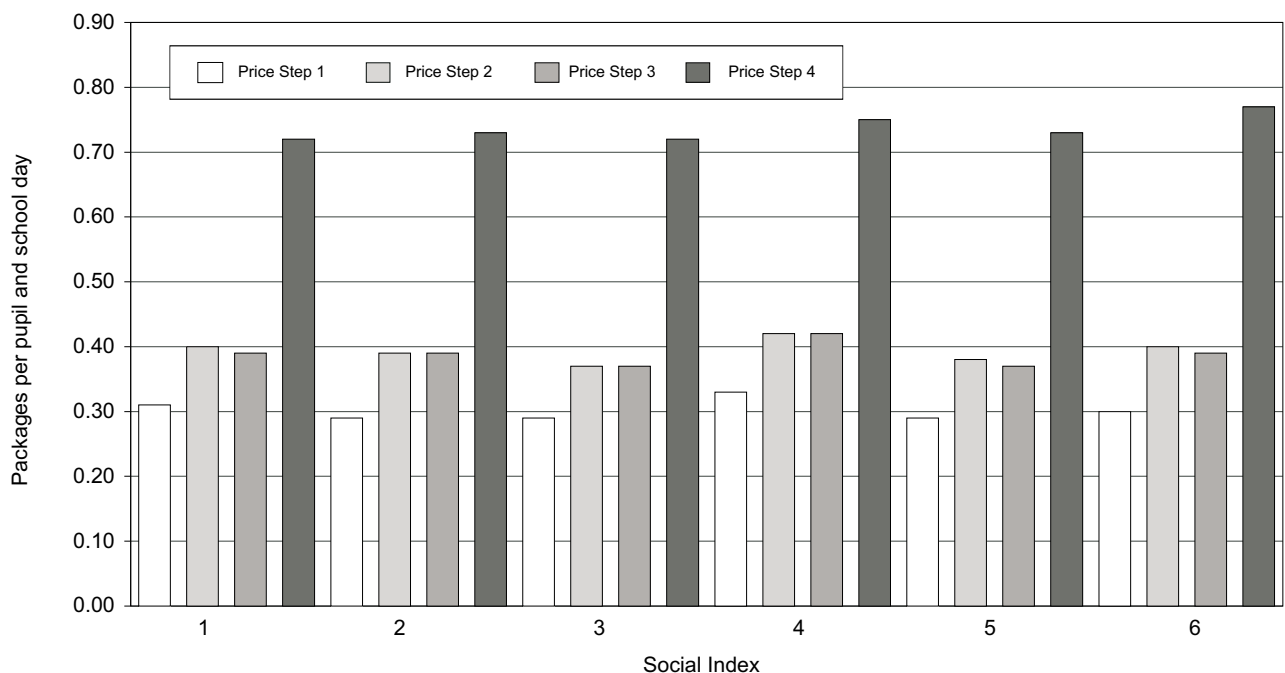
Source: Own calculation.

Figure 6:
School milk consumption – school level data



Source: Own calculation.

Figure 7:
Trend in school milk consumption differentiated by variety of milk –
school level data



Source: Own calculation.

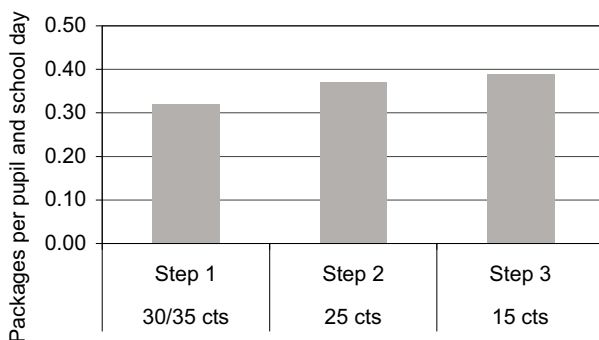
Figure 8:
Trend in school milk consumption differentiated by social index – school level data

Not only individual preferences but also other economic factors beyond prices might have an impact on demanded quantities. Considering social burden at the county level as a socioeconomic indicator, our results show that school milk demand is dependent on the social economic environment a school is located in, see Figure 8. At Index Level 1 the social burden is the lowest, and at Index Level 6 is the highest. In the first price step (see white columns in Figure 8), some differences in school milk consumption per pupil can already be observed. The highest consumption of 0.33 packages per pupil and school day is shown in Level 4 of the social index, which is just below the medium of the social environment. But when price reductions are taken into account, the core message is that pupils in the weakest social districts benefit most if school milk is contributed free of charge.

4.2 Findings based on classes' sample data

The outcome of this section is based on the classes' sample data which are not directly comparable to the school level data as already described above. Furthermore, this data sample includes only the first three price steps of the experiment. The results, however, are much more differentiated, as additional information is available at the level of classes.

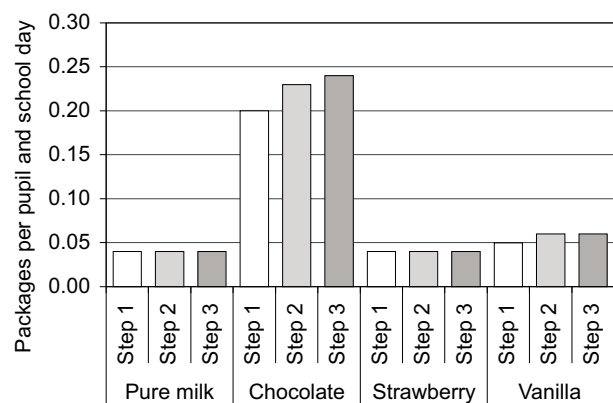
At the initial price level, an average of 32 percent of pupils in classes 2, 3 and 4 consumed school milk (see Figure 9), which is a higher average consumption than derived on school level data, see Figure 6. This figure increased by 16 percent to 37 percent as the price of one package school milk was reduced to 25 cents which is lower than average school level data. In Price Step 3, with a price reduction to 15 cts per package, 39 percent of pupils consumed milk at school, almost the same outcome compared with results achieved at school level.



Source: Own calculation.

Figure 9:
School milk consumption – classes' sample data

Consumption depends on consumer preferences, and pupils' milk products demand is no exception. Therefore average consumption differs between the milk flavours offered (see Figure 10). The allocation shows that flavoured milk products contribute most to school milk consumption, with chocolate-flavour the most popular. Thus, approximately 20 percent of pupils demanded chocolate-flavour. In contrast, only 4 percent of pupils drank unflavoured milk, a share comparable to the results based on the school level data. The other flavours like vanilla and strawberry exhibit similar consumption shares over time as pure milk. Along the different price steps the biggest increases could be observed for chocolate-flavour.

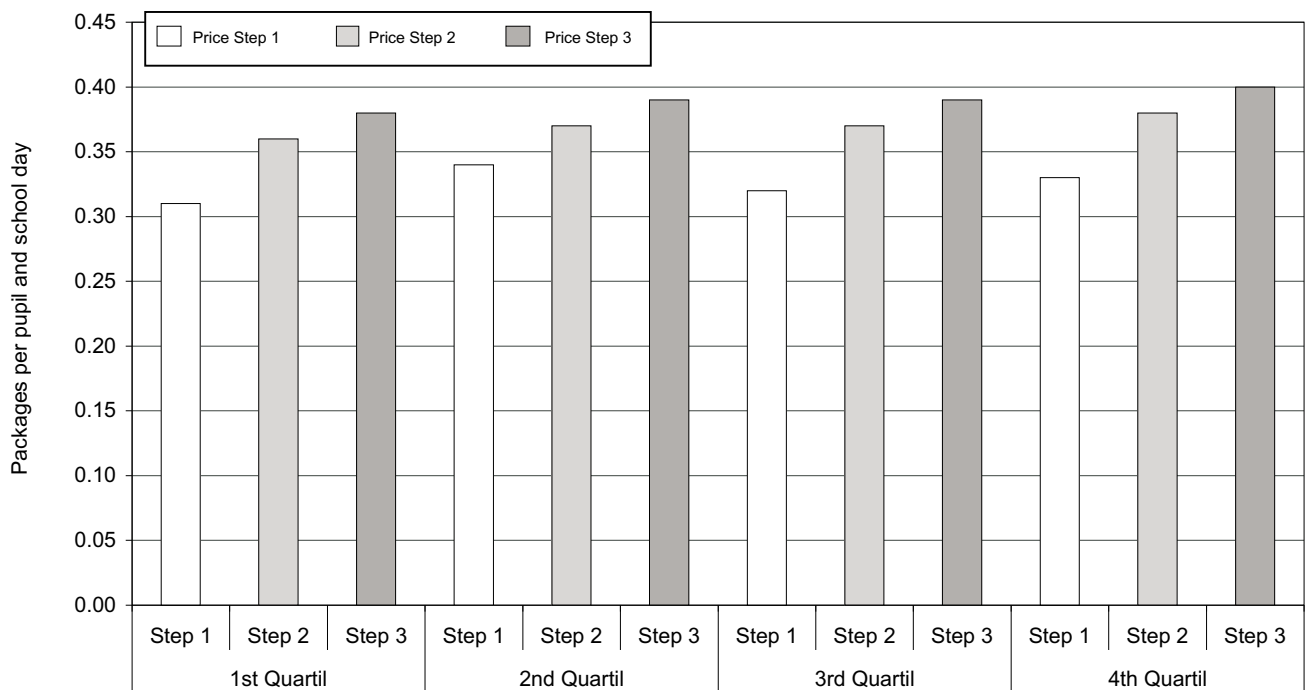


Source: Own calculation.

Figure 10:
Trend of school milk consumption differentiated by variety of milk – classes' sample data

For this project, special attention has been drawn to a possible urban-rural division in school milk demand. A first indication can be derived by comparing the size of towns where the selected schools are located. For this purpose all communities were ordered by size and subdivided into four quartiles. The first quartile summarises the smallest communities, whereas the fourth quartile includes the largest towns. The results reveal a slightly higher share of school milk consuming pupils in larger cities (4th quartile) compared with the 1st quartile (see Figure 11). However, this finding requires further considerations as the impact on demand may also stem from income differences.

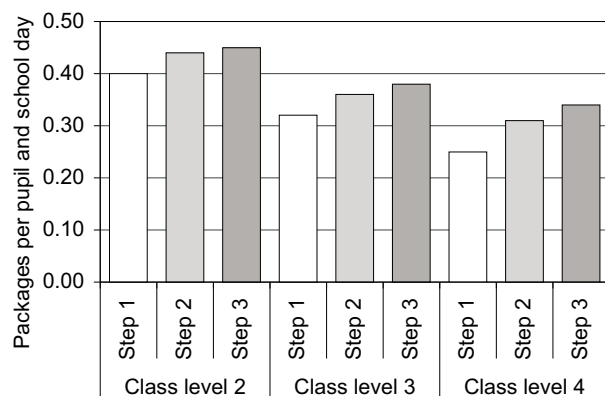
Consumption is not only affected by preferences, there is also an influence of age; however, pupils' age was not captured by the data compiled in the classes' sample. Although pupils in a class may be of slightly different ages, the class levels might be used as a proxy for the age. As Figure 12 shows, pupils at higher levels consumed at each price step less than younger pupils. The greatest difference in consumption share is between Class Level 2 and Class Level 4 at price step 1. In total, 40 percent of pupils in



Source: Own calculation.

Figure 11:
Trend in school milk consumption differentiated by town size – classes' sample data

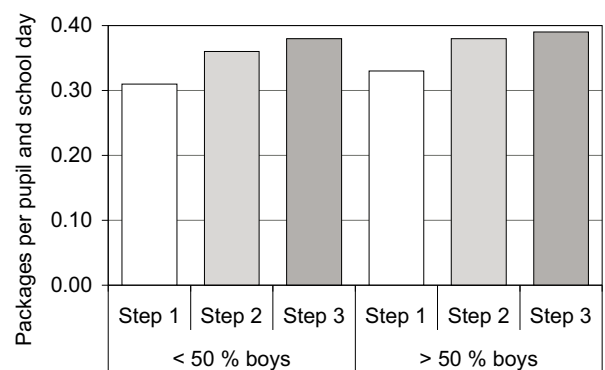
the second school level demand school milk on average at Price Step 1, whereas the corresponding consumer share of the fourth class level year is 25 percent only. With lower prices the impact of the class level becomes smaller, but still remains significant. At Price Step 3 the absolute difference between Class Level two and Class Level four was reduced to 0.11 packages per pupil compared to 0.15 in Price Step 1.



Source: Own calculation.

Figure 12:
Trend in school milk consumption differentiated by class year – classes' sample data

Gender differences prove to have an additional influence on school milk demand. In the literature it is often mentioned, that boys show a higher demand for milk and milk products than girls (Mensink et al. 2007). The results in the classes' sample confirm this hypothesis. The consumer share is higher in those classes having a higher proportion of boys (see Steps 1 to 3 in the subsample with > 50 % boys in Figure 13).



Source: Own calculation.

Figure 13:
Trend in school milk consumption differentiated by boys' share – classes' sample data

5 Summary

This paper describes the research outline and first findings of a federal research project investigating the demand for school milk and its influencing factors in primary schools in North Rhine Westphalia. The analysis of demand reactions to price changes is conducted in combination with a questionnaire survey to identify the determining factors of school milk consumption. Self-administered questionnaires serve as the main source of data for this study. These questionnaires cover primary pupils (classes two to four) and their parents, the personnel at schools (principal, class teacher, school milk manager) and the supply side of school milk (dairies, milk producers and distributing firms). School milk consumption on class level as well as at individual pupil level was reported during the school year 2008/09. Although the project is not finished yet few selected findings are presented here.

With four different price steps throughout the school year 2008/09 the price experiment shows that school milk prices matter. Price decreases from 35 cts to 25 cts and then from 15 cts to 0 cts per package leads – as expected – to an increase in school milk consumption especially when the price was reduced to zero. Maximum school milk demand is identified with a free of charge school milk distribution at a participation rate of 73 percent of all primary school pupils. For different reasons – hypothetically cultural eating and drinking habits, taste, lactose intolerance, and cow's milk allergy – a significant proportion of pupils will not consume milk at all, even free of charge. However, lower prices steps led to limited demand effects which will require further considerations. Whether this reaction is due to a seasonal effect, simultaneous decrease of retail prices or other factors like, e.g., financial crisis or attitudes has to be analyzed in detail at a later stage.

Even though data from questionnaires and reported school milk demand at individual pupils' level could not be combined yet, some main drivers of school milk consumption could already be identified: Age can be seen as important influencing variable as the consumption of school milk decreases with higher class levels. This study also supports the hypotheses that gender differences affect milk demand; boys on average consume more milk than girls. Further, the survey reveals that those districts having the highest social burden face the highest school milk consumption, but only in the free of charge price situation. More results can be expected when individual questionnaire response and demand figures are available and finally analyzed.

More specific findings are expected with the analysis of the pupils' sample which enables a merger between individual demand data with outcomes of individual questionnaires, thus providing quite precise information on de-

mand reactions and attitudes. Subsequently, results should be used to develop an amended school milk program to improve pupils' nutritional situation. But also regional school milk supply and demand across whole Germany should be positively impacted by an enhanced system. Outcomes should also be used for developing the school catering in German schools and to derive recommendations for further school milk policy decisions.

References:

- Barlovic I (1999) Kinder in Deutschland - ihre Lebenssituation, ihre Vorlieben, ihre Konsumwelt. In: Leonhäuser I-U, Berg I: Kids & Food : Eßverhalten von Kindern - Wunsch und Wirklichkeit ; 13. Symposium Wissenschaft & Ernährungspraxis 25. September 1998, Bingen. SchrR AMC-Akad ErnährungsKommunikation 5:10-32
- Europäischer Rat (1997) Verordnung (EWG) Nr. 1080/77 des Rates vom 17. Mai 1977 über die verbilligte Abgabe von Milch und bestimmten Milcherzeugnissen an Schüler in Schulen. Amtsbl Europ Gemeinsch : L 131 vom 26.05.1977, Brüssel
- Heine W (1999) Ernährung vom Säuglings- bis zum Jugendalter. In: Biesalski HK, Fürst P, Kasper H, Kluth R, Pöler W, Puchstein C, Stähelin HB (eds) Ernährungsmedizin : nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer. Stuttgart : Thieme, pp 201-211
- Kurth BM (2007) Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) : ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten eines Qualitätsmanagements. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50:533-546
- Mensink GBM, Richter A, Vohmann C, Stahl A, Six J, Kohler S, Fischer J, Heseker H (2007) EsKiMo – das Ernährungsmodul des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KiGGS). Ernährung 2007(1):225-229
- Wietbrauk H (1976) Vorschläge zur Verbesserung des Schulmilchabsatzes und der Distribution von Schulmilch : Abschlußbericht eines Forschungsauftrages des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Kiel: Bundesanst Milchforsch, 280 p
- Weindlmaier H, Fallscheer T (1997) Schulmilchversorgung in Deutschland : Situation, Problembereiche, Ansatzpunkte für eine Erhöhung des Distributionsgrades. Wiesbaden : Fachverband Kartonverpackungen für flüssige Nahrungsmittel, 105 p

Milking-time tests in conventional and quarter-individual milking systems

Sandra Rose-Meierhöfer*, Gundula Hoffmann*, Hülya Öz**, Ulrich Ströbel* and Christian Ammon*

Abstract

The effect of machine milking on udder health has been recognized for the past 100 years and many studies have been conducted in order to show the detrimental effects of conventional clusters since these systems result in permanent deformation of udders and scarred teat canals. Due to these unwanted effects of conventional systems (CON), a new quarter-individual milking system called the Multilactor® (MULTI) (Siliconform GmbH, Türkheim, Germany) has been developed in the last five years. The objective of this study was to determine the effects of milk flow on average liner vacuum during the b- and d-phase of pulsation in both systems by using the milking-time test defined by International Dairy Federation (IDF, 1999). Measurements were conducted in two different milking parlours where a conventional milking system (CON) and MULTI were installed separately. The vacuum data during milking were examined and the milk flow curve was recorded using a LactoCorder® (WMB, Balgach, Switzerland). It was found out that, at an average flow rate of approximately 5.0 l/udder/min, the average vacuum in the liner during the b-phase was 30.2 kPa in CON and 27.7 kPa in MULTI system which was not significantly different. In contrast the average liner vacuum during the d-phase was significantly different between the systems. It was 28.5 kPa for CON and 16.3 kPa for MULTI. This big difference is caused by the Multilactor® using the BioMilker® system (Siliconform GmbH, Türkheim, Germany) that allows periodic air ingress to the pulsation chamber.

It is shown that introduction of periodic air inlet to the teat cups in quarter individual systems can be useful. The Multilactor® system offers this combination.

Keywords: *Vacuum, quarter-individual milking, milking-time test, b- and d-phase*

Zusammenfassung

Vakuummessungen unter Melkbedingungen in konventionellen und viertelindividuellen Melksystemen

Ein Einfluss der Melkmaschine auf die Eutergesundheit ist schon seit über 100 Jahren bekannt. Ein neues viertelindividuelles Melksystem (Multilactor®, Siliconform GmbH, Türkheim, Germany) wurde in den letzten fünf Jahren entwickelt, um die nachteiligen Einflüsse und Belastungen auf das Eutergewebe und das Zitzengewebe zu reduzieren.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den Effekt des Milchflusses auf den mittleren Vakuumabfall während der b- und d-Phase bei konventionellen und Einzelschlauchmelksystemen mit Hilfe von Messungen unter Melkbedingungen (International Dairy Federation IDF, 1999) zu charakterisieren. Die Untersuchungen wurden in zwei Tandem-Melkständen durchgeführt, in denen ein konventionelles System (CON) und ein viertelindividuelles Melksystem, der Multilactor® (MULTI) (mit periodischem Lufteinlass) eingebaut waren. Das Vakuumverhalten wurde an verschiedenen Punkten im Melkzeug erfasst und die Milchflusskurven mit Hilfe des LactoCorders® (WMB, Balgach, Switzerland) aufgezeichnet. Es konnte festgestellt werden, dass bei einem mittleren Milchfluss von ungefähr 5,0 l/min/Euter das mittlere Vakuum an der Zitze während der b-Phase 30,2 kPa im CON und 27,7 kPa im MULTI betrug (n.s.). Das mittlere zitzenendige Vakuum in der d-Phase hingegen unterschied sich signifikant voneinander. Es betrug 28,5 kPa für CON und 16,3 kPa für MULTI. Der Grund für die hohe Vakuumdifferenz zwischen den beiden Systemen liegt vermutlich darin begründet, dass der Multilactor® Melkbecher mit periodischem Lufteinlass verwendet.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass der periodische Lufteinlass auch bei viertelindividuellen Systemen eingesetzt werden kann.

Schlüsselwörter: *Vakuum, b- und d-Phase, viertelindividuelles Melken, Messen unter Melkbedingungen*

* Leibniz Institute for Agricultural Engineering e. V., Department of Engineering for Livestock Management, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, Germany, www.atb-potsdam.de,
corresponding author: Sandra Rose-Meierhöfer, srose@atb-potsdam.de

** Ege University, Ege Higher Vocational School, Department of Agricultural Machinery, 35100 Bornova-Izmir, Turkey

Introduction

Since 1851 first tries to understand the mechanical suckling of calves are documented (Herrmann, 1996). Alexander Gillies developed in 1903 the two-chambered teat cup, and in 1927 the first well working milking machine was presented.

In any kind of milking installation, the main goal is to harvest the maximum milk from the animal in a short time without damaging the udder. In this respect, milk yield, raw milk quality and udder health are the key factors for all dairy farms. Many studies focused on how to improve these issues and also to reveal and expand the knowledge on machine milking and mastitis (Bockisch and Ordolff, 2006). The pulsation rate and ratio affect the impact of the milking cluster to teat. There are different estimations for the correct relation between them. Joe and McLean (1984) chose a ratio of 60 to 65 % and a pulsation rate of 55 to 60 for their investigations. They concluded that the proportion of clinical mastitis went down compared to a ratio of 70:30. Besides pulsation, vacuum also has an influence to udder health. DIN ISO 5707 (2007) suggests 32 to 42 kPa mean liner vacuum for gentle and efficient milking of cows. Optimizing these parameters in milking machines will help to reducing udder health problems.

Nevertheless, vacuum fluctuations especially in the claw during milking lead to milk moving between teat cups. Therefore, milking machine modifications, designed to prevent inter-quarter transfer, should usefully contribute to mastitis control (Mein et al., 1992).

Thus, quarter-individual milking is in the opinion of von Baer (1971) as well as Hamann and Tolle (1978) a condition precedent to stop respray and the spreading of bacteria among the teats. Additionally it is important to realize that the quarters of the udder are considered to be four separate compartments (Ipema and Hogewerf, 2008). When the quarters of the udders are four separate compartments, the milking with conventional milking clusters may cause spreading of the bacteria among the teats. For this reason quarter individual milking is a solution to prevent this unwanted effect.

Automatic milking system (AMS) approach includes quarter-individual milking. Many experiments on the effect on udder health were conducted by different scientists. Rasmussen et al. (2003), Wirtz et al. (2002) detected an increase in bulk-milk somatic cell count after introduction of AMS. This shows the necessity of having additional methods to detect clinically infected cows. Measuring somatic cell count (SCC) per udder quarter is useful to analyze the milk composition (Berglund et al., 2007). Hence, a special attention to use systems with quarter-individual milking in conventional milking parlours, where the milking person controls udder health status, should be given to reduce

SCC and udder diseases (Rose et al., 2006). Investigations of Svennersten-Sjaunja et al. (2000) as well as Hamann and Reinecke (2002) showed a certain improvement in udder health once an automatic milking system was used.

It is necessary to measure the pressure characteristics in the milking system to understand the conditions at teat end. The use of electrical pressure transducers enables measuring not only the static pressure but also dynamic pressure with a high frequency.

New test methods were described (Rasmussen et al., 2003; Reinemann et al., 1996) to measure the vacuum changes during milking time to conduct test measurements closer to the cow. The International Dairy Federation (IDF, 1999) recommended different types of performance tests:

- *Dry test* - with machine running but without liquid in the machine
- *Wet tests* - with machine running and air and liquid flowing through the machine and an artificial udder
- *Milking-time tests* - measurements made while milking dairy cows.

For milking-time tests it is necessary to use a vacuum measuring system with an error of less than ± 0.6 kPa and repeatability within ± 0.2 kPa (DIN ISO 6690, 2007). For milking-time tests in the short milk tube the minimum sample rate should be 170 Hz and minimum response rate should be 2500 kPa/s.

In addition the National Mastitis Council (1996) specifies that the vacuum recording system must be capable of measuring at least 90 % of the true change in vacuum, without further description of the characteristics of such an instrument.

Materials and method

Two different types of milking systems, a conventional and a quarter-individual milking system, were tested in two similar tandem milking parlours at a German dairy farm. Both milking parlours with a low level milk line were equipped with milk meters. The conventional milking cluster (Classic Westfalia 300) manufactured by GEA (Bönen, Germany) has a claw volume of 300 ml (CON) and was used as a reference cluster. Alternative pulsation at a rate of 60 cycles per minute and the ratio of 60:40 was applied. The system working vacuum level was set to 42 kPa.

