

größeren Volumen mit breiten Bechergläsern gearbeitet wird, auf deren Boden die Substanz dünn ausgebreitet liegt. Bei dem relativ kleinen Volumen der *Oshima*-Proben verwendet man durchweg hohe, schmale Erlenmeyerkolben mit stark eingewölbtem Boden, wodurch die Substanz in einem schmalen, hohen Ring am Boden festliegt und wenig Angriffsfläche bietet.

Tabelle 1. *Abderhalden*.*)

| Substanz | Unverdautes Protein |
|--|---------------------|
| Garnelenmehl, nicht entfettet | 20,8 % |
| Garnelenmehl, nicht entfettet | 23,8 % |
| Garnelenmehl, jedoch vor der Filtration auf 90° erhitzt | 27,0 % |
| Garnelenmehl, jedoch vor der Filtration auf 90° erhitzt | 26,2 % |
| Garnelenmehl, nicht entfettet + Filterpapier, nach der Verdauung | 20,9 % |
| Garnelenmehl, nicht entfettet + Filterpapier, jedoch vor der Verdauung | 21,2 % |
| Garnelenmehl + 2 g Bleicherde vor der Verdauung | 62,3 % |
| Garnelenmehl + 2 g Bleicherde vor der Verdauung | 51,5 % |
| Garnelenmehl + 2 g Bleicherde nach d. Verdauung | 42,0 % |
| Garnelenmehl + 2 g Filtercel vor der Verdauung | 27,8 % |

*) Da Abweichungen von halben Prozenten zwischen den einzelnen Versuchen nichts Seltenes sind, genügt die Angabe der ersten Dezimale.

Zur Klärung der Differenz zwischen beiden Methoden wurde die Wasserstoffionenkonzentration der Lösungen geprüft, außerdem bei der *Oshima*-Methode während der Verdauung nachkontrolliert. Ferner wurde eine Serie mit gestaffelter Säurekonzentration durchgeführt.

Dabei ergaben sich für die *Abderhalden*-Lösung $p_H = 1,2$ im Anfang und $p_H = 0,9$ nach dem zweiten Säurezusatz, während sich bei *Oshima* ein $p_H = 0,9$ ergab.

Als dann wurde mit Garnelenmehl eine Verdauungsserie durchgeführt (Tab. 3). Hierbei ergaben sich die

Tabelle 2. *Oshima*.

| Substanz | Unverdautes Protein |
|---|---------------------|
| Garnelenmehl, extrahiert ohne Toluol, 4× geschüttelt | 25,5 % |
| Garnelenmehl, extrahiert ohne Toluol, + Filterpapier, 4× geschüttelt | 24,5 % |
| Garnelenmehl, nicht extrahiert, ohne Toluol, 15× geschüttelt | 18,9 % |
| Garnelenmehl, nicht extrahiert, ohne Toluol, + Filterpapier, 15× geschüttelt | 18,9 % |
| Garnelenmehl, ohne Toluol, nicht extrahiert + 2 cm ³ Toluol, 15× geschüttelt | 28,5 % |
| Garnelenmehl, extrahiert + 2 cm ³ Toluol, 15× geschüttelt | 22,3 % |

günstigsten Werte mit einem Anfangs- $p_H = 1,1$ und einem End- $p_H = 1,5$.

Um die Filtration zu beschleunigen, wurde mit Büchnertrichter oder Nutsche gearbeitet. Zusätze anorganischer Natur zur Auflockerung des abzufiltrierenden Materials wie Filtercel (Scheibler, Elberfeld) und Bleicherde (Terrana), Erhitzen der Flüssigkeit auf 90°, versagten, da einmal diese Körper stickstoffhaltige Produkte, die bereits verflüssigt waren, absorbierten und ein andermal die Erhitzung diese Produkte koagulierte und dadurch eine geringere Verdaulichkeit vortäuschte (s. Tab. 1). Dagegen beeinflusst ein Zusatz von feingerissem Filtrierpapier (etwa 20 cm²) (Schleicher & Schüll, Düren) die Resultate fast gar nicht (s. Tab. 1 und 2).

Diese Hilfsmittel wurden aber überflüssig, wenn man einmal bei dem geringsten Vakuum, das zur Aufrechterhaltung einer guten Filtriergeschwindigkeit notwendig war, abnutschte und außerdem zum Auswaschen des unverdauten Restes eine Waschflüssigkeit verwandte, die in Temperatur und Säurekonzentration möglichst der Verdauungslösung

angepaßt war. Es wurde deshalb einfach mit einer der Säurekonzentration der Verdauungsflüssigkeit angepaßten verdünnten Salzsäure von 40–45° ausgewaschen und jedesmal das 1,5fache der Menge der Verdauungsflüssigkeit zum Auswaschen verwandt. Wasser von Zimmertemperatur verhindert in kurzem die Filtration, und 80–90° heißes

Tabelle 3.

