



Doctoral Thesis

Bioklimatische Bedeutung hoher Umgebungstemperaturen und künstlicher Evaporationskühlung für die tieradäquate Dimensionierung von Mastschweinebuchten

Author(s):

Götz, Michael Wolfgang

Publication Date:

1986

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000364044> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH 7980

Bioklimatische Bedeutung hoher Umgebungstemperaturen und künstlicher
Evaporationskühlung für die tieradäquate Dimensionierung von
Mastschweinebuchten

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines Doktors der Technischen Wissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von

Michael Wolfgang Götz
Dipl. Ing.-Agr. ETH
geboren am 17. September 1957
von St.Margrethen (St.Gallen)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. H. Heusser, Referent
Dr. M. Rist, Korreferent

Arbeit unter Leitung von Dr. M. Rist

1986

E. ZUSAMMENFASSUNG

In Klimakammerversuchen wurde der Einfluss der Umgebungstemperatur, der Flächengrösse und der Evaporationskühlung durch Besprühen mit Wasser auf Mastschweine untersucht. Die Untersuchungen in der Klimakammer wurden durch Praxisversuche ergänzt, in welchen v.a. der Einfluss der Evaporationskühlung auf die Gewichtszunahmen der Schweine abgeklärt wurde. Auf Grund der Ergebnisse wurden Empfehlungen zur Flächengrösse und zur Evaporationskühlung in Mastschweineställen ausgearbeitet.

Klimakammerversuche:

Bei der Ermittlung der bei erhöhten Umgebungstemperaturen erforderlichen Flächengrösse wurde von den Mindestflächen der Schweizerischen Tierschutzverordnung (1981) für Buchten mit Teil- und Vollspaltenboden ausgegangen ($0,45 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 25 - 60 kg schwere Schweine und $0,65 \text{ m}^2/\text{Tier}$ für 60 - 110 kg schwere Schweine). Diese Mindestflächen wurden im ersten Versuchsabschnitt mit den um 50 und 100 % vergrösserten Flächen verglichen, im zweiten Versuchsabschnitt mit den um 25 % vergrösserten Flächen. Bei diesen Flächen wurden die Tiere während jeweils eines Tages einer konstanten Temperatur von 19°C und zwei Tagestemperaturkurven, wie sie für die Sommermonate in den beiden wärmsten Klimazonen der Schweiz charakteristisch sind, ausgesetzt. Die Temperaturkurve, welche als Maximum 28°C erreicht, wird "warm" und diejenige bis maximal 32°C "heiss" genannt. 19°C liegt in der indifferenten Temperaturzone der Mastschweine und wird deswegen "indifferent" genannt. Um den Einfluss der Evaporationskühlung feststellen zu können, wurden die Tiere im zweiten Versuchsabschnitt aus Düsen mit einem feinen Wasserregen besprüht.

Es wurden sowohl ethologische als auch physiologische Erhebungen an den Tieren durchgeführt. Zu den ethologischen Erhebungen zählten die Messung der Berührungslänge beim Liegen der Schweine (als Mass für das Auseinanderliegen) auf photographischen Aufnahmen im Abstand von 30 Minuten sowie 24-stündige Dauerbeobachtungen mit einem Dauer- und Häufigkeitsregistriergerät. Die physiologischen Erhebungen bestanden im Auszählen der Atemfrequenz, in der Messung der Rektaltemperatur und ergänzend in Messungen von Oberflächentemperaturen des Körpers.

Einfluss der Umgebungstemperatur:

Während die Schweine bei indifferenter Temperatur zusammenlagen, rückten sie bei den erhöhten Temperaturen vermehrt auseinander. Sie ruhten bei allen drei Temperaturkurven über 80 % des Tages. An den Tagen mit erhöhter Temperatur war die Ruhezeit noch länger, und die Aktivität beschränkte sich dann fast ausschliesslich auf die Fütterungszeiten. Die Tiere nahmen vermehrt die Seitenlage ein und benutzten den feuchten Kotplatz zum Liegen.

