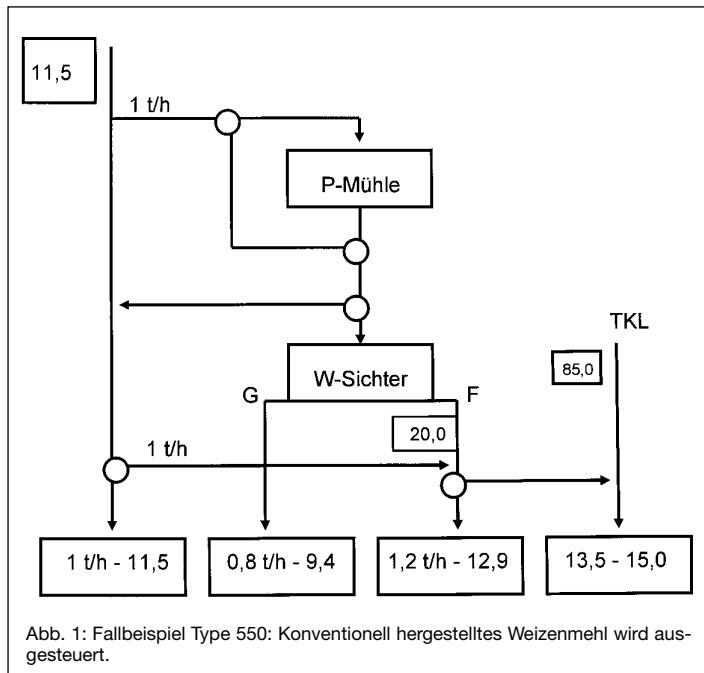


Alternative Anlagentechnik zur Proteinverschiebung

Von Oskar Degant, Augsburg

In einer Vielzahl von Untersuchungen wurde über Jahre hinweg der Einfluß von prallzerkleinerten und windgesichteten Mehlen verschiedener Leguminosen beschrieben¹⁻⁸⁾. Diese Technologie rückt immer dann in den Blickpunkt, wenn Mahlerzeugnisse verschiedenen Prozessen oder Qualitätsanforderungen angepaßt werden sollen. Von Zwingelberg⁹⁾ wurde eine Untersuchung veröffentlicht, die Prallzerkleinerung und Windsichtung in ein Weizenmühlendiagramm integriert und Untersuchungsergebnisse vorstellt. Das Ziel war, unter Ausschluß von Mehlbehandlung mit Prallmahlung und Windsichten die rheologischen Eigenschaften (Volumen, Enzymtätigkeit) zu beeinflussen. Dies war für uns Anlagenbauer Grund genug, darauf zu reagieren und das ganze unter der Prämisse Preisakzeptanz zu beleuchten.

Die Grundlage stellen Fallbeispiele dar, in denen aus einem Weizen-Vermahlungsdiagramm konventionell hergestelltes Weizenmehl angesteuert wird (Diagramm 1). Nach Beanspruchung in einer einfachen Prallmühle wird das Mehl in eine proteinreichere und eine proteinabgereicherte Fraktion geteilt. Es genügt eine Abreicherung auf nur ca. 8,4%. Beide Fraktionen können nun getrennt als Qualität erscheinen und/oder direkt in den Hauptfluß zurückgeführt werden. Eine solche Aufgabenstellung ermöglicht eine einfachere Anlagengestaltung. Grundsätzlich ändert sich nichts an den Erkenntnissen zur Technologie der Proteinverschiebung.