The MultiLactor¹® (Siliconform GmbH, Türkheim, Germany) (MULTI) is a quarter-individual milking system that can be used in a conventional milking parlour. The length of the long milk tubes and the inside diameter are 2100 and 10 mm, respectively. The pulsation rate and the ratios

¹ Mention of trademark or company name does not imply the endorsement of this product by the authors.

were adjusted to the same levels as in the conventional milking parlour. The system working vacuum level was set to 39.5 kPa. The system allows periodic air ingress to the pulsation chamber as in the Bio-Milker® system (Hoefelmayr et al., 1979) and uses silicon liners. This system has a different concept in terms of pulsation - sequential pulsation. Pulsation starts in each liner individually with successive teat cups being 25 % out of phase. This system provides a better distribution of the milk, when it arrives in the long milk tube. This unit is completely different from conventional units as four tubes join to one long milk tubes by a series of three Y-pieces.

Vacuum measurements were conducted using the milking-time test with two groups of Friesian Cows (six cows/group) in the afternoon milking time (IDF, 1999). Vacuum was measured using a Bovi Press measuring system (A & R Trading GmbH, Echem, Germany) with a sampling rate greater than 300 Hz and measuring accuracy of ± 0.1 kPa. The vacuum was recorded across the whole milking process at the teat end, in the pulsation chamber, in the claw and in the main vacuum line, simultaneously. The sensors were connected with T-pieces. From the data recorded, the average vacuum for the full pulse cycle, the average vacuum in the b-phase and the average vacuum in the d-phase were calculated according to the formulae presented in DIN ISO 6690 (2007).

The milk flow curve was recorded with LactoCorder® to determine the properties during milking and to calculate the vacuum at the teat end for specific milk flow.

Statistical Analyses

The determination of pulsation phases was made using a customised SAS macro based on the guidelines presented in ISO 5707 and 6690 (2007).

Evaluation of vacuum reduction was made by the use of parametric tests based on a linear model. The collected data of the MultiLactor® were compared with the vacuum data obtained in the conventional system. The data were analyzed with the statistic software SAS 9.2 TS Level 2M0. For the calculations of mean values the MEANS procedure was used, while the linear model was formulated with the MIXED procedure. Graphs were made with the GPLOT procedure.

The model equation was assumed as

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_{ijk} + \beta x_{jk} + e_{ijk}$$

with

- μ - general mean,
- y_{ijk} - random variable vacuum reduction [$N(\mu; \sigma^2_e)$],
- α_{ijk} - (fixed) effect of i-th level of factor milking system,

- β - (fixed) effect of covariate x (flow rate),
- e_{ijk} - independent residual [$N(0; \sigma^2_e)$],

each for front left and rear right quarter $j=(1, 2)$ and repetition $k=(1,2,3)$. The estimated effects were used to calculate the vacuum reduction for selected milk flows (2.0 and 5.0 l per min/udder).

Results and discussion

Figure 1 shows the results of the milking-time tests in the two different milking systems at flow rates ranging between 0 and 5 l/min. For both systems the teat end vacuum decreased with increasing flow, but the mean vacuum reductions for MULTI were greater than for CON (significance level $\alpha \leq 0.05$). Mean vacuum values indicate the averages of the b- and d-phase values. Thus, these systems have to be compared in terms of the differences in b- and d-phases.

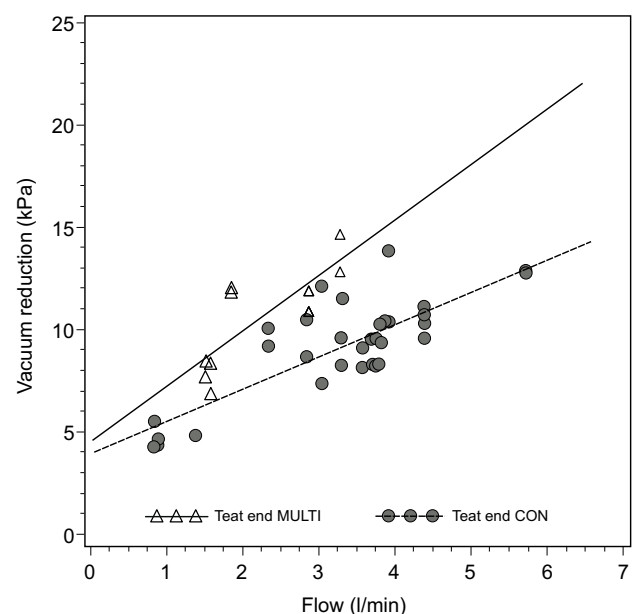


Figure 1:
Mean vacuum reduction at the teat end of CON and MULTI at different flow rates

Figure 2 shows the differences in mean vacuum at the teat end in b- and d-phases at different flow rates. The reductions in vacuum in the b- and d-phases have a similar slope for CON while the differences for the MULTI are considerably large. The mean vacuum in d-phase decreases dramatically in MULTI as the flow rate increases. This cannot be attributed to the differences in operating vacuum levels (42 kPa for CON and 39.5 kPa for MULTI). Table 1 and 2 show significant differences in average vacuum reduction and significant differences between MULTI and

CON for vacuum reduction in the d-phase (significance level $\alpha \leq 0.05$). The intercept μ was significantly different from zero. The estimate has a value of 3.63.

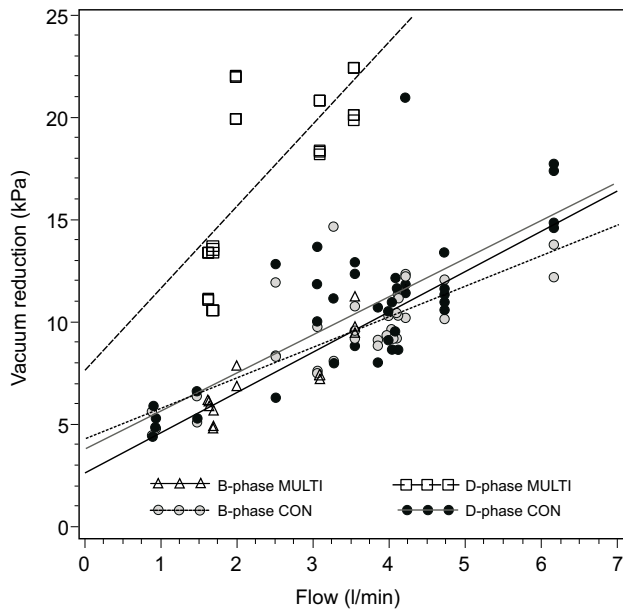


Figure 2:
Vacuum reduction at the teat end for b- and d-phase in CON and MULTI at different flow rates.

Mean vacuum values show the averages of the b- and d-phase values. In addition the wet-test measurements in the same parlour with simulated milking showed nearly the same mean vacuum level at teat end in artificial teats.

Table 1:
Tests of fixed effects of milking system (α_i), milk flow (β) for b-, d-phase and mean vacuum at teat end.

Phase of pulse cycle	Effect	Num DF	Den DF	F-Value	Pr > t
b-phase	α_i	1	123	2.32	0.1305
	β	1	123	230.71	<.0001
d-phase	α_i	1	123	212.46	<.0001
	β	1	123	109.15	<.0001
mean vacuum	α_i	1	123	90.75	<.0001
	β	1	123	217.08	<.0001

Table 2:

Differences of least square means of vacuum reduction at teat end for Multilactor (MULTI) and conventional milking system (CON)

Phase of pulse cycle	Milking system	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
b-phase	MULTI-CON	0.48	0.31	1.52	0.1305
d-phase	MULTI-CON	-9.1939	0.63	-14.58	<.0001
mean vacuum	MULTI-CON	-3.43	0.36	-9.53	<.0001

At a flow rate of 2.0 l/min during milking the mean liner vacuum level at teat end during the b-phase of pulsation was estimated as 34.8 kPa for CON and as 32.3 kPa for MULTI. The mean liner vacuum during the d-phase at the same flow rate was 34.8 kPa for CON and 22.6 kPa for MULTI. On the other hand at a flow rate of 5.0 l/min during milking the mean liner vacuum level at teat end during the b-phase of pulsation was estimated as 30.2 kPa for conventional milking unit (CON) and as 27.7 kPa for single tube system (MULTI). The mean liner vacuum during the d-phase at the same flow rate was 28.5 kPa for CON and 16.3 kPa for MULTI. The much lower vacuum in the d-phase is as expected since the MULTI has periodic air ingress to the pulsation chamber. Worstorff et al. (1983) asserted that periodic air ingress led to better liner collapse during the d-phase with a substantial improvement (reduction) in teat hardness, teat end lesions and cell count. Hamann et al. (2001) showed that a positive pressure system resulted in smaller teat end diameters and less teat thickness compared to a conventional system. In contrast to other studies, the MultiLactor® with single teat cups has a low vacuum loss at the teat end. Preliminary studies showed that the MultiLactor® and the BioMilker® with long milk tubes have a significantly smaller vacuum decrease than the other investigated systems (Öz et al., 2010). Still, the presented results do not correspond well to other studies which showed higher vacuum loss at the teat end in the b-phase with the single teat cups in comparison to conventional system (O'Callaghan and Berry, 2008). But all other studies did not use clusters with periodic air inlet. Nevertheless, the presented results as compared to the preceding studies that used AMS and conventional milking systems (Rose et al., 2008) correspond well with other studies in which high fluctuations and stability problems with vacuum in the conventional system with long milk tubes were observed (Rasmussen et al., 2006). Additionally Hillerton (1997) found out that the teat-end vacuum levels or levels of vacuum loss during milk flow may differ, although vacuum levels at the milk receiver and pulsator settings in automatic milking systems are similar to conventional milking systems. Correspondingly, Rasmussen and Bjerring (2002) found out that vacuum fluctuations

at the teat end are larger in AMS than in conventional milking systems. In conclusion of these aspects, MULTI can have advantages in comparison to AMS like periodical air inlet to pulsation chamber, lower vacuum loss at the teat end during b-phase and better massage effect during d-phase. However, future studies can show if it is useful to introduce periodical air inlet to the other quarter individual milking systems, especially automatic milking systems.

Conclusions

For both conventional and quarter-individual systems the teat end vacuum decreased with increasing milk flow. The vacuum in the b-phase for both systems is probably normal since the system working pressures were similar. The reduction of the mean vacuum level in the d-phase as the flow rate increases must provide an effective massage on the teat. The effects of this combination, lower vacuum loss in b phase and better massage effect in d-phase, could be considered as an advantage of MULTI system and maybe for other systems with long "short milk tubes". Further research is needed to determine the effects of quarter individual milking system on the milking characteristics of the cows and their udder health in conventional parlour.

Acknowledgments

The authors thank "Siliconform GmbH" for their kind help in providing the Multilactor®. This study was funded by the German Aerospace Center (DLR) as a Management Agency for the Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

References

- Baer HF von (1971) Zum Infektionsrisiko der Milchdrüse in Abhängigkeit von strömungstechnischen Bedingungen in Melkanlagen. Hannover : TiHo, 106 p
- Berglund I, Pettersson G, Ostensson K, Svennersten-Sjaunja K (2007) Quarter milking for improved detection of increased SCC. *Reprod Domest Anim* 42(4):427-432
- Bockisch F-J, Ordolff D (2006) Wie sehen die Trends bei Melkstandsystemen und Melktechnik aus? *Landbauforsch SH* 299:47-63
- Milking machine installations-vocabulary, milking machine installations-mechanical tests, milking machine installations-constructions and performance (2007), DIN ISO-Normen 6690, 5707
- Hamann J, Tolle A (1978) Infection trials with conventional and non-conventional milking units. In: Schultze WD, Smith JW, Thompson PD (eds) *Proceedings of the International Symposium on Machine Milking : 17th annual meeting, National Mastitis Council, Louisville, Kentucky, USA, February 21-23, 1978*. Washington : National Mastitis Council, pp 269-274
- Hamann J (2001) Zum Einfluss von Haltungssystemen auf Eutergesundheit und Milchqualität. *Rinderproduktion* 43:25-54
- Hamann J, Reinecke F (2002) Machine milking effects on udder health : comparison of a conventional with a robotic milking system. In: *The first North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto, Canada*. Wageningen : Wageningen Pers, pp IV/17-IV/27
- Herrmann K (1996) Vom Röhrchen zum Roboter. In: *Die Milch : Geschichte und Zukunft eines Lebensmittels*. Cloppenburg : Museumsdorf Cloppenburg, pp 75-90, Arbeit und Leben auf dem Lande 4
- Hillerton JE (1997) Milking equipment for robotic milking. *Comput Electron Agr* 17:41-51
- Hoefelmayer T, Maier J (1979) So arbeitet der Bio-Milker. *Milchpraxis* 17(2):65
- IDF (1999) Instruments for mechanical tests of milking machines. *Bulletin /International Dairy Federation* 338
- Ipema AH, Hogewerf P (2008) Quarter-controlled milking in dairy cows. *Comput Electron Agr* 62:59-66
- Joe AK, MacLean D (1984) Milking machines and mastitis. In: *Proceedings of the Society of Dairy Cattle Veterinarians of the NZVA Annual Conference*, pp 116-117
- Mein GA, Bramley AJ, Dodd FH (1992) Action of the cluster during milking. In: Bramley AJ, Dodd FH (eds) *Machine milking and lactation*. Newbury : Insight books, pp 97-130
- Schurig N, Reinemann D (2005) Procedures for evaluating vacuum levels and air flow in milking systems : 2005 update [online]. Zu finden in <http://www.uwex.edu/uwmrl/pdf/MilkMachine/PerformanceTesting/05_NMC_ProceduresUpdate.pdf> [zitiert am 23.02.2010]
- O'Callaghan E, Berry D (2008) A note on the design and testing of single teat cups for automatic milking systems. *Irish J Agr Food Res* 47:205-209
- Öz H, Rose-Meierhöfer S, Bilgen H, Brunsch R (2010) Determination of vacuum characteristics in conventional and single tube milking systems using the wet test method. *Milk Sci Int* (in press)
- Rasmussen MD, Bjerring M (2002) Vacuum fluctuations in the liner during automatic milking. In: *The first North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto, Canada*. Wageningen : Wageningen Pers, pp II/64-II/66
- Rasmussen MD, Reinemann DJ, Mein GA (2003) Measuring vacuum in milking machines. *FIL-IDF Bull* 381:19-32
- Rasmussen MD, Wilking L, Bjerring M, Larsen HC (2006) Influence of air intake on the concentration of free fatty acids and vacuum fluctuations during automatic milking. *J Dairy Sci* 89:4596-4605
- Reinemann DJ, Rasmussen MD, Mein GA, Frimer ES (1996) Test equipment and it's application for measuring vacuum in the short milk tube [online]. Zu finden in <http://www.uwex.edu/uwmrl/pdf/MilkMachine/PerformanceTesting/96_ASAE_963018_Test_Equipment_SMT_vac.pdf> [zitiert am 12.02.2010]
- Rose S, Brunsch R, Schröter K, Huschke W, Klimetschek H (2006) Adaptability of milking clusters to different udder formations in different milking systems. *Agrartechn Forsch* 12:53-58
- Rose S, Öz H, Brunsch R, Bilgen H (2008) Wet and dynamic tests in conventional and single tube milking clusters. *J Agric Machinery Sci* 4:343-348
- Svennersten-Sjaunja K, Berglund I, Pettersson G (2000) The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. In: *Hogeveen H, Meijering A (eds) Robotic milking : proceedings of the International Symposium held in Lelystad, The Netherlands, 17-19 August 2000*. Wageningen : Wageningen Pers, pp 277-288
- Wirtz N, Oechtering K, Tholen E, Trappmann W (2002) Comparison of an automatic milking system to a conventional milking parlour. In: *The first North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto, Canada*. Wageningen : Wageningen Pers, pp III/50-III/53
- Worstorff H, Prediger A, Auernhammer H (1983) Effect of periodical air inlet cluster on teat condition, milk yield and udder health of cows. *Milk Sci Int* 38(5):280-283

Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen

5. Hochleistungskühe und Klimawandel

Klaus Walter* and Franz-Josef Löpmeier**

Zusammenfassung

Hochleistungskühe sind schon heute vor Klimastress zu schützen. Da die Klimatologen einen auf lange Sicht anhaltenden Anstieg der Temperaturen vorhersagen, wird dessen Bedeutung für die Milchviehhaltung analysiert.

Die Leistungsminderung sowie Reduzierung der Futteraufnahme der Kuh wird mittels des „temperature humidity index“ (THI) bemessen. Daher sind die 10 meistgenannten THI in das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ ebenso wie die umfassenderen Ansätze von West et al. (2003) und St-Pierre et al. (2003) integriert. In Verbindung mit den tatsächlichen Wetterdaten, aber auch den Temperatur- und Luftfeuchtwerten der Klimaprojektionsmodelle (CLM, ReMo, Star und WetReg), lassen sich für die vergangenen 50 Jahre geringe und für die kommenden 50 bzw. 100 Jahre spürbare Einbußen bei der Milchleistung und der Futteraufnahme sowie beim monetären Erfolgsmaßstab „Einnahmen aus Milch minus Futterkosten“ nachweisen. Diese Verluste fallen je nach THI unterschiedlich hoch aus.

Die vergleichsweise hohen Unterschiede zwischen den Standorten Bremerhaven, Hannover, Augsburg und Cottbus erhöhen den Wettbewerbsvorteil der milderen küstennahen Regionen.

Sollten sich die Klimaprojektionen als zutreffend erweisen, entwickelt sich der Hitzestress zu einem zusätzlichen Hindernis für die Milchviehhaltung.

Schlagworte: Klimastress, Temperature Humidity Index, Milchproduktion, Standortvorteil

Summary

The feeding and husbandry of high performance cows

Part 5. High performance cows and climate changes

High performance cows must now be protected against climate stress. Since climatologists predict a continuing increase in temperatures over the long term, the significance of this increase is analyzed for dairy cow husbandry.

The reduction in performance as well as the feed intake of the cow is measured on the basis of the „temperature humidity index“ (THI). The ten most frequently named THI are integrated in the simulation program „Milk Production in the Future“, as well as the more comprehensive approaches by West et al. (2003) and St-Pierre et al. (2003). Actual weather data, temperature and humidity values from the climate projection models (CLM, ReMo, Star and WetReg), show slight losses in milk performance and feed intake for the past fifty years, and tangible losses in performance, intake and financial success as measured in „Income from Milk minus Feed Costs“ for the coming 50 to 100 years. These losses vary according to the THI considered.

The comparably high differences between the Bremerhaven, Hannover, Augsburg and Cottbus sites increase the competitive advantage of the mild coastal regions.

Should the climate projects prove to be true, the heat stress develops as an additional obstacle for dairy cattle husbandry.

Keywords: Heat stress, temperature humidity index, dairy cattle, regional competitive advantage

* Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; klaus.walter@vti.bund.de

** Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

1 Einleitung und Ziele

Nach Schätzungen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) werden steigende Temperaturen von der weltweiten natürlichen und anthropogenen Treibhausgasproduktion ausgelöst, längere Hitze-, Regen- und Trockenperioden die landwirtschaftliche Produktion prägen. Ansteigende Temperaturen könnten die Milchproduktion indirekt durch veränderte Futterqualitäten und zeitweise eingeschränkte Futterverfügbarkeit belasten.

Für die Bewertung der Zuträglichkeit von klimatischen Bedingungen wird der „Temperature Humidity Index“ (THI) eingesetzt. Die unterschiedlichen Ansätze zur Bemessung des THI werden in Verbindung mit den von Klimatologen erwarteten Veränderungen des Klimas analysiert.

Zunächst werden alle Funktionen zur Berechnung des THI für heutige und zukünftig erwartete Klimabedingungen vergleichend nebeneinander gestellt und die von einigen Autoren genannten Minderungen der Milchleistung und der Futteraufnahme kalkuliert.

Eine Bewertung des Hitzestresses mittels THI wird vorrangig genutzt, um herdenbezogene Resultate zu erzielen. Daneben gibt es Ansätze, die anhand von Gewicht, Kondition, Leistung, Trächtigkeit, Rasse etc. den tierspezifischen Energie- und Nährstoffbedarf bestimmen und daraus die individuelle Wärmeentwicklung ableiten, um unter Berücksichtigung des umgebenden Klimas die abzugebende Wärme zu ermitteln.

Tabelle 1:

Ansätze zur Berechnung des „Temperature Humidity Index“ (THI)

Autor	Jahr	Formel zur Berechnung des THI
Thom	1959	$THI_1 = [0,4 \cdot (T_{db} + T_{wb})] \cdot 1,8 + 32 + 15$
Bianca	1962	$THI_2 = (0,15 \cdot T_{db} + 0,85 \cdot T_{wb}) \cdot 1,8 + 32$
Bianca	1962	$THI_3 = (0,35 \cdot T_{db} + 0,65 \cdot T_{wb}) \cdot 1,8 + 32$
NRC	1971	$THI_4 = (T_{db} + T_{wb}) \cdot 0,72 + 40,6$
NRC	1971	$THI_5 = (0,55 \cdot T_{db} + 0,2 \cdot T_{dp}) \cdot 1,8 + 49,5$
NRC	1971	$THI_6 = (1,8 \cdot T_{db} + 32) - (0,55 - 0,0055 \cdot RH) \cdot (1,8 \cdot T_{db} - 26)$
Youssef	1985	$THI_7 = T_{db} + 0,36 \cdot T_{dp} + 41,2$
Ravagnolo und Misztal ¹	2000	$THI_8 = 0,8 \cdot (T_{Max} + 32) - (0,55 - 0,0055 \cdot RH_{Max}) \cdot (T_{Max} - 26)$
Mader et al.	1999	$THI_9 = 0,8 \cdot T_{db} + [(RH/100) \cdot (T_{dp} - 14,4)] + 46,4$
Robinson	2006	$THI_{10} = (49 + 0,75 \cdot T_{Max} + 0,2 \cdot RH_{Max}) \cdot 0,65 + (49 + 0,75 \cdot T_{Min} + 0,2 \cdot RH_{Min}) \cdot 0,35$
T_{db} = Trockentemperatur (dry bulb temperature) T_{dp} = Taupunkttemperatur (dew point temperature) T_{wb} = Feuchttemperatur (wet bulb temperature) T_{Max} = Maximum der Tagestemperatur T_{Min} = Minimum der Tagestemperatur RH = relative Feuchte (%) RH_{Max} = relative Feuchte (%) zum Zeitpunkt des Maximum der Tagestemperatur RH_{Min} = relative Feuchte (%) zum Zeitpunkt des Minimum der Tagestemperatur THI_2, THI_4, THI_6 wurden zunächst für Menschen konzipiert (Bohmanova et al., 2007)		

¹ Ravagnolo und Misztal nennen zusätzlich einen auf den minimalen Temperaturen basierten Ansatz $THI_{Min} = 0,8 \cdot (T_{Min} + 32) - (0,55 - 0,0055 \cdot RH_{Min}) \cdot (T_{Min} - 26)$. Dieser THI bleibt hier unberücksichtigt.

2 Literatur und Lösungsansatz

In vielen Ländern führen periodisch oder ganzjährig hohe Temperaturen und Luftfeuchten zu Belastungen für Haus- und Nutztiere. Unter hiesigen Bedingungen stellen die klimatischen Rahmenbedingungen nur an wenigen Tagen oder Wochen ein Hemmnis für die Milchproduktion dar, nicht zuletzt weil die Monate Juli und August zwar die höchsten Temperaturen aufweisen, gleichzeitig aber für die meisten Kühe das Ende der Laktation bedeuten. Steigen jedoch im Zuge des Klimawandels die Temperaturen und der Milchmarkt erwartet ein kontinuierliches Angebot, dann werden die Milchproduzenten statt saisonaler eine kontinuierliche Abkalbung anstreben und dem Problem der Beeinträchtigung der Leistung mehr Aufmerksamkeit widmen (müssen).

In diesem Beitrag werden keine Ergebnisse aus Versuchen sowie betrieblichen Erhebungen etc. mit Klimadaten abgeglichen, sondern für ausgewählte Standorte in Deutschland die am häufigsten genannten THI berechnet und einander gegenübergestellt. Dabei werden die Klimadaten variiert, um eine Vorstellung über den Einfluss des vom IPCC (2007) erwarteten Temperaturanstieges auf die Milchproduktion zu gewinnen.

2.1 Literatur

Bohmanova et al. (2007) und Dikmen et al. (2009) vergleichen einige der in Tabelle 1 aufgelisteten Schätzformeln

zur Berechnung des THI, um deren Eignung zur Bestimmung der regionalen Belastung von Milchkühen zu evaluieren. Dikmen et al. (2009) gelangen zu dem Schluss, dass die Trockentemperatur dem THI nahezu gleich kommt, wenn die Rektaltemperatur von laktierenden Milchkühen der Rasse HF unter subtropischen Bedingungen geschätzt werden soll.

Bohmanova et al. (2007) führen aus, dass den THI spezifische Schwellenwerte zuzuordnen sind und dass in feuchteren Klimaten die Indices mit höherer Gewichtung der Luftfeuchte sowie in arideren Klimazonen ein THI mit stärkerem Einfluss der Trockentemperatur zu bevorzugen sind.

West et al. (2003) testen den „time lag“ zwischen hohen Temperaturen bzw. THI und der Leistungs- und Futteraufnahmedepression. Im Vergleich zu zeitgleicher Betrachtung führen zwei und auch drei Tage Zeitverzug zu geringfügig besseren statistischen Prüfmaßen bei der Erklärung des Rückganges von Leistung und Futteraufnahme. Weiterhin ergeben sich für die Milchkühe der Rasse Jersey bei steigenden Temperaturen geringere Leistungseinbußen als bei den Holstein-Frisian, deren Tagesleistungen im Versuch um sechs kg Milch höher liegen.

