

Aus dem Institut für Betriebswirtschaft und Marktforschung der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel

Bestimmung des Kostenverlaufs von Molkereiabteilungen in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und -auslastung

— VIII. Teil: Buttereiabteilung —

Von K.-P. BREHM und E. KRELL

Im Rahmen dieser Veröffentlichungsreihe wird der Kostenverlauf von ausgewählten Molkereiabteilungen in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und -auslastung ermittelt. Die Bestimmung der Kosten erfolgt mit Hilfe von Modellkalkulationen, deren Daten in umfangreichen Feldanalysen erhoben wurden. Die Grundlage der Verrechnung dieser Daten bildet eine spezielle Form der Teilkostenrechnung. Den Produkten werden die mengenproportionalen Produkteinzelkosten, die jahresfixen, tagesfixen und ggf. die chargenfixen Einzelkosten der Abteilung zugerechnet. Für die Energie werden bei dieser Teilkostenrechnung lediglich die mengenproportionalen Kosten in Ansatz gebracht; die Kostenstelleneinzelkosten der in Anspruch genommenen Energiekostenstellen sowie die Kosten anderer Hilfskostenstellen werden im Rahmen dieser Modellkalkulation dagegen nicht auf die Abteilung bzw. die in ihr hergestellten Produkte verrechnet.

Eine detaillierte Beschreibung des Kalkulationsverfahrens und des Aufbaus der Simulationsmodelle erfolgte im I. Teil dieser Veröffentlichungsreihe (1). Die Kostenfunktion dieses Modells lautet:

$$K_G = \sum_{i=1}^{n_1} K_{J_i} + \sum_{i=1}^{n_2} K_{T_i} + \sum_{i=1}^{n_3} K_{C_i} + \sum_{i=1}^{n_4} K_{M_i}$$

In der Formel bedeuten:

K_G = Gesamtkosten
 K_{J_i} = Jahresfixe Kosten
 K_{T_i} = Tagesfixe Kosten
 K_{C_i} = Chargenfixe Kosten
 K_{M_i} = Mengenproportionale Kosten

Stichtag für alle zeitabhängigen Faktorpreise ist der 1. Januar 1975.

1. Inhalt und Abgrenzung der Buttereiabteilung

In der Buttereiabteilung werden die Herstellungskosten für ungesalzene Sauerrahmbutter untersucht. Um die Modellanalyse zu erleichtern, wird der gesamte Produktionsprozess in drei Unterabteilungen gegliedert:

1. Rahmreifung
2. Butterherstellung
3. Butterabpackung.

Für jede der 3 Unterabteilungen werden in sich geschlossene Kalkulationen erstellt. Der Personaleinsatz kann zwischen den einzelnen Unterabteilungen flexibel gesteuert werden. Sofern das Personal in der Buttereiabteilung nicht voll ausgelastet ist, wird es auch in anderen Molkereiabteilungen eingesetzt.

Die Kostenuntersuchung beginnt mit dem Eintritt des Butterungsrahms mit rd. 40% Fettgehalt in die Unterabteilung Rahmreifung. Der Rahm wird tiefgekühlt aus dem Betriebsraum übernommen, wobei die variablen Kältekosten der Tiefkühlung von 13° C auf

5° C der Buttereiabteilung zugerechnet werden. In den Rahmreifern wird der Rahm mit Hilfe jeweils einer pH-Meß- und Steueranlage im sog. Kalt-Warm-Verfahren (5° C/18° C) gesäuert und anschließend über einen Kühler (5° C) in ein Rahmsilo gefahren, wobei der Säurewecker in entsprechenden Prozeßbehältern bereitet und mittels einer Dosierpumpe dem Butterungsrahm zugesetzt (4%) wird. Die Prozeßdauer beträgt im Durchschnitt 14 Stunden. Die Anzahl der Rahmreifer wird durch die maximal tägliche Butterproduktionsmenge und die Dauer des Rahmreifungsprozesses bestimmt. Die Anlagen der Rahmreifungsabteilung sind an eine zentrale chemische Reinigungsabteilung angeschlossen.

Die Unterabteilung Butterherstellung besteht im wesentlichen aus ein bzw. zwei Vorwärmern zur Anwärmung des gesäuerten Butterungsrahms auf Butterungstemperatur (ca. 11° C) und einer bzw. zwei kontinuierlichen Butterungsmaschinen. Zur automatischen Wassergehaltsregulierung der Butter sind die Butterungsmaschinen mit entsprechenden Meß- und Regelvorrichtungen ausgerüstet. Die Kosten der Buttermilch beginnen nach dem Abpumpen und werden der Buttereiabteilung nicht angelastet. Nach einer Produktionszeit von maximal 14 Stunden/Tag ist eine Zwischenreinigung der Butterungsmaschinen erforderlich.

Bei einem unterstellten durchschnittlichen Rahmfettgehalt von 40% kann bei folgenden Bedingungen

Butterfettgehalt	83,0%
Wassergehalt der Butter	15,8%
Fettfreie Trockenmasse der Butter	1,2%
Fettgehalt der Buttermilch	0,3%

und unter Berücksichtigung der Butterausbeuteformel (2)

$$BA = \frac{R (f_r - f_b)}{f_B - f_b}$$

aus 1 kg Rahm rd. 0,48 kg Butter hergestellt werden. Butterfettverluste werden nicht berücksichtigt.

Die gefertigte Butter wird in der Unterabteilung Butterabpackung in einen Butterschneckenwagen gefahren, der als Puffer zwischen der Herstellung und der Abpackung dient. Die Leistungen der 1—3 Butterabpackmaschinen und der automatischen Kartonfüller sind den Istleistungen der Butterungsmaschinen angepaßt. Die Butter wird zu 250-g-Stücken geformt, in Alu-Folie eingewickelt und in 10-kg-Kartons verpackt. Auf einer Europalette werden 50 Kartons gestapelt. Die Anzahl der Europaletten entspricht dem vierfachen maximalen Tagesbedarf. Die Kalkulation endet mit dem Einbringen der palettierten Butterkartons in einen Kühlraum.

