

## **Eine neue Methode der Berechnung des Wasserzusatzes in einem Fleischerzeugnis auf der Grundlage des Fettgehaltes**

A new method for calculating the amount of added water  
in meat products on basis of the fat content

W. ARNETH\*, Brigitte HEROLD\*, A. DOBROWOLSKI\*\* und S. MÜNCH\*

\*Institut für Chemie und Physik, \*\* Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung

### **Zusammenfassung**

Im frischen Fleisch besteht nicht nur zwischen Wasser- und Eiweißgehalt eine enge (gleichsinnige) Korrelation, noch enger sind Wasser- und Fettgehalt (gegensinnig) miteinander verknüpft ( $r = -0,998$ ). Die mathematische Beziehung zwischen diesen beiden Größen ist durch die Gleichung  $\% \text{Wasser} = 77 - \% \text{Fett} \times 0,77$  definiert. Aus dem Fettgehalt eines Fleisch-Speck-Gemisches kann man demnach sehr genau den „dazugehörigen“ natürlichen Wassergehalt kalkulieren. Der diesen Rechenwert übersteigende Wasseranteil in einem Fleischerzeugnis sollte dann der Schüttung entsprechen. Diese Überlegung bildet die Grundlage der beschriebenen Methode.

Wenn man ein Gemisch von Fleisch und Fettgewebe mit Wasser versetzt, so verändert sich dessen Zusammensetzung. Gleichzeitig verliert für diese Mischung die obige Gleichung ihre Gültigkeit, da sie nur auf die Verhältnisse im frischen Fleisch anwendbar ist. Rechnet man aber aus den Analysenwerten der Probe - gewissermaßen auf Verdacht - steigende Mengen Fremdwasser schrittweise heraus, so nehmen die Fettwerte kontinuierlich zu, während die Wassergehalte ebenso gleichförmig abfallen. Damit gleichen sich diese Werte den natürlichen Verhältnissen im Fleisch immer stärker an, bis sie schließlich die Bedingungen der Gleichung (wieder) erfüllen. Dieser Punkt markiert den Fremdwassergehalt der Probe. Die sehr enge negative Beziehung zwischen Fett- und Wassergehalt im frischen Fleisch dient also als Indikator für das Erreichen des (natürlichen) Zustandes vor der Schüttung.

Neben der Schüttung enthalten Fleischerzeugnisse auch noch andere Zusätze wie Kochsalz, Zuckerstoffe, Gewürze, Ballaststoffe oder Dickungsmittel. In gleicher Weise wie eine Wasserzugabe verändern auch diese Zusätze die chemische Zusammensetzung der Probe. Bevor man obige Gleichung in der beschriebenen Weise für die Fremdwasserberechnung verwenden kann, muss der Einfluss dieser Zusätze ebenfalls rechnerisch korrigiert werden. Theoretisch gilt dies für jeden Zusatz. In den meisten Fällen beeinflussen jedoch nur Wasser und Salz (in Einzelfällen auch Kohlenhydrate) die Zusammensetzung in nennenswerter Weise. Diese Korrektur kann auf einfache Weise erfolgen. Die auf dieser Grundlage kalkulierten Fremdwassergehalte stimmten in praktischen Versuchen mit den tatsächlichen Werten durchwegs (deutlich) besser überein als die Ergebnisse der herkömmlichen Berechnung auf der Basis des Wasser/Eiweiß-Verhältnisses. Die beschriebene Methode der Fremdwasserberechnung bietet demnach eine genauere, einfach durchführbare Alternative zum Federschen-Verfahren.

---

**Schlüsselwörter**      Fleischerzeugnisse – Fremdwasser – Berechnungsbasis –  
Wasser/Fett-Verhältnis

**Key Words**            meat products – added water – basis of calculation – water/fat-ratio

---

## Summary

In fresh meat there exists not only a very close correlation (in direct proportion) between water and protein, even closer are associated (in inverse proportion) water and fat ( $r = -0,998$ ). The relation is defined mathematically by the equation  $\% \text{ water} = 77 - \% \text{ fat} \times 0.77$ . Therefore, based on the fat content of a meat-adipose tissue-mixture one can calculate the corresponding natural water amount very accurate. In a meat product the value exceeding this figure should be equivalent to added water. This consideration reflects the basis of the described method. If water is added to a mixture of meat and adipose tissue, the composition will change. In this case the equation is not longer valid because it can only be used for fresh meat. Calculating step by step increasing amounts of (added) water out of the analytical values the fat content will raise continuously, whereas the water amount will fall. So these values are getting more and more equivalent to the natural conditions in meat. The point at which the mathematical relation of fat and water in the equation is met (again) reflects the amount of added water in the sample. Hence this relation is used as indicator for having reached the natural conditions before water addition. Besides added water meat products also contain salt, spices or carbohydrates etc.. In the same way as added water these additives will change the chemical composition of the sample. Therefore, the equation for calculating the amount of added water can only be used if the influence of these compounds is considered as well. Theoretically this is valid for every additive. However, in practice only water and salt (sometimes carbohydrates) influence the composition of the sample considerably. The correction can be done easily. Practical experiments show that the amounts of added water calculated on basis of the fat content correspond throughout (clearly) better to the real amounts than the data received by the conventional method. The described procedure shows a more accurate and easily practicable alternative to the common added water calculation on basis of the water/protein-ratio.