Bohmanova et al. (2007) und Dikmen et al. (2009) stützen ihre Arbeiten auf eine Vielzahl von Studien, die für diesen Themenkomplex zusätzliche Aspekte und Details liefern.

Die Ausführungen von West et al. (2003) zeigen über längere Zeiträume einheitliche Temperaturen und Luftfeuchten wie sie in (semi)ariden und tropischen Klimaten anzutreffen sind. Deutschland erlebt dagegen häufige Wetterwechsel, die auch bei den verschiedenen Szenarien des Klimawandels die Regel darstellen.

In Tabelle 1 werden die am häufigsten zitierten Ansätze zur Berechnung des THI aufgelistet und bei allen Modellrechnungen kalkuliert.

Abbildung 1 zeigt die Tageswerte der in Tabelle 1 aufgelisteten THI für den Standort Braunschweig und das Kalenderjahr 2003. Aus den Klimadaten werden Trocken- und Feuchttemperatur, sowie Taupunkt mittels der vom DWD (1997) herausgegebenen Unterlagen errechnet, in die Funktionen eingesetzt und grafisch dargestellt.

Die Graphen in Abbildung 1 machen deutlich, dass

- in den kühleren Zeiträumen (Winter, Frühjahr und Spätherbst) große Unterschiede² bestehen und
- bei hohen Temperaturen und Luftfeuchten erkennbare Differenzen zwischen den einzelnen THI zu verzeichnen sind.

Es ist zu berücksichtigen, dass die in Tabelle 1 genannten Autoren von jeweils eigenen Schwellenwerten ausgehen und darüber hinaus die THI Werte unterschiedlich wichten. Für den Standort Braunschweig gab es im Jahr 2003 eine Reihe von Tagen mit einem THI über 70, vereinzelt sogar über 80, an denen ein deutlicher Hitzestress bei laktierenden Kühen auftrat.

Alle hier zitierten Versuche beziehen sich auf Durchschnittsleistungen von über 25 kg Milch je Kuh und Tag. Bei geringeren Leistungen werden höhere Schwellenwerte und geringere Depressionen unterstellt. Für Trockensteher treffen die temperaturunempfindlicheren Vorgaben der Mastrinder zu, das lässt sich aus den einzeltierbezogenen Energie- und Wärmebilanzmodellen des NRC (2001) und von Paul (1990) ableiten.

Abbildung 1 zeigt, dass der Schwellenwert von 70 bis 72 THI Punkten in den ersten vier und den letzten zwei Monaten des Jahres sporadisch und nur von THI₄ überschritten wird. Einige THI können rein rechnerisch wegen der hohen Konstante von über 40 und der positiven Beziehung zu den verschiedenen temperaturabhängigen Kennzahlen nur bei ganztägig starkem Frost unter 50 bis 60 Punkte absinken.

In Abbildung 2 werden ebenfalls für 2003 die THI von Emden und Kempten gegenübergestellt. Der küstennahe Standort Emden weist kurzzeitig Anfang Juni und Mitte Juli und für 10 Tage im August THI Werte von über 80 auf. Der Standort Kempten im Allgäu erreicht dieses Niveau fast durchgängig von der zweiten Juniwoche bis Ende August. Die THI von Braunschweig (Abbildung 1) liegen zwar über denen aus Emden, fallen aber deutlich günstiger aus als die im Allgäu. Neben den großräumigen Differenzen ergeben sich für den Einzelbetrieb zusätzliche Vor- oder Nachteile durch eine geschützte bzw. exponierte Lage. Bei Sommerstallhaltung können die stallspezifischen Temperatur- und Luftfeuchtwerte zu Abweichungen von den Klimadaten der Wetterstation führen.

² Diese Unterschiede sind jedoch unbedeutend, weil erst oberhalb eines THI von 70 bis 72 ein negativer Einfluss auf die Leistungsbereitschaft zu erwarten ist (siehe Tabelle 2).

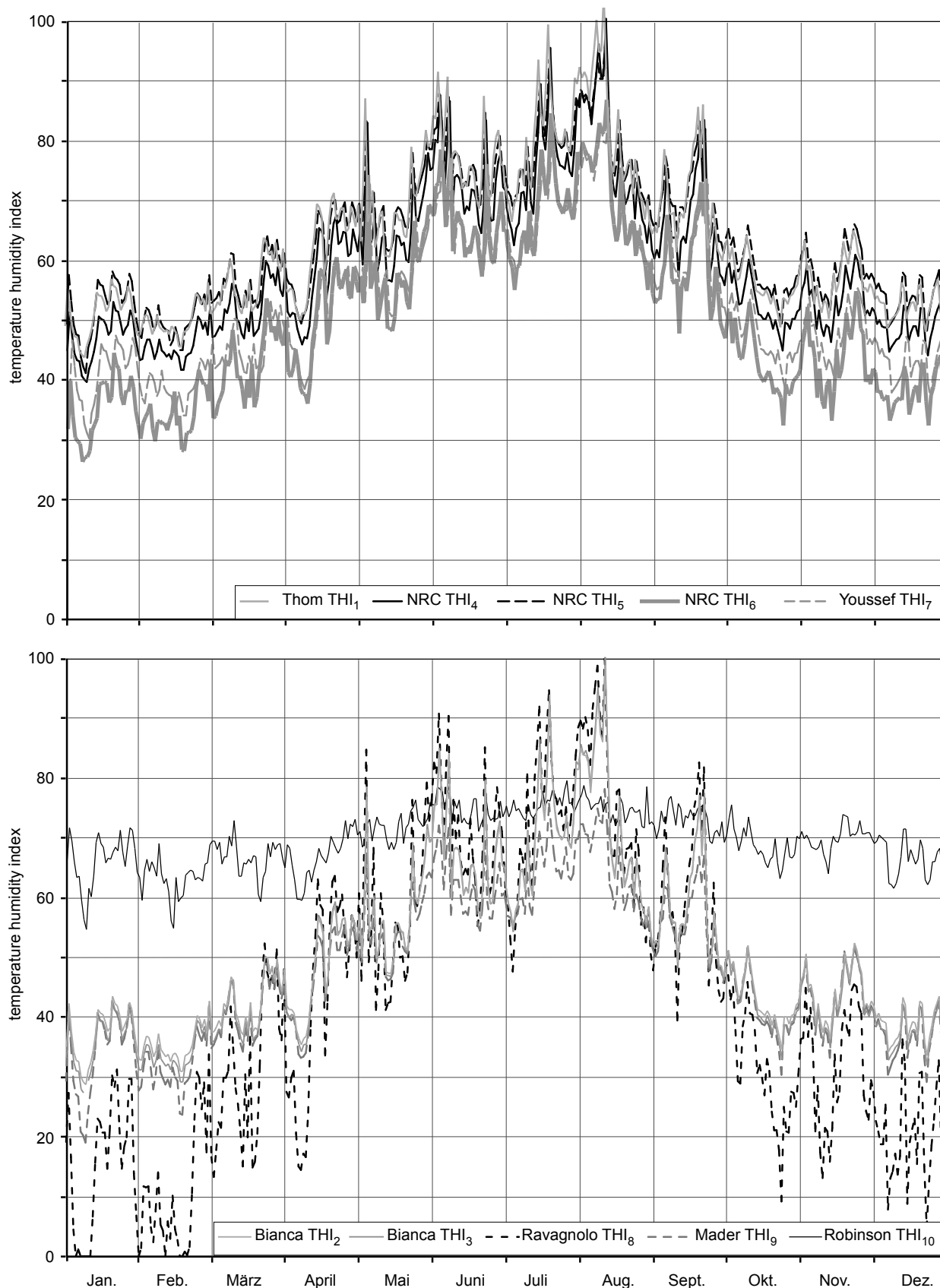


Abbildung 1:
Tageswerte der in Tabelle 1 aufgelisteten THI für den Standort Braunschweig 2003

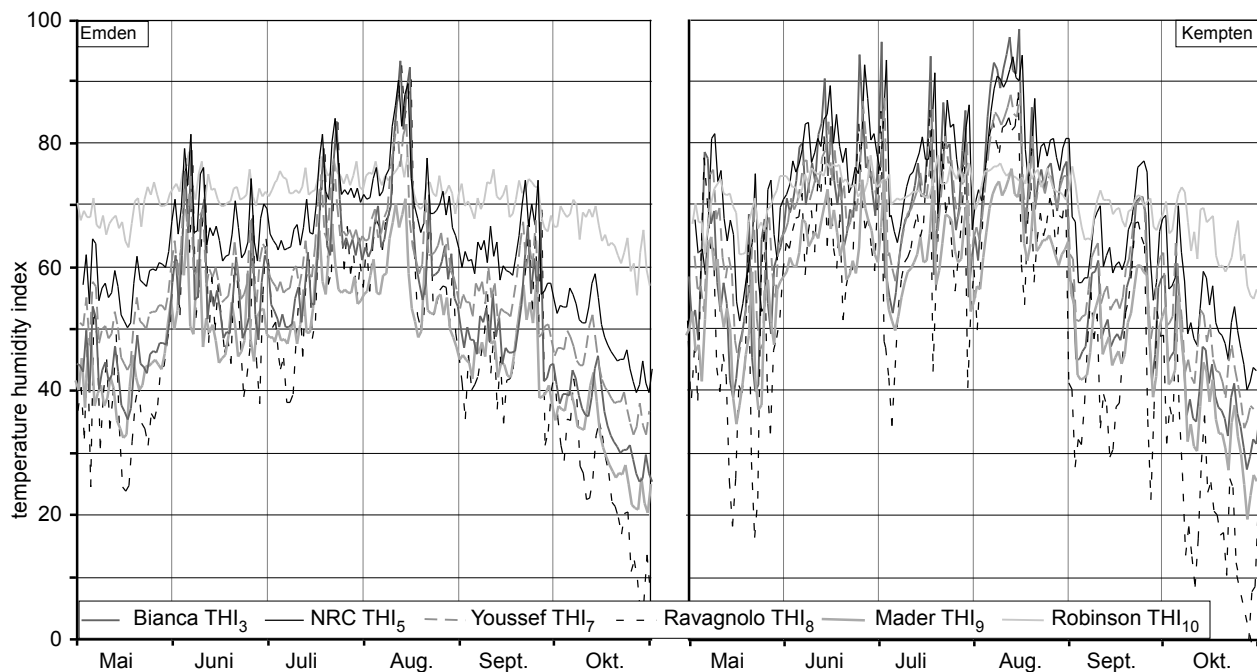


Abbildung 2:

Tageswerte ausgewählter THI der Standorte Kempten und Emden für die Monate Mai bis Oktober 2003

2.2 Bedeutung von Luftfeuchte und Temperatur

Die in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten THI Graphen vermitteln nur schwer ihr Beziehungsgefüge, weil tatsächliche Klimadaten zu Grunde liegen. Daher werden die Temperatur und die Luftfeuchte systematisch variiert und die zugehörigen THI berechnet (Abbildung 3).

Abbildung 3 enthält 10 Teilgrafiken, in denen für jeden in Tabelle 1 genannten Ansatz zur Bestimmung des THI die Temperatur von 10 °C auf 45 °C gesteigert wird. Alternativ wird unterstellt, dass die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum der Tagestemperatur 10 °C und 30 °C beträgt, um die Bedeutung der Abkühlung in der Nacht zu bestimmen. Zusätzlich werden die Luftfeuchten im Maximum und Minimum der Tagestemperatur mit 50 % und 80 % sowie 90 % und 100 % angesetzt.

Alle THI Graphen steigen mit der Temperatur. Eine große Differenz zwischen maximaler und minimaler Temperatur mindert bei gleichen Tageshöchstwerten den THI. Nur beim THI₁₀ (Robinson, 2006) führt eine höhere Luftfeuchte grundsätzlich zu einem höheren THI. Bei den anderen Bewertungen von Hitzestress mittels THI ist dieser Zusammenhang uneinheitlich.

Die Graphen der THI₈ (Ravagnolo und Misztal, 2000) und THI₁₀ (Robinson, 2006) steigen linear mit der Temperatur. Alle übrigen THI Schätzfunktionen weisen eine größere Steigung auf und wachsen zum Teil sogar überproportional mit der Temperatur. Bei einem THI von über

70 Punkten wird Hitzestress unterstellt (Tabelle 2). Dieser Grenzwert wird bei nahezu allen Ansätzen im Bereich von 25 °C bis 30 °C überschritten. Nur beim THI₁₀ beginnt der kritische Bereich schon ab 20 °C, weil sich Robinson (2006) auf Herden konzentriert, deren Jahresleistungen deutlich über 12.000 kg Milch anzusetzen sind.

Das Simulationsprogramm kalkuliert jeden der 10 Ansätze zur Bestimmung des THI, die Ergebnisse werden im Folgenden jedoch nicht immer detailliert diskutiert. Abbildung 3 verdeutlicht die großen Differenzen zwischen den in Tabelle 1 aufgelisteten Ansätzen zur Bestimmung des THI und den von den Autoren abgeleiteten Belastungen der Tiere.

2.3 THI und Leistung sowie Futteraufnahme

In Tabelle 2 werden einige qualitative Bewertungen der Befindlichkeit und Leistungsbeeinflussungen durch Klima anhand der THI genannt. Der Schwellenwert für den Beginn des Klimastresses sowie die Einteilung in Belastungsbereiche ist nicht einheitlich. Diese unterschiedliche Bewertung hat mehrere Ursachen:

- Das Leistungsniveau der Versuchstiere variiert zwischen 20 bis 30 kg Milch je Kuh und Tag, dem entsprechend unterscheidet sich der leistungsbedingte innere Wärmefall.

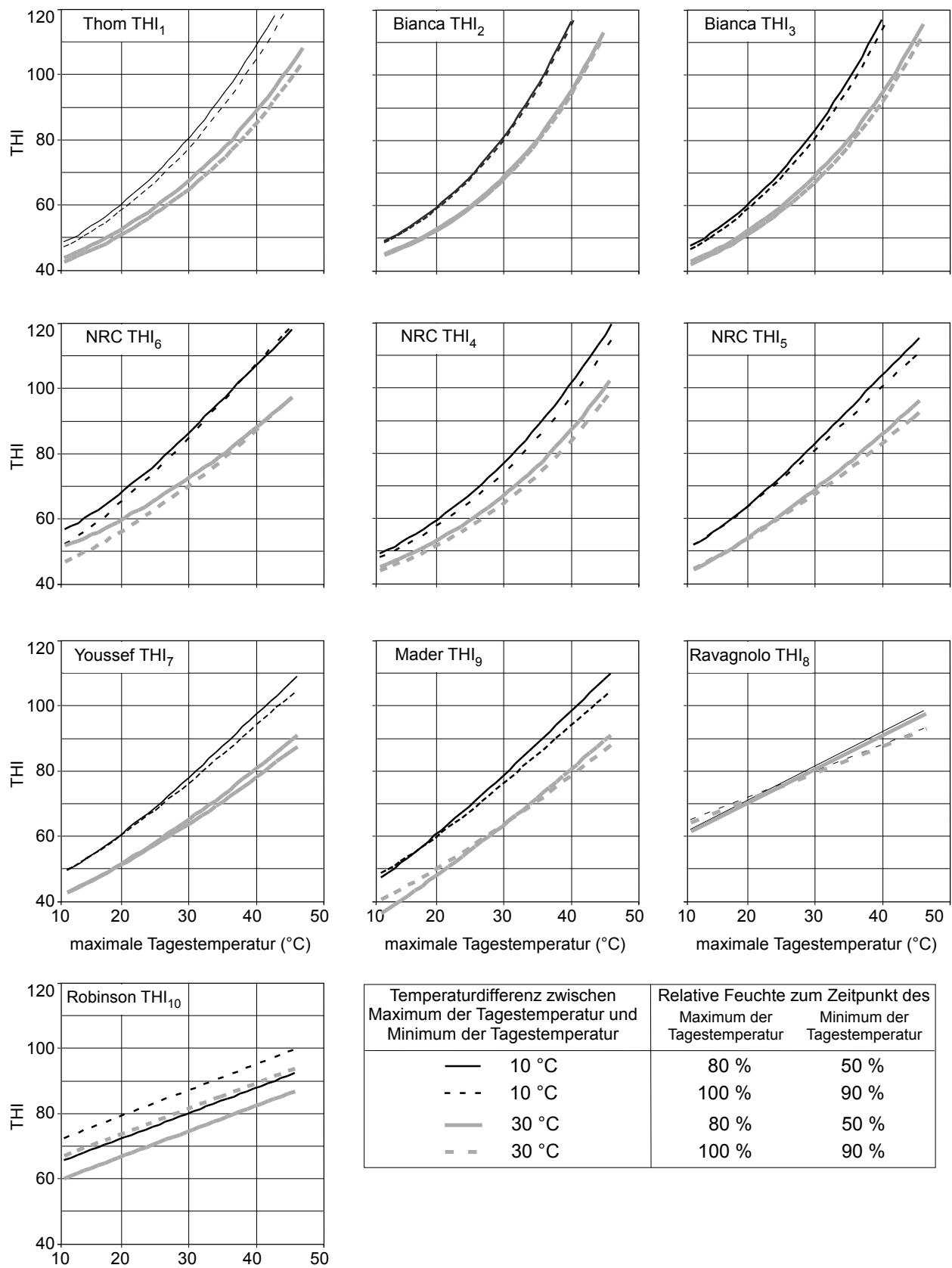


Abbildung 3:
THI bei systematischer Variation von Temperatur- und Luftfeuchte

Tabelle 2:

Beziehung zwischen THI und Befindlichkeit

Autor	THI	Schwellenwert	Belastungsbereich		
Armstrong (1994) ¹⁾	THI ₇	71	geringer Stress	moderater Stress	erheblicher Stress
			72 – 79	80 – 89	90 ++
Huhnke (2001) ¹⁾	THI ₇			Gefahrenbereich	kritischer Bereich
				79 – 83	84 ++
Thom (1959) ¹⁾	THI ₃	69	wenig Komfort	kein Komfort	erheblicher Stress
			70 – 74	75 – 79	80 ++
West et al. (2003)	THI ₈	70	Futtermittelaufnahme → Milchleistungsdepression		
			71 – 81		
Hutjens (2007)	THI ₆	70		belastend	extrem belastend
				75 – 78	79 ++
Bohmanova et al. (2007)	THI ₅	72	Hitzestress		
			73 ++		
Holter et al. (1996) ²⁾	THI ₈	70	Futtermittelaufnahmepression	Futtermittelaufnahme → Milchleistungsdepression	
			71 – 73	74 ++	

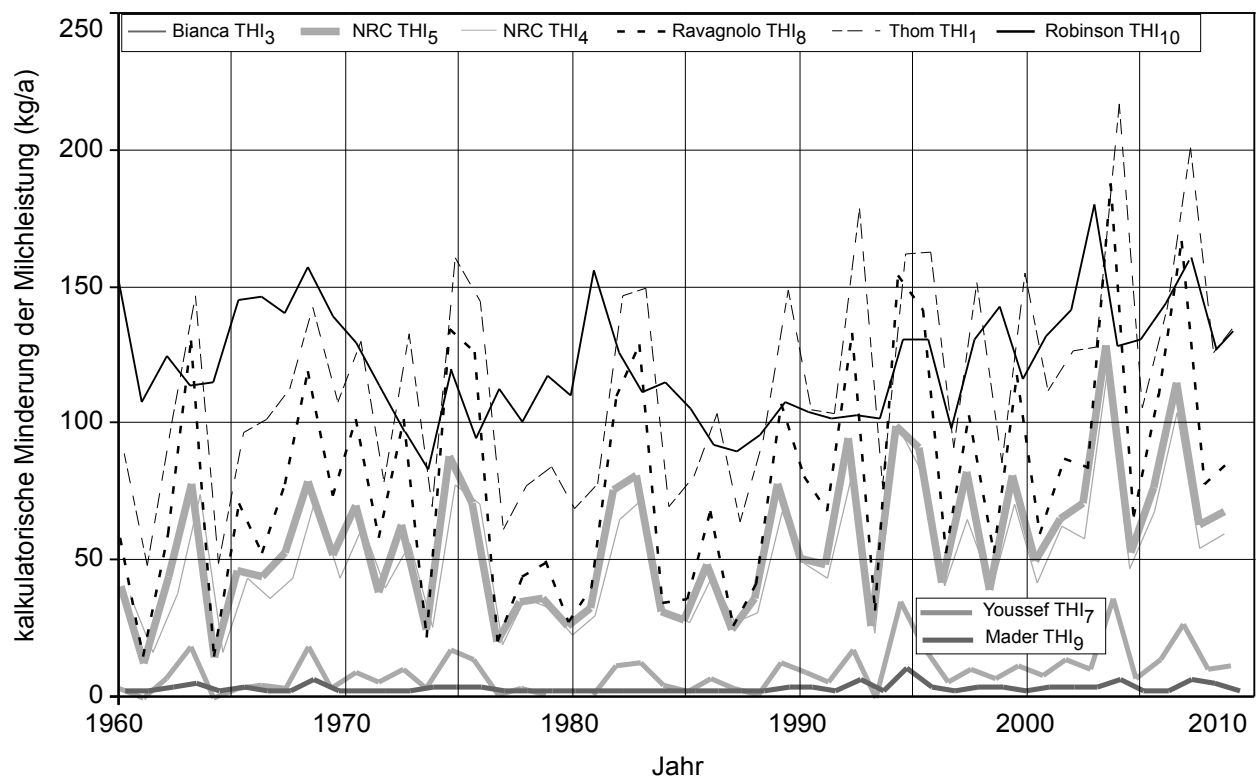
¹⁾ zitiert nach: Bohmanova et al. (2007)²⁾ zitiert nach: West et al (2003)

Abbildung 4:

Kalkulatorische Minderung der Milchleistung für unterschiedliche THI bei 0,2 kg Abschlag je THI Punkt oberhalb des Schwellenwertes von 70, errechnet für Braunschweig und den Zeitraum von 1961 bis 2009

- Hutjens (2007) gibt Empfehlungen für Milchproduzenten und hat dabei Höchstleistungen als Zielvorgabe. Das bedeutet Tagesleistungen von über 50 kg Milch und damit extrem viel „Prozesswärme“, die das Tier an die Umgebung abgeben muss.
- Die Bewertungen basieren auf Versuchsergebnissen mit unterschiedlicher Dauer. Was zu Abweichungen führen muss, wenn sich die von St-Pierre et al. (2003) einbezogene Kumulation der Hitzebelastung aus dem Vormonat als stichhaltig erweist.
- Die Bewertungen stützen sich auf Experimente und Erfahrungen mit Rassen, deren genetische Hitzeanpassung unterschiedlich sein kann.

In Abbildung 4 wird die Minderung der Milchleistung durch Hitzestress abgebildet. Dabei wird oberhalb des Schwellenwertes von 70 THI Punkten ein Abschlag von 0,2 kg Milch je THI Punkt vorgenommen (Bohmanova et al., 2007). Es ergeben sich Leistungsminderungen von 50 bis 100 kg Milch am Beginn des Untersuchungszeitraumes, die dagegen 100 bis 150 kg Milch je Kuh und Jahr betragen, wenn die ungünstigsten Schätzer (Thom, Robinson) zu Grunde gelegt würden. Die Bewertungen von Youssef (1985) und Mader et al. (1999) führen dagegen zu Leistungseinbußen von maximal 30 kg Milch im vergleichsweise „heißen“ Jahr 2003. Bei Herdenleistungen von 5.000 bis 7.000 (1960 bis 1970) ansteigend auf 8.000 bis 9.000 (2000 bis 2008) sind das geringe Verluste. Die mit Krankheiten, Engpässen bei der Futterversorgung oder auch zu geringen Grundfutterqualitäten verbundenen Einbußen erreichen dagegen ungleich höhere Ausmaße.

Alle Autoren berichten übereinstimmend von Minderungen der täglichen Futteraufnahmen. Diese werden als erste grobe Annäherung mit etwa 0,1 kg Trockenmasse (TM) je THI Punkt angegeben. Das führt zusammen mit der Leistungsminderung zu veränderten Aufwands- und Ertragsrelationen, die eine Berücksichtigung der Fütterung und der Differenz aus Einnahmen für Milch und Futterkosten erforderlich machen.

2.4 Der Ansatz von West et al. (2003)

West et al. (2003) schätzen Leistungsdepression und Minderung der Futteraufnahme in Abhängigkeit vom THI (Tabelle 3). Diese Funktionen werden in das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ (Walter, 2008) übernommen und stehen damit ebenso wie der nachfolgend genannte Ansatz von St-Pierre et al. (2003) für weitergehende Kalkulationen zur Verfügung.