Je höher die Umgebungstemperatur war, desto stärker stieg die Atemfrequenz an. Dieser Anstieg ist in den meisten Fällen signifikant. Die durchschnittliche Atemfrequenz der Tiergruppen lag bei indifferenter Temperatur zwischen 13 und 21 Atemzügen/Minute, zur wärmsten Tageszeit zwischen 11.00 und 17.00 Uhr lag sie beim warmen Temperaturverlauf zwischen 25 und 73 Atemzügen/Min., beim heissen Temperaturverlauf zwischen 36 und 149 Atemzügen/Min..

Der Durchschnitt der Rektaltemperaturen am Nachmittag ist gegenüber demjenigen am Vormittag beim warmen Temperaturverlauf teilweise signifikant höher, im Maximum $0,34^{\circ}\text{C}$. Beim heissen Temperaturverlauf stieg die Rektaltemperatur immer signifikant ($P \leq 0,05$), meistens sogar hochsignifikant ($P \leq 0,01$) an. Der höchste Anstieg der Rektaltemperatur einer Gruppe betrug $1,11^{\circ}\text{C}$.

Einfluss der Flächengrösse:

Die Berührungslänge nahm bei erhöhten Umgebungstemperaturen mit zunehmender Fläche ab, v.a. bei den Flächenvergrösserungen um 25 % und 50 %. Da ein statistischer Vergleich nicht möglich ist, kann jedoch nur von einer abnehmenden Tendenz gesprochen werden.

Bei hohen Umgebungstemperaturen waren die Atemfrequenz und die Rektaltemperatur auf den vergrösserten Flächen weniger erhöht als auf den Tierschutz-Mindestflächen. Die Unterschiede zwischen den Flächengrössen sind jedoch sowohl bezüglich Atemfrequenz als auch Rektaltemperatur nur teilweise signifikant. Während schon Flächenvergrösserungen von 25 % und 50 % die Tendenz einer verminderten Hitzebelastung erkennen liessen, führte die Flächenvergrösserung um 100 % nur noch zu einer relativ kleinen zusätzlichen Entlastung. Darin zeigt sich, dass die Hitzeentlastung parallel zur Abnahme der Berührungslänge verläuft.

Einfluss der Evaporationskühlung:

Durch ein Besprühen der Schweine mit Wasser wurde eine starke Hitzeentlastung erzielt. Die Atemfrequenz wurde beträchtlich erniedrigt, und ein Anstieg der Rektaltemperatur wurde sowohl beim warmen als auch beim heissen Temperaturverlauf durch das Besprühen verhindert. Der Einfluss von dreimaligem Duschen beim heissen Temperaturverlauf auf die Tagesdurchschnittswerte (11.00 - 17.00 Uhr) der Atemfrequenz und auf die Rektaltemperatur war in allen Fällen signifikant bis hochsignifikant.

Die Oberflächentemperatur der Tiere fiel nach dem Besprühen um 1 - 2 °C ab. Da die kühlende Wirkung des Besprühens v.a. auf der Evaporation von Wasser auf der Körperoberfläche beruht, braucht es nur soviel Wasser, dass die Tiere nass werden. Dazu genügen ca. 0,8 Liter/Tier. Ungefähr 60 - 90 Minuten nach dem Besprühen steigt die Atemfrequenz wieder an, so dass die Intervallzeit zwischen dem Duschen in diesem Bereich liegen sollte.

Die 60 kg schweren Schweine rückten sowohl bei warmer als auch bei heisser Temperatur nach dem Besprühen zusammen. Sie empfanden Kälte, welcher sie durch soziale Thermoregulation begegneten. Die 100 kg schweren Schweine rückten beim heissen Temperaturverlauf nach dem Besprühen nicht zusammen. Es wird deshalb empfohlen, die Einschalttemperatur dem Gewicht der Tiere anzupassen.

