

NEUERE ERGEBNISSE IN DER RHEOLOGIE DER TEIGE

I. NEUE ANGABEN ÜBER DIE RHEOLOGISCHEN EIGENSCHAFTEN DER AUS WEIZEN- UND ROGGENMEHLMISCHUNGEN ZUBEREITETEN MISCHTEIGE

Von

L. TELEGDY KOVÁTS und R. LÁSZTITY

Lehrstuhl für Lebensmittelchemie, Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 7. Januar, 1965)

Die Wichtigkeit der rheologischen Eigenschaften des Weizenmehlteiges für seinen Backwert ist seit langem bekannt. Die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften des Klebers und Teiges ist in der Praxis und der Forschung des Bäckereigewerbes allgemein verbreitet. Darum dürfte es genügen, hier nur auf einige zusammenfassende Werke zu verweisen [1, 2, 3].

Obwohl die rheologischen Eigenschaften der aus Roggenmehl zubereiteten Teige weit weniger eingehend erforscht sind als die der Weizenteige, kann auch die Erforschung der Roggenmehlteige schon auf eine ansehnliche Vergangenheit zurückblicken. Bei der Bestimmung der Bäckereiquitäten des Roggenmehles spielt neben den chemischen Untersuchungen die Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Teiges eine wesentliche Rolle.

In der Praxis des ungarischen Bäckereigewerbes findet sich eine Reihe von Backwaren, zu deren Herstellung als Rohmaterial Weizen- und Roggenmehl verwendet wird. Die Qualität dieser Backwaren wird in erster Linie durch die rheologischen Eigenschaften des Teiges bestimmt, der aus einer Weizen-Roggenmehl-Mischung zubereitet wird. Aber auch die technologische Kontrolle und Führung des zeitgemäßen Bäckereigroßgewerbes sowie die Bemessung der Backmaschinen erfordern die Kenntnis der physikalischen Eigenschaften des Rohmaterials und der Halffertigware.

Bisher hat man sich mit der Untersuchung der Weizen-Roggenmehl-Mischteige verhältnismäßig wenig befaßt. In der Fachliteratur sind kaum Angaben darüber vorzufinden. Deshalb untersucht der Lehrstuhl im Rahmen seiner systematischen rheologischen Forschungen auch diese Frage. Nachdem bereits einige Ergebnisse der Untersuchungen publiziert wurden [4], sollen hier die neuesten Ergebnisse unserer Forschungen kurz zusammengefaßt werden.

Allgemeine Charakterisierung der rheologischen Eigenschaften der aus Weizen- und Roggenmehl zubereiteten Mischteige

Vom kolloiden und rheologischen Standpunkt gesehen, ist die Zusammensetzung des Weizenmehlteiges ziemlich kompliziert und durch die infolge der

Kleberproteine entstandene komplexe Gel-Struktur charakterisiert. In den grundlegenden Untersuchungen von SCHOFIELD und SCOTT-BLAIR [5] wurde festgestellt, daß für den Teig die viskosen und elastischen Eigenschaften charakteristisch sind. Der Weizenmehlteig zeigt die Erscheinung der Relaxation, der strukturellen Viskosität und der elastischen Nachwirkung. Für die Beschreibung der rheologischen Eigenschaften eignet sich das Modell laut Abb. 1 mit guter Annäherung.

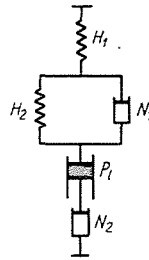


Abb. 1. Rheologisches Modell des Teiges
 H_1 und H_2 — Hook-Elemente
 N_1 und N_2 — Newton-Elemente
 P_1 — Plastisches Element

Zur Charakterisierung sind 5 Konstanten zu verwenden, die Elastizitätsmodule E_1 und E_2 , die Viskositäten η_1 und η_2 und die Grenzspannung p_h .