Tabelle 3:

Beziehung zwischen Klima und Kennzahlen der Milchproduktion nach West et al. (2003)

Kennzahl	Rasse	Formel zur Berechnung
DMI	Holstein Frisian	$= 29,56^3 - 0,85 \cdot (T_t - 0,5 \cdot (T_{t-1} + T_{t-2}))$
	Jersey	$= 29,15 - 0,88 \cdot (T_t - 0,5 \cdot (T_{t-1} + T_{t-2}))$
Milk	Holstein Frisian	$= 29,15 - 0,85 \cdot (THI_t - 0,5 \cdot (THI_{t-1} + THI_{t-2}))$
	Jersey	$= 23,10 - 0,60 \cdot (THI_t - 0,5 \cdot (THI_{t-1} + THI_{t-2}))$
DMI	Futteraufnahme (kg TM)	
Milk	Tagesleistung (kg Milch)	
$0,5 \cdot (T_{t-1} + T_{t-2})$	Mittel der Temperatur der beiden Vortage	
$0,5 \cdot (THI_{t-1} + THI_{t-2})$	Mittel des THI der beiden Vortage	

2.5 Der Ansatz von St-Pierre et al. (2003)

St-Pierre et al. (2003) legen ein Konzept zur Schätzung der ökonomischen Verluste durch Hitzestress in der amerikanischen kommerziellen Tierhaltung vor. Für alle Sparten der Veredlung werden die Beziehungen zwischen Klima und Leistungsparametern (Tagesleistung, Gewichtszuwachs, Reproduktionsleistung, Mortalität etc.) quantifiziert und in eine ökonomische Analyse überführt, die es ermöglicht, die wirtschaftlichen Verluste zu evaluieren. Die von St-Pierre et al. (2003) entwickelten Beziehungen für die Milchproduktion werden in Tabelle 4 wiedergegeben.

Tabelle 4:

Beziehung zwischen Klima und Kennzahlen der Milchproduktion nach St-Pierre et al. (2003)

Kennzahl	Formel zur Berechnung
DMI_{Loss}	$0,0345 \cdot (THI_{Max} - THI_{Threshold})^2 \cdot (THI/THI_{Threshold})$
$Milk_{Loss}$	$0,0695 \cdot (THI_{Max} - THI_{Threshold})^2 \cdot (THI/THI_{Threshold})$
PR	$0,20 - 0,0009 \cdot THI_{Loadm}$
DO_{Loss}	$35,7 - (184,5 \cdot PR) + (29,38 \cdot PR^2) - 128,8$
CullRate	$100 - 102,7 \cdot (1 - 1,101 \cdot \exp(10,19 \cdot PR))$
Deathrate	$0,000855 \cdot \exp(0,00981 \cdot THI_{Loadm})$
THI_{Load}	siehe St-Pierre et al. (2003), Figure 1
$THI_{Duration}$	siehe St-Pierre et al. (2003), Appendix
THI_{Loadm}	Monatsdurchschnitt des THI_{Load}
$THI_{Threshold}$	70 für Milchkühe, siehe St-Pierre et al. (2003), table 1
DMI_{Loss}	Reduzierung der Futteraufnahme
$Milk_{Loss}$	Reduzierung der Tagesleistung
PR	Veränderung des Anteils trächtiger Kühe
CullRate	Veränderung der Remontierungsrate
Deathrate	Veränderung der Todesrate

³ In der Abbildung 2, S. 239, nennen West et al. (2003) die Konstante 19,56. Grafik und ergänzende Kalkulationen machen jedoch deutlich, dass hier von 29,56 auszugehen ist.

2.6 Vorgehensweise und Kalkulationskonzept

Alle Berechnungen werden mit dem Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ (Walter, 2008) durchgeführt, das die wichtigsten produktionstechnischen Zusammenhänge berücksichtigt und für diese Analyse um die in den Tabellen 1 bis 4 genannten Bewertungsansätze sowie Klimadaten und Klimaprojektionen erweitert worden ist.

Es wird das Konzept der „guten fachlichen Praxis“ unterstellt; die Kühe sind nicht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt, ihnen wird ausreichend Schatten und Platz angeboten, so dass die Luft zwischen den Tieren zirkulieren kann.

Die landwirtschaftliche Produktion ist untrennbar und vielschichtig mit dem Wetter verflochten, was letztlich zu einem nicht kalkulierbaren Komplex führt, wenn alle Interdependenzen berücksichtigt werden sollen. Diese Analyse des eng begrenzten Ausschnittes Milchproduktion ist stets unter dieser Prämisse zu sehen.

Für alle Berechnungen wird unterstellt, dass mit Ausnahme des Klimas alle produktionstechnischen und ökonomischen Daten denen des Jahres 2005 entsprechen. Die jüngere Vergangenheit ist durch extreme Schwankungen der landwirtschaftlichen Produktpreise geprägt, die langfristig nicht zu erwarten sind.

Im ersten Schritt wird der direkte Einfluss von Temperatur und Luftfeuchte auf die Milchproduktion kalkuliert und bewertet. Diese Vorgehensweise reflektiert zum einen die Versuchsanstellungen, in denen ebenfalls die Konstanz der übrigen Parameter angestrebt wurde, und sie ermöglicht zum anderen die Isolierung des Klimateffektes. Die Bedeutung des Klimawandels für die eng mit der Milchviehhaltung verknüpfte Futterproduktion wird zunächst zurückgestellt und soll erst später einbezogen werden.

Alternativen, wie Klimatisierung der Ställe, Anpassung von Kalbeterminen, Begrenzung der Leistungen, angepasste Fütterung aber auch Einkreuzung hitzeresistenter Rassen etc. werden hier nicht kalkuliert, sie bieten jedoch eine Vielzahl von Ansätzen, um trotz Hitzestress eine erfolgreiche Milchproduktion zu erreichen.

In vielen Ländern mit hohen Spitzen- und Durchschnittstemperaturen gibt es hitzeresistentere Lokalrassen, die allerdings geringere Leistungen erzielen. Da die Wirtschaftlichkeit an das Leistungsniveau gekoppelt ist, wird versucht Hochleistungsrassen einzukreuzen oder deren Anforderungen an eine Klimatisierung zu erfüllen.

2.7 Klimadaten und Klimaprojektionen

Die Abbildungen 1 bis 4 basieren auf den Originaldaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die wie auch die Daten der Klimaprojektionsmodelle (CLM, ReMo, Star und WetReg), im Internet zur Verfügung stehen.

Walkenhorst und Stock (2009) bieten eine Lese- und Interpretationshilfe für das Konzept der Klimaprojektionen: Ausgehend von einem globalen Klimamodell⁴, das die natürlichen und anthropogenen Einflüsse (Treibhausgase, Aerosole, Landnutzungsänderung etc.) modelliert, werden regionale Klimaszenarien⁵ errechnet. Diese sind CLM, ReMo, Star und WetReg. CLM ist ein dynamisches, ReMo ein hydrometereologisches dynamisches Modell. Star und WetReg sind statistische Schätzer.

Die Klimaprojektionen erlauben eine unterschiedliche regionale Auflösung. Hier wird mit Klimadaten aus dem kleinsten gemeinsamen Raster kalkuliert, das 100 km * 100 km beträgt.

3 Einfluss des Klimas auf produktionstechnische Kennzahlen

Das Leistungsniveau, der Verlauf der Laktation, der Kalbetermin, die Altersstruktur der Herde etc. sind dem Klima unterworfen und lassen sich wie viele andere produktionstechnische Kennzahlen beeinflussen, um den Hitzestress zu mildern.

Die Kontinuität bei der Versorgung mit hochwertigem, vor allem energiereichem Grundfutter, bleibt eine Voraussetzung für hohe Leistungen und für die Erhaltung der Gesundheit. Sollten, wie von den Meteorologen befürchtet, längere Trocken- oder Regenperioden die Futterversorgung beeinträchtigen, gilt es angepasste Versorgungskonzepte zu entwickeln.

3.1 Erlös – Futterkostendifferenz und Kalbetermin

Zunächst wird die Bedeutung des sommerlichen Hitzestresses für die Leistung unter Berücksichtigung des Kalbetermins kalkuliert. Dabei werden die Temperaturen und Luftfeuchten des Jahres 2005 zu Grunde gelegt. Wäre 2005 kein Tag mit einem THI von über 70 Punkten aufgetreten, so hätte eine Kuh (3. Laktation, 675 kg Lebendgewicht, Holstein Frisian, ganzjährige Verfütterung von konserviertem Grundfutter) eine Jahresleistung von rd. 10.250 kg Milch erreicht.

⁴ ECHAM5/MPI-OM bildet die Basis für die Modelle CLM, ReMo und WetReg, ECHAM4 für Star.

⁵ Weitere Informationen finden sich im Internet unter (zitiert nach: Walkenhorst und Stock, 2009):
www.mpimet.mpg.de/wissenschaft/ueberblick/atmosphaere-im-erdsystem/regionale-klimamodellierung/remo-uba.html
www.cec-potsdam.de/Produkte/Klima/clm.html
www.cec-potsdam.de/Produkte/Klima/star.html
www.cec-potsdam.de/Produkte/Klima/Wetreg.html

Bei einem Kalbetermin im Zeitraum Mitte August bis Mitte September ergibt sich nur eine Differenz von 250 bis 350 kg Milch zur Maximalleistung (Abb. 5). Die Verluste sind in den beiden Folgemonaten nur geringfügig höher. Bei einem Laktationsbeginn im Januar beträgt die Tagesleistung in den „Hitzemonaten“ Juni, Juli und August noch rd. 30 kg, so dass ein hoher THI dann zu entsprechenden Depressionen führt. Begänne die Laktation im April, träfen Hochleistungsphase und hohe THI aufeinander, d. h. höchste physiologische Belastung und maximaler Hitzestress wären gleichzeitig zu verkraften und brächten jährliche Leistungsverluste von rd. 750 kg Milch.

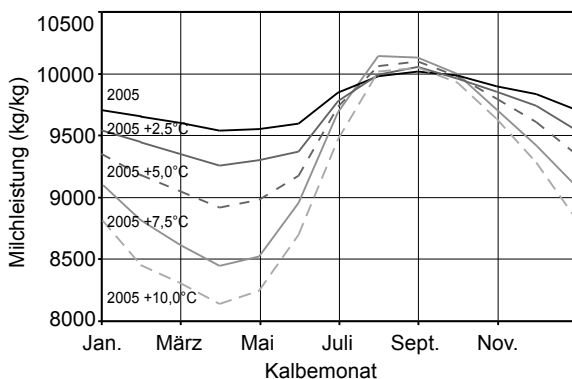


Abbildung 5:

Klimastress und maximal erzielbare Milchleistung in Abhängigkeit vom Kalbetermin, Standort Braunschweig 2005, Hitzestress nach West et al. (2003) und alternativ 2,5, 5,0, 7,5 und 10 °C höhere Tagestemperaturen

Abbildung 5 zeigt die Graphen für den tatsächlichen Temperaturverlauf des Jahres 2005 und für Szenarien, die eine um 2,5, 5,0, 7,5 und 10 °C höhere Tagestemperatur kalkulieren. Dabei werden folgende für das Produktionsverfahren relevante Sachverhalte deutlich:

- Ein Beginn der Laktation direkt nach der sommerlichen Hitzeperiode minimiert die Ausfälle. Es wird dabei angenommen, dass Trockensteher diese Phasen ohne Nachwirkung überstehen.
- Rechnerisch reduziert sich die Leistung um rd. 200 kg Milch je ein Grad Temperaturanstieg, wenn der Kalbetermin in den April, also auf den ungünstigsten Zeitpunkt, verlegt wird.

In Abbildung 6 sind die zugehörigen Erlöse aus Milch abzüglich der Futterkosten (EaM-FuKo) dargestellt. Die Graphen weisen einen ähnlichen Verlauf wie in Abbildung 5 auf. Allerdings erweist sich die Minderung als nahezu doppelt so groß, wenn das Minimum in von Hundert des Maximums ausgewiesen wird.

Im Folgenden wird vorrangig die Differenz von Erlös aus Milch minus Futterkosten ausgewiesen, weil die Abbil-

dungen 5 und 6 eine große Ähnlichkeit der Graphen aufweisen und der monetäre Erfolgsmaßstab die Minderung der Futteraufnahme einschließt.

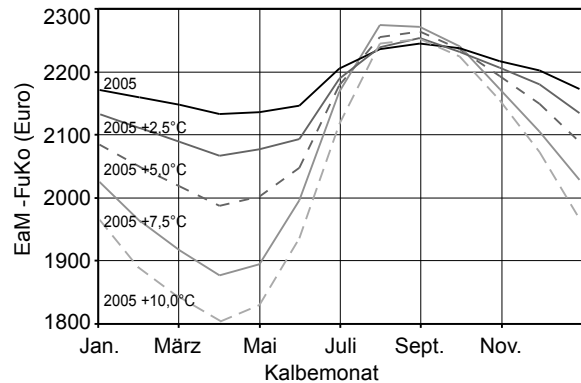


Abbildung 6:

Klimastress und EaM-FuKo in Abhängigkeit vom Kalbetermin, Standort Braunschweig 2005, Hitzestress nach West et al. (2003) und alternativ 2,5, 5,0, 7,5 und 10 °C höhere Tagestemperaturen

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen, dass sich ein großer Spielraum für eine Anpassung an steigende Temperaturen eröffnet. Allein durch die geschickte Wahl des Kalbetermins kann der Hitzestress für die Hochleistungskuh entscheidend gemindert, wenn nicht sogar vermieden werden, selbst wenn die sommerlichen Temperaturen drastisch höher ausfallen. Diese ersten Resultate sollen durch die Einbindung des physiologischen Modells von Paul (1990) verifiziert werden. Das Modell bilanziert die Wärmeproduktion und den Energiebedarf für Wärmetransport und -abgabe. Es berücksichtigt dabei Atemluft, Körperoberfläche und deren Beschaffenheit.

3.2 Erlös – Futterkostendifferenz und Alter

Abbildung 7 vergleicht Milchkühe in 1., 2. und 3. Laktation unter der o. g. Prämisse, die den Datenkranz des Jahres 2005 zu Grunde legt und alternativ die Klimadaten der Jahre 1961 bis 2009 für die Simulation nutzt. Wegen des Wachstums weisen die jüngeren Kühe geringere Leistungen und damit auch geringere EaM-FuKo auf. Der Unterschied zwischen den Alternativen ohne und mit Klimaeinfluss zeigt, dass die Erstkalbin die höchste Belastung durch Hitzestress ertragen muss. Die Kuh in 2. Laktation weist höhere Futteraufnahmen auf, benötigt nur noch wenig Energie und Nährstoffe für das noch ausstehende geringe Wachstum und erzielt deutlich günstigere Aufwands- und Ertragsrelationen trotz gleicher klimatischer Konstellationen. Ab der 3. Laktation liegen die Aufwands- und Ertragsrelationen im günstigsten Bereich.

Die Minderung der EaM-FuKo durch Hitzestress hat in den letzten 40 Jahren unwesentlich zugenommen (Abbil-

dung 7), fällt jedoch im Vergleich zu den Verlusten durch Krankheit, Unfruchtbarkeit etc. gering aus (Walter, 2004).

Bei der Bewertung der in Abbildung 7 dargestellten Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass der von West et al. (2003) entwickelte Ansatz zur Bestimmung der Verluste durch Hitzestress im Vergleich zum Ansatz von Mader et al. (1999) sehr hohe und gemessen am Konzept von Ravagnolo und Misztal (2000) geringe Verluste liefert.

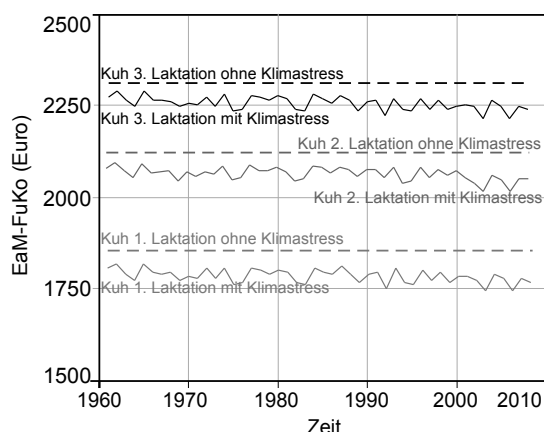


Abbildung 7:

EaM-FuKo unter Berücksichtigung der Zahl der Kalbungen für den Standort Hannover, Kalbetermin Januar, nach West et al. (2003).

3.3 Erlös – Futterkostendifferenz und Dauer der Hitzeperioden

Für die Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion wird das Klima immer wichtiger, denn es werden steigende Durchschnittstemperaturen, aber auch länger anhaltende Hitzeperioden, heftigere Unwetter etc. prognostiziert. Zur Beurteilung möglicher Standort- und Wettbewerbsvorteile steht die Frage an, ob sich länger gleich bleibende oder täglich wechselnde Temperaturen für die Milchproduktion als zuträglich erweisen. Daher werden Klimadaten „konstruiert“, die bei gleichen monatlichen Mittelwerten 30, 15 und 7 Tage lang konstant und alternativ täglich wechselnde Temperaturen aufweisen, deren Schwankung 1 bzw. 5 °C betragen (Tabelle 5). Zu Grunde liegen die Klimadaten des Standortes Hannover und des Jahres 2005, die um 5 °C angehoben sind, weil die Originaldaten nur geringe Verluste durch Klimastress zur Folge hatten (siehe Abbildung 4).

In Abbildung 8 werden die Länge der Phasen mit hohen Temperaturen und die Veränderungen der Tageshöchsttemperaturen variiert, um die Bedeutung der von Experten vorhergesagten Hitzeperioden, den intensiveren Wetterwechseln etc. zu evaluieren. Gleichzeitig lassen sich einige der in Abbildung 9 erkennbaren Minderungen erklären, denn die aus den Prognosemodellen abgeleiteten

Temperaturen und Luftfeuchten spiegeln diese Wetterbedingungen wider.

Tabelle 5:

Klimaszenarien

Szenario	Temperaturverlauf
A	30 Tage konstant
B	15 Tage konstant
C	7 Tage konstant
D	täglicher Wechsel ¹⁾ -1 °C, ±0 °C, +1 °C, -1 °C, ±0 °C, +1 °C, -1 °C ...
E	täglicher Wechsel ¹⁾ -5 °C, ±0 °C, +5 °C, -5 °C, ±0 °C, +5 °C, -5 °C ...
F	zweitägiger Wechsel ¹⁾ -5 °C, -5 °C, ±0 °C, ±0 °C, +5 °C, +5 °C, -5 °C, -5 °C, ±0 °C, ±0 °C ...
G	ohne Klimaeinfluss

¹⁾ Abweichung vom Mittelwert

Abbildung 8 enthält die Ergebnisse der Simulationen für drei der 10 Ansätze zur Bestimmung der Auswirkungen von Hitzestress für die konstruierten Klimaszenarien (Tabelle 5). Beginnend mit einer angestrebten Milchleistung von 5.000 kg Milch je Jahr wird diese um jeweils 500 kg erhöht, bis der „body condition score“ (bcs) einen kritischen Bereich⁷ um 0,5 erreicht hat. Die von allen Autoren im Konnex mit Hitzestress genannte Reduzierung der Leistung und der Futteraufnahme tritt nicht isoliert auf, sondern geschieht in einem komplexen Beziehungsgefüge von physiologischen, produktionstechnischen und ökonomischen Parametern. Die verminderte Futteraufnahme ist in die Abbauprozesse von Körpersubstanz eingebunden und erhöht die daraus entstehende Belastung der Milchkühe. Der Leistungsrückgang führt zu schlechteren wirtschaftlichen Ergebnissen. Daher werden in Abbildung 8 der bcs und die EaM-FuKo für unterschiedliche Leistungsvorgaben und Klimaszenarien dargestellt, wobei die von Youssef (1985), St-Pierre et al. (2003) und West et al. (2003) entwickelten Beziehungen zum Klima unterstellt werden.

Bei einer Anfangsleistung von 5.000 kg Milch kann die Kuh im HF-Typ weitgehend ohne Abbau von Körpersubstanz auskommen. Wegen der um 5 °C erhöhten Temperaturen ergeben sich bei allen Varianten ungünstigere Kennzahlen als beim Szenario „ohne Klimaeinfluss“. Mit steigender Leistungsvorgabe werden diese Differenzen zunehmend größer.

⁶ Zur Bedeutung des bcs siehe Walter (2009)

⁷ Dieser kritische Bereich stellt keine Fütterungs- oder Haltungsempfehlung für Betriebe dar, sondern dient ausschließlich der besseren Durchdringung dieses Komplexes.

West et al. (2003) mittelt die THI beider Vortage, daher sind bei schnell wechselnden im Vergleich zu den Varianten mit länger gleich bleibenden Temperaturen die dargestellten Unterschiede durchaus zu erwarten.

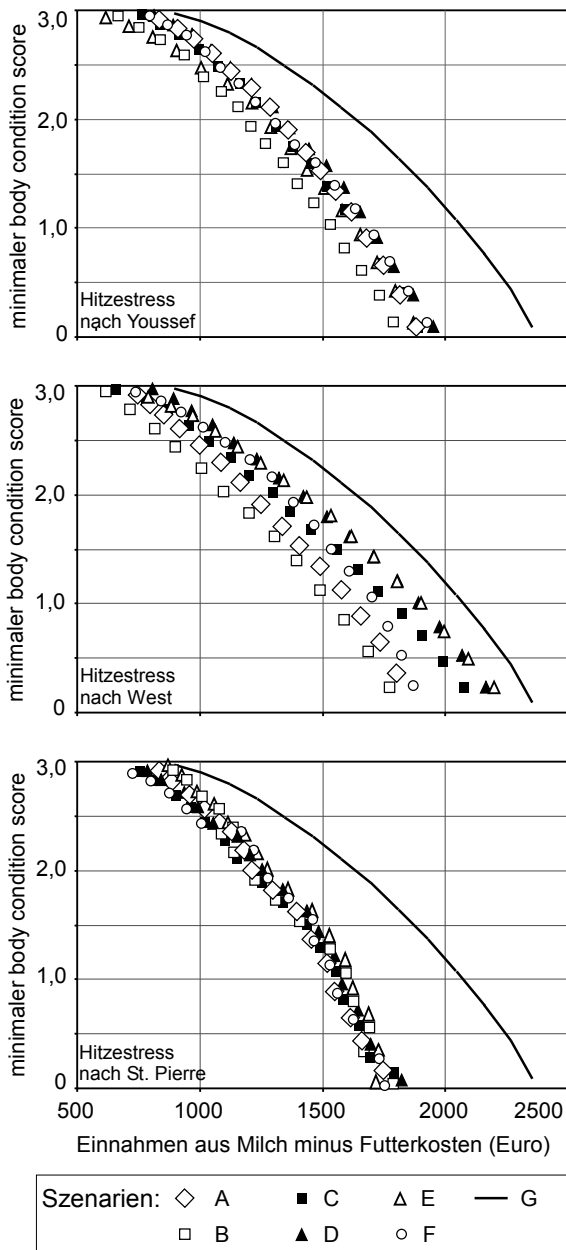


Abbildung 8:

EaM-FuKo bei unterschiedlicher Dauer der Hitzeperioden, Kalbtermin Januar

Das von St-Pierre et al. (2003) vorgelegte Konzept zur Bewertung des Hitzestresses enthält eine exponentielle kumulative Komponente, die die letzten 30 Tage einbezieht und damit eine „echte“ Bewertung des vorangegangenen klimatischen Geschehens vornimmt. Deshalb entwickeln sich keine spürbaren Differenzen bei den Klimaszenarien,

gleichwohl führt der von St-Pierre et al. (2003) vorgelegte Ansatz zu den geringsten EaM-FuKo und damit zu den höchsten Belastungen durch Hitzestress.

Die Unterschiede bei den drei in Abbildung 8 dargestellten Ergebnissen zeigen sich auch bei den übrigen sieben Ansätzen zur Bewertung des Klimastresses, so dass unterschiedlichste Interpretationen möglich sind:

- keine der Klimavarianten kann als weniger belastend herausgestellt werden oder
- die bisher entwickelten Ansätze sind als unzureichend anzusehen.

3.4 Hitzestress und zusätzlicher Energiebedarf

Das NRC (2001, S. 21) geht von einem zusätzlichen Energiebedarf der Milchkühe von 7 bis 25 % des Erhaltungsbedarfes aus, entsprechend 0,7 bis 2,4 MCal bezogen auf eine Kuh mit 600 kg Lebendgewicht. Dieser Anstieg begleitet die Minderung der Milchleistung und auch die der Futteraufnahme.

Paul (1990) summiert die Wärmeproduktion der Organe, der Muskeln, der Verdauung, der Milchproduktion und bilanziert diese mit der Wärmeabgabe über Haut, Atemluft etc. unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur. Für den u. U. entstehenden Wärmeüberschuss bedarf es einer aktiven, d. h. Energie beanspruchenden Wärmeabgabe, die zwar auch in Beziehung zu Blut- und Lungenvolumina, Atemfrequenz etc. steht, aber ungleich stärker von der entstehenden Prozesswärme, also von der aufgenommenen Energiemenge, bestimmt wird.

Die Ergebnisse aus Modellrechnungen für Kühe mit steigenden Leistungen werden in den Abbildungen 9 und 10 dargestellt. Zunächst wird der Hitzestress entsprechend den von Youssef (1985) und West et al. (2003) entwickelten Ansätzen kalkuliert und für jeden THI Punkt über den Schwellenwert von THI 70 der Erhaltungsbedarf um je einen Prozentpunkt angehoben⁸. Der Ansatz von Paul (1990) kalkuliert die aus der aufgenommenen Energiemenge entstehende Prozesswärme, daher wird die am Vortag verzehrte Energiemenge zu Grunde gelegt und für jeden THI Punkt oberhalb des Schwellenwertes 3 % abzuführende Energie kalkuliert, für deren Ableitung wiederum ein Zehntel der Energiemenge benötigt wird⁹.