## Einführung

Lebensmittelverfälschungen waren Ende des vorletzten Jahrhunderts so verbreitet, dass man Betriebe und Personen, die sich etwas hatten zuschulden kommen lassen, in der Zeitschrift mit dem bezeichnenden Titel „Wider die Nahrungsmittelfälscher“ namentlich anprangerte - eine für heutige Begriffe unglaubliche Maßnahme. Es muss in der guten alten Zeit also ziemlich zugegangen sein. Als Bismarck im Reichstag darüber Klage führte, das Bier habe „keine Verwandtschaft mit Hopfen und Malz und der Wein mit der Traube“, hörte der Spaß auf und so beschloss der Reichstag das erste allgemeine Lebensmittelgesetz in Deutschland. 1879 wurde damit das Geburtsjahr der amtlichen Lebensmittelkontrolle. Man musste seinerzeit buchstäblich bei Null anfangen. Es gab keine Labors, die für Lebensmitteluntersuchungen eingerichtet waren, und so wickelte man vielfach auf Apotheken aus. Um die teils plumpen, teils raffinierten, nicht selten gesundheitsschädlichen Machenschaften aufzudecken, benötigte

man Untersuchungsverfahren, die in der Folgezeit erst entwickelt werden mussten. Das Studium alter Veröffentlichungen lässt den Ideenreichtum erkennen, mit dem man dabei zu Werk ging. Zu den am weitesten verbreiteten Lebensmittelverfälschungen jener Zeit zählte sicherlich der unerlaubte Wasserzusatz zu Lebensmitteln. Auch Fleischerzeugnisse blieben davon keineswegs verschont, im Gegenteil. Sie dürften neben der Milch die in dieser Hinsicht am häufigsten verfälschte Lebensmittelgruppe gewesen sein. Erleichtert wurde dieser Missstand sicherlich auch durch das geringe Risiko, das man mit dieser einträglichen Verfälschung einging. Es gab keine Methode, mit der man eine derartige Manipulation hätte aufdecken können. Die Möglichkeit, einen übermäßigen Fremdwasserzusatz in Fleischerzeugnissen analytisch festzustellen, eröffnete sich erst, als man erkannte, dass im frischen Fleisch zwischen Wasser- und Eiweißgehalt ein enger biologischer Zusammenhang besteht. FEDER (1913) machte sich diese Beobachtung zunutze und schlug eine inzwischen auch

international gebräuchliche Formel zur Berechnung des Fremdwassergehaltes von Fleischerzeugnissen vor.

### Fremdwasserberechnung auf der Basis des Wasser/Eiweiß-Verhältnisses

Das sog. Wasser/Eiweiß-Verhältnis beträgt bei Rindfleisch durchschnittlich 3,5:1, bei Schweinefleisch 3,6:1, d. h. der natürliche Wassergehalt liegt bei nicht zu fettem Fleisch im Schnitt um den Faktor 3,5 bzw. 3,6 höher als der entsprechende Eiweiß-

gehalt (HONIKEL und WELLHÄUSER 1993a, 1993b). Auf der Basis eines umfangreichen Datenmaterials weiß man, dass die genannten Wasser/Eiweiß-Verhältnisse in Fleisch natürlicherweise nicht überschritten werden. Wenn in einem Produkt also ein höheres Wasser/Eiweiß-Verhältnis als 4,0:1 auftritt - man hat diesen etwas höheren Wert gewählt, um biologische Schwankungen sicher zugunsten des Herstellers aufzufangen - ist Fremdwasser zugesetzt. Dessen Menge errechnet sich nach der Gleichung:

$$\text{Fremdwassergehalt (\%)} = \text{Wassergehalt (\%)} - 4 \times \text{Fleischeiweißgehalt (\%)} \quad (1)$$

Wegen der recht hohen Toleranz, die der Rechenwert von 4:1 einschließt, wird der tatsächliche Fremdwassergehalt dabei allerdings mehr oder weniger unterschätzt. Eine häufig ausgenützte methodische Schwäche dieser Art der Fremdwasser-Berechnung liegt zudem darin, dass man durch die schwer nachweisbare und damit häufiger unerkannte Zugabe stickstoffhaltiger Nichteiweißverbindungen wie Eiweißhydrolysaten oder durch den undeckelten Einsatz von Fremdeiweiß den Gehalt an „Fleisch“eiweiß im Produkt anzuheben vermag. Damit nimmt - rein rechnerisch - das Wasser/Fleischeiweiß-Verhältnis ab. Der dadurch „gewonnene“ Spielraum erlaubt eine überhöhte Wasserschüttung, ohne dass dies analytisch

feststellbar wäre. Es ist ein offenes Geheimnis, dass derartige Praktiken angewandt werden.

### Beziehung zwischen Wasser- und Fettgehalt im frischen Fleisch/Fettgewebe

Im frischen Fleisch besteht nicht nur eine enge (gleichsinnige) Beziehung zwischen dem Wasser- und dem Eiweißgehalt, noch enger sind der Wasser- und der Fettgehalt (gegensinnig) miteinander verknüpft (HAMMER 1978, BRAUN 1981). Fleisch (im Folgenden auch als Synonym für Fettgewebe verwendet) enthält stets umso weniger Wasser, je fetter es ist. Abbildung 1 veranschaulicht diese sehr enge negative Beziehung ( $r = -0,998$ ).