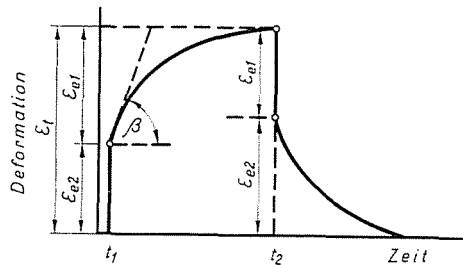


Abb. 2. Deformation des Teiges unter Einwirkung einer kleineren Belastung als die Grenzspannung p_h (Teil $t_1 - t_2$) und nach Aufhebung der Belastung (Teil $t_2 \longrightarrow$)

ϵ_t totale Deformation
 ϵ_e elastische Deformation
 ϵ_{e1} Hookesche elastische Deformation (instantaneous elasticity)
 ϵ_{e2} retardierte elastische Deformation

Der Zusammenhang von Deformation und Zeit geht aus den Diagrammen in Abb. 2 und 3 hervor.

Die Kurve in Abb. 2 ist bei der Grenzspannung flacher, während Abb. 3 den durch Anwendung der Deformierkraft über die Fließgrenze hinaus entstehenden Zustand zeigt. Obgleich der Roggenmehlteig dem Weizenmehlteig in vielen Beziehungen ähnelt, sind doch wesentliche Unterschiede vorhanden. Der Proteinkomplex des Roggens hat keine so zäh zusammenhängenden Struk-

tur wie die Proteine des Weizens. Der Roggenteig besitzt nicht jene Raumnetzstruktur, die für den Weizenmehlteig so charakteristisch ist. Demzufolge fehlen hier die ausgesprochen elastischen Eigenschaften, so daß unter den rheologischen Eigenschaften des Roggenteiges die Viskosität und Plastizität überwiegen. Zur Kennzeichnung des Teiges eignet sich das Modell des Bingham-Körpers, zur Beschreibung seiner Eigenschaften dagegen die Grenzspannung und plastische Viskosität am besten (Abb. 4).

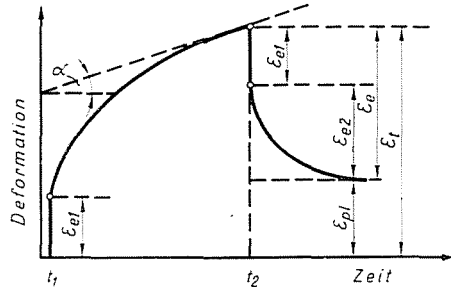


Abb. 3. Deformation des Teiges unter Einwirkung einer größeren Belastung als die Grenzspannung p_h (Teil $t_1 - t_2$) und nach Aufhebung der Belastung (Teil $t_2 \longrightarrow$)

- ϵ_t totale Deformation
- ϵ_e elastische Deformation
- ϵ_{e1} Hookesche elastische Deformation (instantaneous elasticity)
- ϵ_{e2} retardierte elastische Deformation
- ϵ_{pl} plastische Deformation
- α Richtungstangente der Kurve der plastischen Deformation

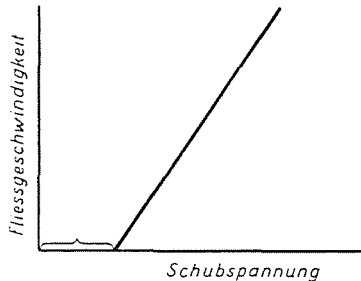


Abb. 4. Konsistenzkurve des Bingham-Körpers

Zur Charakterisierung des Modells sind zwei Konstanten, die Grenzspannung (Fließgrenze) und die plastische Viskosität η_{pl} (Richtungstangente der Geraden) erforderlich!