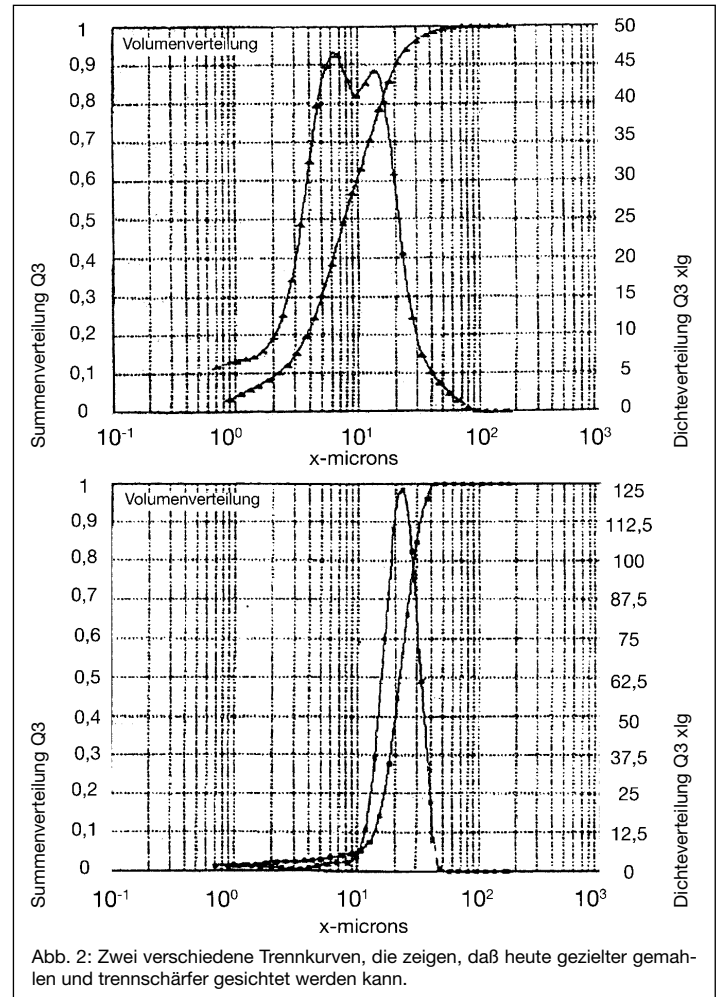
Bekanntermaßen liegen Stärke und Protein im Mehl nicht frei vor, sondern sind größtenteils verbunden als Teil der Endospermatrix (Mehl - Dunst - Grieß²⁾³⁾⁴⁾).

Der Grad des Ausbringens (der Verschiebung) hängt vom Grad der Freilegung der Stärkekörner ab. Deshalb wird in der als Grundlage genannten Arbeit auch in Weizen härterer und weicherer Endospermstruktur unterschieden.

Die Einflußnahme aufgelöster Endospermmehle auf die Teig rheologie ist schon in den 60er Jahren im Zusammenhang mit der Proteinverschiebung umfangreich beschrieben worden²⁾³⁾⁴⁾. Damit im Zusammenhang veröffentlichten Meuser, Rajano und Jureto schon 1977 einen Artikel⁷⁾, worin festgestellt wird: „Die Proteinverschiebung kann hauptsächlich dann erfolgen, wenn die Partikelgröße auf kleiner 30 µm gesenkt wird. Dies ist der obere Kornbereich der weitgehend duktilen Weizenstärkekörner.“

Was wir heute können, ist gezielter mahlen, ohne einen kritischen Temperaturbereich zu überschreiten, und effektiver - d. h. trennschärfer - sichten (Trennkurven, Abb. 2).

Die in Abb. 2 gezeigte Grobgutverteilung kann der Stärkeverteilung im Endosperm gleichgestellt werden. Die Feingutverteilung läuft im oberen Bereich flach aus, weil dort die flachen Randschichtenanteile (Type 550) auftreten, bedingt durch das Trennprinzip der Windsichtung.



Die Grenzen der Prallbeanspruchung werden deutlich in Abb. 3. Die freigelegten Stärkekörner sind immer noch von Haftprotein umschlossen, das sich nur schwer und schuppenartig abhäutet.