2. Modellspezifische Kennziffern

Für die Kostenanalyse werden 3 Grundmodelle einer Buttereiabteilung mit unterschiedlichen Stundenleistungen der einzelnen Aggregate gebildet. *Tabelle 1*

gibt einen Überblick über wichtige spezifische Modell-daten.

Tab. 1 Spezifische Modelldaten

	Einheit	Modell 1	Modell 2	Modell 3
a) Nennleistung der Butterungs-maschinen	kg/h	1 x 1500	1 x 3000	1 x 1500 1 x 3000
b) Istleistung der Butterungs-maschinen	kg/h	1 x 1350	1 x 2700	1 x 1350 1 x 2700
c) Rahmeinsatz	kg/h	2812	5625	8437
d) Buttermenge	kg/h	1350	2700	4050
e) Nennleistung der Abpack-anlagen	kg/h	1 x 1800	1 x 1350 1 x 1800	2 x 1350 1 x 1800
f) Istleistung der Abpack-anlagen*)	kg/h	1 x 1350	1 x 1215 1 x 1485	2 x 1215 1 x 1620

*) Die hier angegebenen Istleistungen ergeben sich durch Anpassung an die Istleistungen der Butterungsmaschinen

Außerdem wird jeweils eine Variante der Grundmodelle (Modell 1a, 2a, 3a) untersucht, bei der in der Unterabteilung Rahmreifung bei den untersuchten Kapazitätsauslastungsgraden von 33,3 %—15 % eine einmalige quantitative Anpassung (3) durch Reduzierung der baulichen und maschinellen Anlagen vorgenommen wird.

Die Modellbildung — insbesondere die Kapazitätsgröße und ihre Auslastung bei den genannten Modellen — stellt eine Auswahl unter einer großen Zahl auch anders konstruierbarer Anlagekombinationen dar. Das bedeutet, daß auch die sich aus den Modellvariationen ergebenden Kosten nicht ausschließlich für jede Art von Buttereiabteilung gelten, sondern nur im Rahmen eines Toleranzbereichs.

Nähere Angaben zu der Anzahl, Nennleistung bzw. Größe der einzelnen Anlagegüter sind der Parameterliste in Tabelle 2 zu entnehmen. Sie zeigt eine Auflistung der maschinellen und baulichen Anlagen mit den jeweiligen Investitionssummen sowie der dazugehörigen Nutzungsdauer und der Instandhaltungsquote. Die Investitionssumme für Gebäude ergibt sich aus den Baukosten für eine Stahlbetonhalle, in der mehrere Produktionsabteilungen integriert sind. Die in jeder Unterabteilung auftretenden Positionen „Montage und Material“ beinhalten die Fracht, Versicherung und Aufstellung der Anlagegegenstände, sofern sie noch nicht im Anschaffungspreis enthalten sind, sowie die Anschlußkosten inklusive Produkt- und Energieleitungen, Montagematerial, Arbeitslohn für Handwerker und sonstige betriebsseitige Vorleistungen. In der Unterabteilung Butterherstellung sind in der genannten Position „Montage und Material“ auch die Gerätschaften zur laufenden Wassergehaltsanalyse der Butter enthalten.

Die ausgewiesenen Instandhaltungsquoten der einzelnen Unterabteilungen beinhalten nur die jahresfix verrechneten Kosten. Außerdem werden in den Unterabteilungen Butterherstellung und -abpackung laufzeitabhängige und damit auch mengenproportionale Reparaturkosten berücksichtigt (vgl. hierzu Tabelle 3). Denn in diesen beiden Unterabteilungen wird mit Produktionszeiten der Butterungsmaschinen und Abpackanlagen von 1152 bis maximal 7680 Stunden pro Jahr

gerechnet, die eine nur jahresfixe Instandhaltungsquote nicht mehr gerechtfertigt erscheinen lassen. Auf eine mengenproportionale Verrechnung der laufzeitabhängigen Reparaturkosten in der Unterabteilung Rahmreifung wird aus Vereinfachungsgründen verzichtet, da diese Unterabteilung überwiegend mit ruhenden Anlagegegenständen (z. B. Prozeßbehälter) ausgerüstet ist. Eine genaue Quantifizierung und Differenzierung der Instandhaltungs- bzw. Reparaturkosten ist außerordentlich schwierig. Die hier als Instandhaltungs- und Reparaturkosten verrechneten Kosten beruhen daher teilweise auf Schätzungen.

Bei den einzelnen Modellkalkulationen wird als jahresfixe Kosten neben den kalkulatorischen Abschreibungen und Instandhaltungen auch eine 8 %ige kalkulatorische Verzinsung vom halben Wiederbeschaffungswert der Anlagegüter berücksichtigt.

Bei den Modellvarianten 1a, 2a und 3a werden die Kapazitäten der Rahmreifer und der Säurewecker sowie der Gebäudeanteile — bei gleicher Stundenleistung der Butterungsmaschinen — auf eine verringerte Tagesproduktionsmenge ausgelegt. Durch diese Anpassung vermindert sich die Investitionssumme von Modell 1 zu 1a um rd. 327 000 DM, von Modell 2 zu 2a um rd. 521 000 DM und von Modell 3 zu 3a um rd. 556 000 DM.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die bei den Modellkalkulationen für die Buttereiabteilung unterstellten Faktorpreise und -mengenverbräuche aufgliedert nach Kostenarten und Kostenabhängigkeiten. Die mengenproportionalen Verbräuche beziehen sich jeweils auf 1000 Leistungseinheiten, das sind in der Unterabteilung Rahmreifung „1000 kg Rahm“ und in den beiden Unterabteilungen Butterherstellung und -abpackung „1000 kg Butter“. Beim Verpackungsmaterial wird mengenproportional für die Alu-Folie eine Verlustquote von 1 % und bei der Umverpackung für die Kartons eine von 0,5 % unterstellt.

Auf die Problematik, die sich für die Reparatur- bzw. Instandhaltungskosten ergeben, wurde bereits hingewiesen. Einige Kostenarten (z. B. Druckluft, Schmierstoffe u. a.) bleiben wegen ihres geringen Anteils an den gesamten Abteilungskosten unberücksichtigt.