Untersuchungsmethoden

Mit Rücksicht auf die komplexen rheologischen Eigenschaften der Teige wurden die Untersuchungen einesteils mit mehreren Instrumenten vorgenommen, deren zusammengefaßte Daten das untersuchte System viel eingehender charakterisieren, anderenteils aber wurde auch die zeitabhängige Veränderung der rheologischen Eigenschaften berücksichtigt. An Apparaten wurden Farinograph, Laborograph, Penetrometer angewandt. Außer den üblichen Angaben wurde mit diesen Geräten auch die strukturelle Relaxation und die Span-

nungsrelaxation bestimmt. Letztere wurde mit dem modifizierten Neolabographen gemessen [5, 6]. Zu unseren Untersuchungen wurden helles Roggenmehl in Durchschnittsqualität und unterschiedliche Weizenmehle — laut Bewertung mit dem Farinographen Qualität von A_1 bis C_2 verwendet. Die Weizenmehlsorten waren vom Typ BL 112 mit etwa 75%igem Ausmahlungsgrad und maximal 1,12% Aschegehalt.

Untersuchungsergebnisse

1. Untersuchungen mit dem Farinographen

a) Wasseraufnahmefähigkeit

Die Wassermenge zur optimalen Sicherung der Konsistenz der Mischteige hängt von der Wasseraufnahmefähigkeit des Weizen- bzw. Roggenmehles ab. Der Zusammenhang ist praktisch linear. Geringe Abweichungen waren festzustellen, wenn einem Weizenmehl größerer Wasseraufnahmefähigkeit Roggenmehl von geringerer Wasseraufnahmefähigkeit zugemischt wurde. Hierbei nahm die Wasseraufnahmefähigkeit der Mischung bis zu einem Roggenmehlanteil von 10—15% rascher ab, darüber hinaus war die Veränderung linear.

b) Die Teigentwicklungszeit

Die Entwicklungszeit des Roggenmehlteiges ist wesentlich kürzer als die des Weizenteiges. Dementsprechend ist die Geschwindigkeit der Entwicklungszeit bei Mischteigen größer. Die Größe der einzelnen Werte wird durch die Eigenschaften des Weizen- und Roggenmehles sowie durch den Mengenanteil der beiden Mehlsorten bestimmt. Die Zeitdauer der Teigentwicklung verkürzt sich schon bei Zugabe einer kleineren Menge Roggenmehl wesentlich; bei einem Roggenmehlanteil von 30—40% ist sie praktisch jener des Roggenmehlteiges gleich. Tabelle 1 enthält einige Zahlenwerte hierzu.

c) Stabilität des Teiges

Es ist eine typische Eigenschaft des Farinogramms des Roggenmehlteiges, daß sofort nach Erreichen des Maximums ein rasches und jähes Nachlassen der Konsistenz eintritt, d. h. die Stabilität auf Null absinkt.

Demnach ist bei Mischteigen gegenüber dem Weizenteig ein Rückgang der Stabilität zu erwarten. Unsere Untersuchungsergebnisse haben die Richtigkeit der Annahme bestätigt, daß die Stabilität bei den meisten Weizenmeh-

Tabelle 1
Entwicklungszeit der Mischteige

Mehlsorte	Teigentwicklungszeit/Minuten							
	Roggenmehlgehalt der Mischung/%							
	0	5	10	20	40	60	80	100
BL 112	6,5	5,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
BL 112	5,0	4,0	2,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
BL 112	4,0	3,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
BL 112	3,5	3,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
BL 112	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