⁸ Das NRC (2001) nennt nur die Spanne von 7 bis 25 % des Erhaltungsbedarfes, ohne einen quantitativen Bezug zur Temperatur oder zu einem THI zu nennen. Der hier gewählte Zuschlag von 1 % je THI Punkt stellt eine „freie“ Interpretation der Vorgabe des NRC dar.

⁹ Diese Vereinfachung ist aus dem sehr viel komplexeren Ansatz von Paul abgeleitet worden. Für die angestrebte Verknüpfung der beiden Simulationsmodelle reicht das Leistungsvermögen modernster PC bei weitem nicht aus. Erste Tests zeigen, dass 100 Tage nicht binnen Wochenfrist zu berechnen sind.

Abbildung 9 zeigt den zusätzlichen Energiebedarf bei steigenden Leistungen in MJ NEL. In der oberen Bildhälfte wird der Hitzestress nach dem Ansatz von Youssef (1985) kalkuliert. Der zusätzliche Energiebedarf nach NRC (2001) sinkt von 40 auf 25 MJ NEL¹⁰ (das kommt dem Energiebedarf für 12 bzw. 8 kg Milch gleich). Wird der Energiebedarf dagegen entsprechend der anfallenden Prozesswärme bemessen (Paul, 1990), dann steigt der zusätzliche Energieaufwand für die Vermeidung zu hoher Körpertemperaturen mit der Leistung, hier von 80 auf 140 MJ NEL, vergleichbar einem Energiebedarf für 25 und 43 kg Milch. Diese Größenordnung wäre im Vergleich zu den übrigen Hemmnissen und Kostenstellen unbedeutend, würde die Bemessung des Hitzestresses nach West et al. (2003) kombiniert mit dem Ansatz von Paul (1990) (obere Hälfte von Abbildung 9) nicht deutlich höhere Energieansprüche offenbaren.

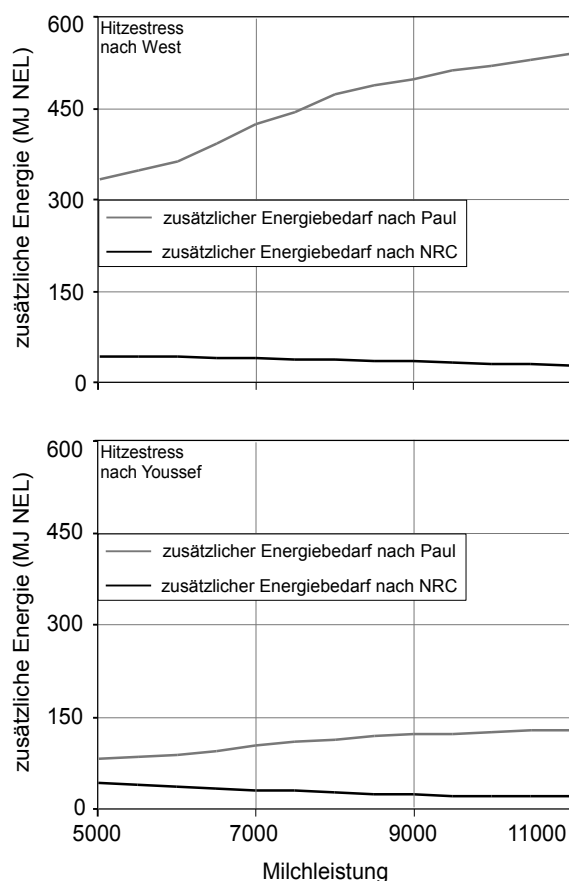


Abbildung 9:

Zusätzlicher Energiebedarf bei Hitzestress nach NRC (2001) und Paul (1990), für den Standort Hannover, 2005, Kalbetermin Januar

Dagegen fällt der Energieanspruch für die Wahrung der Körpertemperatur erheblich geringer aus, wenn er entsprechend den Angaben des NRC (2001) am Erhaltungsbedarf orientiert wird. Der Abfall des für die aktive Kühlung benötigten Energiebedarfes erklärt sich aus dem bei steigenden Leistungen höheren Anteil der aus Körpersubstanz erbrachten Leistung, was wiederum ein geringeres Gewicht und damit einen entsprechend niedrigeren Erhaltungsbedarf zur Folge hat. Ein mit steigenden Leistungen sinkender Energieanspruch zur Kühlung widerspricht den Erwartungen und führt zu dem von Paul (1990) entwickelten physiologischen Ansatz, der die Wärmeproduktion des Tieres berücksichtigt, die wiederum eng an die Leistung gebunden ist. Allerdings ergeben sich auch in diesem Ansatz Grenzen für die aktive Abgabe von Wärme, die von der Oberfläche, der Kapazität des Herz-Kreislaufsystems sowie von Größe und Gewicht des Tieres abhängen.

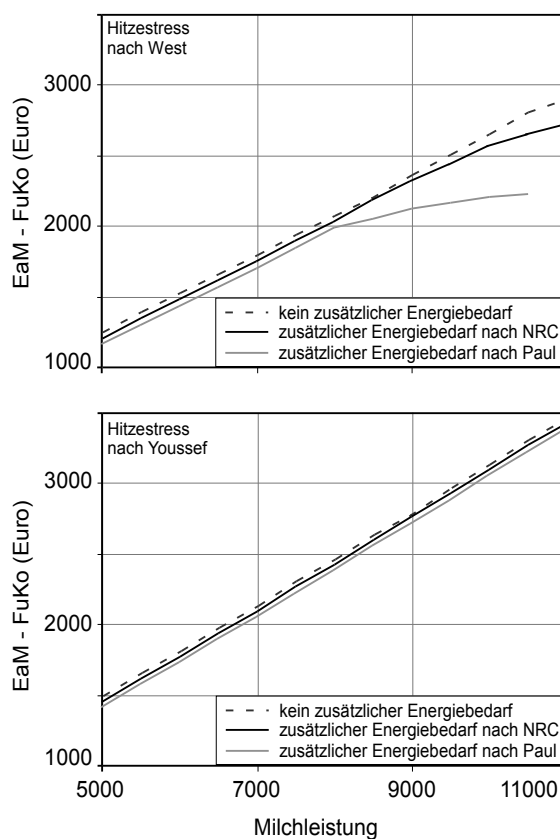


Abbildung 10:

Erlös aus Milch minus Futterkosten unter Berücksichtigung des zusätzlichen Energiebedarfs nach NRC (2001) und Paul (1990), für den Standort Hannover, 2005, Kalbetermin Januar

Mittels Simulation lassen sich diese Sachverhalte quantitativ darstellen und für eine Vielzahl von Konstellationen analysieren, weiterführende Antworten sind jedoch an Experimente gebunden.

¹⁰ NEL = Netto Energie Laktation (GfE, 2001)

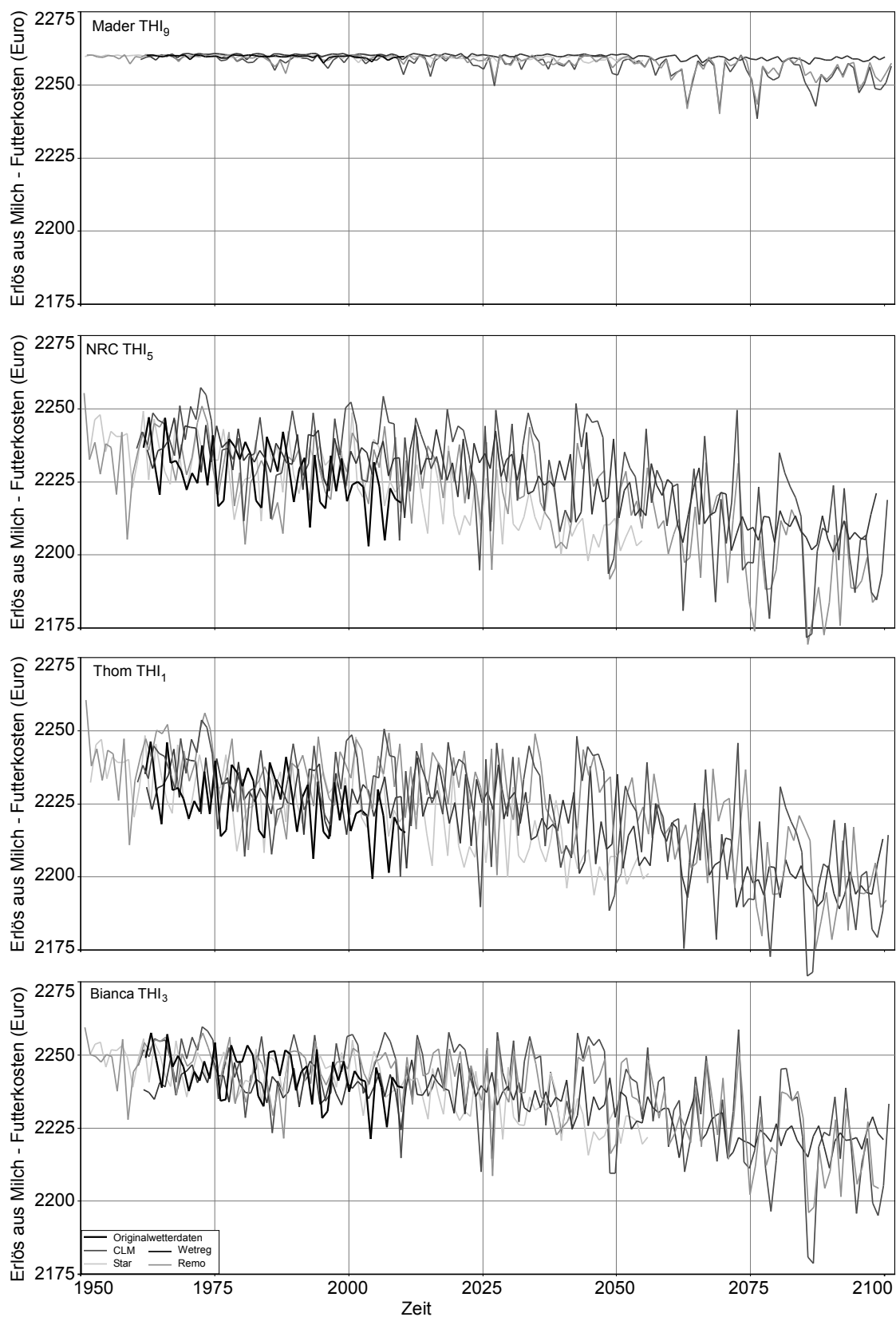


Abbildung 11a:

Langfristige Entwicklung der EaM-FuKo unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wetterprognosen und Ansätzen zur Bewertung von Hitzestress für eine Kuh in 3. Laktation, Standort Hannover

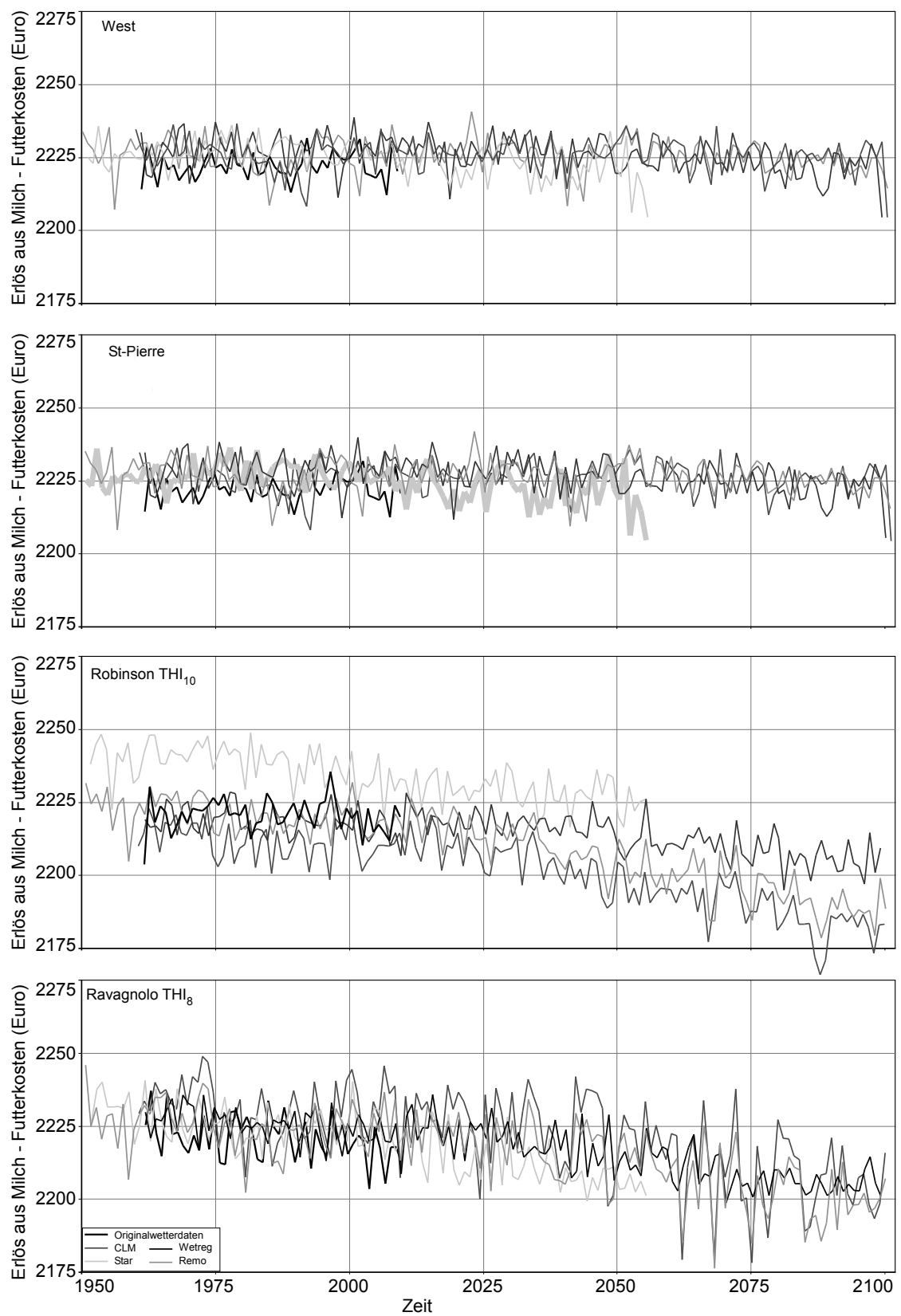


Abbildung 11b:

Langfristige Entwicklung der EaM-FuKo unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wetterprognosen und Ansätzen zur Bewertung von Hitzestress für eine Kuh in 3. Laktation, Standort Hannover

In Abbildung 10 wird die Bedeutung des zusätzlichen Energiebedarfs für die Ableitung der Wärme bei steigenden Leistungen anhand der Differenz aus Einnahmen für Milch und Futterkosten dargestellt. Wird der Hitzestress nach Youssef (1985) kalkuliert, ergeben sich für die zwei Alternativen „zusätzlicher Energiebedarf“ nach NRC (2001) bzw. nach Paul (1990) nahezu gleiche Graphen, die sich zudem kaum von der Variante „ohne zusätzlichen Energiebedarf“ unterscheiden. Wird der Hitzestress dagegen entsprechend dem von West et al. (2003) entwickelten Ansatz kalkuliert, errechnen sich für Leistungen über 9.000 kg Milch erste Einbußen, wenn nach den Grundsätzen des NRC (2001) vorgegangen wird. Wird der von Paul (1990) vorgelegte Ansatz adaptiert, ergeben sich bereits bei Leistungen ab 8.000 kg Milch spürbare Erfolgsdefizite. Weil die Energieversorgung der knappe Faktor ist und damit zum entscheidenden Engpass bei hohen Leistungen bzw. bei der Leistungssteigerung wird, führt ein zusätzlicher Energiebedarf bei Hitzestress neben der Minderung der Futteraufnahme und Milchleistung zur weiteren Schmälerung des wirtschaftlichen Resultats. Bei zukünftigen Experimenten gewinnen energetische Bilanzen an Bedeutung.

4 Konsequenzen des prognostizierten Klimawandels

In Abbildung 7 ist für den Zeitraum von 1960 bis 2010 bereits eine Zunahme der Belastung von Milchkühen durch Hitzestress zu erkennen, die auf einen allmählichen Temperaturanstieg zurückzuführen ist. Die Klimaforschung geht von einem weiteren Anstieg der Temperaturen aus und stützt diese These auf mehrere Klimaprojektionsmodelle.

4.1 Erlös – Futterkostendifferenz und Klimaprojektionen

Die höchstmögliche Leistung und damit die maximalen EaM-FuKo werden stets auf der Basis der produktionstechnischen und ökonomischen Daten des Wirtschaftsjahres 2005 ermittelt, wobei nur das Klima für jedes Jahr im Zeitraum von 1960 bis 2100 eingesetzt wird. Da es mehrere Klimaprognosen gibt, wird diese Simulation mit jedem Datensatz wiederholt. Die in Kapitel 3 deutlich gewordenen Unterschiede bei der Bewertung von Hitzestress erfordern die Berücksichtigung der verschiedenen Ansätze aus Tabelle 1. Der THI_2 von Bianca (1962) bleibt unbeachtet, da er nicht speziell für Milchvieh konzipiert wurde. Die Bewertungen durch das NRC (2001) fallen ähnlich aus, so dass nur der THI_4 grafisch dargestellt wird.

In Abbildung 11 werden die zuvor ermittelten Unterschiede erneut deutlich. So führt der Temperaturanstieg bis zum Jahr 2100 beim Ansatz von Mader et al. (1999) erst ab 2070 zu geringen Einbußen, wohingegen THI_1 (Thom, 1959), THI_3 (Bianca, 1962), THI_5 (NRC, 2001), THI_{10}

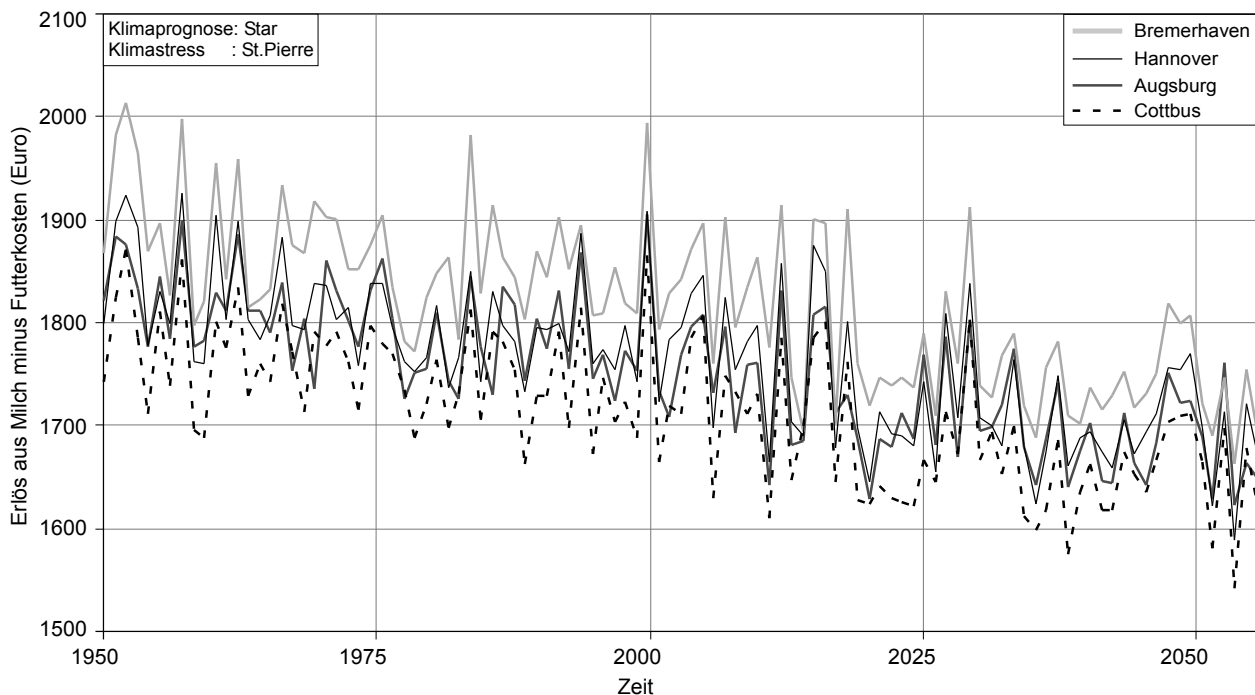


Abbildung 12:
Langfristige Entwicklung von EaM-FuKo für unterschiedliche Standorte

(Robinson, 2006) und THI_8 (Ravagnolo und Misztal, 2000) Minderungen von bis zu 100 Euro bei den EaM-FuKo¹¹ offenbaren.

Die Klimastresskonzepte von West et al. (2003) und St-Pierre et al. (2003), dargestellt in Tabellen 3 und 4, nehmen eine Mittelstellung ein, denn es errechnen sich moderate Rückgänge bei den Erfolgskriterien, wenn die verschiedenen Klimaprojektionen zu Grunde gelegt werden.

4.2 Einfluss des Standorts

Abbildung 12 und Tabelle 6 zeigen die EaM-Fuko für die Standorte Augsburg, Bremerhaven, Cottbus und Hannover. Das vom Seeklima beeinflusste Bremerhaven weist die günstigsten klimatischen Bedingungen für die Milchproduktion auf, gefolgt von Hannover und Augsburg. Der Standort Cottbus muss nach diesen Berechnungen einen Standortnachteil von rd. 100 Euro im Vergleich zu Bremerhaven und rd. 50 Euro im Vergleich zu Hannover und Augsburg hinnehmen.

Tabelle 6:

Vergleich der EaM-FuKo für unterschiedliche Standorte (jeweils Mittelwerte von 25 Jahresperioden, siehe Abbildung 12)

	Augsburg	Bremerhaven	Cottbus	Hannover
Zeitraum	EaM-FuKo (Euro)			
1951 – 1976	1819	1891	1764	1830
1976 – 2000	1787	1855	1734	1792
2001 – 2025	1740	1818	1697	1762
2030 – 2055	1690	1744	1643	1697

5 Bewertung und Ausblick

Die Kalkulationen zeigen, dass die Einbußen durch Hitzestress in der Vergangenheit im Vergleich zu den Verlusten durch Verfall des Milchpreises, Kostenanstieg, Krankheiten etc. gering ausfielen. Das könnte sich ändern, wenn der in der Vergangenheit festgestellte Anstieg der Temperatur sich in der Zukunft fortsetzt und je nach Projektionsmodell weitere 2 bis 5 °C eventuell sogar 7 °C zunimmt.

Nicht nur die Unterschiede der projizierten Temperaturanstiege erschweren die Quantifizierung der zu erwartenden Verluste durch Hitzestress, sondern auch die deutlich von einander abweichenden Bewertungsansätze. Während die von Mader et al. (1999) vorgelegte Strategie erst bei den ungünstigsten Klimaprojektionen zu geringen

Verlusten führt, offenbaren die von Robinson (2006), Ravagnolo und Misztal (2000), West et al. (2003) und St-Pierre et al. (2003) veröffentlichten Beziehungen zwischen Klima und Leistung sowie Futteraufnahme schon jetzt erkennbar geringere EaM-FuKo. Die Verluste überschreiten die 10-Prozent-Marge bei allen Klimaprognosen und werden, falls sie zutreffen, zu einem ernst zu nehmenden Problem für die Effizienz der Milchproduktion.

Biometrische Ansätze (Paul, 1990; McGovern und Bruce, 2000) machen jedoch deutlich, dass nicht nur die Futteraufnahme und die Leistung sinken, sondern dass ein zusätzlicher Energiebedarf für die „aktive Kühlung“ erforderlich wird. Das NRC (2001) benennt 7 bis 25 % des Erhaltungsbedarfes als Richtwert, wohingegen Paul (1990) einen an der aufgenommenen Futtermenge orientierten Bedarf anführt, der bei hohen Leistungen und Temperaturen sogar ein Vielfaches davon betragen kann. Sollten sich die biometrischen Modelle als zutreffend erweisen, dann erwächst aus dem prognostizierten Temperaturanstieg ein zusätzliches Hindernis bei der Steigerung der Leistung und der Effizienz.

Die hier vorgelegte Analyse der Beziehung zwischen Milchproduktion und Klima ist um die Positionen Jungviehaufzucht und Futterproduktion zu ergänzen, um ganzheitlichen Ansprüchen zu genügen.