Praxisversuche:

Die Praxisversuche wurden im Sommer 1984 in 10 verschiedenen Mastställen der Schweiz durchgeführt. In jedem dieser Ställe wurden in einigen Buchten Anlagen zu einem Besprühen der Tiere mit kühlem Wasser eingebaut. Das Besprühen wurde in 8 der 10 Ställe durch ein programmierbares Steuergerät automatisiert, und zwar so, dass die Schweine bei Umgebungstemperaturen über 28°C in Abständen von 2 Stunden jeweils 2 Minuten lang besprüht wurden. In 2 Ställen konnte das Besprühen von den Schweinen selbst bei Umgebungstemperaturen über 26°C mittels verschiedener Mechanismen ausgelöst werden.

Die schon in der Klimakammer nachgewiesene starke Hitzeentlastung durch Besprühen wurde anhand von Erhebungen der Atemfrequenz bestätigt. Bei einem Platzangebot nach oder über den Tierschutz-Mindestnormen wurde im nicht überdurchschnittlich warmen Sommer 1984 kein eindeutiger Einfluss des Duschens

auf die Zunahmen der Tiere festgestellt. Hierfür werden verschiedene Gründe in Erwägung gezogen.

Auf Grund der Ergebnisse wird empfohlen, in Ställen der milden und warmen Klimazone der Schweiz die Tierschutz-Mindestflächen um 25 % auf 0,56 bzw. 0,81 m²/Tier zu erhöhen. In Ställen, die sich in der warmen Klimazone der Schweiz befinden oder die besonders der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, ist der zusätzliche Einbau von Sprüheinrichtungen vorteilhaft.

SUMMARY

In experiments in a climate-chamber, the influence on fattening pigs as far as the environment-temperature, area-size and evaporation-cooling by sprinkling with water are concerned was investigated. The investigations in the climate-chamber were supplemented by practical trials in which especially the influence of the evaporation-cooling on the weight-gains has been studied. On the basis of the results, recommendations for the area-size and for the evaporation-cooling in fattening piggeries have been elaborated.

Experiments in the climate-chamber:

The determination of the area-size which is needed under elevated environment-temperatures has been based on the minimum area-sizes according to the Swiss federal legislation on animal welfare for pens with partly or full slatted floor ($0,45 \text{ m}^2/\text{animal}$ for 25 - 60 kg pigs and $0,65 \text{ m}^2/\text{animal}$ for 60 - 110 kg pigs). These minimum sizes were compared in a first experimental period with by 50 % and 100 % larger sizes and in a second experimental period with by 25 % larger sizes.

The animals were then exposed each time during one day to a constant temperature of 19°C and to two day-temperature-courses which would be characteristic for the summer-months in the two warmest climate-zones of Switzerland. The temperature-course which claims up to 28°C is called "warm" and that to 32°C is called "hot". 19°C lie in the indifferent temperature-zone of fattening pigs and therefore are called "indifferent". To determine the influence of evaporation cooling, the animals have been sprinkled with fine water nozzles during the second experimental period.

Ethological as well as physiological investigations have been carried out. Ethological investigations mean the measurement of the contact-length of the lying pigs (as a measure for the separate lying) in photographs, in intervals of 30 minutes as well as long term observations of 24 hours with a duration and frequency registering instrument (ethopiano). The physiological investigations consist in counting the respiration-rate, in the measurement of the rectal temperature and in supplementary measurement of the skin-temperature.

The influence of the environment-temperature:

During the indifferent temperature the pigs were lying together and when the temperatures became higher they separated. They rested over 80 % of the day at all temperature-courses. In the days of elevated temperature, the resting time was longer and the activity was almost exclusively confined to the feeding periods. The animals lay more often in the side position and were using the humid dung-area for lying.

The higher the environment-temperature was, the more the respiration-rate increased. This increase was statistically significant ($P \leq 0,05$) in the most cases. The average respiration-rate of the experimental groups was at the indifferent temperature between 13 and 21 breaths/minute; at the warmest day-time between 11.00 and 17.00 o'clock at the warm temperature-course it was between 25 and 73 breaths/minute and at the hot temperature-course between 36 and 149 breaths/minute.

