Probleme der Misch- und Knettechnik

Von Dipl.-Ing. H. List

Buß AG., Basel-Pratteln

Das Ziel der Misch- und Knettechnik für trockene, halbplastische und plastische Stoffe ist die Vermischung und Durcharbeitung der einzelnen Komponenten, bis die gewünschte Verteilung auf einem möglichst kleinen Raum verwirklicht ist. Die Größe dieses kleinstmöglichen Raumes ist jeweils durch die Korngröße der einzelnen Komponenten gegeben. Diese Formulierung gilt in strengem Maßstab nur dort, wo die einzelnen Komponenten sich nicht ineinander lösen oder miteinander chemische Reaktionen eingehen, wie dies sehr oft bei der Verarbeitung halbplastischer oder plastischer Massen der Fall ist.

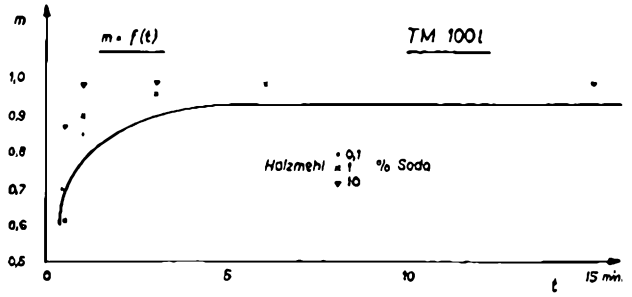


Abb. 1. Mischeffektkurve eines Trockenmischers TM 100 l

Für die Verwirklichung der Misch- und Knetprozesse steht eine ungewöhnliche Auswahl an Maschinen zur Verfügung. Es ist wenig bekannt, daß jedes Maschinenprinzip bezüglich der Mischwirkung und der Mischzeit qualitätsmäßig ein Optimum hat. Dies wirkt sich, wie aus Diagramm Abb. 1 ersichtlich, einerseits so aus, daß z. B. bei einem Trockenmischer nach einer Zeit von fünf Minuten der beste Mischeffekt erreicht wird, der auch bei einem längeren Mischen nicht verbessert werden kann. Anderseits zeigt Tab. 1, wie sich die Mischung einer Kohleelektrodenmasse, d. h. einer plastischen Masse aus Kohle und Pech, bei der Verarbeitung auf einer kontinuierlichen Maschine und einem normalen Doppelmuldenkneter verhält.

Tab. 1. Grüne Körper für Kohleelektrodenmassen

	Doppelmuldenkneter	«BUSS»-Ko-Kneter	K-Knetermasse nachgemischt im Doppelmuldenkneter
Porenanteil	12,1%	7,5%	8,8%
Porengröße	0,052 mm	0,033 mm	0,065 mm
Strukturabweichung	9–12	6,2	12,1

Der Mischeffekt ist hier indirekt durch den Wert der Porengröße und durch die Messung der Strukturabweichung im Mikroschliff festgehalten. Es ist zu ersehen, daß der kontinuierliche Kneter den besten Effekt zeigt. Das interessanteste Ergebnis dieser Tabelle ist aber die Tatsache, daß die Wiederaufarbeitung einer guten Ko-Knetermischung im Doppelmuldenkneter wiederum zu einer Verschlechterung der Werte führt.

Auswahl der Misch- und Knetmaschinen

Jahrzehntelang war die Misch- und Knettechnik keinen wesentlichen Veränderungen unterworfen. Die große Zahl der zur Verfügung stehenden Maschinen zeigte im Arbeitsprinzip keine neuen Ideen (Abb. 2). Verbesserungen konnten lediglich durch Verfeinerungen der Mischwerkzeuge und höhere Drehzahlen erzielt werden. Die wenigen zur Verfügung stehenden kontinuierlich arbeitenden Apparate waren qualitätsmäßig den Chargenapparaten unterlegen, so daß sie nur für untergeordnete Mischungen eingesetzt werden konnten. Die Rationalisierungsbestrebungen brachten hier in den letzten Jahren eine Reihe von Neukonstruktionen auf den Markt. Unter diesen Neukonstruktionen sind besonders die kontinuierlich arbeitenden Mischer und Kneter bemerkenswert. Die Schweizer Industrie hat hier mit dem kontinuierlich arbeitenden «BUSS»-Ko-Kneter einen maßgebenden Beitrag geleistet (Abb. 3).