Zu den Personalkosten werden folgende Erläuterungen gegeben: In jedem Modell ist ein Abteilungsleiter für alle dispositiven Aufgaben vorgesehen. Seine Personalkosten werden zu je einem Drittel den drei Unterabteilungen Rahmreifung, Butterherstellung und -abpackung als jahresfixe Kosten angelastet. Bei allen 3 Modellen ist für jede Unterabteilung 1 Maschinenführer für den Produktionsablauf, die Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten und die entsprechenden Zwischenreinigungen verantwortlich. In der Unterabteilung Butterherstellung werden vom Maschinenführer auch die laufenden Kontrollanalysen für den Wassergehalt der Butter durchgeführt. Die Maschinenführer werden in den Unterabteilungen bei den Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten je nach Modell von 1 oder 2 Arbeitern (schwer bzw. leicht) unterstützt. Außerdem wird im Modell 3 in der Unterabteilung Butterabpackung 1 Gehilfe für die Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten und zusätzlich auch für die Überwachung der Butterabpackanlagen eingesetzt. An jeder Butterabpackanlage ist 1 Arbeiter (leicht) mit dem Verkleben und Palettieren der Butterkartons beschäftigt. Der

Tabelle 2:

Parameterliste der Anlagegüter in der Buttereiabteilung

Anlagegüter	Modell 1 bzw. 1a	Modell 1	Modell 1a	Modell 2 bzw. 2a	Modell 2	Modell 2 a	Modell 3 bzw. 3a	Modell 3	Modell 3a	Nutzungs- dauer Jahre	Instandhaltungs- quote %
	Anzahl (St.) Nennleistung Größe	Investitions- summe DM	Investitions- summe DM	Anzahl (St.) Nennleistung Größe	Investitions- summe DM	Investitions- summe DM	Anzahl (St.) Nennleistung Größe	Investitions- summe DM	Investitions- summe DM		
1. Rahmreifung											
Rahmreifer kompl.	4 St./15.000 £	343.900		7 St./15.000 £	594.800		9 St./15.000 £	762.050		20	1,00
Rahmreifer kompl.	2 St./15.000 £		176.650	4 St./15.000 £		343.900	6 St./15.000 £		511.150	20	1,00
Rahmkapselpumpe	1 St.	12.050	12.050	1 St.	12.050	12.050	1 St.	12.050	12.050	10	2,00
Rahmkühler	1 St.	13.400	13.400	1 St.	13.400	13.400	1 St.	13.400	13.400	20	2,00
Rahmsilo	1 St./30.000 £	42.150	42.150	1 St./30.000 £	42.150	42.150	1 St./30.000 £	42.150	42.150	20	1,00
Säurewecker	2 St./ 1.200 £	35.600		4 St./ 1.200 £	71.200		6 St./ 1.200 £	106.800		15	1,00
Säurewecker	1 St./ 1.200 £		17.800	2 St./ 1.200 £		35.600	3 St./ 1.200 £		53.400	15	1,00
Säuregutpumpe	1 St.	2.150	2.150	1 St.	2.150	2.150	1 St.	2.150	2.150	8	2,00
Ringkolbenzähler	1 St.	8.000	8.000	1 St.	8.000	8.000	1 St.	8.000	8.000	10	3,00
Laufbühne	1 St.	6.800		1 St.	11.900		1 St.	15.300		25	0,50
Laufbühne	1 St.		3.400	1 St.		6.800	1 St.		10.200	25	0,50
Montage u. Material		139.200			226.700			288.600		20	1,00
Montage u. Material			82.700			139.200			195.750	20	1,00
Gebäude	1.183 m ³	240.750		1.878 m ³	382.300		2.367 m ³	481.950		60	1,50
Gebäude	780 m ³		158.800	1.183 m ³		240.750	1.611 m ³		328.050	60	1,50
S u m m e		844.000	517.100		1.364.650	844.000		1.732.450	1.176.300		
2. Butterherstellung											
Vorlaufgefäß	1 St.	3.900	3.900	1 St.	3.900	3.900	2 St.	7.800	7.800	25	0,25
Rahmpumpe	1 St.	2.500	2.500	1 St.	12.050	12.050	1 St.	2.500	2.500	10	1,00
Rahmpumpe							1 St.	12.050	12.050	10	1,00
Vorwärmer kompl.	1 St.	6.000	6.000	1 St.	6.700	6.700	1 St.	6.000	6.000	20	1,00
Vorwärmer kompl.							1 St.	6.700	6.700	20	1,00
Butterungsmaschine	1 St./1.500 kg/h	166.200	166.200	1 St./3.000 kg/h	312.300	312.300	1 St./1.500 kg/h	166.200	166.200	10	1,00
Butterungsmaschine							1 St./3.000 kg/h	312.300	312.300	10	1,00
Montage u. Material		53.600	53.600		100.500	100.500		154.100	154.100	20	1,00
Gebäude	273 m ³	55.500	55.500	420 m ³	85.450	85.450	657 m ³	133.750	133.750	60	1,50
S u m m e		287.700	287.700		520.900	520.900		801.400	801.400		
3. Butterabpackung											
Butterschneckenwagen kompl.	1 St./1.500 kg	23.300	23.300	1 St./3.000 kg	33.550	33.550	1 St./4.000 kg	34.100	34.100	20	1,00
Butterpumpe	1 St.	10.100	10.100	1 St.	14.500	14.500	1 St.	14.500	14.500	15	1,00
Steuerventile				2 St.	3.800	3.800	3 St.	5.700	5.700	20	1,00
Butterabpackanlage	1 St./1.800 kg/h	189.500	189.500	1 St./1.800 kg/h	189.500	189.500	1 St./1.800 kg/h	189.500	189.500	10	2,50
Butterabpackanlage				1 St./1.350 kg/h	108.500	108.500	2 St./1.350 kg/h	217.000	217.000	10	2,50
Kartonfüllautomat	1 St.	34.000	34.000	2 St.	68.000	68.000	3 St.	102.000	102.000	10	2,50
Kontrollwaage	1 St.	1.300	1.300	2 St.	2.600	2.600	3 St.	3.900	3.900	8	0,63
Klebestreifenautomat	1 St.	1.600	1.600	2 St.	3.200	3.200	3 St.	4.800	4.800	8	0,50
Gabelstapler	1 St.	22.000	22.000	1 St.	22.000	22.000	1 St.	22.000	22.000	5	1,50
Paletten	230 St.	4.700	4.700	460 St.	9.400	9.400	690 St.	14.050	14.050	3	0,50
Montage u. Material		85.950	85.950		136.500	136.500		182.300	182.300	10	0,50
Gebäude	788 m ³	160.400	160.400	1.242 m ³	252.800	252.800	1.689 m ³	343.850	343.850	60	1,50
S u m m e		532.850	532.850		844.350	844.350		1.133.700	1.133.700		
Anlageinvestitionen insges.		1.664.550	1.337.650		2.729.900	2.209.250		3.667.550	3.111.400		