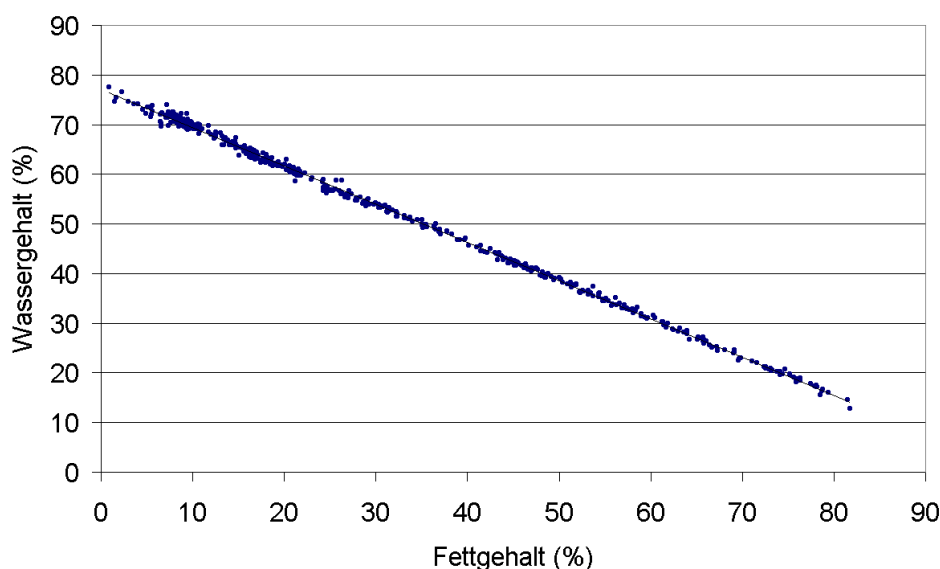


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Wasser- und Fettgehalt (%) im frischen Fleisch (Schwein, Rind, Speck). Probenanzahl: n = 501; Regressionsgleichung: Wassergehalt (%) = 77 - Fettgehalt (%) x 0,77

Die Analysenwerte von 120 Proben Rindfleisch, 273 Proben Schweinefleisch, 66 Mischproben Schweine- und Rindfleisch sowie 42 Speckproben, die in dieser Abbildung zusammengefasst sind, stammen aus dem Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung der BFEL (*Geflügelfleisch wurde bisher noch nicht in die Untersuchungen einbezogen*). Die aus diesen Analysendaten (Fundstelle: [www.bfa-fleisch.de](http://www.bfa-fleisch.de)) errechnete Regressionsgleichung lautet:

$$\% \text{Wasser}_{\text{Fleisch}} = 77 - \% \text{Fett}_{\text{Fleisch}} \times 0,77 \quad (2)$$

Aus dem analytischen Fettgehalt lässt sich also sehr genau der „dazugehörige“ natürliche Wassergehalt kalkulieren. Die Überlegung, der diesen Rechenwert übersteigende Wasseranteil in einem Fleischerzeugnis sollte dann der Schüttung entsprechen, bildet die Grundlage der folgenden Berechnungen.

#### **Fremdwasserberechnung auf der Basis des Wasser/Fett-Verhältnisses**

Wenn man ein Gemisch von Fleisch und Fettgewebe mit Wasser versetzt, so verändert sich dessen Zusammensetzung. Gleichzeitig verliert für diese nunmehr fremdwasserhaltige Mischung Gleichung 2 ihre Gültigkeit, denn die durch sie charakterisierte Beziehung zwischen Wasser- und Fettgehalt ist auf die natürlichen Ver-

hältnisse im Fleisch beschränkt. Diese sind nun aber nicht mehr gegeben, da der Wassergehalt durch die Schüttung angestiegen ist und die übrigen Werte abgenommen haben. Diese Verschiebungen lassen sich jedoch „rückgängig“ machen, indem man das Fremdwasser aus den Analysenwerten wieder herausnimmt. Man erhält dann die Zusammensetzung der Probe vor der Schüttung, für die nunmehr auch Gleichung 2 wieder gilt. Auf dieser Überlegung basiert die vorgestellte Fremdwasserberechnung. Wenn man nämlich aus den Analysendaten der Probe gewissermaßen auf Verdacht - weil man den tatsächlichen Fremdwassergehalt ja nicht kennt - steigende Mengen Fremdwasser, z.B. in Prozentschritten, herausrechnet, nehmen die Fettwerte kontinuierlich zu, während die Wassergehalte ebenso gleichförmig abfallen. Damit gleichen sich diese durch die Schüttung veränderten Werte den natürlichen Verhältnissen im Fleisch immer stärker an, bis sie schließlich die Bedingungen von Gleichung 2 (wieder) erfüllen. Dieser Punkt markiert den Fremdwassergehalt der Probe. Die Beziehung zwischen Fett- und Wassergehalt nach Gleichung 2 dient also als Indikator für das Erreichen des (natürlichen) Zustandes vor der Schüttung.