In Tab. 2 sind die heute verfügbaren Mischer und Kneter, nach ihrem Arbeitsprinzip geordnet, dargestellt:

Tab. 2. Zusammenstellung gebräuchlicher Misch- und Knetmaschinen

	Chargenmischer	Kontinuierliche Mischer
Trockene Stoffe	Einmuldenmischer Mischtrommeln Lödige-Minuten-Mischer Pneumatische Mischer	Einfachschnecken Doppelschnecken Mischtrommeln Zentrifugalmischer «BUSS»-Ko-Mischer
Krümelige halbplastische Stoffe	Kollergänge Doppelmuldenkneter Planetenmischer	Doppelschnecken Zentrifugalmischer «BUSS»-Ko-Mischer
Plastische Materialien	Planetenmischer Doppelmuldenkneter Mischwalzwerke Grammolamischer	Doppelschnecken «BUSS»-Ko-Kneter

Die neue Frage, Chargenmischer oder kontinuierlicher Mischer, läßt sich am besten von folgenden Gesichtspunkten aus entscheiden:

a) Dosierung der einzelnen Komponenten
b) Produktqualität
c) Kraftbedarf
d) Raumbedarf
e) Bedienung

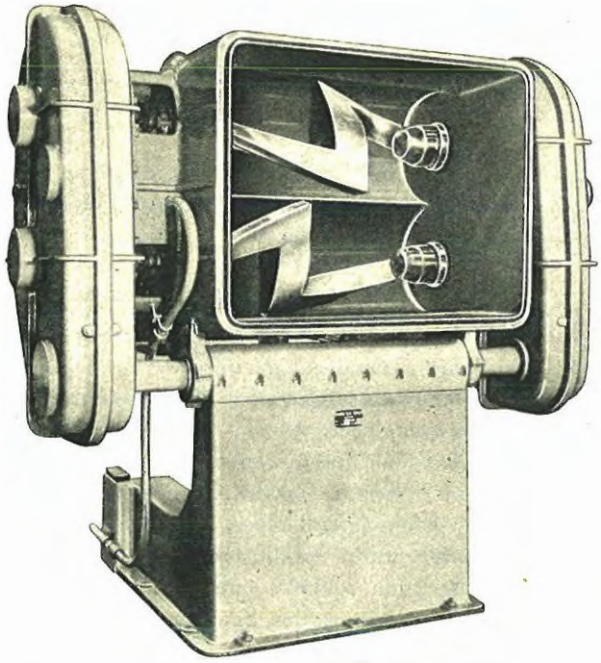


Abb. 2. Doppelmuldenkneter, 650 l Inhalt. Kippstellung

Die Frage der *Dosierung* ist in allererster Linie eine Frage der stündlich zu verarbeitenden Menge gleicher Zusammensetzung. Ist die geforderte Leistung hoch und wird nur ein Produkt verarbeitet, so wird sich von vornherein eine kontinuierliche Dosierung mit je einem Dosierapparat für je eine Komponente als wirtschaftlich erweisen (Abb. 4). In diesem Fall können wesentliche Einsparungen an Bedienungsarbeit gegenüber dem Chargenmischer erzielt werden, da dort das Abwägen der einzelnen Komponenten bedeutende Zeit in Anspruch nimmt. Der kontinuierliche Arbeitsprozeß mit kontinuierlicher Dosierung ergibt hier bedeutende Vorteile. Ist jedoch häufiger Rezeptwechsel notwendig, so erfordert manchmal bei den kontinuierlichen Dosierungen die Umstellung ein Mehr an Bedienungsarbeit, so daß oft das Arbeiten mit einem Chargenmischer wirtschaftlicher ist. Man kann jedoch durch Zusammenfassen der trockenen Komponenten in einem Vormischer und der flüssigen Komponenten in einem Rührwerk die Anlage auf nur zwei Dosierapparate beschränken. Hiermit kann man auch bei komplizierten Mischungen solche Probleme oft noch zugunsten des kontinuierlichen Mischers entscheiden. Grundsätzlich ist festzuhalten, daß bei großen Produktmengen und geringem Rezeptwechsel die kontinuierlich arbeitende Maschine im Vorteil ist, während für kleinere Mengen und großen Rezeptwechsel vorteilhafter der Chargenmischer gewählt wird.