len mit zunehmendem Roggenanteil nachläßt. In einzelnen Fällen ist aber auch eine vorübergehende Zunahme der Stabilität des Teiges festzustellen, besonders bei Weizenmehlen, bei denen die Teigentwicklung längere Zeit beansprucht. Diese letztere Beobachtung bietet gleichzeitig auch die Möglichkeit, den scheinbaren Widerspruch der Zunahme der Stabilität zu begründen. Bei Bewertung der Untersuchung mit dem Farinographen ist unter Stabilität die in Minuten ausgedrückte Zeitdauer zu verstehen, die zwischen dem Erreichen des Maximus — also der Teigentwicklungszeit — und der beginnenden Abfalllinie des Farinograph-Diagramms verstreicht. Der Wert der Stabilität kann also dann zunehmen, wenn die Teigentwicklungszeit ab-, die Zeit der beginnenden Rückgangszeit dagegen zunimmt. Im vorliegenden Falle wird die Zeitdauer der Teigentwicklung durch die Dosierung des Roggenmehles stark abgekürzt, während sich zugleich — bei nicht zu großem Roggenmehlanteil — die Anfangszeit der Erweichung des Teiges nur unwesentlich verändert. Daraus folgt die Zunahme der Wertziffer der Stabilität. Dies bedeutet jedoch keine Verstärkung der Struktur des Teiges, da die Zeitdauer vom Beginn des Knetens bis zum Beginn der Erweichung mit wachsendem Roggenmehlanteil zurückgeht. Die Angaben der Tabelle 2 geben dies gut wieder.

Tabelle 2
Teigentwicklungszeit und Stabilität der Mischteige

Roggenmehlgehalt/%	0	5	10	15	20	40	60	80	100
Teigentwicklungszeit/Minuten	6,0	5,0	2,5	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0
Stabilität/Minuten	4,0	3,5	5,0	5,0	5,5	3,5	1,0	0,0	0,0
Teigentwicklungszeit + Stabilität/Minuten	10,0	8,5	7,5	7,5	7,0	5,0	2,0	1,0	1,0

d) *Veränderung der Konsistenz*

Die Untersuchungsangaben zeigen eindeutig, daß die Lockerung der Konsistenz mit zunehmendem Roggenmehlanteil zunimmt. Die Struktur des Mischteiges ist schwächer. In Gegenwart von Roggenmehl wird die Schwächung der Struktur und der Übergang vom beschränkten Quellen zum unbeschränkten Quellen größer.

e) *Planimetrierte Fläche*

Wie aus den bei Veränderung der Konsistenz erwähnten Tatsachen folgt, nimmt mit der Erhöhung des Roggenmehlanteils auch die planimetrierte Fläche des Farinogramms zu.

2. *Untersuchungen mit dem Laborogrammen*a) *Deformierungsarbeit des Teigkörpers*

Die Fläche von den Laborogrammen nimmt auf Grund der Untersuchungen bei den mit gleicher Wassermenge zubereiteten Teigen mit zunehmendem Roggenmehlgehalt ab. Die Abnahme wird durch die Qualität des Weizenmehls entscheidend beeinflußt. Die Veränderung des Wassergehaltes übt auf die Mischungsteige einem ähnlichen Einfluß aus wie auf die Weizenmehlsteige. Einige Kennwerte sind in Tabelle 3 enthalten.

Tabelle 3

Laborogrammfläche der Mischteige mit verschiedenem Wassergehalt

Bei der Teigfertigung verwendete Wassermenge;% auf Mehl	Fläche/cm ²								
	Roggenmehlgehalt der Mischung;%								
	0	5	10	15	20	40	60	80	100
50	49	43	38	35	33	25	18,5	16	14,5
55	45	34	36	33	29	23,5	16,5	15	13,5
60	40	31	27,5	27	24	17,5	16,5	14	12
65	26	26	15	15,5	16	13,0	11,5	10	9,5
70	14,5	12,5	11,5	10	10,5	10	9,5	9,0	8,0

b) *Widerstand der Teige (Höhe des Laborogramms)*

Die Höhe der Diagramme, d.h. die Veränderung des maximalen Widerstandes gegenüber der Deformation bei gegebenen Umständen wird durch die Qualität des Weizenmehles bestimmt. Mit den Weizenmehlmischungen, die einen Teig mit guten rheologischen Eigenschaften abgeben, nimmt die Höhe

der Diagramme mit zunehmenden Roggenmehlgehaltes ab. Bei Mischteigen von Weizenmehlen mit schwacher und geringerer Wasseraufnahmefähigkeit kann auch der Widerstand zunehmen, da für das Roggenmehl das schmale und hohe Laborogramm charakteristisch ist. Die Zunahme des Wassergehaltes des Teiges verringert — ähnlich wie beim Weizenmehlteig — den Widerstand. Die Tabelle 4 veranschaulicht die Daten der aus gutem Weizenmehl zubereiteten Mischteige.