Die praktische Durchführung dieser Berechnung ist einfach: Man erstellt eine Excel-Maske, in deren Spalten 4 und 5 man die Rechenoperationen nach Gleichung 3 und 4 aktiviert (Tab. 1):

$$\% \text{Fett}_{\text{vor Schüttung}} = \% \text{Fett}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{angenommenes Fremdwasser})/100 \quad (3)$$

$$\% \text{Wasser}_{\text{vor Schüttung}} = \% \text{Wasser}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{angenommenes Fremdwasser})/100 - \% \text{angenommenes Fremdwasser} \quad (4)$$

Nun fügt man in die erste Zeile der Spalten 1 und 2 den analytischen Fett- und Wassergehalt der betreffenden Probe ein und füllt beide Spalten mit diesen Daten auf. In den Spalten 4 und 5 erscheinen dann die Fett- und Wassergehalte, die sich bei den angenommenen Fremdwasserwerten von Spalte 3 ergeben.

Durch das Einsetzen steigender Fremdwassermengen nähern sich die Daten der Spalten 4 und 5 den Verhältnissen im frischen Fleisch immer stärker an, bis sie schließlich mit Gleichung 2 zur Deckung kommen. Wie aber erkennt man diesen Punkt? Da jedem Fettgehalt ein über Gleichung 2 kalkulierbarer Wassergehalt

entspricht, lässt sich aus den Fettwerten von Spalte 4 sehr genau der „dazugehörige“ Wassergehalt ermitteln. An der Stelle, an der dieser Wert - er ist jeweils in Spalte 6 aufgeführt - mit dem fremdwasserkorrigierten Wassergehalt von Spalte 5 übereinstimmt, liegen Bedingungen wie im Fleisch vor der Schüttung vor. Im Folgenden ist der errechnete Fremdwassergehalt dann als die erste positive Differenz dieser Zahlen (Spalte 7) ausgewiesen. Im Beispiel von Tabelle 1 ist dies bei einem Wert von 15 % der Fall.

### **Einfluss von Zutaten/Zusatzstoffen auf das Ergebnis der Fremdwasserberechnung**

Neben der Schüttung können Fleisch-erzeugnisse auch noch andere Zusätze wie Kochsalz, Zuckerstoffe, Gewürze, Ballaststoffe oder Dickungsmittel enthalten. In gleicher Weise wie eine Wasserzugabe verändern auch diese Zusätze die chemische Zusammensetzung der Probe. Beim Salzen beispielsweise nimmt der Aschegehalt zu, während die anderen Analysenwerte fallen. Bevor man also Gleichung 2 in der beschriebenen Weise für die Fremdwasserberechnung verwenden kann, müssen diese Zusätze ebenfalls rechnerisch korrigiert werden. Theoretisch

gilt dies für jeden Zusatz. In den meisten Fällen beeinflussen jedoch nur Wasser und Salz (in Einzelfällen auch Kohlenhydrate) die Zusammensetzung eines Brätes in nennenswerter Weise. Gewürze, Geschmacksverstärker u.ä. können aufgrund ihrer geringen Menge normalerweise unberücksichtigt bleiben.

Um den Einfluss der Nichtfremdwasser-Zusätze auszugleichen, muss die Excel-Maske nach Tabelle 1 um die Spalten 1 und 5 „Gehalt an Zusätzen“ erweitert und in Spalte 5 die Rechenoperation nach Gleichung 5 aktiviert werden. Die Excel-Tabelle 2, die alle diese Funktionen enthält, kann von der Homepage der BFEL ([www.bfa-fleisch.de](http://www.bfa-fleisch.de)) heruntergeladen werden. Die Summe der Zusätze trägt man in Tabelle 2 in die Spalte 1, die Fett- und Wasserwerte der Probe in die Spalten 2 und 3 ein (*dies sind die einzigen Eingaben, die bei jeder Probe zu machen sind; alle übrigen Anzeigen und Berechnungen erfolgen automatisch*). Die Gehalte dieser drei Parameter in dem Fleisch-Speck-Salz-Gemisch vor der Schüttung (Spalten 5-7) ergeben sich, indem für den prozentualen angenommenen Fremdwassergehalt sukzessiv höhere Werte in folgende Gleichungen eingesetzt werden:

$$\begin{aligned} \% \text{ Zusätze}_{\text{vor Schüttung}} &= \% \text{ Zusätze}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser} + \\ &\% \text{ Zusätze}_{\text{Analyse}}) / 100 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Fett}_{\text{vor Schüttung}} &= \% \text{ Fett}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser} + \\ &\% \text{ Zusätze}_{\text{vor Schüttung}}) / 100 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Wasser}_{\text{vor Schüttung}} &= \% \text{ Wasser}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser} + \\ &\% \text{ Zusätze}_{\text{vor Schüttung}}) / 100 - \% \text{ angenommenes Fremdwasser} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\% \text{ Wasser}_{\text{Fleisch}} = 78 - \% \text{ Fett}_{\text{Fleisch}} \times 0,77 \quad (8)$$

Dabei steigen der Gehalt an Zusätzen (errechnet nach Gleichung 5) und der Fettgehalt (errechnet nach Gleichung 6) kontinuierlich an, während der Wasserwert (errechnet nach Gleichung 7) ebenso gleichförmig abnimmt. Die Gleichungen 6 und 7 stellen hierbei lediglich Erweiterungen der Gleichungen 3 und 4 dar. Diese Rechenoperation führt man so lange fort, bis Fett- und Wassergehalt in den Spalten 6 und 7 – analog Tabelle 1 – wieder mit Gleichung 2 im Einklang stehen. Man erkennt diesen Punkt durch Vergleich der Zahlen der Spalten 8 und 7. In Spalte 8 sind hierbei die Wassergehalte aufgeführt, die den Fettwerten von Spalte 6 im Fleisch natürlicherweise entsprechen. Um biologische Schwankungen zugunsten des Herstellers sicher aufzufangen, wurden die Daten von Spalte 8 – und später auch der Tabellen 3 und 4 – allerdings nicht mit der theoretisch richtigen Gleichung 2, sondern mit der „großzügigeren“ Gleichung 8 errechnet. Der der ersten positiven Differenz von Spalte 9 zugeordnete Fremdwassergehalt von Spalte 4 stellt das Analyseergebnis dar. Im Beispiel von Tabelle 2 ist dies ein Wert von 21 %.