1) Als Instandhaltungskosten werden in dieser Arbeit nur die jahresfix verrechneten Kosten verstanden, während die Reparaturkosten als mengenproportionale Kosten angesehen werden

Tabelle 4: Der Einfluß unterschiedlicher Kapazitätsauslastung auf die Stückkosten der Buttereiabteilung in Pf/kg Butter

Variation Nr.	Kapazitätsauslastung %	Produktionstage in Jahr	Zwischenreinigungen in Jahr	Produktionsstunden		Modell 1		Modell 1a	Modell 2		Modell 2a	Modell 3		Modell 3a			
						Butterproduktion in t		Kosten der Butter		Butterproduktion in t		Kosten der Butter		Butterproduktion in t		Kosten der Butter	
						in Jahr	\$/am Tag	in Pf/kg	in Jahr	\$/am Tag	in Jahr	\$/am Tag	in Pf/kg	in Jahr	\$/am Tag	in Pf/kg	in Jahr
1*)	100	360	360	7.680	21,33	28,80	10.368	20,90		57,60	20.736	18,98	86,40	31.104	18,71		
2	77	360	280	5.914	16,43	22,20	7.984	21,73 ^b		44,40	15.968	19,60 ^d	66,50	23.952	19,27 ^f		
3	66,6	360	180	5.120	14,22	19,20	6.912	22,26		38,40	13.824	20,01	57,60	20.736	19,63		
4	50	360	0	3.840	10,67	14,40	5.184	23,55		28,80	10.368	21,01	43,20	15.552	20,52 ^a		
5	50	252	160	3.840	15,24	20,57	5.184	23,27		41,14	10.368	20,79	61,71	15.552	20,32		
6	50	180	180	3.840	21,33	28,80	5.184	23,04		57,60	10.368	20,63	86,40	15.552	20,16		
7	33,3	360	0	2.560	7,11	9,60	3.456	26,28	25,39	19,20	6.912	23,08 ^c	22,38	28,80	10.368	22,38	21,88
8	33,3	252	0	2.560	10,16	13,71	3.456	25,75	24,86	27,43	6.912	22,70	21,99	41,14	10.368	22,01	21,51
9	33,3	180	90	2.560	14,22	19,20	3.456	25,45		38,40	6.912	22,48	57,60	10.368	21,80		
10	25	360	0	1.920	5,33	7,20	2.592	29,01 ^e	27,83	14,40	5.184	25,25 ^g	24,21	21,60	7.776	24,25 ^h	23,58
11	25	252	0	1.920	7,62	10,28	2.592	28,30	27,12	20,57	5.184	24,64	23,71	30,86	7.776	23,75	23,08
12	25	180	0	1.920	10,67	14,40	2.592	27,83	26,64	28,80	5.184	24,30	23,37	43,20	7.776	23,42	22,75
13	15	360	0	1.152	3,20	4,32	1.555	36,29	34,32	8,64	3.110	30,68	29,12	12,96	4.665	29,22	28,11
14	15	252	0	1.152	4,57	6,17	1.555	35,11	33,14	12,34	3.110	29,83	28,27	18,51	4.665	28,39	27,28
15	15	180	0	1.152	6,40	8,64	1.555	34,32	32,35	17,28	3.110	29,27	27,71	25,92	4.665	27,84	26,72

*) Variation Nr. 1 nicht realisierbar

Tabelle 4a: Kosten der Buttereiabteilung gegliedert nach Kostenabhängigkeiten und Kostenarten/-gruppen in DM

Kostenarten/-gruppen	Jahresfixe Kosten						Tagesfixe Kosten			Chargenfixe Kosten ^{a)}			Mengenproportionale Kosten		
	DM/Jahr						DM/Tag			DM/Charge			DM/1.000 kg Butter		
	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3
	1	1a	2	2a	3	3a	1/1a	2/2a	3/3a	1/1a	2/2a	3/3a	1/1a	2/2a	3/3a
Personal	34.393	34.393	34.393	34.393	34.393	34.393	115,07	166,81	246,11	9,45	9,45	18,89	35,06	23,34	22,77
Energie							38,13	53,64	74,34	8,70	10,42	18,13	7,26	6,91	6,82
Verpackung													112,21	112,21	112,21
Unverpackung													24,46	24,46	24,46
Hilfs- u. Zusatzstoffe	169	169	169	169	169	169									
Diverse Betriebsstoffe							16,96	23,29	37,61	5,92	8,14	14,06	0,28	0,28	0,28
Reparaturen													1,60	1,41	1,32
Abuschreibungen	98.581	84.705	162.652	140.795	221.473	197.956									
Zinsen	66.582	53.506	109.196	88.370	146.702	124.456									
Instandhaltung	22.030	18.368	35.591	29.703	48.492	42.186									
Kosten insgesamt	221.755	191.141	342.001	293.430	451.229	399.160	170,16	243,74	358,06	24,07	28,01	51,08	180,87	168,61	167,86

a) Chargenfixe Kosten = Kosten der Zwischenreinigung bei der Butterherstellung

In Tabelle 4a werden die Kosten der Buttereiabteilung in DM-Beträgen gegliedert nach Kostenabhängigkeiten und Kostenarten/-gruppen wiedergegeben. Sie ergänzt die Tabelle 4, denn mit den Angaben der jahresfixen, tagesfixen, chargenfixen und mengenproportionalen Kosten können mit Hilfe der eingangs dargestellten Kostenfunktion und unter Berücksichtigung der einzelnen Modellbedingungen die Gesamtkosten sowie die Stückkosten einer Buttereiabteilung für jeden beliebigen Kapazitätsauslastungsgrad ermittelt werden.