Literatur

- Berman A (2005) Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J Animal Sci* 83:1377-1384
- Bianca W (1962) Relative importance of dry- and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle. *Nature* 195:251-252
- Bohmanova J, Misztal I, Cole JB (2007) Temperature-humidity indices as indicators of losses due to heat stress. *J Dairy Sci* 90:1947-1956
- Dikmen S, Hansen PJ (2009) Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in the subtropical environment? *J Dairy Sci* 92:105-116
- Deutscher Wetterdienst (1998) Aspirations-Psychrometer-Tafeln : deutsch, english, français, espanol. Braunschweig; Wiesbaden : Vieweg, 271 p
- Durbal V (2001) NRC dairy cattle program computations. In: Nutrition requirements of dairy cattle. Washington DC: National Academy Pr
- GfE (2001) Empfehlungen für die Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt a M: DLG Verl, 136 p, Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere
- Helmers M (2005) Optimierungsstrategien zur ökonomischen Bewertung von Grundfutter. Diplomarbeit, Fachhochschule Osnabrück
- Holter J B, West J W, McGilliard M L (1996) Predicting ad libitum dry matter intake and yields of Jersey cows. *J Dairy Sci* 79:912-921
- Hutjens MF (2007) Heat stress strategies [online]. Zu finden in <<http://www.livestocktrail.uiuc.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=9765>
- IPCC (2007) Climate Change : synthesis report [online] zu finden in <<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4-syr.pdf>> [zitiert am 01.04.2009]
- Mader TL, Dahlquist JM, Hahn GL, Gaughan JB (1999) Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *J Anim Sci* 77:2065-2072
- McGovern RE, Bruce JM (2000) A model of thermal balance for cattle in hot conditions. *J Agric Eng Res* 77:81-92
- NRC (1971) A guide to environmental research on animals. Washington, DC: National Academy Pr

¹¹ Hitzestress mindert die Effizienz der Milchproduktion durch Leistungsminde- rung, Rückgang der Futteraufnahme etc. (St-Pierre et al., 2003). Diese Effekte interagieren, so dass letztlich nur die EaM-FuKo als Resultierende anbietet.

- NRC (2001) Nutrition requirements of dairy cattle. Washington, DC : National Academy Pr
- Oltenacu PA, Rounsaville TR, Milligan RA, Hintz RL (1980) Relationship between days open and cumulative milk yield at various intervals from parturition for high and low producing cows. *J Dairy Sci* 63:1317–1327
- Paul W (1990) Physiologie der Milchkuh : eine mathematische Systemanalyse. FAL, 290p Landbauforsch Völkenrode SH 116
- Ravagnolo O, Misztal I (2000) Genetic components of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J Dairy Sci* 83:2126-2130
- Robinson PH (2006) Excel Spreadsheets: PredDMI.xls, NRGREQ.xls [online]. Zu finden in <<http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson/Excel/default.htm>> [zitiert am 09.02.2010]
- St-Pierre NR, Cobanov B, Schnitkey G (2003) Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J Dairy Sci* 86;(E. Suppl.):E52-E77
- Thom EC (1959) The discomfort index. *Weatherwise* 12:57-59
- Walkenhorst O, Stock M (2009) Regionale Klimaszenarien für Deutschland : eine Leseanleitung [online]. Zu finden in <<http://d-nb.info/995244707/34>> [zitiert am 09.02.2010]
- Walter K (2004) Analyse der Beziehung zwischen den Kosten für Tierarzt und Medikamente in der Milchviehhaltung und der Produktionstechnik, dem Futterbau, der Arbeitswirtschaft sowie der Faktorausstattung ausgewählter norddeutscher Betriebe. Braunschweig : FAL, 180 p, Landbauforsch Völkenrode SH 270
- Walter K (2008) Das Simulationsprogramm „Milchproduktion der Zukunft“ – methodischer Ansatz und Realisierung: Version 1.2. Braunschweig : FAL, 95 p, Ber Inst Agrartechnol Biosystemtechnik 398
- West JW, Mullinix BG, Berhard JK (2003) Effect of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 86:232-242
- West JW (2003b) Effects of heat stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 86:2131-2144
- Youssef MK (1985) Stress physiology in livestock. Boca Raton : CRC Press

Online-survey of keepers of rare animals or plants about their activities and attitudes in Germany

Josef Efken*

Summary

In Germany the problem of loss of diversity is barely apparent in daily life due to a broad range of products with similar ingredients or products imported from all over the world. Consequently the topic engenders neither broad attention nor engagement. Furthermore there is no overview of existing private activities in this area. The goal of the study is to for the first time characterise persons who are engaged in On Farm Management in Germany. An online survey was carried out with the help of the appropriate associations targeted to these special interest groups. Detailed information on the attitudes and form of involvement could be gained. Very different species and varieties or races are kept. Unexpectedly this is not a field predominantly led by farmers because 70 % of the participants do not own a farm but are still involved in On Farm Management. Only a scant half of those surveyed consider their own abilities as adequate for conservation. Support is desired both in terms of maintenance activities and in marketing questions. The results offer a starting point to show where individuals contributing to the maintenance of rare plants or animals can be supported.

JEL: H 44, Q 13, Q 57

Keywords: agrobiodiversity, conservation, genetic resources, on farm management, online survey

Zusammenfassung

Online-Befragung von Personen in Deutschland, die seltene Nutztiere oder Nutzpflanzen erhalten, zu ihren Aktivitäten und Einstellungen

Die Gefährdung der genetischen Ressourcen in Deutschland ist im Alltag kaum offensichtlich, da eine fast unbegrenzt scheinende Vielfalt an Produkten das Lebensmittelangebot prägt. Diese Produkte basieren jedoch häufig auf nur wenigen pflanzlichen oder tierischen Inhaltsstoffen oder werden aus der ganzen Welt importiert. Damit im Einklang steht, dass der Aspekt landwirtschaftliche Vielfalt in der Öffentlichkeit weder auf großes Interesse noch Engagement trifft. Zudem besteht kein Überblick über Aktivitäten und Initiativen in diesem Bereich. Ziel der Studie 'Online-Befragung von ErhalterInnen seltener Nutztiere oder Nutzpflanzen zu Ihren Aktivitäten und Einstellungen' ist es, erstmalig für Deutschland bzw. den deutschsprachigen Raum diesen Personenkreis zu charakterisieren. Dazu wurde eine Online-Befragung durchgeführt, die sich mit Hilfe von einschlägig bekannten Organisationen gezielt an interessierte Personen richtete. Es konnten detaillierte Erkenntnisse über Einstellungen und Ausgestaltung des Engagements gewonnen werden sowie über Art und Umfang der unmittelbaren Erhaltung seltener Nutzpflanzen bzw. Nutztiere: Es werden verschiedenste Arten und Rassen bzw. Sorten erhalten. Vermarktungsaspekte sind wichtig und 'Erhalten durch Essen' wird einhellig befürwortet. Nur knapp die Hälfte der Befragten schätzt die eigenen Fähigkeiten als ausreichend ein. Unterstützung wird sowohl in Erhaltungsaktivitäten als auch in Vermarktungsfragen gewünscht. Die Ergebnisse bieten Ansatzpunkte, wie der Personenkreis in seinem Bemühen, einen Beitrag zur Erhaltung seltener Nutzpflanzen oder Nutztiere zu leisten, unterstützt werden kann.

Schlüsselworte: Agro-Biodiversität, biologische Vielfalt, Erhaltung, genetische Ressourcen, On Farm Management, Online-Befragung

* Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Institute of Market Analysis and Agricultural Trade Policy (MA), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany, josef.efken@vti.bund.de

Introduction

The introduction of scientific breeding methods in agricultural practice starts in the 19th Century in Germany, first in plant production and later on in animal husbandry (BDP 1987; Barth et al., 2004). The successful distribution of these new highly productive varieties and races led to a speedy drop in the traditional varieties or landraces used until then. Now, and for decades, agricultural practice concentrates on a few species and uses mainly modern commercial seeds and breeds. While agricultural production becomes less and less diverse, one can find an enormous range of food products in the supermarkets. But this diversity is fuelled to a large degree by imports from all over the world and additionally by the processing of a few agricultural raw materials into as many different products as possible. Thus, in sum, it is a deceptive diversity because the problem of loss of diversity is barely apparent in daily life in industrialised countries like Germany and doesn't affect producers or consumers directly, as it does perhaps in subsistence agriculture. As a result the topic engenders no direct pressure and, consequently, neither broad attention nor engagement (see also L. MAGGIONI, E. LIPMAN, 2009, PP. 8). Furthermore, in a study prepared on behalf of the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) on communication strategies for agricultural biodiversity, the difficulties tied to this topic were presented in detail. "Massive problems do not only occur in the semantic comprehension of the meaning of the term, but rather also in relation to the perception and acceptance as a socially relevant topic, as a national and supra-national problem, affecting not only policy and agricultural economics, but also private consumption." (Kleinhückelkotten et al., 2006, P. 68).

Against this background the question is: how to fulfil the obligations laid down in the Convention on Biological Diversity (CBD) and successive international and national regulations in Germany (BfN 2009, SCBD 2009).

The collection of samples in so-called gene banks is an inexpensive strategy (WBGU, 2000, P. 944) implemented both in Germany and internationally. But this form of conservation can only be realized to a certain extent in the realm of animals. Also the protected samples are decoupled from evolutionary processes (Ibisch et al., 1996, P. 188; WBGU, 2000, P. 92). It is further argued that a collection of samples is only a partial solution to the problem of a loss of diversity, since it is neither possible nor desirable to conserve total biological diversity *ex situ* (Hammer, Gladis, 1996). Moreover gene banks cannot solve the problem of a loss of agricultural diversity on farms or the diversity of food, and the related cultural diversity (Mooney, 1983). Here it is necessary to maintain and to plant and breed a huge variety of cultivated plants and animals for every-

day life (WBGU, 2000, P. 94). As a first step one can see the "On Farm Management" (OFM) of genetic resources (Hammer, 1999, P. 39). With this method, the genetic material is constantly exposed to current environmental conditions and breeding. In addition, OFM links agricultural and socio-cultural aspects since both local knowledge about cultivated plants or animals and all possible forms of use are obtained (see, i.e., Virchow, 1999, 38 f.). An important component of OFM is, besides the immediate maintenance of rare plants and animals, their use in crops and husbandry. In agriculture and horticulture, "use" means production for consumption. Thus, maintenance or even extension of the used agricultural plants and animals on a species- or race- or variety-level has an effect on the consumer because he is confronted with the theme agro-diversity and biodiversity in daily life. In summary, the re-introduction of rare cultivated plants and animals for use and marketing can be seen as a form of conservation in Germany and in industrialised countries in general.

How can this be placed on a solid base? Is it enough, for example, to rely on voluntary activity in the hope that a constantly adequate number of persons will be active in the area? Is it at all possible that OFM be carried out on a voluntary basis in all cases? Particularly the keeping of large animals (cattle, horses, pigs) is tied to considerable financial and time inputs. Specifically in these cases, but also as a basic question, a search for stable and above all sustainable conservation strategies is needed (DGfZ, 2003; Efken, 2005; Feldmann, 2002).

In Germany, no even near-to satisfactory overview is available of existing private activities to conserve genetic resources on farm (who maintains what, how many and how). Until now knowledge was limited to case studies (Becker et al., 2003) and publicly perceived activities as well as the few publicly known actors, companies and organizations. This stands in contrast to the higher information level with regard to the activities in public agencies such as the Gatersleben Gene Bank, the Julius Kühn Institute (German Federal Research Institute for Cultivated Plants) (JKI) and botanical gardens. Information can be found, for example, in the BIG, XGRDEU, ZEFOD databases [www.genres.de/genres_eng/index.htm].

On the political level it has been recognized that activity to maintain diversity must be strengthened (BMELV, 2007). How, however, can support be provided when only inadequate knowledge exists about the people currently involved in this field. Ultimately, due to inadequate information, the basis for descriptions and analysis of this group of persons is missing. Deficits, barriers, strengths and weaknesses, as well as strategies, can first be discussed when the level and form of conservation work becomes clear. This gap shall be closed with the help of a survey based on a questionnaire including information on both direct

conservation activities and information on motivation, obstacles, chances and opinions.

The survey was conceived as an online survey. With an online survey only minimal costs occur. A disadvantage of this method is that it excludes all those with no access to Internet, particularly older persons (AGOF, 2008). The questionnaire was made available via newsletters of various organisations engaged in the conservation of genetic resources to approximately 4000 households from the beginning of May to the end of August 2007. In this time, 1261 persons clicked on the questionnaire, 500 filled it out completely, and a total of 485 questionnaires flowed into the analysis.

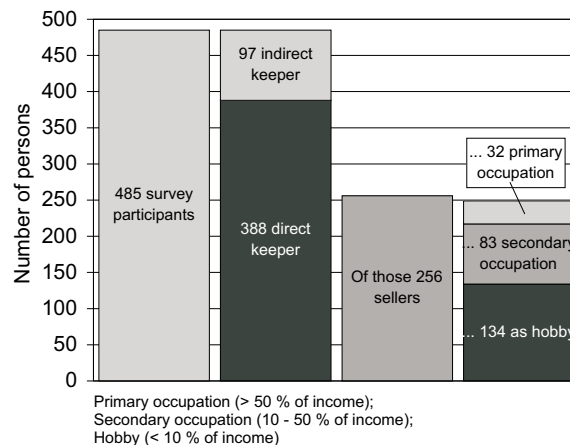
Demographic classification of the survey participants

About 60 percent of the participants were men, and accordingly 40 % women. The age of participants in the survey ranged between 10 and 80 years.. The age group between 30 and 60 years of age can be seen as the majority, set by 80 % of the participants. Here, one can not speak neither of an 'youth movement' nor of an aging group of participants. With regard to the educational situation, the profile of survey participants confirms the findings mentioned in other studies that a large affinity to the field of biological diversity exists in population groups with a higher educational level. The occupational situation of participants was also questioned in relation to its proximity to agriculture. In this survey, 60 % of the participants had a tie to agriculture, either because they own a full or part time farm or exercise a profession related to agriculture. Nonetheless, 70 % of the participants do not own a farm, but are still involved in the maintenance of rare animals or plants. Apparently this is not a field predominantly led by farmers. This is of high importance since agricultural support schemes (national as well as EU) are almost entirely related to farmers and thus a majority of actors in this field are excluded from existing public support possibilities.

Conservation activities and marketing

In the following, the concrete conservation of rare plants and animals is described in detail. Apparently the survey particularly addresses active animal and plant keepers, since 80 % of the participants actively keep rare plants or animals. Half of the participants are organized in supra regional associations or initiatives. In any case, 123 persons, or 23 % of the participants, are not linked to a club or initiative. Participants are very active in conservational activities since they invest more than 10 hours per week, meaning one quarter of the standard work week. Of the 388 persons who actively keep cultivated plants or animals, 256 persons market the products from their activi-

ties with plants, animals or products (Figure 1). For 54 % of the marketers this activity is a hobby, 33 % attain a significant part of their income from the activities, and for 13 % it is the main source of income.



Source: Efken (2010)

Figure 1:
Percentage of marketers and significance of marketing

The most important sales route is marketing via farm stores or similar outlets. Cooperation with trade partners and other marketing forms play a less important role. But the sellers, for whom this is more than a hobby, sell much more frequently to gastronomy, retailers and wholesalers. Only a scant 15 % of those who marketed their wares had no interest in increasing their marketing. Mostly limited resources (time, capital, equipment, land) were cited as obstacles to expansion. Legal obstacles were also of importance, as were a lack of co-workers. In contrast, inadequate demand was seldom a problem, but rather fluctuation in demand. This is in line with information with several representatives of relevant organisations and an important, albeit rough, indication about the market potential of 'diversity products'.

Conservation of rare plants and farm animals

90 % of the people who took part in the survey are animal keepers or plant cultivators and 80 % of the participants actively keep rare plants or animals. Of the latter, 42 % keep both animals and plants and 23 % cultivate only plants and 35 % keep only animals. In sum, the data show that survey participants who maintain rare plants and/or farm animals like to have diversity 'on farm' because most of them keep different species and often of plants as well as animals. As Table 1 shows, OFM nevertheless plays a really marginal role compared to the general agriculture in Germany.

Table 1:
Scale of OFM of the participants of the survey

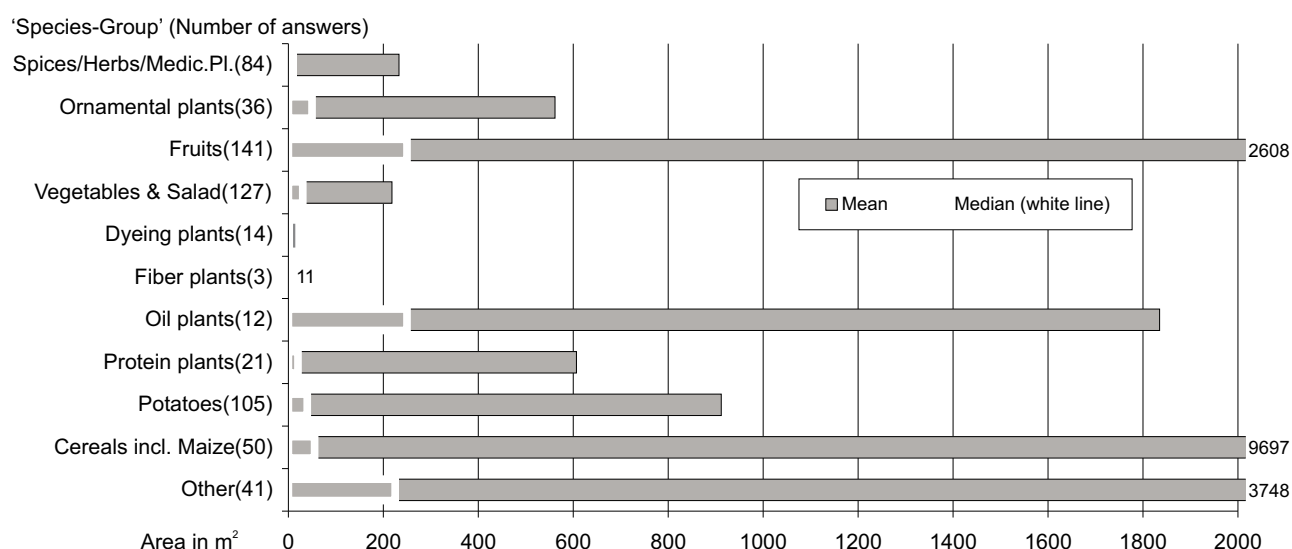
Species	Keepers	Head	Species	Keepers	m ²
Dogs	71	148	Fiber plants	3	15
Turkeys	25	158	Dyeing plants	14	142
Colonies of bees	20	183	Protein plants	21	1 2139
Horses	65	264	Ornamental plants	36	1 9093
Ducks	46	402	Spices/Herbs/Medic.Pl.	84	1 9561
Geese	51	456	Oil plants	12	2 2020
Goats	64	868	Vegetables & Salad	127	2 7741
Rabbits	72	1 062	Potatoes	105	9 5704
Pigs	66	1 128	Fruits	141	33 6454
Cattle	54	1 543	Cereals incl. Maize	50	46 5433
Chicken	141	3 189	Other	41	6 7475
Sheep	141	6 950			
Other	73	140			
Sum	252	16 491	Sum	294	106 5777

Source: Efken (2010)

252 persons (52 %) grow rare cultivated plants. The emphasis is, on the one hand, on typical garden plants which only use a minimal amount of land, and the other on arable cultures. The selection possibility "Other, namely ____" was chosen 40 times. Particularly fodder plants, wild vegetables, wild fruit and wild herbs as well as individual special plants were mentioned. It is conspicuous that in regard to the average land area used, a small group of persons uses a relatively large amount of land, so that the mean is very strongly above the median (see Figure 2). In the median, half of the participants use less land and

half of the participants more land. More or less all species and varieties show this skewed distribution.

Vegetables, herbs, decorative plants and fruits are often combined. This ultimately reflects the common practice of horticulture, at least in the case of private gardens. Reasons for this are crop rotation restrictions and the various seeding and harvest time points for the cultures as well as the relative simplicity of the cropping for various cultivated plants. In conservation many different varieties of one species are planted: there is no concentration of one variety, rather the contrary holds true, on average mostly 5 to 35



Source: Efken (2010)

Figure 2:
Average and median land area used to plant rare cultivated plants

varieties are used. Just as with the average amount of land area used, the number of varieties kept per individual can vary greatly, sometimes causing misleading distribution figures.

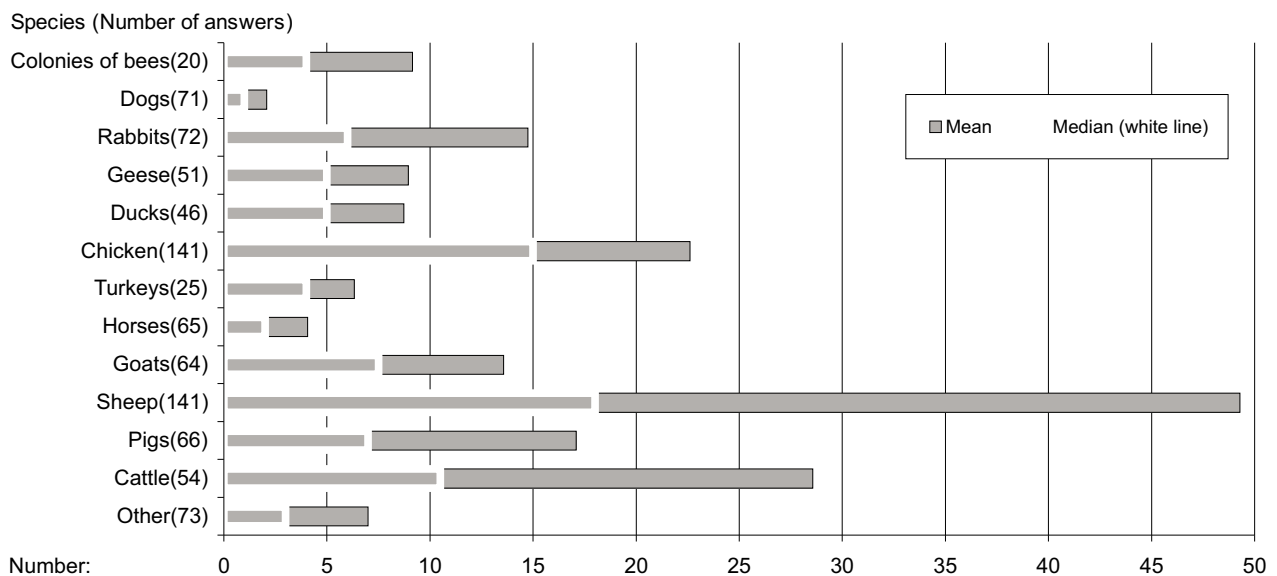
294 participants keep rare breeds. Sheep, cattle, poultry, goats and pigs are most frequently kept (Figure 3). Surprisingly many more keepers were likely to hold larger animals. This fact becomes clear when considering that participants with farms keep larger numbers of large animals. In comparison to the analysis of cropping of rare plants, it is evident that the difference between the average and median are not that great. In other words, individuals keeping animals tend to keep similar numbers of each species. Under the rubric "Other, namely..." 72 participants gave additional information. A total of 31 cats, 19 mules, and 13 different decorative birds as well as exotic species were mentioned. This information highlights in an impres-

The median is "one" throughout, meaning that always at least half of the keepers keep just one rare breed of one species. This result is clearly different from that for rare plants. Apparently the keeping of animals is linked to so much more work than the plants, that people keeping a multiplicity of rare breeds tend to be overwhelmed.

Both the information on rare plants, as well as on rare animals, indicate that the majority of the direct conservers do this on a really small scale while few persons maintain a wide range of species, varieties and races respectively.

Opinions of the participants

Besides information about the practical conservation activities, it is important to know why persons are engaged and what their opinions are. The results presented in Table 2 show a relatively clear pattern of perspectives



Source: Efken (2010)

Figure 3:
Average and median numbers of rare animals kept

sive way the need for coordinated action and strategies to clarify what makes sense for conservation and what is no more than a personal hobby without an impact on agro biodiversity/biodiversity.

In addition to the number of rare animals kept, the number of species and races held in each case is also of interest. Half of those keeping rare animals do this with one or two species. Anyhow, almost half of the conservers keep between three and ten species. In husbandry the races level reflects the diversity or rather here the extent of the conservation activity within one species. Frequently more than one race is kept. In particular in cattle, sheep and chickens, an average of more than two races are kept.

on the part of the participants. Over 90 % of those surveyed prefer organically directed agriculture and support stronger state support for organic farming. Unanimous support was voiced that the government should do more for the conservation of biological diversity. At first glance this will probably not surprise anyone. Under the rightful assumption that the circle of participants is comprised primarily of experts, the current government activities in this field however were judged poorly. The statement on the high level of state control on seeds and varieties and the explicitly provocative statement on the public support of established breeding, in particular through the use of provocative words "large breeders" and above all "big busi-

Table 2:

Evaluation of agriculture and the protection of genetic resources of the survey participants

Question	n	Ans.	μ	σ	Not at all true		Completely true		Don't know																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					1	1.5	2	2.5		3	3.5	4	(5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1) Organic farming is clearly preferable to conventional agriculture	485	475	3.6	0.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Source: Efken (2010)

nesses" should filter out to what extent the participants see themselves as an opposition movement and in how far institutional framework conditions are perceived as the cause of poorly developed situations. Both statements tended to be completely accepted by the participants.

In how far marketing activities can be seen as an unavoidable problem or as a natural part of the conservation of rare plants and animals should be clarified with another block of statements (Table 3). The sale of products from conservational activities is very strongly supported, there is no resentment against a commercialization of the conservational activity. The assessment of the economic sustainability of direct conservational work is rather modest. On average, participants assess the economic perspectives in the conservation of rare plants or animals favourable to only a limited extent. However, the participants appear to be convinced of the attractiveness of the products to be won from rare plants and animals.

At the end of the questionnaire, participants had the chance to express their reasons for conserving rare plants or animals into their own words. A total of 380 persons, or 80 % of the participants took advantage of this opportunity. Statements similar in content were summarized (Figure 4). The frequency of the responses gives no exact

information on the number of participants since in the answers often multiple topics were addressed, thus partial answers are considered in two or three topic areas.