Die Genauigkeit, mit der sich der Fremdwassergehalt auf diese Weise ermitteln lässt, hängt von den natürlichen Schwankungen des Verhältnisses von Fett und Wasser ab. Diese sind jedoch, wie Abbildung 1 zeigt, erstaunlich gering. Das Ergebnis wird aber auch von der Tatsache bestimmt, dass jeder unerkannte Zusatz zu einer Unterschätzung des Fremdwassergehaltes führt. Das hat zwar den Vorzug, dass es zu keiner ungerechtfertigten Beanstandung kommt, es kann jedoch die Genauigkeit der Aussage beeinträchtigen. Dieser Gesichtspunkt spielt keine Rolle, wenn das Produkt außer Salz keine nennenswerten Mengen anderer Nichtfremdwasser-Zusätze wie Zuckerstoffe, Ballaststoffe oder Dickungsmittel enthält.

Die Korrektur des Salzgehaltes erfolgt über den Aschegehalt der Probe, den man in Spalte 1 von Tabelle 2 einträgt. Das Vorliegen größerer Mengen kohlenhydrathaltiger Zusätze erkennt man daran, dass die Summe aus Wasser-, Eiweiß-, Fett-

und Aschegehalt nicht zu  $100 \pm 0,5$  % aufgeht. In diesem Fall setzt man nach einer gezielten Analyse dieser Substanzen den erhaltenen Wert, andernfalls die Differenz der Summe von Wasser, Eiweiß, Fett und Asche zu 100 %, zusammen mit dem Aschegehalt in Spalte 1 ein.

## Ergebnisse und Diskussion

Zunächst haben wir an salzlosen Fleisch-/Speckhomogenaten die prinzipielle Gültigkeit dieser Berechnungsweise überprüft. Die Ergebnisse, die mit der Maske von Tabelle 2 ermittelt wurden, sind in Tabelle 3 dargestellt. Querstriche unterteilen die Tabelle in die verschiedenen Messreihen. Wegen des fehlenden Salzes wurde bei der Berechnung in der Rubrik „Gehalt an Zusätzen“ von Tabelle 2 grundsätzlich der Zahlenwert Null eingesetzt. Die so kalkulierten Fremdwassergehalte, die in Tabelle 3 (Spalte 4) aufgeführt sind, stimmten mit den tatsächlichen Werten in diesen Homogenaten (Spalte 3) durchwegs (deutlich) besser überein als die Ergebnisse der herkömmlichen Berechnungsweise (Spalte 5).

Einer gesonderten Betrachtung bedarf der Einfluss stickstoffhaltiger Zusätze. Er führt bei der herkömmlichen Methode aufgrund der Berechnung über das Wasser/Eiweiß-Verhältnis zu Ergebnissen, die den tatsächlichen Fremdwassergehalt unterschätzen (Spalte 5). Unkorrigierte Zusätze von Harnstoff, deren Stickstoffmenge Eiweißgehalten von 0,9 % bzw. 1,8 % im Homogenat entsprachen, hatten dagegen kaum Auswirkung auf den alternativ berechneten Fremdwassergehalt (Spalte 4). Dies kann einen Vorteil dieser Methode darstellen. Allerdings wird er sich in der Praxis nicht immer auswirken, da beim Versuch der Manipulation von Analysewerten die Zugabe stickstoffhaltiger Substanzen naturgemäß nicht deklariert wird und zudem häufig nicht nachweisbar ist. Die rechnerische Korrektur eines derartigen Zusatzes ist hier - anders als bei Salz oder Kohlenhydraten - deshalb kaum möglich. Der (theoretische) Vorteil einer Berechnungsweise, die vom Stickstoffgehalt der Probe unabhängig ist, kann

deshalb in der Praxis durch den fremdwasserunterschätzenden Einfluss eines nicht erkannten Zusatzes gemindert sein. Immerhin gibt es, wie die Ergebnisse der harnstoffhaltigen Proben von Tabelle 3 und - noch ausgeprägter - später von Tabelle 4 zeigen, Bedingungen, unter denen der Zusatz einer stickstoffhaltigen Verbindung kaum einen nachteiligen Einfluss auf das Ergebnis der Fremdwasserberechnung hat. Unabhängig von diesen speziellen Überlegungen gilt jedoch die allgemeine Feststellung, dass sich die sehr enge Beziehung zwischen Fett- und Wassergehalt im Fleisch im Vergleich zum Wasser/Eiweiß-Verhältnis fehlervermindernd auswirkt. Dies macht sich in der durchwegs besseren Übereinstimmung der über den Fettgehalt kalkulierten Werte (Spalte 4) mit der tatsächlichen Schüttung (Spalte 3) bemerkbar.