4. Diskussion der Ergebnisse

Die mit Hilfe der Simulation gewonnenen Ergebnisse sind in Tabellen niedergelegt und werden außerdem durch Graphiken veranschaulicht.

Grundlage für die Diskussion der Ergebnisse bildet die Tabelle 4, die die Stückkosten einer Buttereiabteilung in Abhängigkeit der Kapazitätsgröße und -auslastung aufzeigt. Die Kapazitätsgröße der Buttereiabteilungen ist durch die 3 Grundmodelle charakterisiert. Bei den untersuchten Kapazitätsauslastungsgraden von 100% bis 15% an 360 Produktionstagen im Jahr schwanken die Stückkosten bei Modell 1/1a zwischen 20,90 Pf/kg und 36,29/34,32 Pf/kg, bei Modell 2/2a zwischen 18,98 Pf/kg und 30,68/29,12 Pf/kg und bei Modell 3/3a zwischen 18,71 Pf/kg und 29,22/28,11 Pf/kg Butter.

Tabelle 5 zeigt die Zusammensetzung der Stückkosten aller drei Modelle bei einer 50%igen Kapazitätsauslastung und 360 Produktionstagen/Jahr aufgegliedert nach Kostenarten/-gruppen und Kostenabhän-

Tabelle 5: *)

Zusammensetzung der Produktionskosten der Butterabteilung in Pf/kg Butter
- 50 % Kapazitätsauslastung, 360 Produktionstage/Jahr -

Kostenarten/ - gruppen	Jahresfixe Kosten			Tagesfixe Kosten			Mengenproportionale Kosten			Gesamtkosten			Anteil in %		
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Personal	0,66	0,33	0,22	0,80	0,58	0,57	3,50	2,33	2,28	4,97	3,24	3,07	21,10	15,45	14,95
Energie				0,26	0,19	0,17	0,73	0,69	0,68	0,99	0,88	0,85	4,21	4,18	4,16
Verpackung							11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	47,65	53,42	54,69
Uerverpackung							2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	10,39	11,65	11,92
Hilfs- u. Zusatzstoffe	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Div. Betriebsstoffe				0,12	0,08	0,09	0,03	0,03	0,03	0,15	0,11	0,12	0,62	0,52	0,56
Reparaturen							0,16	0,14	0,13	0,16	0,14	0,13	0,68	0,67	0,64
Abschreibungen	1,90	1,57	1,42							1,90	1,57	1,42	8,08	7,47	6,94
Zinsen	1,28	1,05	0,94							1,28	1,05	0,94	5,45	5,01	4,60
Instandhaltung	0,43	0,34	0,31							0,43	0,34	0,31	1,80	1,63	1,52
Kosten insgesamt	4,28	3,30	2,90	1,18	0,85	0,83	18,09	16,86	16,79	23,55	21,01	20,52	100,00	100,00	100,00

*) Anmerkung zu den Tabellen 5-7: Durch Auf- bzw. Abrundungen der 4-stellig ermittelten Werte können sich unbedeutende Abweichungen zwischen den Einzel- und Gesamtergebnissen ergeben.

gigkeiten (vgl. Tabelle 4, Variation Nr. 4). Bei dieser mittleren Auslastung belaufen sich die Produktionskosten für Modell 1 auf 23,55 Pf/kg, für Modell 2 auf 21,01 Pf/kg und für Modell 3 auf 20,52 Pf/kg Butter. Den Hauptanteil an den Gesamtkosten haben die Verpackungsmaterialkosten mit 58,0/65,1/66,6 %, gefolgt von den Personalkosten mit 21,1/15,5/14,9 % und den fixen Anlagekosten mit 15,3/14,1/13,1 %.

Der Stückkostenvorteil bei einer Auslastung von 50 %, der sich beim Übergang von Modell 1 zu Modell 2 bei einer gleichzeitigen Verdoppelung der Produktionsmenge ergibt, beträgt 2,54 Pf/kg, während der Wechsel zu Modell 3 mit einer Verdreifachung der Produktionsmenge nur mehr eine zusätzliche Kostensenkung von 0,49 Pf/kg Butter bringt. Die gleiche Tendenz einer relativ stärkeren Kostendegression zwischen Modell 1 und 2 als zwischen 1 und 3 zeigt sich — wenn auch in unterschiedlicher Höhe — bei allen übrigen Kapazitätsauslastungsgraden (vgl. Tabelle 4). Eine Ursache besteht darin, daß es sich beim Übergang von Modell 1 zu Modell 2 um eine Abteilungsgrößerweiterung handelt, bei der leistungsfähigere maschinelle Anlagen zum Einsatz kommen und ein wesentlich effektiverer Personaleinsatz erreicht wird (vgl. auch Tabelle 7). Während beim Übergang zu Modell 3 diese relativen Stückkostenvorteile teilweise wieder aufgehoben werden, weil die Disproportionalitäten zwischen der Kapazität der Produktionsaggregate und der Anzahl der Arbeitskräfte — wie in Modell 1 — wieder stärker in Erscheinung treten.