Garnelenmehl mit verschiedener Säurekonzentration.

| p_H v. d. Verdauung | p_H n. d. Verdauung | Protein verdaut |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| 1,9 | 5,3 | 36,6 % |
| 2,0 | 4,7 | 44,4 % |
| 1,2 | 3,3 | 64,8 % |
| 1,5 | 2,3 | 76,8 % |
| 0,2 | 1,6 | 80,5 % |
| 1,1 | 1,5 | 83,0 % |
| 1,0 | 1,3 | 68,4 % |
| 0,9 | 1,2 | 63,8 % |
| 0,8 | 1,1 | 65,4 % |
| 0,7 | 0,9 | 60,0 % |
| 0,55 | 0,7 | 56,5 % |

Wasser verändert die Werte, die dann durchweg zu hoch ausfallen.

Aus diesen Versuchen ergab sich folgende **Arbeitsvorschrift**: „In einem 300-cm³-Erlenmeyerkolben wird 1 g Pepsin „Merck reinst“ in 150 cm³ n_{10} Salzsäure gelöst und 2 g (genau gewogen) Substanz (Fischmehl usw.) zuge-setzt. Die Flasche wird, mit einem Korkstopfen geschlossen, in einem Brutschrank bei 37–40° während 44–48 h aufbewahrt. Zu beachten ist dabei, daß mindestens 15mal in dieser Zeit gut umgeschüttelt wird in möglichst regelmäßigen Abständen. Zu empfehlen ist dabei die Verwendung eines langsam laufenden Rühr- oder Schüttelwerkes. Am Schluß der Verdauung wird die Lösung bei möglichst geringem Vakuum über ein stickstoffreies Filter abgesaugt und mit 200 cm³ n_{10} Salzsäure, die auf 40–45°

Tabelle 4. Wal-Mehl mit $p_H = 1,1$ verdaut.

| Substanz | Unverdautes Protein |
|--|---------------------|
| Wal-Mehl, nicht entfettet | 8,0 % |
| Wal-Mehl, nicht entfettet | 7,9 % |
| Wal-Mehl, nicht entfettet + 2 cm ³ Toluol | 15,8 % |
| Wal-Mehl, entfettet (Äther) | 7,0 % |
| Wal-Mehl, entfettet (Äther) | 7,1 % |
| Wal-Mehl, entfettet + 2 cm ³ Toluol | 14,5 % |

erwärmt ist, ausgewaschen. Der feuchte Rückstand wird dann mit dem Filter nach *Kjeldahl* zur Bestimmung des unverdauten Proteins verbrannt.“

Eine Entfettung der Materialien ist dabei nicht nötig, da nach den Versuchen die Werte dadurch nicht beeinflusst werden (Tab. 4), ein Zusatz von Toluol (*Oshima*) ist nur schädlich (Tab. 2 und 4) und kann deshalb in Wegfall kommen. [A. 50.]

Einige thermodynamische Eigenschaften von Wasserstoff und Deuterium.

In der oben erwähnten Arbeit von *Harold C. Urey* wird auf Wunsch des Autors noch folgender Satz nachgetragen, der auf Seite 315, rechte Spalte, Ende des zweiten Absatzes, einzufügen ist:

Seitdem dies niedergeschrieben wurde, hat *Aston* sein mit dem Massenspektrograph erhaltenes Atomgewicht des Wasserstoffs (H) von 1,0078 auf 1,0081 abgeändert¹⁾. Mit dieser neuen Angabe für die Wasserstoffmasse verliert die von *Birge* und *Menzel* aufgestellte Betrachtung ihre Gültigkeit. Wenn auch die Schlußfolgerung dieses Abschnitts jetzt nicht mehr richtig zu sein scheint, möchte ich sie doch unverändert lassen, weil sie in der Entdeckung des Deuteriums von Bedeutung war. Es ist wahrscheinlich, daß wir ohne diese Voraussage kaum das Deuterium gesucht hätten, und seine Entdeckung wäre möglicherweise auf einige Zeit hinausgeschoben worden.

¹⁾ F. W. Aston, Nature **135**, 541 [1935].