In Tabelle 4 sind gesalzene Proben aufgelistet, die teilweise zusätzlich noch unterschiedliche Mengen an Harnstoff und Saccharose enthielten. Saccharose diente dabei als Modellverbindung für einen weiteren, stickstofffreien Zusatz. Wie bereits erläutert, müssen alle Substanzen, die in der chemischen Analyse mengenmäßig ins Gewicht fallen, in die Kalkulation des Fremdwassergehaltes einbezogen werden. Dies trifft auch auf den Saccharose-

anteil zu. Spalte 1 von Tabelle 2 ist mit „Gehalt an Zusätzen“ überschrieben. In der Regel wird hier nur der Aschegehalt eingetragen. In Produkten, die merkliche Mengen an Kohlenhydraten enthalten, muss hier aber auch deren Gehalt berücksichtigt werden. Bei den saccharosehaltigen Proben wurde in Spalte 1 von Tabelle 2 deshalb die Summe aus Aschegehalt und Saccharosezusatz eingegeben. Bei bekannter Rezeptur konnte hier auf eine eigene Kohlenhydratanalyse verzichtet werden. Mit dieser Berechnungsweise ergaben sich die in der Spalte 4 von Tabelle 4 aufgeführten Fremdwassergehalte. Auch in diesen Versuchsreihen stimmten alle Ergebnisse, die auf der neuen Berechnungsgrundlage basierten (Spalte 4), mit den realen Verhältnissen (Spalte 3) deutlich besser überein als die konventionellen Werte (Spalte 5). Die Wiederfindungsrate des Fremdwassergehaltes (kursiv) lag bei der derzeit praktizierten Berechnungsweise im Bereich von 20 bis 68 %, während sie sich im anderen Fall zwischen 76 und 97 % bewegte. Auch die Ergebnisse dieser Versuchsreihen lassen erkennen, dass die Fremdwasserberechnung auf der Grundlage des Fettgehaltes eine zuverlässigere Alternative zum herkömmlichen Verfahren darstellt.

## Literatur

Braun K. (1981): Der Einsatz verschiedener Standardisierungs-Systeme in der Fleischwarenindustrie. *Fleischerei* Heft 7, 532.

Feder E. (1913): Eine Grundlage zur Erkennung eines übermäßigen Wasserzusatzes zu zerkleinerten Fleischwaren. *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel sowie der Gebrauchsgegenstände* 25, 577.

Hammer G.F. (1978): Wasser-, Eiweiß- und Fettgehalt in Leberwurst. *Mitteilungsblatt der*

Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Nr. 61, 3458.

Honikel K.O. und R. Wellhäuser (1993a): Zusammensetzung verbrauchergerecht zugeschnittener Schweinefleischstücke. *Fleischwirtschaft* 73, 863.

Honikel K.O. und R. Wellhäuser (1993b): Zusammensetzung verbrauchergerecht zugeschnittener Rindfleischstücke. *Fleischwirtschaft* 73, 1051.

Tab. 1: Excel-Maske zur Berechnung des Fremdwassergehaltes in reinen Fleisch/Speck-Homogenaten

1	2	3	4	5	6	7
analytischer Fettgehalt der Probe %	analytischer Wassergehalt der Probe %	angenommener Gehalt an Fremdwasser %	Fettgehalt vor Schüttung nach Gleichung 3 %	Wassergehalt vor Schüttung nach Gleichung 4 %	Wassergehalt, errechnet aus dem Fettgehalt von Spalte 4 nach Gleichung 2 %	Differenz der Spalten 5 und 6
5,0	76,0	-2	4,9	76,5	73,2	-3,25
5,0	76,0	-1	5,0	76,2	73,2	-3,05
5,0	76,0	0	5,0	76,0	73,2	-2,85
5,0	76,0	1	5,1	75,8	73,1	-2,65
5,0	76,0	2	5,1	75,5	73,1	-2,45
5,0	76,0	3	5,2	75,3	73,0	-2,25
5,0	76,0	4	5,2	75,0	73,0	-2,04
5,0	76,0	5	5,3	74,8	73,0	-1,84
5,0	76,0	6	5,3	74,6	72,9	-1,64
5,0	76,0	7	5,4	74,3	72,9	-1,44
5,0	76,0	8	5,4	74,1	72,8	-1,24
5,0	76,0	9	5,5	73,8	72,8	-1,04
5,0	76,0	10	5,5	73,6	72,8	-0,83
5,0	76,0	11	5,6	73,4	72,7	-0,63
5,0	76,0	12	5,6	73,1	72,7	-0,43
5,0	76,0	13	5,7	72,9	72,6	-0,23
5,0	76,0	14	5,7	72,6	72,6	-0,03
5,0	76,0	15	5,8	72,4	72,6	0,17
5,0	76,0	16	5,8	72,2	72,5	0,37
5,0	76,0	17	5,9	71,9	72,5	0,58
5,0	76,0	18	5,9	71,7	72,5	0,78
5,0	76,0	19	6,0	71,4	72,4	0,98
5,0	76,0	20	6,0	71,2	72,4	1,18
5,0	76,0	21	6,1	71,0	72,3	1,38
5,0	76,0	22	6,1	70,7	72,3	1,58
5,0	76,0	23	6,2	70,5	72,3	1,78
5,0	76,0	24	6,2	70,2	72,2	1,99
5,0	76,0	25	6,3	70,0	72,2	2,19