Besides the dominant topic 'conservation of diversity,' conservation of cultural diversity as well as diversity of treatment were frequently mentioned reasons. Participants also see their activities as a contribution to conservation of cultural aspects. One reason stated relatively often for the conservational activities was that in contrast to modern bred varieties and species, healthier and more robust plants and animals were dealt with here. It is worthwhile to point out that the topic "self realization" was also a significant topic. It was mentioned directly or expressed in the form of "pleasure in the activity" or "personal meaning." These aspects should be considered not only in public support to expand engagement for genetic resources but also concerning promotion strategies towards consumers and consumption. In other words: Diversity of agricultural genetic resources and of food are more than an obligation of society and every individual, diversity is a way to improve public and even personal welfare.

Table 3:

Attitudes towards the sale of products from conservation activities of the survey participants

Question	n	Ans.	μ	σ	Not at all true		Completely true		Don't know																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
					$\longleftrightarrow$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					1	1.5	2	2.5		3	3.5	4	(5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1) Whoever can earn money with rare cultivated plants and animals should certainly do it	485	476	3.6	0.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Source: Efken (2010)

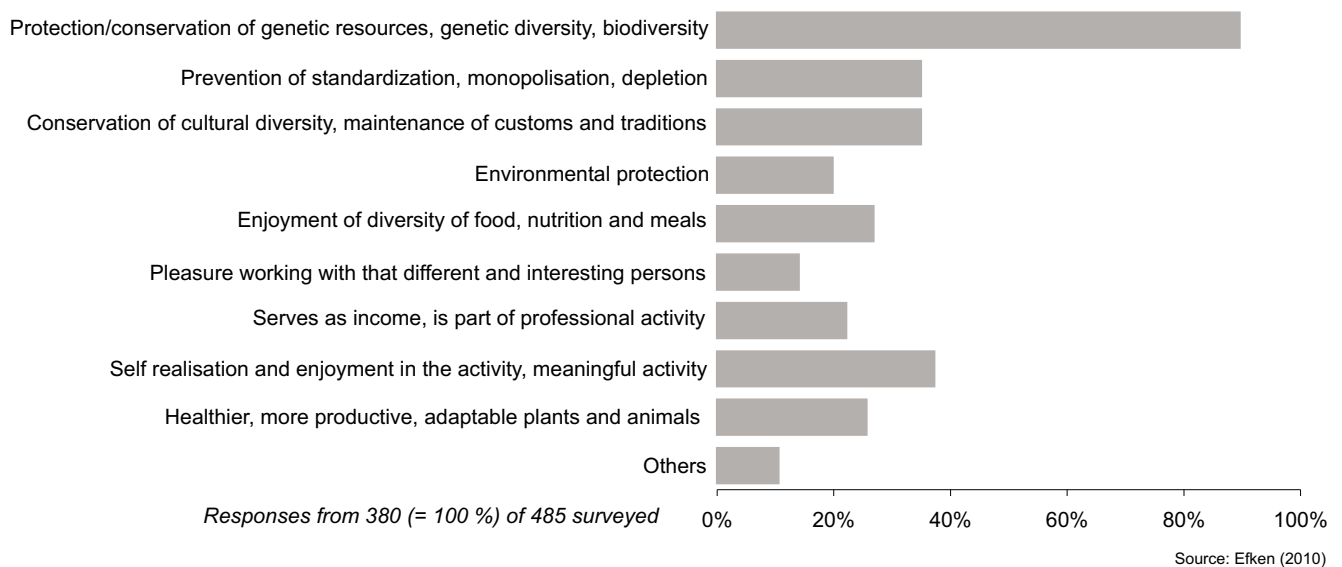


Figure 4:

Frequency of mentions of a topic in the answering of a question „I am involved with the conservation of rare plants or animals because“

Competencies and deficits in the conservational activities

Also asked were the areas in which the survey participants possess adequate abilities or in which they desire support (Figure 5). Adequate abilities existed, as expected, above all in the direct conservational activities breeding, husbandry and growing of rare animals. In contrast, the results for rare cultivated plants were surprising: only ¼ of the active conservers had adequate competence in the breeding conservation of rare plants according to their

own information. Here a significant deficit became apparent, since this ability is the core of the OFM. Particularly conspicuous is also the overall low level of available competencies, which only exceeded the 50 % level in a few cases. Interesting are especially the relatively low quotas of available competencies in the areas important for the sale of products (sales, marketing, production of products and making connections). Accordingly participants chiefly voiced interest in topics related to marketing. Additional support is also desired in the field of financing and procuring public support.

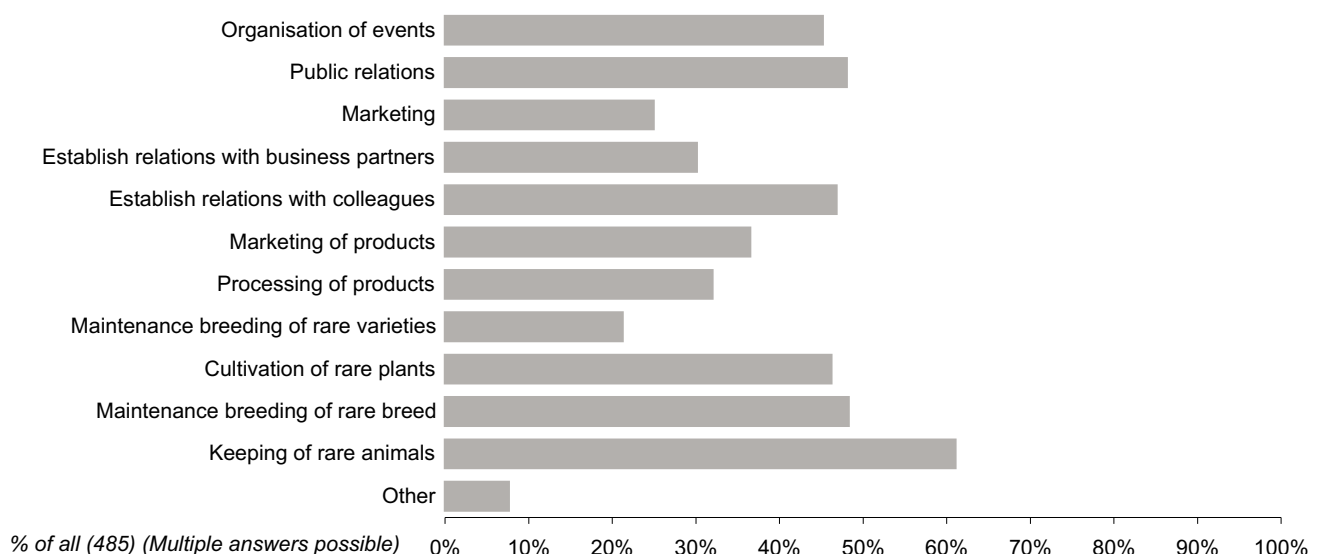


Figure 5:

Areas in which adequate competencies are available

Source: Efken (2010)

Concluding remarks

Agricultural practice in Germany has concentrated for decades on only a few species and modern commercial seeds and breeds. But consumers perceive no obvious lack of diversity, because a broad range of processed products are available from the same raw materials. Against this background it can be observed that only a small group within society is engaged in maintaining agro biodiversity and OFM. No overview existed until now about OFM in Germany and the extent of the conservation activities conducted as well as the motivation. Without this information public support and promotion strategies could hardly be established in a targeted and target group oriented manner. An online survey obtained detailed information in this area.

The main age group engaged in conservation of genetic resources is between 30 and 60 years of age. They have an above average educational level. Important to note that 70 % of those surveyed do not own a farm. Accordingly OFM is a small scale activity, often carried out in private gardens and households. This should have consequences for support strategies because farmer-oriented agricultural policies obviously do not meet the target group.

Direct maintenance is characterised through diversity: many species plus different varieties and races are maintained. Nevertheless it is quite unclear whether all these activities serve to protect genetic resources or are no more than a personal interest in some special plants or animals without an impact on protection of agro biodiversity. Strategies also need to give an answer in this direction. This gains importance since many feel they lack adequate ability concerning maintenance breeding (especially with plants). Here support is strongly needed.

With regard to the opinions, persons involved showed a significant preference for organic farming and a critical opinion of conventional plant breeding, seed law and plant variety law. They interpret themselves as alternative concerning sustainable agriculture. There is a lack of support for the conservation of genetic resources according to the opinion of those surveyed. However, on the other hand, the organisational structure in this area in Germany is only poorly evolved so that lobbying activities are still underdeveloped.

The option of use, consumption or marketing for conservation was judged strongly positive. Less positively rated was the actual economic potential of products from the maintenance activities. Accordingly, a lack of abilities, primarily in the relevant marketing areas, is seen. Until now policies in this area are neither market oriented nor consumer oriented. Since the consumer and market developments are primarily responsible for the decline of agro biodiversity – at least in countries like Germany – there is a

need to react on this level too. There is a need for support and the implementation of strategies concerning marketing activities in order to connect agro biodiversity with the general public via markets and consumption.

An interesting result of the study is that people engaged in protecting genetic resources highlight clearly, that they find pleasure in their activities and the consumption of the products they obtain. The protection of genetic resources and agro biodiversity was hardly perceived as a burden or hardship. Thus a stronger accentuation of the positive effects of agro biodiversity on personal well being besides the frequently mentioned effects on the environment and general public should be part of strategies.

References

- AGOF, Arbeitsgemeinschaft Online-Forschung (2008) internet facts 2007-IV [online]. Zu finden in <<http://www.agof.de/internet-facts-2007-iv.download.03f2f10672c5956bbae961f31c838486.zip>> [zitiert am 27.01.2010]
- Barth R, Bilz M, Brauner R, Clausen J, Dross M, Heineke C, Idel A, Isele J, Kohlschütter N, Mathes M, Meyer A, Petschow U, Walter S, Vögel R, Wissen M, Wolff F, Wunderlich U (2004a) Kapitel 8: Fallstudie Huhn [online]. Zu finden in <<http://www.agrobiodiversitaet.net/download/8Huehnerfall1.pdf>> [zitiert am 29.01.2010]
- Barth R, Bilz M, Brauner R, Clausen J, Dross M, Heineke C, Idel A, Isele J, Kohlschütter N, Mathes M, Meyer A, Petschow U, Walter S, Vögel R, Wissen M, Wolff F, Wunderlich U (2004a) Kapitel 9 : Fallstudie Schwein [online]. Zu finden in <<http://www.agrobiodiversitaet.net/download/9Schweinefall1.pdf>> [zitiert am 29.01.2010]
- Barth R, Bilz M, Brauner R, Clausen J, Dross M, Heineke C, Idel A, Isele J, Kohlschütter N, Mathes M, Meyer A, Petschow U, Walter S, Vögel R, Wissen M, Wolff F, Wunderlich U (2004a) Kapitel 10 : Fallstudie Rind [online]. Zu finden in <<http://www.agrobiodiversitaet.net/download/10Rinderfall.pdf?PHPSESSID=297ea9a8b55d8f81fd6192f21d2c75f9&PHPSESSID=589cc68c92905bfc112bb6180e9ba43d&PHPSESSID=df4ea016bf2e23c2e02c172c05ecfa7a>> [zitiert am 29.01.2010]
- Bundesamt für Naturschutz (2009) Welcome to the Clearing-House Mechanism (CHM) Germany [online]. Zu finden in <<http://www.biodiv-chm.de/>> [zitiert am 27.01.2010]
- BDP, Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter (1987) Landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung in Deutschland : Geschichte, Gegenwart und Ausblick. Gelsenkirchen-Buer : Mann, 256 p
- Becker HC, Bergmann H, Jantsch P, Marggraf R (2003) Darstellung und Analyse von Konzepten des On-farm-Managements pflanzengenetischer Ressourcen unter besonderer Berücksichtigung der ökonomischen Rahmenbedingungen in Deutschland : Studie für das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft [online]. Zu finden in <<http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/y/2003/becker/on-farm-management.pdf>> [zitiert am 27.01.2010]
- BMELV, German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (2007) Biodiversity : protection through use [online]. Zu finden in <http://www.bmelv.de/cln_154/SharedDocs/Standardartikel/EN/Agriculture/ClimateEnvironment/Biodiversity.html?nn=313234> [zitiert am 27.02.2010]
- Clausen J, Walter S (2004) Marktsituation und Anreizstrukturen für Produkte aus seltenen Nutzpflanzen oder Nutztierassen [online]. Zu finden in <<http://www.agrobiodiversitaet.net/download/5Marktstrukturen.pdf?PHPSESSID=297ea9a8b55d8f81fd6192f21d2c75f9&PHPSESSID=589cc68c92905bfc112bb6180e9ba43d&PHPSESSID=df4ea016bf2e23c2e02c172c05ecfa7a>> [zitiert am 29.01.2010]
- Petschow U (ed) : Inst Ökol Wirtschaftsforschung Convention on Biological Diversity (2009) The convention on biological diversity [online]. Zu finden in <<http://www.cbd.int/convention/>> [zitiert am 27.01.2010]

- Dannenberg M, Barthel S (2002) Effiziente Marktforschung. Bonn, Galileo Press, 329 p
- DGfZ, Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde, Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (2007) Animal genetic resources in Germany : national programme for conservation and sustainable use, recent activities and achievements [online]. Zu finden in <http://www.genres.de/downloads/publikationen/national_programme_tgr_eng.pdf> [zitiert am 27.01.2010]
- Efken J (1998) Der Getreidesaatgutmarkt in Deutschland : Analyse und Beurteilung anhand des erweiterten Struktur-Verhalten-Leistung-Ansatzes. Bergen/Dumme : Agrimedia, 383 p, Agrarwirtschaft : SH 159,
- Efken J (2005) On-farm-Management in Deutschland - Funktion, Gestaltung und Strategie. *Schr Genet Ressourcen* 25:1-12
- Feldmann A (2002) Alte und gefährdete Haustierrassen bieten Chancen in der Vermarktung. *Schr Genet Ressourcen* 17:129-137
- Frankel O, Bennett E (1970) Genetic resources in plants : their exploration and conservation. Oxford : Sci Publ, 554 p
- Hammer K (1999) Agrarbiodiversität und pflanzengenetische Ressourcen : Herausforderung und Lösungsansatz. Bonn : ZADI. *Schr Genet Ressourcen* 10
- Hammer K, Gladis T (1996) Funktionen der Genbank des IPK Gatersleben bei der In-situ-Erhaltung on farm. *Schr Genet Ressourcen* 2:83-89
- Ibisch P, Barthlott W, Lobin W (1996) Botanische Gärten und In-situ-Erhaltung pflanzengenetischer Diversität: ein Widerspruch? *Schr Genet Ressourcen* 2:177-199
- Kleinhüchelkotten S, Wippermann C, Behrendt D, Fiedrich G, Schürzer de Magalhaes I, Klär K, Wippermann K (2006) Kommunikation zur Agro-Biodiversität : Voraussetzungen für und Anforderungen an eine integrierte Kommunikationsstrategie zu biologischer Vielfalt und genetischen Ressourcen in der Land-, Forst-, Fischerei- und Ernährungswirtschaft (einschließlich Gartenbau) [online]. Zu finden in <http://www.ecolog-institut.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Kommunikation/ECOLOG_Sinus_2006_Kommunikation_AgroBioDiv.pdf> [zitiert am 27.02.2010]
- Maggioni L, Lipman E (2009) Report of a task force on on-farm conservation and management [online]. Zu finden in <<http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/1320.pdf>> [zitiert am 27.01.2010]
- Mooney PR (1983) The law of the seed : another development and plant genetic resources. Uppsala : Dag Hammarskjöld Centre, Development dialogue 12
- Spiller A, Schulze B, Zühlsdorf A, Staack T (2004) Gefährdete Tierrassen und Pflanzensorten : Vermarktung außerhalb der Marktnische. Expertise für das Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung
- Virchow D (1999) Conservation of genetic resources : costs and implications for a sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture. Berlin : Springer, 243 p
- WBGU, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2000) Welt im Wandel : Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre ; Jahresgutachten 1999. Berlin : Springer, 482 p

Influence of sulfur fertilization on floral scent patterns of crops in full bloom

Elke Bloem*, Silvia Haneklaus*, Rolf Daniels** and Ewald Schnug*

Abstract

Regularly, macroscopic sulfur deficiency can be found in oilseed rape on production fields. Severe sulfur deficiency causes unique flower symptoms with changes in colour from bright to pale yellow and modifications in shape and size of the petals. Less known is the fact that sulfur deficiency alters the scent of flowers. It was shown in previous studies that this has severe implications for pollinating insects such as honeybees. So far no studies exist, which investigated the influence of the sulfur nutritional status on the emission of volatiles by other agricultural plants during flowering. In the present study the influence of the sulfur supply on the floral scent of crops with (white mustard, oil radish) and without sulfur-containing secondary compounds (chamomile, field beans, and peas) was determined. The plant sulfur status was monitored at the start of main growth and the volatile emissions of flowers were characterized three times during main flowering by employing an electronic nose. Sulfur fertilization increased the sulfur content in leaves and flowers of all crops. Significant differences in the emission of volatiles in relation to sulfur fertilization were determined at least at one sampling date for all investigated crops except white mustard. It was possible to distinguish floral scent patterns of beans from peas and chamomile, and that of peas from chamomile and white mustard. Moreover it was possible to discriminate the floral scent of the two glucosinolate-containing crops white mustard and oil radish, too.

Keywords: *chamomile, e-nose, Faba beans, floral scent, mustard, oil radish, peas, sulfur*

Zusammenfassung

Einfluss der Schwefeldüngung auf das Blütenduftmuster von Kulturpflanzen während der Hauptblüte

Akuter Schwefelmangel an Raps kann regelmäßig auf landwirtschaftlichen Flächen beobachtet werden. Bei makroskopisch sichtbarem Schwefelmangel treten einzigartige Symptome an den Blüten von Raps auf wie zum Beispiel ein Farbwechsel von leuchtend-gelb zu weißlich sowie Blütenblattdeformationen in Größe und Form. Weniger bekannt ist, dass Schwefelmangel den Blütenduft verändert. In vorherigen Untersuchungen wurde gezeigt, dass diese Veränderungen einen nachhaltigen Einfluss auf die Bestäubung durch nützliche Insekten wie die Honigbiene haben. Bislang liegen keine weiteren Studien zur Emission gasförmiger Verbindungen von Kulturpflanzen in Abhängigkeit von der Schwefelversorgung während der Blüte vor. In der vorliegenden Studie wurde der Blütenduft von Kulturpflanzen mit (Weißer Senf, Ölrettich) und ohne schwefelhaltige Sekundärstoffwechselprodukte (Kamille, Faba-Bohnen, Erbsen) untersucht. Der Schwefelversorgungsgrad der Pflanzen wurde zur Hauptwachstumsphase bestimmt und die Muster der Emission gasförmiger Verbindungen durch die Blüten mittels Elektronischer Nase zu drei unterschiedlichen Terminen während der Hauptblüte erfasst. Die Schwefeldüngung erhöhte deutlich den Schwefelgehalt in Blättern und Blüten sämtlicher Kulturen. Die Schwefelzufuhr übte einen signifikanten Einfluss auf die Emission gasförmiger Verbindungen aller Kulturen mit Ausnahme des Weißen Senfs an zumindest einem Beprobungstermin aus. Mit Hilfe der Elektronischen Nase konnte der Blütenduft von Bohne und Erbse beziehungsweise Kamille sowie Erbse und Kamille beziehungsweise Senf klar voneinander unterschieden werden. Auch der Duft der beiden glucosinolathaltigen Kulturen Senf und Ölrettich ließ sich eindeutig von einander unterscheiden.

Schlüsselwörter: *Ackerbohne, Blütenduft, Elektronische Nase, Erbse, Kamille, Ölrettich, Schwefel, Weißer Senf*

* Julius Kühn-Institut (JKI), Institute for Crop and Soil Science, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany; elke.bloem@jki.bund.de

** Eberhard Karls Universität Tübingen, Pharmaceutical Institute, Auf der Morgenstelle 8, D-72076 Tübingen, Germany; Rolf.Daniels@uni-tuebingen.de

Introduction

The scent of flowers is produced by a multitude of different chemical compounds. More than 700 metabolites have been identified in the volatiles of 60 different plant families (Knudsen et al., 1993). In volatiles of oilseed rape 34 different compounds were determined (Tollsten and Bergström, 1988; Robertson et al., 1993; McEwan and Smith, 1998). It is hardly feasible to quantify changes in the concentration of all known metabolites in relation to sulfur (S) supply and crop species so that an electric nose system seems a promising approach to determine complex modifications due to variations in the S supply and to deliver results on basic differences between crop species.

Macroscopic S deficiency causes characteristic symptoms in all vegetative plant parts of *Brassica* crops (Haneklaus et al., 2006). During flowering of oilseed rape a change in color, often together with modifications in size and shape of the petals can be observed (Schnug and Haneklaus, 1994). Besides these phenological changes S deficiency causes also changes in the release of volatiles by oilseed rape flowers (Haneklaus et al., 2007; 2009).

In glucosinolate-containing crops such as *Brassica rapa* nitriles and isothiocyanates, which are degradation products from glucosinolates were found in the floral scent in large quantities (Omura et al., 1999). Previous studies have shown that the S supply increases significantly the glucosinolate content in vegetative plant parts, seeds and petals of oilseed rape and other *Brassica* (Schnug, 1993; He, 1999). Thus it may be assumed that the S nutritional status affects the composition of the scent of glucosinolate-containing crops such as *Brassica*.

Honeybees are attracted by scent, color and form of the honey-bearing plants, but it is the scent, which is the fastest and strongest signal for pollen and nectar (Menzel et al., 1993). Morphological changes and modifications in the pattern of volatiles in relation to S fertilization have been described for oilseed rape, but it is most likely the striking resemblance of a pollinated and fading rapeseed flower with an unpollinated, S-deficient one, which makes them less attractive to honey bees (Schnug and Haneklaus, 1994 and 2005; Haneklaus et al., 2007).

S fertilization influenced the infestation of winter oilseed rape with pests; obviously a higher S supply favored specialist insects (Haneklaus et al., 2008 and 2009). So far, no data exist about the influence of the S supply on the release of volatiles by agricultural plants during flowering though they might be an indicator for the infestation of crops by pests.

Electric nose (e-nose) systems can discriminate a wide range of different scents and are suitable for different research purposes. Traditionally e-nose systems have been used to distinguish differences in aroma and quality of

a product as for instance vegetables and fruits (Broda, 2000), spicery (Madsen and Grypa, 2000), wine (Martin et al., 2008), beer, tobacco, coffee and cosmetic products (Bartlett et al., 1997). In food and cosmetic industries a consistent quality, odor and taste is highly important and e-nose systems are a fast, cheap and reproducible possibility to transform complex mixtures of headspace volatiles into electrical responses that characterize the headspace (Sinesio et al., 2000) for the control of the product quality. Other applications of e-nose systems imply the detection of toxic or malodorous odors from landfill sites and industries, the detection of mine fields or bombs in military areas, and in medicine for the diagnosis of diseases (Hatt and Dee, 2009). In the agricultural sector, Laothawornkitkul et al. (2008) demonstrated the potential use of e-nose technology as a real-time pest and disease monitoring system in agriculture.

It was the aim of the present study to determine the influence of S fertilization on the floral scent of different crops and to investigate if patterns in the release of volatiles by flowers of different plant species can be distinguished.

Materials and Methods

In 2008, a field trial was conducted at the experimental station of the Julius Kühn-Institute (JKI) in Braunschweig (E 10°27', N 52°18'). The climate is temperate and characterized by frequent changes in temperature, humidity, and winds. The soil type is a Cambisol with a loamy sand soil texture (6.5 % clay; 47 % sand) with a low water retention capacity and a high leaching rate. The soil pH value was 5.5.

Five different crops: white mustard (*Sinapis alba*), oil radish (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*), chamomile (*Matricaria chamomilla*), field beans (*Vicia faba*) and peas (*Pisum sativum*) were grown in plots each with a size of 288 m². Plots were split in half and were fertilized with 100 kg S ha⁻¹ as ammonium sulphate nitrate (+S) which was applied in two equal doses of 50 kg ha⁻¹ at sowing and at the start of the main growth. The other half of the plot received no S (-S). Nitrogen was fertilized at the following rates: white mustard and oil radish: 100 kg ha⁻¹ N; chamomile, field beans and peas: 30 kg ha⁻¹ N. Potassium was applied at an equal rate of 115 kg ha⁻¹ K.