Eine Zugabe von 1—3% Kochsalz erhöht den Widerstand der Mischungsteige mit größerem Weizenmehlgehalt, während bei stark roggenmehlhaltigen Mischungen die Veränderung der Diagrammhöhe praktisch nicht in Betracht kommt. Ähnliche Erfahrungen machten wir auch bei Zugabe von KBrO_3 (im Bereich von 2—8 mg %).

Tabelle 4

Dehnwiderstand von Mischteigen mit verschiedenem Wassergehalt

Bei der Teigfertigung verwendete Wassermenge/% auf Mehl	Dehnwiderstand/mm								
	Roggenmehlgehalt der Mischung/%								
	0	5	10	15	20	40	60	80	100
50	100	90	84	80	80	75	75	76	74
55	82	75	70	76	77	60	65	62	61
60	56	55	53	54	55	44	48	50	47
65	37	33	33	35	34	30	34	28	27
70	22	20	18	21	22	17	16	16	15

c) *Dehnbarkeit*

Wie aus den Diagrammen der verschiedenen Mischteige hervorgeht, nimmt die Dehnbarkeit des Teiges mit der Vergrößerung des Roggenmehlanteils ab. Die für die Weizenmehlteige kennzeichnenden Eigenschaften (Elastizität, Dehnbarkeit) verändern sich nach und nach in Richtung der typischen Eigenschaften der Roggenteige (Viskosität, Plastizität). Die Angaben über die mit veränderlicher Wassermenge zubereiteten Mischteige verdeutlichen die Tatsache, daß mit Erhöhung des Wassergehaltes die Dehnbarkeit der Teige zunimmt. Einige Untersuchungsangaben sind in Tabelle 5 angeführt.

d) *Strukturelle Relaxation*

Der Begriff der strukturellen Relaxation (structural relaxation) wurde zuerst von HLYNKA und Mitarbeitern eingeführt [7, 8]. Mit der Relaxation kann die Veränderung der einzelnen rheologischen Eigenschaften des Teiges

Tabelle 5
Dehnbarkeit von Mischteigen mit verschiedenem Wassergehalt

Bei der Teigfertigung verwendete Wassermenge/% auf Mehl	Dehnbarkeit/mm								
	Roggenmehlgehalt der Mischung/%								
	0	5	10	15	20	40	60	80	100
50	67	67	62	57	54	39	30	28	25
55	70	65	65	60	55	45	35	30	28
60	75	75	70	68	65	50	36	30	30
65	80	76	76	75	70	54	44	35	32
70	90	80	78	70	68	56	48	31	28

in Abhängigkeit von der nach dem Ankneten bzw. Bearbeiten des Teiges verstrichenen Zeit gekennzeichnet werden. Die zur gleich großen Deformation der Weizenmehlteige (Dehnbarkeit) erforderliche Kraft nimmt in Abhängigkeit von der Zeit ab und kann durch eine hyperbolische Kurve gekennzeichnet werden. Unsere Messungen mit dem Laborographen haben bewiesen, daß sich Mischteige mit hohem Weizenmehlgehalt ähnlich den erwähnten verhalten, daß jedoch ihr Verhalten durch die Eigenschaften des Weizenmehles entscheidend beeinflußt wird. Bei stark roggenmehlhaltigen Teigen ist die Veränderung (im Bereich einer Abstezeit von 5—120 Minuten) meistens gering. Dies läßt sich damit erklären, daß der Roggenmehlteig keine dem Weizenmehlteig ähnliche zusammenhängende Struktur besitzt und die Deformierungskraft vor allem nur von der Viskosität des Teiges abhängt.