Verwendete Gleichungen:

$$\% \text{ Wasser}_{\text{Fleisch}} = 77 - \% \text{ Fett}_{\text{Fleisch}} \times 0,77 \quad (2)$$

$$\% \text{ Fett}_{\text{vor Schüttung}} = \% \text{ Fett}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser})/100 \quad (3)$$

$$\% \text{ Wasser}_{\text{vor Schüttung}} = \% \text{ Wasser}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser})/100 - \% \text{ angenommenes Fremdwasser} \quad (4)$$



Tab. 2: Excel-Maske zur Berechnung des Fremdwassergehaltes in Fleischerzeugnissen

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gehalt an Zusätzen (Salz, Kohlenhydrate u.ä.)	Fettgehalt der Probe	Wassergehalt der Probe	angenommener Gehalt an Fremdwasser	Gehalt an Zusätzen vor Schüttung nach Gleichung 5	Fettgehalt vor Schüttung nach Gleichung 6	Wassergehalt vor Schüttung nach Gleichung 7	Wassergehalt aus dem Fettgehalt von Spalte 6 nach Gleichung 8	Differenz der Spalten 8 und 7
%	%	%	%	%	%	%	%	
2,5	17,8	66,0	-2	2,51	17,9	68,3	64,2	-4,11
2,5	17,8	66,0	-1	2,54	18,1	68,0	64,1	-3,93
2,5	17,8	66,0	0	2,56	18,3	67,7	63,9	-3,75
2,5	17,8	66,0	1	2,59	18,4	67,4	63,8	-3,57
2,5	17,8	66,0	2	2,61	18,6	67,0	63,7	-3,38
2,5	17,8	66,0	3	2,64	18,8	66,7	63,5	-3,20
2,5	17,8	66,0	4	2,66	19,0	66,4	63,4	-3,02
2,5	17,8	66,0	5	2,69	19,2	66,1	63,2	-2,83
2,5	17,8	66,0	6	2,71	19,4	65,8	63,1	-2,65
2,5	17,8	66,0	7	2,74	19,5	65,4	63,0	-2,47
2,5	17,8	66,0	8	2,76	19,7	65,1	62,8	-2,28
2,5	17,8	66,0	9	2,79	19,9	64,8	62,7	-2,10
2,5	17,8	66,0	10	2,81	20,1	64,5	62,5	-1,92
2,5	17,8	66,0	11	2,84	20,3	64,1	62,4	-1,74
2,5	17,8	66,0	12	2,86	20,4	63,8	62,3	-1,55
2,5	17,8	66,0	13	2,89	20,6	63,5	62,1	-1,37
2,5	17,8	66,0	14	2,91	20,8	63,2	62,0	-1,19
2,5	17,8	66,0	15	2,94	21,0	62,8	61,8	-1,00
2,5	17,8	66,0	16	2,96	21,2	62,5	61,7	-0,82
2,5	17,8	66,0	17	2,99	21,4	62,2	61,6	-0,64
2,5	17,8	66,0	18	3,01	21,5	61,9	61,4	-0,45
2,5	17,8	66,0	19	3,04	21,7	61,5	61,3	-0,27
2,5	17,8	66,0	20	3,06	21,9	61,2	61,1	-0,09
2,5	17,8	66,0	21	3,09	22,1	60,9	61,0	0,09
2,5	17,8	66,0	22	3,11	22,3	60,6	60,9	0,28
2,5	17,8	66,0	23	3,14	22,5	60,3	60,7	0,46
2,5	17,8	66,0	24	3,16	22,6	59,9	60,6	0,64
2,5	17,8	66,0	25	3,19	22,8	59,6	60,4	0,83

Verwendete Gleichungen:

$$\% \text{ Zusätze}_{\text{vor Schüttung}} = \% \text{ Zusätze}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser} + \% \text{ Zusätze}_{\text{Analyse}}) / 100 \quad (5)$$

$$\% \text{ Fett}_{\text{vor Schüttung}} = \% \text{ Fett}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser} + \% \text{ Zusätze}_{\text{vor Schüttung}}) / 100 \quad (6)$$

$$\% \text{ Wasser}_{\text{vor Schüttung}} = \% \text{ Wasser}_{\text{Analyse}} \times (100 + \% \text{ angenommenes Fremdwasser} + \% \text{ Zusätze}_{\text{vor Schüttung}}) / 100 - \% \text{ angenommenes Fremdwasser} \quad (7)$$

$$\% \text{ Wasser}_{\text{Fleisch}} = 78 - \% \text{ Fett}_{\text{Fleisch}} \times 0,77 \quad (8)$$

Tab. 3: Rezepturen, Zusammensetzung und Fremdwassergehalte von Fleisch/Speck-Homogenaten