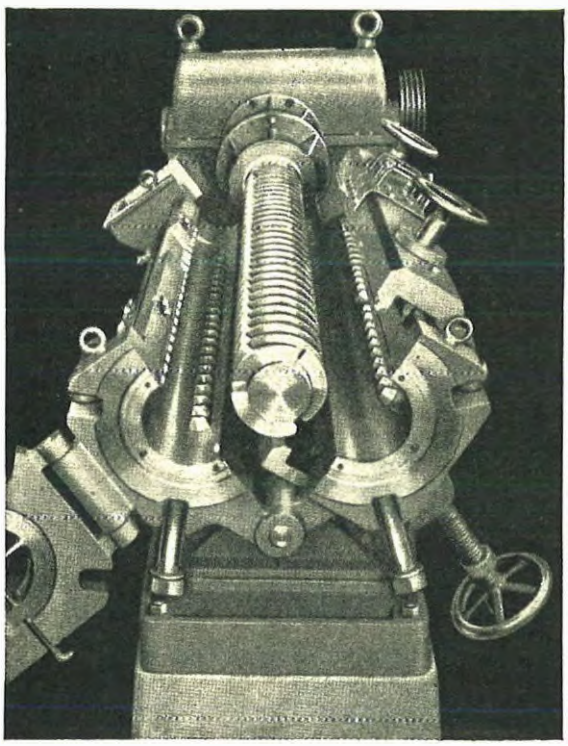


Abb. 3. «BUSS»-Ko-Kneter, zur Reinigung geöffnet

Neben den Dosierungsproblemen kann aber auch allein die Forderung nach einer besseren *Produktqualität* für die Auswahl der Maschine maßgebend sein. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Verarbeitung von Farbstoffpigmenten, auf die weiter unten noch eingegangen wird. Die erhebliche Qualitätsverbesserung in der Feinheit der Pigmente hat hier dazu geführt, auch kleinste Ko-Kneter mit nur 2–4 kg Stundenleistung mit Erfolg in der Produktion einzusetzen, trotzdem, von der wirtschaftlichen Seite aus gesehen, der Einsatz solch kleiner kontinuierlicher Maschinen nicht günstig ist. Ein ähnlicher Fall liegt für sogenannte Farbstoff-Batches für Kunststoffe vor, bei denen der entsprechende Kunststoff, z. B. PVC oder Celluloseacetat, mit einem sehr hohen Anteil an Farbstoffpigmenten (bis zu 30%) dispergiert wird. Auch bei der Verarbeitung von Kohleelektroden steht neben der Wirtschaftlichkeit die Qualität der Masse, wie aus Tab. 1 zu ersehen ist, im Vordergrund.

Der *Kraftbedarf* ergibt meistens Vorteile zugunsten der kontinuierlichen Arbeitsweise, ebenso der *Raumbedarf*.

Die Frage der Kosten für die *Bedienung* ist stark abhängig von der Dosierungs- und der Reinigungsfrage. Es gelten hier die gleichen Grundsätze, die bereits bei der Besprechung der Dosierung aufgeführt sind. Erwähnenswert ist hier die zweiteilige Gehäusekonstruktion des Ko-Kneters und der Selbstreinigungseffekt, die beide das Bild zugunsten der kontinuierlichen Maschinen verschieben.

Neue Anwendungsgebiete

Die allgemeine Reaktionsgleichung lehrt, daß eine Reaktion um so rascher verläuft, je konzentrierter die Komponenten eingesetzt werden. Dies führt bei verschiedenen Reaktionsprozessen zur Verarbeitung von pastösen Stoffen, d. h. zu Misch- und Knetproblemen. Die Verwirklichung solcher Prozesse in chargenweise ar-

beitenden Maschinen macht oft Schwierigkeiten. Einesteils ist der sonst kontinuierliche Ablauf des Prozesses unterbrochen, andernteils macht die Austragung von pastösen Materialien aus den Chargenknetern Schwierigkeiten. Hier hat der kontinuierliche Arbeitsprozeß neue Möglichkeiten erschlossen. Der Ko-Kneter hat hier bisher schwierige Prozesse der Kunststoffherstellung wesentlich vereinfacht.