e) Spannungs-Relaxation

Auf die Bedeutung der Relaxation und der Relaxationszeit haben bei der Charakterisierung der rheologischen Eigenschaften des Teiges bereits SCHOFIELD und SCOTT-BLAIR bzw. HALTON hingewiesen. Die zur Erhaltung der gleich großen Deformation erforderliche zeitabhängige Kraftveränderung und die gemäß dieser Änderung errechenbare Relaxationszeit kann für folgende Untersuchungen verwendet werden: Charakterisierung der rheologischen Eigenschaften des Teiges, Veränderung der Teigeigenschaften unter der Einwirkung verschiedener Faktoren (Wassergehalt, Temperatur, Zusatzstoffe, Mehlverbesserungsmittel).

Mit Hilfe einiger Kurven [6], die nach einem in einer früheren Publikation beschriebenen Verfahren aufgenommen worden waren, wurden die scheinbaren Relaxationszeiten der Mischteige, und zwar die der Zeit $t = 30$ Sekunden zugeordneten Werte aus der Gleichung

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-t/\tau}$$

errechnet, in der

- ε_0 die Deformierungskraft im Zeitpunkt $t = 0$,
- ε die Deformierungskraft im Zeitpunkt t ,
- t die Zeit seit Aufhören der Deformation und
- τ die Relaxationszeit bezeichnet.

In der Mehrzahl der Fälle nimmt die scheinbare Relaxationszeit mit wachsendem Roggenmehlanteil ab. Eine Zunahme war nur dann festzustellen, wenn die Wasseraufnahmefähigkeit des Roggenmehles größer war als die des Weizenmehles. Da die Mischteige der einzelnen Serien mit gleichem Wassergehalt zubereitet wurden, übt die Abnahme des freien Wasseranteiles bei den Mischteigen mit größerem Roggenmehlgehalt eine überkompensierte Wirkung auf den strukturschwächenden Einfluß des Roggenmehles aus. Die Tabelle 6 enthält einige Kennwerte hierzu.

Tabelle 6
Relaxation der Mischteige

Bei der Teigfertigung verwendete Wassermenge % auf Mehl	Scheinbare Relaxationszeit τ_{se}/sec								
	Roggenmehlgehalt der Mischung %								
	0	5	10	15	20	40	60	80	100
55	42	41	41	39	38	37	36	36	36
60	36	36	35	35	33	30	29	28	28
65	26	24	23	20	20	18	15	14	12

3. Untersuchungen mit dem Penetrometer

Unsere Untersuchungen wurden mit dem ungarischen automatischen Penetrometer «Labor 365» mit kegelförmigem Tauchelement durchgeführt. Der Wert der Grenzspannung wurde aus der Größe der Penetration aus der Gleichung

$$p_h = K \frac{P}{h^2}$$

$$K = \frac{1}{\pi} \cos^2 \alpha \cdot \text{ctg } \alpha,$$

errechnet, in der

- p_h — die Grenzspannung,
- P — das volle Gewicht des Kegels,
- h — den Tauchgrad des Kegels und
- α — den Neigungswinkel des Kegels

bezeichnet.

Die Untersuchungsergebnisse beweisen, daß die Grenzspannung der Mischteige von den entsprechenden Werten des Weizenmehlteiges nicht nennenswert abweicht.

Eine geringe Abnahme ist bei guten Weizenmehlsorten festzustellen, während die Grenzspannung der aus minderen Weizenmehlsorten und aus Roggenmehls mit größerer Wasseraufnahmefähigkeit zubereiteten Mischteige mit zunehmendem Roggenmehlanteil bei gleichem Wassergehalt zunimmt. Die Erhöhung des Wassergehaltes des Teiges verringert die Größe der Grenzspannung. Die Tabelle 7 enthält einige Untersuchungsdaten.