The average of the rectal temperatures in the afternoon is for the warm temperature-course partly significantly higher than the one of those taken in the morning, at maximum $0,34^{\circ}\text{C}$. At the hot temperature course, the rectal temperature always rose significantly ($P \leq 0,05$), mostly even high significantly ($P \leq 0,01$). The greatest increase of the rectal temperature of one group was $1,11^{\circ}\text{C}$.

The influence of the area-size:

The contact-length decreased at elevated environment-temperatures with increasing area-size, especially on the by 25 % and 50 % enlarged sizes. Due to the fact that a statistic comparison is not possible, it can only be spoken of a decreasing tendency.

At high environment-temperatures the respiration-rate and the rectal temperature increased less on the enlarged sizes than on the minimum sizes according to the legislation on animal welfare. The differences of the area-sizes are however only partly significant. Whereas already enlargements of the area-size by 25 % and 50 % showed the tendency of a decreased heat-stress, the enlargement by 100 % resulted however in a relatively small additional relief. This indicates that the relief of heat-stress runs parallel with the decrease of the contact-length.

The influence of the evaporation-cooling:

By sprinkling the pigs with water, a strong relief of heat-stress was obtained. The respiration-rate was reduced considerably and an increase of the rectal temperature was avoided during the warm temperature-course as well as during the hot one; this was not possible with an enlargement of the area-size. The influence of the three times sprinkling at the hot temperature-course in the day average (11.00 - 17.00 o'clock) of the respiration-rate and the rectal temperature was significant to high-significant in all cases.

The skin temperature of the animals decreased after sprinkling by 1 - 2°C. Because the cooling effect of sprinkling is mostly based on the evaporation of water on the skin, only so much water is necessary to allow the animals to get wet. For this purpose about 0,8 liter/animal is sufficient. Approximately 60 - 90 minutes later the respiration-rate increases again. This is why the interval-time between the sprinklings should be kept in this zone.

The 60 kg pigs lay together after sprinkling at warm as well as at hot temperatures. They felt cold and reacted by social thermoregulation. The 100 kg pigs didn't lie together after sprinkling at the hot temperature-course. Therefore it is recommended to adapt the release-temperature to the size of the animals.

Practical trials:

The practical trials were carried out in 10 different fattening piggeries of Switzerland, in summer 1984. In each of these piggeries, installations for the sprinkling with cool water have been installed in some of the existing pens. The sprinkling has been automated in 8 of 10 piggeries by a variable controller, so that the pigs were sprinkled at environment-temperatures above 28°C during 2 minutes in intervals of 2 hours. In 2 piggeries the sprinkling could be released by the pigs themselves by means of different mechanisms at environment-temperatures above 26°C.

No higher gains of the sprinkled animals were established during the summer 1984 in pens according or even over the minimum sizes of the Swiss federal legislation on animal welfare. This could be explained by the not particularly warm summer, by the long weighing periods consisting of warm as well as of cool days and by the restricted feeding.

In one piggery with an area-size below the dimensions of the Swiss federal legislation on animal welfare higher gains of the sprinkled pigs resulted during relatively short weighing periods by warm summer-temperatures.

The positive effect of sprinkling in the thermoregulation of the pig which has already been proved in the climate-chamber, was also observed under practical conditions by means of the respiration-rate.

The most successful mechanism by which the pigs could sprinkle themselves was a ramp equipped with springs. To release sprinkling the pigs had to weight the ramp. But this releasing system is technically rather complicated and fulfills its purpose only then, when the individual animal which releases the device gets wet (and not all of them).

On the basis of the results, it is recommended to enlarge the minimum area-sizes of the Swiss federal legislation on animal welfare by 25 % to 0,56 m²/animal resp. 0,81 m²/animal for piggeries in the mild and warm climate-zone of Switzerland. For piggeries located in the warm climate-zone of Switzerland or those especially exposed to the sun, sprinkling installations should be installed in addition to the enlargement of the area-size.