Es ist bekannt, daß Löseprozesse rascher verlaufen, wenn zunächst eine Vorbenetzung aller Teilchen mittels Durchkneten in einer zähen Phase erfolgt. Dieser Effekt beruht darauf, daß bei Beginn des Prozesses zunächst nur sehr wenig Lösemittel zugegeben wird, so daß ein zäher Brei entsteht, der bei der Verarbeitung eine große innere Reibung von Festteilchen gegen Festteilchen ergibt. Diese Reibung zerstört den um jedes Festteilchen sich bildenden Gelfilm und legt immer neue Oberflächen für das Lösungsmittel frei. Erst wenn die letzten Festteilchen angelöst sind, erfolgt die Zugabe weiteren Lösungsmittels. Während hierfür in den Chargenmischern zum Teil Stunden notwendig sind, kann der Prozeß im Ko-Kneter in wenigen Minuten durchgeführt werden.

Auf dem Gebiet der Verarbeitung von Farbstoffpigmenten benützt man ebenfalls die hohe innere Reibung in der zähen Phase dazu, um die agglomerierten Pigmente zu zerreißen und so große Feinheiten im Farbstoff zu erzielen. Man setzt hierbei den Farbpigmenten ein für die Weiterverarbeitung nicht schadendes Bindemittel, z. B. Dextrin und Wasser, sowie ein Dispersionsmittel zu und erreicht Feinheiten von weit unter 1 μ. Während früher hierzu eine bedeutende Arbeit mit sehr schlechtem Wirkungsgrad auf Mühlen geleistet werden mußte, die nur mit Mühe die geforderte Qualität ergab, ist dieser Prozeß als Knetprozeß sehr stark vereinfacht. Gleiche Prinzipien werden heute für die Verarbeitung von Lacken und Farben angewendet. Einesteils finden hierfür besonders kräftig konstruierte Doppelmuldenkneter, sogenannte Dispersionsmixer, Anwendung, andernteils der Ko-Kneter. Da das Prinzip des letzteren eine Vermeidung von toten Räumen möglich macht, die im Chargenmischer nicht möglich ist, wird als besonderer Vorteil eine gleichmäßigere Dispergierung erreicht. Die Bedienungsarbeit im Chargenbetrieb und im kontinuierlichen Verfahren sind nach der oben geschilderten Bedeutung des öfteren Rezeptwechsels und der geforderten Qualität zu beurteilen.