Einen Vergleich der Produktionskosten für Butter in Pf/kg bei extremen Kapazitätsauslastungsgraden von 77 % bzw. 15 % zeigt Tabelle 6. Innerhalb der Modelle ergeben sich erhebliche Kostendifferenzen von rd. 12,6/9,5/8,8 Pf/kg Butter, obgleich bei einer 15 %-igen Kapazitätsauslastung eine quantitative Anpassung — wie oben erläutert — vorgenommen wurde. Hier macht sich besonders der gravierende Einfluß der jah-

resfixen Kosten bei niedrigen Auslastungen bemerkbar. Außerdem wirken sich die tagesfixen Kosten mit Differenzen von rd. 3,2/2,3/2,2 Pf/kg bei den 3 Modellen aus. Der Einfluß der chargenfixen Kosten auf die gesamten Stückkosten ist mit 0,05—0,08 Pf/kg außerordentlich gering. Bei einer Kapazitätsauslastung von 77 % beträgt der prozentuale Anteil der mengenproportionalen Kosten an den gesamten Stückkosten bei den 3 Modellen rd. 83/86/87 %, während der bei einer 15 %-igen Auslastung durch den relativ hohen Anteil der jahresfixen Kosten auf rd. 53/58/60 % deutlich zurückgeht. Von den mengenproportionalen Kosten entfallen je nach Modell rd. 75—81 % auf das Verpackungsmaterial, das sind rd. 13,7 Pf/kg Butter.

In der Tabelle 7 wird die Zusammensetzung der Stückkosten aller 3 Modelle nach Unterabteilungen bei gleichen Produktionsbedingungen wie in Tabelle 5 ausgewiesen. Hier zeigt sich deutlich der sehr hohe Kostenanteil der Unterabteilung Butterabpackung von rd. 76—82 % an den gesamten Stückkosten einer Butterabteilung, der überwiegend durch die Verpackungsmaterialkosten und die Personalkosten verursacht wird. Die Kostendegression der jahresfixen Stückkosten von Modell 1—3 ist im Bereich der Butterabpackung in erster Linie auf eine bessere Auslastung der Butterabpackungsanlage (vgl. Nennleistung und Istleistung in Tabelle 1) zurückzuführen. Die Kosten der Unterabteilung Rahmreifung setzen sich rd. zur Hälfte aus jahresfixen Kosten (Abstreibungen, Zinsen und Instandhaltung) zusammen; der Anteil der Personalkosten liegt bei rd. 24—29 % und der für Energiekosten bei rd. 19—24 %. An der Unterabteilung Butterherstellung kann noch einmal der Kosteneinfluß bei unterschiedlicher Abteilungsgrößenveränderung verdeutlicht werden. Beim Wechsel von Modell 1 (1 Butterungsmaschine: Istleistung 1350 kg/h) zu Modell 2 (1 Butterungsmaschine: Istleistung 2700 kg/h) ergibt sich ein Stückkostenvorteil von 0,87 Pf/kg Butter. Mit

Tabelle 6*):

Vergleich der Produktionskosten für Butter in Pf/kg bei unterschiedlicher Kapazitätsauslastung
- 360 Produktionstage/Jahr -

Kostenabhängigkeiten	Jahresfixe Kosten			Tagesfixe Kosten			Chargenfixe Kosten			Mengenproportionale Kosten			Gesamtkosten			Anteil in %		
Kapazitätsauslastung 77 %																		
Kostenarten/-gruppen	Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3
Personal	0,43	0,22	0,14	0,52	0,38	0,37	0,03	0,02	0,02	3,51	2,33	2,28	4,49	2,94	2,81	20,67	15,01	14,60
Energie				0,17	0,12	0,11	0,03	0,02	0,02	0,73	0,69	0,68	0,93	0,83	0,82	4,28	4,23	4,23
Verpackung										11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	51,67	57,25	58,24
Umverpackung										2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	11,26	12,48	12,70
Hilfs-u.Zusatzstoffe	0,00	0,00	0,00										0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Div. Betriebsstoffe				0,08	0,05	0,06	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,13	0,09	0,10	0,58	0,48	0,52
Reparaturen										0,16	0,14	0,13	0,16	0,14	0,13	0,74	0,72	0,68
Abschreibungen	1,23	1,02	0,92										1,23	1,02	0,92	5,69	5,20	4,80
Zinsen	0,83	0,68	0,61										0,83	0,68	0,61	3,84	3,49	3,18
Instandhaltung	0,28	0,22	0,20										0,28	0,22	0,20	1,27	1,14	1,05
Kosten insgesamt	2,78	2,14	1,88	0,77	0,55	0,54	0,08	0,05	0,07	18,10	16,86	16,79	21,72	19,60	19,27	100,00	100,00	100,00
Kapazitätsauslastung 15 %																		
Kostenarten/-gruppen	Mod. 1a	Mod. 2a	Mod. 3a	Mod. 1a	Mod. 2a	Mod. 3a	Mod. 1a	Mod. 2a	Mod. 3a	Mod. 1a	Mod. 2a	Mod. 3a	Mod. 1a	Mod. 2a	Mod. 3a	Mod. 1a	Mod. 2a	Mod. 3a
Personal	2,21	1,11	0,74	2,66	1,93	1,90				3,51	2,33	2,28	8,38	5,37	4,91	24,42	18,44	17,48
Energie				0,88	0,62	0,57				0,73	0,69	0,68	1,61	1,31	1,26	4,69	4,50	4,47
Verpackung										11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	32,69	38,54	39,92
Umverpackung										2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	7,13	8,40	8,70
Hilfs-u.Zusatzstoffe	0,01	0,01	0,00										0,01	0,01	0,00	0,03	0,02	0,01
Div. Betriebsstoffe				0,39	0,27	0,29				0,03	0,03	0,03	0,42	0,30	0,32	1,23	1,02	1,13
Reparaturen										0,16	0,14	0,13	0,16	0,14	0,13	0,47	0,48	0,47
Abschreibungen	5,45	4,53	4,24										5,45	4,53	4,24	15,87	15,55	15,10
Zinsen	3,44	2,84	2,67										3,44	2,84	2,67	10,03	9,76	9,49
Instandhaltung	1,18	0,96	0,90										1,18	0,96	0,90	3,44	3,28	3,22
Kosten insgesamt	12,29	9,44	8,56	3,94	2,82	2,76	-	-	-	18,10	16,86	16,79	34,32	29,12	28,11	100,00	100,00	100,00

*) siehe Anmerkung zu Tabelle 5

Tabelle 7: *)