Abb. 3: Trockenpräparation (grob), Vergrößerung etwa 500 : 1

Proteinverschiebung

Weizenmehl Type 550, Sorte Zentra/Porenus (unbehandelt ohne TK), Ausgangsprotein 11,5% i. Tr., Feuchte 13,2%
 PR = proteinreich, GG = Grobgut, FG = Feingut, AP = ausbringen Protein, E_m = spez. Energie

Vers.-Nr.	Fraktion (FG) PR %	Fraktion (GG) AP %	GG % Prot.	FG % Prot.	AP %	E _m kWh/t Mühle	E kWh AP %	M d ₉₇ /d ₅₀	FG d ₉₇ /d ₅₀	GG d ₉₇ /d ₅₀	Mühlentyp
46871/B72	25,0	75,0	6,1	26,0	57,0	140	2,45	36,9/18,3	21,3/6,76	38,0/22,0	ZPS
46871/B3	23,5	76,0	7,5	24,0	49,0	73	1,65	58,5/20,6	32,0/7,72	67,5/24,9	ZPS
46871/5	25,9	74,9	10,4	15,2	33,9	32	0,94	144,0/37,0	39,1/11,8	149,8/56,6	UPZ
46871/10	17,4	82,6	10,2	18,5	27,7	32	0,86	144,0/37,0	31,8/7,8	146,0/47,1	UPZ
46871/7	12,5	87,5	10,3	19,4	21,2	15,4	0,73	154,0/49,3	40,0/9,6	154,2/56,4	UPZ
46871/9	23,4	76,6	10,8	13,8	28,0	15,4	0,55	154,0/49,2	42,5/13,8	158,2/67,5	UPZ

Vergleich der Mühlenkonditionen

Vers.-Nr.	Mühlentyp	Ausrüstung	Luftbelastung kg/m ³	Ausgangstemperatur °C	Rotor m/s
46871/B2	ZPS	PF-MB-Sichter	0,18	+32	96
46871/B3	ZPS	PF-MB-Sichter	0,36	+36	96
46871/5-10	UPZ	PI-PF-MB Sp.6 mm	0,31	+46	117
46871/7-9	UPZ	PI-10°-in, Sp. 6 mm	0,65	+41	117

Ob hohe Auflösungsgrade notwendig sind, entscheidet der Bedarf. Letztlich ist dies eine wirtschaftliche Frage aufgrund der Investitions- und Energiekosten solcher Anlagen.

Wie sehen nun Alternativen aus, und was können diese leisten? Die Versuchreihe 46871 soll die Verhältnisse darstellen, in der sich frühere Erkenntnisse ohne weiteres nachvollziehen lassen (Tabelle).

Bei Versuch 46871/2 wurde das Ausgangsprodukt gemahlen auf d₉₇ = 36,9 µm (d₉₇ = 36,9 µm bedeutet, daß Teilchen mit dem Durchmesser d zu 97% < 36,9 µm in der Fraktion sind). Die Feingutfraktion beträgt 25% mit einem Proteinanteil von 26%. Das bedeutet ein Ausbringen von 57% des Anteiligen Proteins in das Feine. In der Grobfraktion verbleiben 6,1%. Der Energiebedarf liegt bei 160 kWh/t.

Versuch 46871/3: Nun wird die Körnung ins Grobe verschoben. Im Versuch 46871 (d₉₇ = 58,5 µm) halbiert man nahezu den Energieaufwand, aber bei gleicher Trenngrenze reduziert sich der Proteinanteil im Feingut und das Ausbringen (PA Definition = %-Anteil Protein, der vom Anteil des Ausgangsproduktes im Feinen oder Groben auftritt).

Nun stellt sich die Frage, was noch möglich ist, wenn man gröber mahlt. Zunächst darf nicht unerwähnt bleiben, daß die nun aufgezeigten Bereiche d₉₇ = 144 µm und d₉₇ = 154 µm sinnvoller mit einer einfacheren Prallmühle hergestellt werden, vor allem im Hinblick auf die Investitionen. Dafür wurde die Mühle UPZ eingesetzt.

Auf den Punkt gemahlene Kornverteilungen (d₉₇, d₅₀), wie in den Versuchen 46871/1 und /2 lassen sich nur mit Sichter-möhlen herstellen.

Der spezifische Energiebedarf reduziert sich nun wiederum deutlich. Es rücken aber bei hohem Feingutauszug die Proteinanteile in der Fraktion zusammen. Sie rücken auseinander, wenn dieser reduziert wird (Versuch /10), d. h., die Trenngrenze sollte ins Feine verlegt wer-

den, dorthin, wo sich die freigelegten Proteinanteile befinden (Versuche /7 und /9).