1						2			3	4	5
Rezeptur						Zusammensetzung			Fremdwassergehalt		
Schwein g	Rind g	Speck g	Wasser g	NPS g	Harnstoff mg	Fett %	Wasser %	Eiweiß %	real %	Basis: W/F %	Basis: W/E %
90	-	-	10	-	-	5,0	76,0	17,8	11	10	5
85	-	-	15	-	-	5,2	77,2	16,8	18	18	10
80	-	-	20	-	-	5,0	78,3	16,4	25	24	13
80	-	20	5	-	-	20,7	61,9	16,2	5	0	-3
90	-	10	5	-	-	13,0	67,1	18,1	5	-3	-5
80	-	20	10	-	-	19,2	63,9	15,5	10	4	2
90	-	10	5	-	-	13,2	67,1	18,1	5	-1	-5
90	-	10	10	-	-	12,9	70,1	16,9	10	11	3
70	-	30	20	-	-	24,1	62,6	12,7	20	17	12
60	-	40	20	-	-	31,5	56,8	11,3	20	17	12
50	-	30	30	-	-	30,4	60,2	9,0	38	35	24
50	-	10	30	-	-	17,9	71,3	10,5	50	48	29
60	-	40	5	-	-	35,5	50,6	12,9	5	0	-1
60	-	40	5	-	300	35,7	50,6	13,7	5	1	-4
60	-	40	5	-	600	36,0	50,3	14,4	5	1	-7
70	-	30	5	-	-	27,8	57,0	14,5	5	2	-1
70	-	30	5	-	300	27,5	56,8	15,5	5	0	-5
70	-	30	5	-	600	27,6	56,6	16,1	5	0	-8
-	60	40	5	-	-	37,1	50,3	12,1	5	5	2
-	60	40	5	-	300	35,9	50,7	13,0	5	2	-1
30	30	40	5	-	-	36,1	49,3	13,9	5	-3	-6
72	8	20	5	-	-	22,3	60,6	16,3	5	-1	-5
56	24	20	5	-	-	21,1	61,5	16,8	5	-1	-6
40	40	20	5	-	-	19,8	62,0	17,4	5	-3	-8
81	9	10	5	-	-	14,3	66,8	18,1	5	0	-6
63	27	10	5	-	-	13,2	67,4	18,5	5	-1	-7
45	45	10	5	-	-	11,9	68,2	19,4	5	-2	-9

Abkürzungen: NPS = Nitritpökelsalz; Basis: W/F = Fremdwassergehalt, errechnet auf der Basis des Wasser/Fett-Verhältnisses; Basis: W/E = Fremdwassergehalt, errechnet auf der Basis des Wasser/Eiweiß-Verhältnisses; die Fett-, Wasser- und Eiweiß-Gehalte stellen Mittelwerte von Doppelbestimmungen dar.

Verwendete Gleichung:

$$\% \text{Wasser}_{\text{Fleisch}} = 78 - \% \text{Fett}_{\text{Fleisch}} \times 0,77 \quad (8)$$

Tab. 4: Rezepturen, Zusammensetzung und Fremdwassergehalte von gesalzenen Fleisch-Speck-Homogenaten

1							2				3	4		5	
Rezeptur							Zusammensetzung				Fremdwassergehalt				
Schwein g	Rind g	Speck g	Wasser g	NPS g	Harnstoff mg	Saccharose g	Fett %	Wasser %	Eiweiß %	Asche %	real %	Basis: W/F % Wf (%)		Basis: W/E % Wf (%)	
-	60	20	20	1,8	-	-	17,8	66,0	13,6	2,5	25	21	84	12	48
-	40	30	30	1,8	-	-	25,7	62,0	11,0	2,3	43	35	82	18	42
-	50	20	30	1,8	-	-	16,6	69,6	11,4	2,4	43	41	96	24	56
-	50	30	20	1,8	-	-	26,2	59,2	11,8	2,4	25	18	72	12	48
-	50	30	20	1,8	300	-	26,0	59,5	12,4	2,4	25	19	76	10	40
-	50	30	20	1,8	600	-	25,8	59,5	13,3	2,4	25	18	72	6	24
40	-	40	20	1,8	-	-	35,9	52,0	8,8	2,2	25	19	76	17	68
50	-	30	20	1,8	-	-	29,2	57,2	10,8	2,3	25	18	72	14	56
60	-	20	20	1,8	-	-	21,6	63,1	12,3	2,4	25	21	84	14	56
30	-	40	30	1,8	-	-	34,5	55,4	7,8	2,1	43	36	84	24	56
40	-	30	30	1,8	-	-	28,1	60,2	8,9	2,3	43	36	84	25	58
50	-	20	30	1,8	-	-	20,7	66,0	10,6	2,4	43	37	86	24	56
60	-	10	30	1,8	-	-	12,6	72,4	12,3	2,5	43	40	93	23	53
60	-	20	20	1,8	-	1	20,6	62,8	12,6	2,4	25	19	76	12	48
60	-	20	20	1,8	300	1	20,9	62,8	13,4	2,5	25	21	84	9	36
60	-	20	20	1,8	600	1	20,7	62,9	14,4	2,5	25	21	84	5	20
60	-	20	20	1,8	-	2	20,3	62,8	12,5	2,5	25	23	92	13	52
60	-	20	20	1,8	300	2	19,8	63,0	13,3	2,4	25	21	84	10	40
60	-	20	20	1,8	600	2	19,7	62,9	14,3	2,4	25	20	80	6	24

Abkürzungen: siehe Tabelle 3; Wf (%) = prozentuale Wiederfindung des tatsächlichen Fremdwassers; die Fett-, Wasser-, Asche- und Eiweiß-Gehalte stellen Mittelwerte von Doppelbestimmungen dar.

Verwendete Gleichung:

$$\% \text{ Wasser}_{\text{Fleisch}} = 78 - \% \text{ Fett}_{\text{Fleisch}} \times 0,77 \quad (8)$$