Samples were taken at geo-referenced sampling locations in an area of about 1 to 2 m² around the sampling point (Figure 1). Younger, fully differentiated leaves were sampled in each plot at the start of the main vegetative growth in fourfold repetition for mineral analysis (Figure 1). During full blooming flowers were taken in each plot on three different days to investigate the S status and the scent of flowers. Unpollinated flowers were cut at the

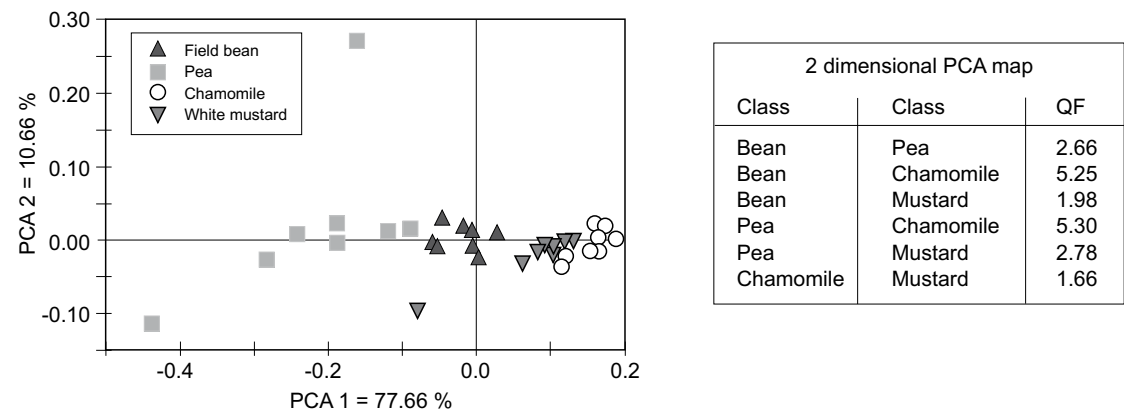


Figure 2: Two-dimensional PCA plot for headspace volatiles from flowers of peas, beans, chamomile and mustard sampled on 27th June 2008 (data include measurements for -S and +S treatments)

The total S content in leaves of all crops proved to be sufficiently high for producing maximum yields (Haneklaus et al., 2006). Based on the studies of Brauer (2007) a distinct effect of a change in the S nutritional status on the emission of volatiles by flowers was expected when going from sufficiency to excess, too.

In comparison to GC-MS analysis, which is used to analyze individual components quantitatively, the e-nose determines changes in the spectrum of several compounds and thus works qualitatively. The advantages of the determination by e-nose are that a high number of samples can be easily and fast analyzed and the costs per sample are low. A major disadvantage is that it is not possible to quantify the concentration of individual components.

In a first attempt the scent of different flowers was compared (Figure 2) to test the suitability of the e-nose measurement for the characterization of flower scent. Paillan-Legue (1987) showed that climatic factors such as

air temperature have a strong effect on the results of the e-nose measurement. Therefore all flowers were sampled and measured on the same day (Figure 2) so that any change of climatic factors had no impact on the results obtained. PCA of the sensor data was performed and the calculation of so-called quality factors (QF) revealed statistically significant differences (Figure 2).

Groups are significantly different from each other when QF's higher than 2 were determined. QF's were determined between crops and on different days in relation to the S supply, each on basis of four replicate measurements per plot. The results of the e-nose measurements revealed significant differences in the patterns of volatiles between crops (Figure 2) and in relation to the S supply (Figure 3).

The data in Figure 2 reveal further that beans and peas, beans and chamomile, peas and chamomile and peas and mustard can be discriminated by their scent irrespective of the S supply as results of both treatments were included in

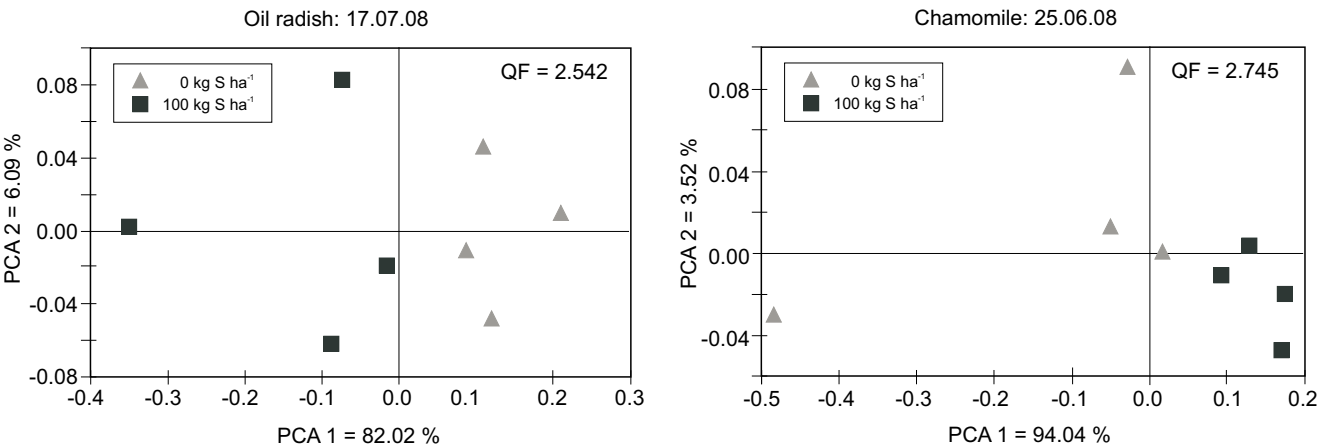


Figure 3: Two-dimensional PCA plot for headspace volatiles from oil radish and chamomile flowers in relation to S application.

the data set. In comparison it was not possible to discriminate mustard and beans and mustard and chamomile by their release of volatiles on that particular day. A differentiation between -S and +S plots delivered the same result. This finding suggests that plants synthesizing secondary S-containing metabolites such as mustard do not necessarily show a different pattern in scent, which can be detected by e-nose. Interestingly to note is the fact that it was possible to discriminate the scent of the two legume crops. Similar results were determined for different pairs of crops at the other sampling dates and the two glucosinolate-containing crops white mustard and oil radish were discriminated by their scent, too.

In Figure 3 the influence of S fertilization on the release of volatiles is shown for oil radish and chamomile. These crops were selected exemplary because of their significant response to S fertilization (Table 1). The results clearly reveal that S fertilization and the S nutritional status of the crop significantly influenced the release of volatiles by flowers so that it was possible to distinguish between the +S and -S treatment of both crops.

A weak, however, significant linear correlation was found between the total S content in flowers (X) of oil radish and the resistance (dR/R) of all 32 sensors ($Y = 0.405X - 0.13$; $r^2 = 66.3\%$ for the medium resistance of all 32 sensors). This indicates that the intensity of the scent was related to the S status of the plant.

Abbey et al. (2005) studied the impact of S fertilization on the emission of volatiles by different genotypes of spring onions employing an e-nose. S fertilization proved

to have a significant effect, while it was not possible to distinguish between all genotypes.

Global radiation and temperature are the most important climatic factors influencing the scent of crops (Brauer, 2007; Paillan-Legue, 1987). Accordingly the QF's varied strongly for one crop species between sampling dates (Table 2). Under unfavorable climatic conditions, it seems generally difficult to unfold treatment effects. Even under controlled greenhouse conditions variations of climatic factors had a strong effect on the release of volatiles and masked the S effect (Brauer, 2007). Thus it can be concluded that single e-nose measurements might not reveal the true impact of S fertilization and crop type on the release of volatiles.

White mustard proved to be the only crop for which at none of the sampling dates significant differences between -S and +S treatment were found (Table 2). The fact that the S supply in the control plots was in the sufficiency range (Haneklaus et al., 2006) might have blurred a treatment effect, which may exist when going from deficiency to sufficiency range. In general, the S supply of all crops in the control plots was sufficient for maximum productivity so that the question remains open how severe, macroscopic S deficiency will affect the release of volatiles.

From agro-environmental point of view the significance of changes in the floral scent, which were determined between crops and in dependence on the S supply in this study, for the pollination by insects, and the infestation with pests remains open. In the presented field experiment a higher abundance of butterflies of the genus *Pieris* was

Table 2:

Influence of S fertilization on patterns of volatiles, expressed by quality factors (QF), emitted by flowers of different crops at different sampling dates

Plant	Date	Temperature [°C]		Global radiation [J cm ⁻²]	QF
		Mean	Maximum		
Glucosinolate-containing crops					
White mustard (<i>Sinapis alba</i>)	26.06.08	18.5	23.2	2623	1.260
	27.06.08	16.3	20.2	1291	1.614
	01.07.08	20.0	27.1	2869	1.634
Oil radish (<i>Raphanus sativus</i> Var. <i>oleiformis</i>)	01.07.08	20.0	27.1	2869	2.149
	07.07.08	16.7	22.2	2030	1.480
	17.07.08	14.6	19.1	1430	2.542
Glucosinolate-free crops					
Chamomile (<i>Matricaria chamomilla</i>)	25.06.08	19.1	24.2	1579	2.745
	26.06.08	18.5	23.2	2623	2.081
	27.06.08	16.3	20.2	1291	0.832
Field beans (<i>Vicia faba</i>)	18.06.08	17.8	23.7	2534	2.122
	25.06.08	19.1	24.2	1579	0.753
	27.06.08	16.3	20.2	1291	1.970
Pea (<i>Pisum sativum</i>)	25.06.08	19.1	24.2	1579	1.170
	26.06.08	18.5	23.2	2623	2.848
	27.06.08	16.3	20.2	1291	1.391

counted in plots of white mustard and oil radish, which received S fertilization. This observation is in agreement with the studies of Haneklaus et al. (2008, 2009), which showed that S fertilization, resulted in a higher population of specialist insects in oilseed rape. Last, but not least the significance of the S supply for pollination by modifying intensity and pattern of volatiles emitted by plants might be worth to examine if crop productivity depends on cross-pollination, and here on a scale from severe S deficiency to excessive S supply.

References

- Abbey L, Joyce DC, Aled J, Smith B (2005) Evaluation of eight spring onion genotypes, sulphur nutrition and soil-type effects with an electronic nose. *J Hort Sci Biotechnol* 80:375-381
- AromaScan (1995) Handbuch zum AromaScan A32S. Sprockhövel : Axel Semrau
- Bartlett PN, Elliot JM, Gardner JW (1997) Electronic noses and their application in the food industry. *Food Technol* 51:44-48
- Bloem E, Haneklaus S, Salac I, Wickenhäuser P, Schnug E (2007) Facts and fiction about sulphur metabolism in relation to plant-pathogen interactions. *J Plant Biol* 9(6):596-607
- Brauer AU (2007) Einfluss der Schwefelversorgung auf morphologische und physiologische Parameter von Rapsblüten (*Brassica napus* L.) und deren Wirkung auf das Verhalten von Honigbienen (*Apis mellifera* L.). Tönning : Der Andere Verl, 130 p
- Broda S (2000) Einsatz eines chemosensorischen Systems zur Bestimmung der Aromaqualität von Möhre und Petersilie. München : Utz, 176 p
- Haneklaus S, Bloem E, Aljml F, Buechs W, Schnug E (2009) Influence of sulfur fertilization on the insect inventory in oilseed rape during the vegetation period. In: Sirko A, De Kok LJ, Haneklaus S, Hawkesford MJ, Rennenberg H, Saito K, Schnug E, Stulen I (eds) *Sulfur metabolism in plants : regulatory aspects, significance of sulfur in the food chain, agriculture and the environment*. Leiden : Backhuys ; Weikersheim : Margraf, pp 141-145
- Haneklaus S, Bloem E, Buechs W, Aljml F, Schnug E (2008) Influence of nitrogen and sulfur fertilization on infestation of oilseed rape with insects. In: *Plant management under stress conditions : 17th International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers, 24-27th November 2008, Cairo, Egypt ; proceedings*. Cairo : El-Zaiem Press, pp 213-220
- Haneklaus S, Brauer A, Daniels R, Bloem EM, Schnug E (2007) About the significance of sulfur nutrition of oilseed rape for honey production. In: *Proceedings : the 12th International Rapeseed Congress 'Sustainable Development in Cruciferous Oilseed Crops Production'* : Wuhan, China, March 26-30, 2007 ; vol.3. Monmouth Junction : Science Press USA, pp 213-216
- Haneklaus S, Kok L de, Stulen I, Bloem EM, Schnug E (2006) Sulphur. In: Barker AV, Pilbeam DJ (eds) *Handbook of plant nutrition*. Boca Raton : CRC Press, pp 183-238
- Hatt H, Dee R (2009) Das Maiglöckchen-Phänomen : alles über das Riechen und wie es unser Leben bestimmt. München : Piper, 317 p
- He H (1999) Studies for growth adaptation and identification of glucosinolates on Chinese brassicas. München : Utz, 170 p
- Knudsen JT, Tollsten L, Bergstrom LG (1993) Floral scents : a checklist of volatile compounds isolated by headspace techniques. *Phytochem* 33:253-280
- Laothawornkitkul J, Moore JP, Taylor JE, Possell M, Gibson TD, Hewitt CN, Paul ND (2008) Discrimination of plant volatile signatures by an electronic nose : a potential technology for plant pest and disease monitoring. *Environ Sci Technol* 42:8433-8439
- Madsen MG, Grypa RD (2000) Spices, flavor systems, and the electronic nose. *Food Technol* 54:44-46
- Martin A, Mallikarjunan K, Zoecklein BW (2008) Discrimination of wines produced from cabernet sauvignon grapes treated with aqueous ethanol post-bloom using an electronic nose. *Int J Food Engineer* 4(2):Article 14
- McEwan M, Smith WHM (1998) Identification of volatile organic compounds emitted in the field by oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *Oleifera*) over the growing season. *Clin Exp Allergy* 28:332-338
- Menzel R, Greggers U, Hammer M (1993) Functional organization of appetitive learning and memory in a generalist pollinator, the honey bee. In: Papaj DR, Lewis AC (eds) *Insect learning : ecology and evolutionary perspectives*. New York : Chapman & Hall, pp 79-125
- Omura H, Honda K, Hayashi N (1999) Chemical and chromatographic bases for preferential visiting by the cabbage butterfly, *Pieris rapae*, to rape flowers. *J Chem Ecol* 25:1895-1906
- Paillan-Legue JH (1987) Die Gehalte an etherischen Ölen in Blättern und Rüben von Petersilie (*Petroselinum crispum* (Miller) Nym ex. Hill) und ihre möglichen Veränderungen in Abhängigkeit von Sorte, Düngungsvarianten und Ernteterminen. Hohenheim : Fakultät III Agrarwissenschaften I der Universität Hohenheim, 137 p
- Robertson GW, Griffiths DW, Smith MW, Butcher RD (1993) The application of thermal-desorption-gaschromatography mass spectrometry to the analysis of flower volatiles from 5 varieties of oilseed rape. *Phytochem Anal* 4:152-157
- Schnug E (1993) Physiological functions and environmental relevance of sulfur-containing secondary metabolites. In: Kok L de (ed) *Sulfur nutrition and assimilation in higher plants : regulatory agricultural and environmental aspects*. The Hague : SPB Academic Publ, pp 179-190
- Schnug E, Haneklaus S (1994) Sulphur deficiency in *Brassica napus* : biochemistry, symptomatology, morphogenesis. Braunsachweig : FAL, 31 p, Landbau-forsch Völknerode SH 144
- Schnug E, Haneklaus S (2005) Sulphur deficiency symptoms in oilseed rape (*Brassica napus* L.) : the aesthetics of starvation. *Phyton* 45:79-95
- Sinesio F, Di Natale C, Quaglia GB, Bucarelli FM, Moneta E, Macagnano A, Pa-olesse R, D'Amico A (2000) Use of electronic nose and trained sensory panel in the evaluation of tomato quality. *J Sci Food Agric* 80:63-71
- Simons B (1995) CoStat / CoPlot / CoDraw. CoHort Software. Minneapolis. USA
- Tollsten L, Bergström G (1988) Headspace volatiles of whole plants and macerated plant parts of *Brassica* and *Sinapis*. *Phytochem* 27:4013-4018

Erratum to „Phenotypical indicators for the selection of methionine enriched local legumes in plant breeding“ / Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research 4 2009 (59)339-344

Henrik Schumacher*, **, Hans Marten Paulsen* and Achim E. Gau**

The authors regret that in the above article table 1 was printed with incorrect values. It is now given correctly, below.

Table 1:

Mean concentrations of different amino-acids of selected local legume species from Western Europe, cultivars from local seed breeders, HPLC method

Average and range of amino acids in g/16g N	<i>P. sativum</i>	<i>V. faba</i>	<i>V. faba</i> (winter)	<i>L. angustifolius</i>
<i>n</i>	49	46	4	46
Cysteine (mean)	1.36 ± 0.14	1.09 ± 0.09	1.08 ± 0.09	1.46 ± 0.16
Cysteine (range)	1.01 – 1.61	0.86 – 1.24	1.03 – 1.21	1.10 – 1.82
Methionine (mean)	0.98 ± 0.07	0.71 ± 0.04	0.71 ± 0.05	0.69 ± 0.07
Methionine (range)	0.81 – 1.12	0.58 – 0.79	0.66 – 0.76	0.51 – 0.85
Lysine (mean)	7.26 ± 0.35	6.33 ± 0.27	6.13 ± 0.13	4.84 ± 0.26
Lysine (range)	6.26 – 7.90	5.74 – 6.92	6.01 – 6.31	4.17 – 5.38

* Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institute of Organic Farming, Trenthorst 32, 23847 Westerau, Germany

** Gottfried Wilhelm Leibniz University Hannover, Institute for Botany, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover, Germany

Lieferbare Sonderhefte / Special issues available

- | | | |
|--------|---|---------|
| 304 | Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2007)
Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005 | 16,00 € |
| [304] | Introduction, Methods and Data (GAS-EM) | |
| [304A] | Tables | |
| | Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005 | |
| [304] | Einführung, Methoden und Daten (GAS-EM) | |
| [304A] | Tabellen | |
| 305 | Joachim Brunotte (2007)
Konservierende Bodenbearbeitung als Beitrag zur Minderung von Bodenschadverdichtungen, Bodenerosion, Run off und Mykotoxinbildung im Getreide | 14,00 € |
| 306 | Uwe Petersen, Sabine Kruse, Sven Dänicke und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2007)
Meilensteine für die Futtermittelsicherheit | 10,00 € |
| 307 | Bernhard Osterburg und Tania Runge (Hrsg.) (2007)
Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer – eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie | 15,00 € |
| 308 | Torsten Hinz and Karin Tamoschat-Depolt (eds.) (2007)
Particulate Matter in and from Agriculture | 12,00 € |
| 309 | Hans Marten Paulsen und Martin Schochow (Hrsg.) (2007)
Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau – Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten | 9,00 € |
| 310 | Hans-Joachim Weigel und Stefan Schrader (Hrsg.) (2007)
Forschungsarbeiten zum Thema Biodiversität aus den Forschungseinrichtungen des BMELV | 13,00 € |
| 311 | Mamdoh Sattouf (2007)
Identifying the Origin of Rock Phosphates and Phosphorus Fertilisers Using Isotope Ratio Techniques and Heavy Metal Patterns | 12,00 € |
| 312 | Fahmia Aljmlil (2007)
Classification of oilseed rape visiting insects in relation to the sulphur supply | 15,00 € |
| 313 | Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2007)
Rinderzucht und Rindfleischerzeugung – Empfehlungen für die Praxis | 10,00 € |
| 314 | Gerold Rahmann (Hrsg.) (2007)
Ressortforschung für den Ökologischen Landbau, Schwerpunkt: Pflanze | 12,00 € |
| 315 | Andreas Tietz (Hrsg.) (2007)
Ländliche Entwicklungsprogramme 2007 bis 2013 in Deutschland im Vergleich – Finanzen, Schwerpunkte, Maßnahmen | 12,00 € |
| 316 | Michaela Schaller und Hans-Joachim Weigel (2007)
Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung | 16,00 € |
| 317 | Jan-Gerd Krentler (2008)
Vermeidung von Boden- und Grundwasserbelastungen beim Bau von Güllelagern Prevention of soil and groundwater contamination from animal waste storage facilities | 12,00 € |
| 318 | Yelto Zimmer, Stefan Berenz, Helmut Döhler, Folkhard Isermeyer, Ludwig Leible, Norbert Schmitz, Jörg Schweinle, Thore Toews, Ulrich Tuch, Armin Vetter, Thomas de Witte (2008)
Klima- und energiepolitische Analyse ausgewählter Bioenergie-Linien | 14,00 € |

319	Ludger Grünhage and Hans-Dieter Haenel (2008) Detailed documentation of the PLATIN (PLant-ATmosphere Interaction) model	10,00 €
320	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2008) Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2008	14,00 €
321	Bernd Degen (Editor) (2008) Proceedings of the international workshop “Fingerprinting methods for the identification of timber origins”, Bonn, October 8-9 2007	18,00 €
322	Wilfried Brade, Gerhard Flachowsky, Lars Schrader (Hrsg) (2008) Legehuhnzucht und Eierzeugung - Empfehlungen für die Praxis	12,00 €
323	Christian Dominik Ebmeyer (2008) Crop portfolio composition under shifting output price relations – Analyzed for selected locations in Canada and Germany –	14,00 €
324	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2009) Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007 Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007	8,00 €
324A	Tables Tabellen	8,00 €
325	Frank Offermann, Martina Brockmeier, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon (2009) vTI-Baseline 2008	8,00 €
326	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2009) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2008	8,00 €
327	Björn Seintsch, Matthias Dieter (Hrsg.) (2009) Waldstrategie 2020 Tagungsband zum Symposium des BMELV, 10.-11. Dez. 2008, Berlin	18,00 €
328	Walter Dirksmeyer, Heinz Sourell (Hrsg.) (2009) Wasser im Gartenbau Tagungsband zum Statusseminar am 9. und 10. Februar 2009 im Forum des vTI in Braunschweig. Organisiert im Auftrag des BMELV	8,00 €
329	Janine Pelikan, Martina Brockmeier, Werner Kleinhanß, Andreas Tietz, Peter Weingarten (2009) Auswirkungen eines EU-Beitritts der Türkei	8,00 €
330	Walter Dirksmeyer (Hrsg.) (2009) Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus	14,00 €
331	Frieder Jörg Schwarz, Ulrich Meyer (2009) Optimierung des Futterwertes von Mais und Maisprodukten	12,00 €
332	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2009) Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2009	8,00 €
333	Frank Offermann, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon, Jörn Sanders (2010) vTI-Baseline 2009 – 2019: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland	10,00 €
334	Hans-Dieter Haenel (Hrsg.) (2010) Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008 Berechnung der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008	12,00 €

Dr. Martin Banse, Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik, vTI
Dr. Jürgen Bender, Institut für Biodiversität, vTI
Dr. Jutta Berk, Institut für Tierschutz und Tierhaltung, FLI
Prof. Dr. Franz-Josef Bockisch, Institut für Anwendungstechnik, JKI
Dr. Herwart Böhm, Institut für Ökologischen Landbau, vTI
Prof. Dr. Andreas Bolte, Institut für Waldökologie und Waldinventuren, vTI
Dr. Ulrich Dämmgen, Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung, TiHo
PD Dr. Sven Dänicke, Institut für Tierernährung, FLI
Dr. habil. Bernd Degen, Institut für Forstgenetik, vTI
Dr. Matthias Dieter, Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft, vTI
PD Dr. habil. Bettina Eichler-Löbermann, Universität Rostock
Dr. Peter Elsasser, Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft, vTI
Prof. Dr. Andreas Fangmeier, Universität Hohenheim
PD Dr. Matthias Fladung, Institut für Forstgenetik, vTI
Prof. Dr. Heinz Flessa, Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, vTI
Prof. Dr. Ulrike Grabski-Kieron, Universität Münster
PD Dr. Jörg-Michael Greef, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, JKI
Prof. Dr. Konrad Hagedorn, Humboldt-Universität Berlin
PD Dr. Ingrid Halle, Institut für Tierernährung, FLI
Dr. Silvia Haneklaus, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, JKI
Prof. Dr. Eberhard Hartung, Universität Kiel
Prof. Dr. Roland Herrmann, Universität Gießen
Prof. Dr. habil. Pierre Ibisch, FH Eberswalde
Dipl. Ing.-Agr. Robert Kaufmann, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Schweiz
Dr. Jörg Kleinschmit, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Prof. Dr. Luit de Kok, Universität Groningen, Niederlande
Prof. Dr. Uwe Latacz-Lohmann, Universität Kiel
Dr. Oliver von Ledebur, Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik, vTI
Prof. Dr. Bernd Linke, Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
Dipl. Met. Franz-Josef Löpmeier, Agrarmeteorologische Forschung des Deutschen Wetterdienstes
Prof. Dr. Udo Mantau, Universität Hamburg
Prof. Dr. Axel Munack, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, vTI
Dr. Hiltrud Nieberg, Institut für Betriebswirtschaft, vTI
Dr. Rainer Oppermann, Institut für Ökologischen Landbau, vTI
Prof. Dr. Herbert Oberbeck, TU Braunschweig
Dr. Jürgen Puls, Institut für Holztechnologie und Holzbiologie, vTI
Prof. Dr. Gerold Rahmann, Institut für Ökologischen Landbau, vTI
Prof. Dr. Detlef Rath, Institut für Nutztiergenetik, FLI
Dr. Thomas Schneider, Institut für Weltforstwirtschaft, vTI
Prof. Dr. Dr. Ewald Schnug, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, JKI
Dr. Lars Schrader, Institut für Tierschutz und Tierhaltung, FLI
Prof. Dr. Andreas Susenbeth, Universität Kiel
Prof. Dr. Friedhelm Taube, Universität Kiel
Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, vTI
Prof. Dr. Dr. habil. Drs. h.c. Gerd Wegener, TU München
Prof. Dr. Hans-Joachim Weigel, Institut für Biodiversität, vTI
Prof. Dr. Peter Weingarten, Institut für Ländliche Räume, vTI
Dr. Nicole Wellbrock, Institut für Waldökologie und Waldinventuren, vTI



Landbauforschung
*vTI Agriculture and
Forestry Research*

Vol. 60 No. 1 03.2010

Preis / Price 8 €

ISSN 0458-6859