Es ist festzustellen, daß das Grobgut im Proteinanteil keine großen Unterschiede zeigt. Die Endospermatrix ist also nur bis zu einem gewissen Punkt aufgelöst worden. Ein Blick auf die Konditionen der Mühlen zeigt, daß die ZPS mit niedrigerer Umfangsgeschwindigkeit und geringerer Luftbelastung eine höhere Feinheit erreicht.

Die durchgehenden Kornverteilungen (gemessen mit dem Laser-Beugungsgerät) der vier Mahlungen sind gegenüber dem Energiebedarf dargestellt (Abb. 4). Die Barriere 40 µm ist der obere Kornbereich der Stärke. Abgesehen vom Mahlsystem zeigen die Kurven nichts neues. Wird man gröber, verringert sich der Kraftbedarf. Sind duktile Anteile im Schüttgut, kann der Energieeintrag endlos gesteigert werden.

Ein Blick auf die Maschinenelemente macht deutlich, wie die Ansprüche bei den Investitionen zu Buche schlagen.

Ein Windsichter (Abb. 5) muß vorhanden sein, weil es bislang kein technisches Prinzip gibt, das trocken zwischen 0 und 20 µm große Mengen Schüttgüter trennt. Der „Turboplex“ erfüllt diese Aufgabe bei hohem Auflösungsvermögen und kontrolliertem Grobgrutaustritt. Die Type ATP 200 wurde für diese Untersuchung eingesetzt.

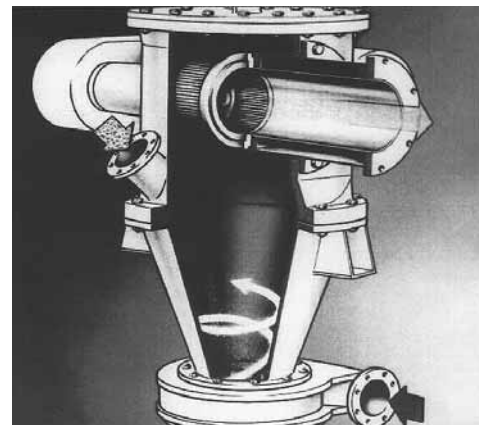


Abb. 5: Windsichter „Turboplex“ ATP

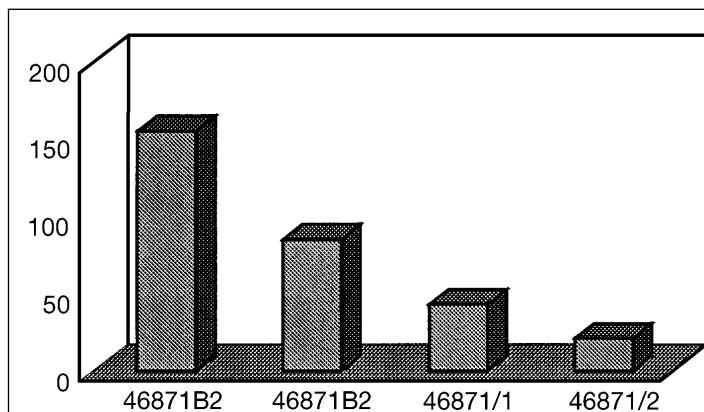
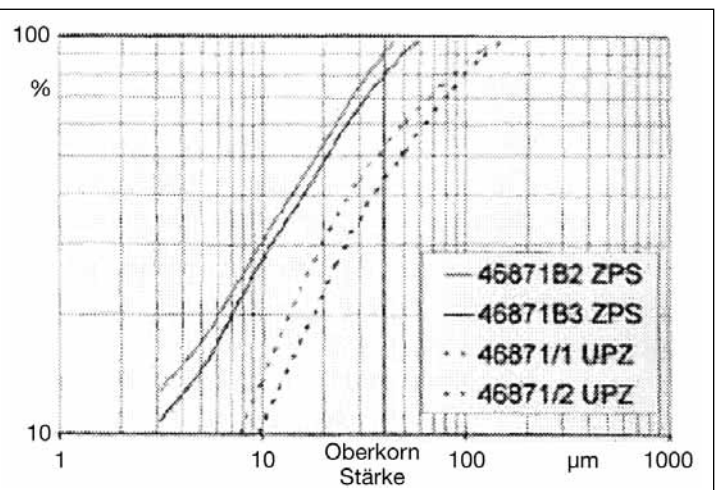