Tabelle 7
Grenzspannung (Fließgrenze) der Mischteige

Bei der Teigfertigung verwendete Wassermenge/% auf Mehl	Grenzspannung (Fließgrenze) dyn/cm ² · 10 ⁴								
	Roggenmehlgehalt der Mischung/%								
	0	5	10	15	20	40	60	80	100
50	1,98	1,90	1,85	1,88	1,91	1,84	1,82	1,76	1,78
55	1,21	1,23	1,18	1,16	1,18	1,12	1,13	1,12	1,10
60	0,93	0,93	0,90	0,92	0,89	0,86	0,87	0,88	0,86
65	0,75	0,71	0,70	0,74	0,72	0,69	0,70	0,67	0,63
70	0,62	0,63	0,60	0,56	0,57	0,56	0,58	0,52	0,49

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die aus Weizen- und Roggenmehl zubereiteten Mischteige von den Weizenmehlteigen hauptsächlich auf dem Gebiet der Dehnbarkeit und der elastischen Eigenschaften abweichen. Die rheologischen Eigenschaften sind von den Anteilen der Mischungskomponenten Weizenmehl und Roggenmehl sowie vom Wassergehalt des Teiges bestimmt. Der Einfluß sonstiger Zusatzstoffe wird weiter untersucht.

Zusammenfassung

Die rheologischen Eigenschaften von Weizenmehlteigen sind schon seit langem ausführlich untersucht worden, auch Beobachtungen über den Einfluß verschiedener Zusatzstoffe wurden und werden gesammelt. Die Rheologie der Roggenmehlteige ist weit weniger bekannt, obwohl man Backwaren aus Roggenmehlteigen bzw. Weizenmehl-Roggenmehl-Mischteigen in sehr vielen Ländern herstellt. Die Technologie und besonders die Qualität solcher Erzeugnisse läßt sich nur in dem Maße verbessern, eine Automatisierung der Herstellung nur dann ansarbeiten und einführen, wenn und soweit die Faktoren, die die Qualität und besonders die rheologischen Eigenschaften beeinflussen, gründlich studiert und bekannt sind.

Ergebnisse von Untersuchungen mit dem Farinographen, Laborographen, Neolaborographen und Penetrometer — die unseren Zielsetzungen gemäß modifiziert wurden —, haben klar gezeigt, daß die Eigenschaften der Mischteige von denen der reinen Weizenmehlteige deutlich abweichen; so verkleinert sich z. B. mit zunehmendem Roggenmehlgehalt die Teigformungszeit, die Stabilität, die zur Deformierung des Teiges nötige Kraft und die Dehnbarkeit. Die Relaxation wächst, während die Grenzspannung sich nur wenig verändert.

Es ist bemerkenswert, daß die Relaxation von Mischteigen bedeutend größer ist als die von reinen Weizenmehlteigen. Die Qualität und die rheologischen Eigenschaften des zuge-mischten Weizenmehles scheinen für die rheologischen Merkmale der Mischteige von ausschlaggebender Bedeutung zu sein.

Literatur

1. KENT-JONES, D. W.—AMOS, A. J.: *Modern Cereal Chemistry*, Liverpool 1957.
2. KOSMINA, N. P.—KRETOWISCH, W. L.: *Biochimija zerna i produktow jego pererabotki*, Moskau 1951.
3. NEUMANN, O.—PELSHENKE, P. F.: *Brotgetreide und Brot*. Berlin 1954.
4. LÁSZTITY, R.: *Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémiai Tanszékének Közleményei* **3**, 25 (1961).
5. LÁSZTITY, R.: *Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerkémiai Tanszékének Közleményei* **3**, 1 (1961).
6. LÁSZTITY, R.: *Élelmiszervizsgálati Közlemények* **6**, 17 (1960).
7. DEMPSTER, C. J.—HLYNKA, J.—ANDERSON, J. A.: *Cer. Chem.* **30**, 492 (1953).
8. HLYNKA, J.—MATSUO, R. R.: *Cer. Chem.* **36**, 312 (1959).

Prof. Dr. László TELEGDY-KOVÁTS } Budapest XI., Műegyetem rkp. 3.
dr. Radomir LÁSZTITY } Ungarn