Zusammensetzung der Produktionskosten gegliedert nach Unterabteilungen in Pf/kg Butter
 - 50 % Kapazitätsauslastung, 360 Produktionstage/Jahr -

Kostenarten/ -gruppen	Rahmreifung			Butterherstellung			Butterabpackung			Gesamtkosten		
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Personal	0,89	0,59	0,52	1,57	0,81	0,64	2,51	1,84	1,90	4,97	3,24	3,07
Energie	0,59	0,54	0,52	0,27	0,24	0,24	0,13	0,10	0,09	0,99	0,88	0,85
Verpackung							11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22
Uerverpackung							2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
Hilfs- u. Zusatzstoffe	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00
Div. Betriebsstoffe	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,15	0,11	0,12
Reparaturen				0,04	0,04	0,04	0,12	0,10	0,09	0,16	0,14	0,13
Abschreibungen	0,69	0,56	0,47	0,40	0,38	0,39	0,81	0,63	0,57	1,90	1,57	1,42
Zinsen	0,65	0,53	0,45	0,22	0,20	0,21	0,41	0,33	0,29	1,28	1,05	0,94
Instandhaltung	0,19	0,15	0,13	0,06	0,05	0,06	0,18	0,14	0,13	0,43	0,34	0,31
Kosten insgesamt	3,06	2,41	2,12	2,62	1,75	1,61	17,87	16,85	16,78	23,55	21,01	20,52

*) siehe Anmerkung zu Tabelle 5

Modell 3 (2 Butterungsmaschinen: Istleistung 4050 kg/h) ist gegenüber Modell 2 nur noch eine geringe Kostensenkung von 0,14 Pf/kg zu erreichen.

Abbildung 1 zeigt die Auswirkungen einer Variation der Produktionstage/Jahr (360/252/180) bei gleichzeitig konstanten Produktionsmengen. Ihre Daten sind aus der Tabelle 4 abgeleitet. Für die verschiedenen Modelle ergeben sich zwischen 360 und 180 Tagen bei einer 50 %igen Kapazitätsauslastung Kosteneinsparungen von 0,51/0,38/0,36 Pf/kg und bei einem extrem niedrigen Auslastungsgrad von 15 % Kostensenkungen von 1,97/1,41/1,39 Pf/kg Butter. Es kann festgestellt werden, daß durch eine Reduzierung der jährlichen Produktionstage bei einer relativ niedrigen Auslastung noch beachtliche Stückkostensenkungen zu erzielen sind. Im Bereich höherer Auslastungsgrade wird dieser Effekt durch die größeren Produktionsmengen insbesondere bei den Modellen 2 und 3 und die erforderlichen Zwischenreinigungen der Butterungsmaschinen weitgehend wieder aufgehoben.

Abbildung 2 veranschaulicht den Stückkostenverlauf der Buttereiabteilung in Abhängigkeit der Kapazitätsgröße und -auslastung bei 360 Produktionstagen im Jahr unter Vernachlässigung der Kosten sprünge, die durch die Kosten der Zwischenreinigung verursacht werden. Die erforderlichen Daten sind der Tabelle 4 entnommen. Der gestrichelte untere Teil der Stückkostenkurven zeigt die in diesem Bereich (Kapazitätsauslastung von 77—100 %) auftretende Kostendegression an, die wegen der unterstellten mittleren saisonalen Produktionsschwankungen in der Praxis normalerweise nicht genutzt werden kann. Bei einem Auslastungsgrad von 33,3 % erfolgt eine einmalige quantitative Anpassung der Anlagegüter in der Unterabteilung Rahmreifung an die jeweilige Tagesproduktionsmenge (vgl. Tabelle 2). Diese Anpassung hat einen Sprung in der Stückkostenkurve zur Folge; der Kostenverlauf ohne Anpassung wird im oberen Teil der Stückkostenkurve durch eine unterbrochene Linie verdeutlicht.