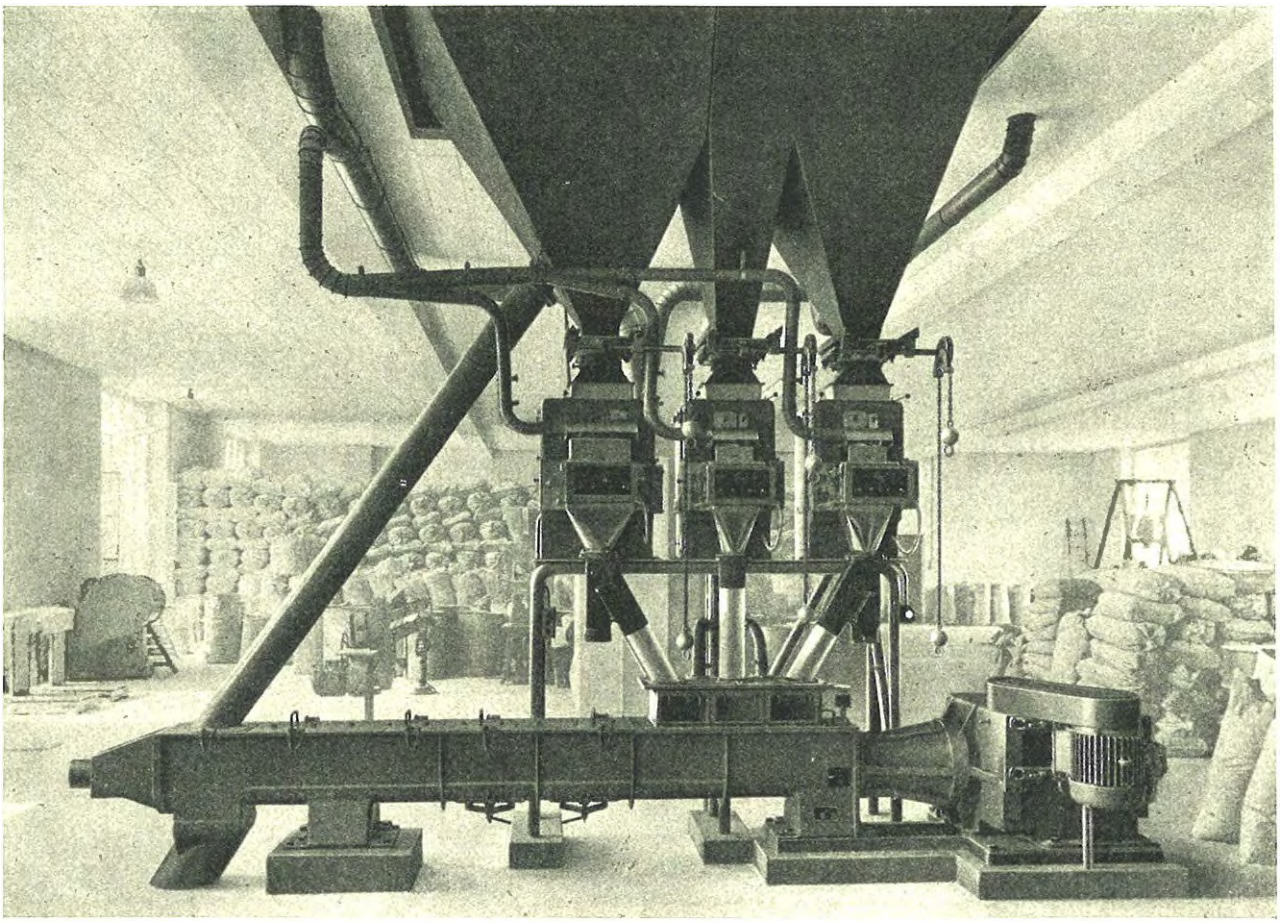


Abb. 1. «BUSS»-Ko-Mischer mit automatischer Dosieranlage für drei Komponenten

Zukunftsaufgaben

Die verschiedenen Neukonstruktionen in der Misch- und Knettechnik, besonders die kontinuierlich arbeitenden Maschinen, haben dem Chemiker erstmals ein Werkzeug in die Hand gegeben, Reaktionsprozesse in hoher Konzentration mit pastenförmigen Massen durchzuführen, die bisher in der flüssigen Phase durchgeführt werden mußten (Abb. 5). Es zeigt sich, daß neben dem eigentlichen Werkzeug auch die Nebeneinrichtungen, wie Dosierung und Regelung, für die Durchführung dieser Prozesse von großer Wichtigkeit sind. Es ist heute bereits zu ersehen, daß nach der guten Bewährung des «BUSS»-Ko-Kneters in einzelnen Reaktionsprozessen das Schwergewicht für die Anwendung dieses wirtschaftlichen, kontinuierlichen Arbeitsprinzips sich auf die entsprechende Entwicklung der zugehörigen Dosier- und Regelgeräte verschoben hat. Die Geräte sind im einzelnen auf dem Markt erhältlich. Ihre zweckmäßige Kombination muß jedoch von Fall zu Fall abgeklärt werden.

Das Eindringen der Kneter und Mischer in das Gebiet der Zerkleinerungstechnik ist in stetem Wachsen begriffen. So einfach das Prinzip an sich ist, so schwierig ist es in manchen Fällen, das geeignete Bindemittel zu finden, um in einer möglichst zähen Phase, d. h. mit hoher innerer Reibung, einen möglichst großen Zerkleinerungseffekt zu erzielen.

Die bei verschiedenen Firmen mit ein- und demselben Produkt erzielten Qualitätsunterschiede zeigen klar, daß auch hier die Industrie noch große Möglichkeiten hat, sich der neuen Arbeitsweise anzupassen und die bereits gegenüber dem bisherigen Arbeitsprinzip erzielten günstigeren Resultate weiter zu verbessern.

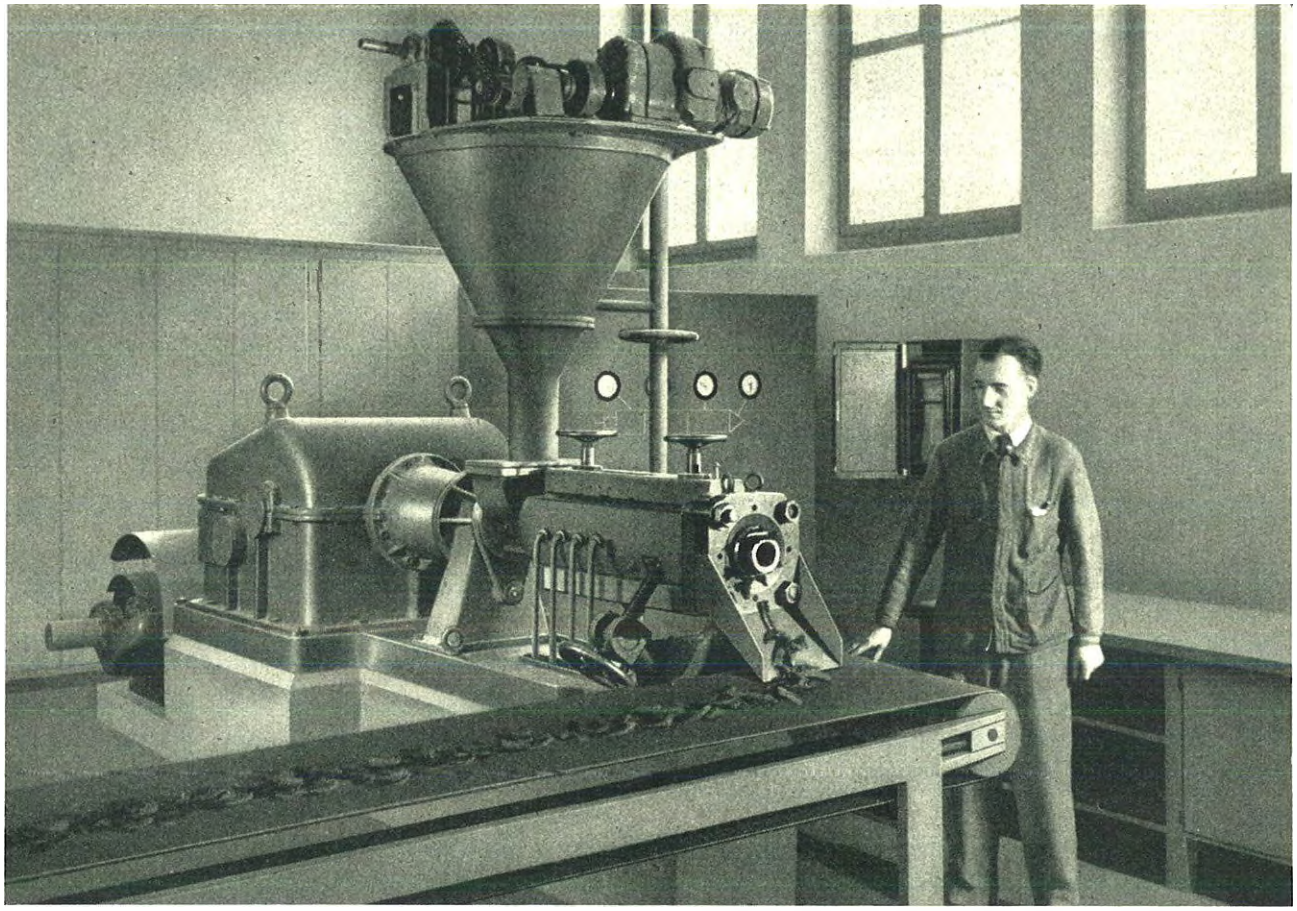


Abb. 5. Verarbeitung von Phenoplastmaterial und Farbpigmenten auf «BUSS»-Ko-Kneter, Type PR 140