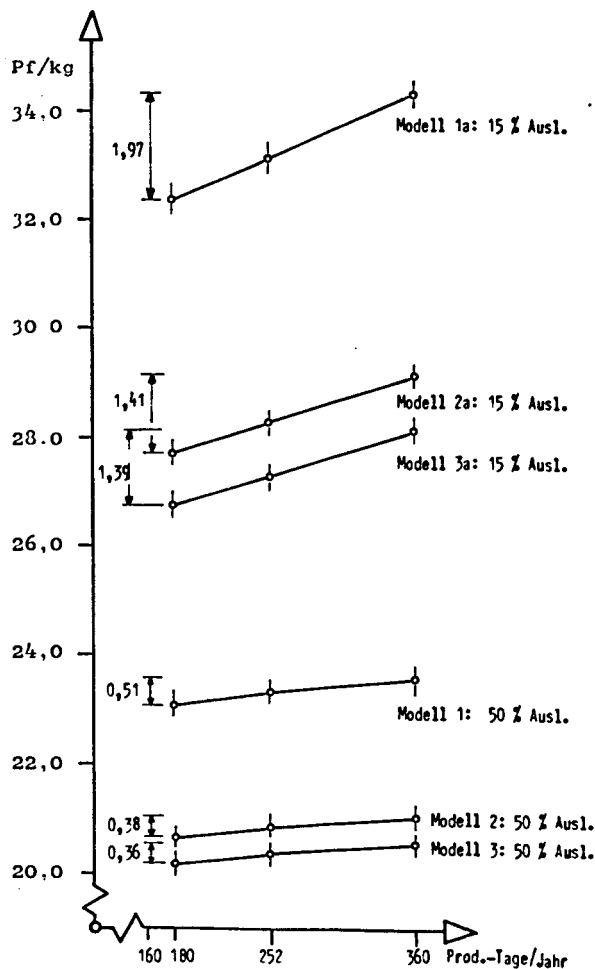


Abb. 1 Variation der Produktionstage bei konstanten Produktionsmengen

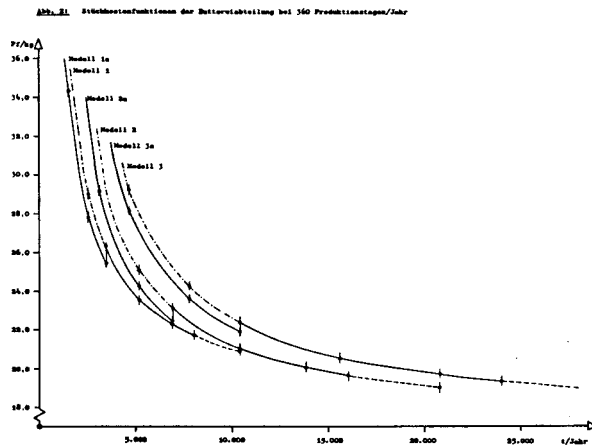


Abb. 2 Stückkostenfunktionen der Butterabteilung bei 360 Produktionstagen/Jahr

Die dargestellten Stückkostenfunktionen der drei untersuchten Modelle haben keinen Schnittpunkt miteinander. Es gibt also für die einzelnen Modelle unter den genannten Prämissen keine Menge, bei der es unterhalb der vollen Kapazitätsauslastung unter kostenwirtschaftlichen Aspekten günstiger wäre, von einem Modell auf das andere überzugehen. Daher sollte die Produktion bei ausreichender Jahreskapazität der Anlagegüter nach Möglichkeit immer mit dem kleinstmöglichen Alternativmodell durchgeführt werden.

Bei rd. 8000 t Butter/Jahr ist im Modell 1 die optimale Kapazitätsauslastung von 77 % erreicht; die Stückkosten liegen hier bei 21,73 Pf/kg. Diese Kostenhöhe kann erst wieder mit Modell 2 bei einer jährlichen Butterproduktion von rd. 8900 t realisiert werden. Aus reinen Kostenüberlegungen heraus ist es ratsam, solche Produktionsanlagen mit doppelter Kapazität wie in Modell 2 nur dann zu installieren, wenn mindestens 8900 t Butter/Jahr produziert werden können. Das Modell 2 weist gegenüber Modell 1 bei der Auslastung von 77 % einen Kostenvorsprung von 2,13 Pf/kg auf.

Das Modell 3 hat die 1,5fache Kapazität von Modell 2. Der Einsatz der Anlagegüter von Modell 3 kann aus den bereits genannten Gründen nur ab einer überaus hohen Produktion von rd. 20 800 t Butter/Jahr empfohlen werden, da erst mit dieser Herstellungsmenge das Kostenniveau von Modell 2 bei bestmöglicher Auslastung von 77 % erreicht wird.

5. Literatur

- (1) WIETBRAUK, H., NEITZKE, A., LONGUET, D., BEHME, G. und KLEINBACH, W.: Bestimmung des Kostenverlaufs von Molkereiabteilungen in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und -auslastung. I. Modellbeschreibung und -abgrenzung, in: *Milchwissenschaft* 30. (2) 80–84 (1975).
- (2) CORNILS, E.: *Fachrechnen*, Verlag Th. Mann, Hildesheim, 3. Auflage, S. 79 (1955).
- (3) GUTENBERG, E.: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre*, 1. Bd. Die Produktion, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 11. Auflage, S. 367 ff. (1965).

6. Zusammenfassung

BREHM, K.-P. und KRELL, E.: **Bestimmung des Kostenverlaufs von Molkereiabteilungen in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und -auslastung. VIII. Butterabteilung.** *Milchwissenschaft* 30. 614–622 (1975).

29 Molkereiabteilungen (Kostenkalkulation durch Simulation), Butterei (Kostenkalkulation).

In der vorliegenden Arbeit werden die Produktionskosten für Sauerrahmbutter nach einer speziellen Form der Teilkostenrechnung in Abhängigkeit der Kapazitätsgröße und -auslastung bestimmt. Die untersuchten 3 Modelle haben eine Kapazität von 1350, 2700 und 4050 kg Butter/h.

Durch Variation der Produktionsmengen von rd. 1600 bis 24 000 t/Jahr und der Produktionstage (360/252/180) ergeben sich Kosten der Butterabteilung zwischen 19,3 Pf/kg und 34,3 Pf/kg Butter. Bei einer mittleren Auslastung von 50 % bewegen sich die Kosten von 20,3 bis 23,6 Pf/kg. Die Kostenanalyse zeigt, daß die Kostendegression bedeutend stärker durch den Kapazitätsauslastungsgrad als durch die Kapazitätsgröße beeinflusst wird. Dok.-Ref.

BREHM, K.-P., and KRELL, E.: **Determination of the cost curve in dairy production departments in dependence on capacity and capacity utilization. VIII. Buttermaking department.** *Milchwissenschaft* 30. (10) 614–622 (1975).

29 Dairy departments (cost calculation by simulation), buttermaking department (cost calculation).

A special form of cost accounting was used to determine the costs of ripened cream buttermaking in dependence on capacity of the department and capacity utilization. The three models studied have a capacity of 1350, 2700, and 4050 kg butter/h.

By variation of production quantities ranging between 1600 and 24 000 tons/year and by variation of the production days (360/252/180) costs incurred for the buttermaking department between 19.3 Pfennige/kg and 34.3 Pfennige/kg butter. For medium utilization of capacity of 50 % the costs incurred were found to range between 20.3 and 23.6 Pfennige/kg. The economy of scale was found to be influenced to a considerably higher extent by the degree of capacity utilization than by capacity itself.

BREHM, K.-P., et KRELL, E.: **La détermination de la courbe de coûts des ateliers de production des laiteries en fonction de la capacité et de son utilisation. VIII. Beurrerie.** *Milchwissenschaft* 30. (10) 614–622 (1975).

29 Laiteries (calcul de coûts par simulation), beurrerie (calcul de coûts).

BREHM, K.-P., y KRELL, E.: **La determinación de la curva de costes en departamentos de producción de lecherías en dependencia de la capacidad y de su utilización. VIII. Producción de mantequilla.** *Milchwissenschaft* 30. (10) 614–622 (1975).

29 Lecherías (cálculo de costes por simulación), departamento de fabricación de mantequilla (cálculo de costes).