Abb. 4: Vier Vermahlungen: rechts die Zerkleinerung auf der „Zirkoplex“-Sichtermühle ZPS und auf der Feinprallmühle UPZ, oben der Energieaufwand in kWh/t



Außer Zweifel steht, daß die Sichter­mühle (Abb. 6) gegenü­ber allen anderen Mahlsystemen die meisten Mög­lich­keiten bietet. Die ZPS-Mühle ist steuerbar und kann an Schwankungen des Ausgangsproduktes und Unterschiede in der Qualitätsanforderung angepaßt werden.

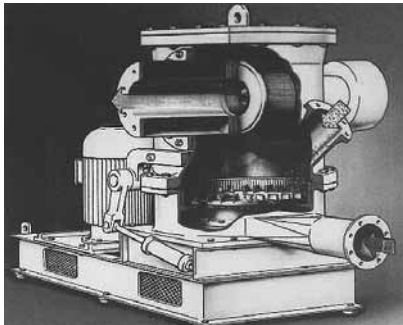


Abb. 6: „Zirkoplex“-Sichtermühle ZPS

Die Vorteile von Prallmühlen (Abb. 7) dieser Art bestehen darin, daß sie mit einer Vielzahl von Werkzeugen bestückt werden können. Einige sind hier gezeigt. Die Versuche wurden hauptsächlich mit langer Prallflächenmahlbahn und Plattenschlägerwerk durchgeführt. Die Temperatur ist mit dieser Ausrüstung „noch“ zu beeinflussen.

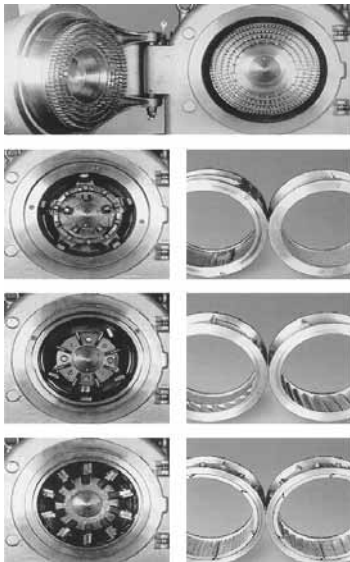


Abb. 7: Feinprallmühlen UPZ mit Ausrüstungsvarianten

Eine Alternative dazu und vielfach im Einsatz sind gegenläufige Stiftmühlen (Abb. 8). Sie benötigen aber für eine der ZPS vergleichbare Feinheit etwa 160–200 m/s Dif-Geschwindigkeit. Dazu liegt die Austrittstemperatur zwischen 80 und 90 °C im Dauerbetrieb. Der Luftdurchsatz ist konstruktiv begrenzt, und es erfolgt eine durchgehende Beanspruchung des erzeugten Feinanteils.

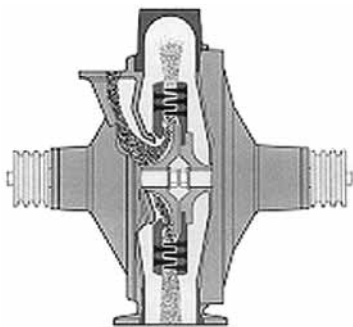


Abb. 8: Weitkammermühle mit zwei rotierenden Scheiben

Doch auch ein Temperaturschock kann in einigen Fällen ein gewünschter Effekt sein. Die meisten Mühlen geben aber der sanfteren Behandlung bei niedrigen Temperaturen den Vorzug.

Zurückkommend auf das Fallbeispiel läßt sich die Anlagentechnik abspecken (Abb. 9). In Fall 1 sind unabhängige Systeme installiert, die man individuell einstellen kann.

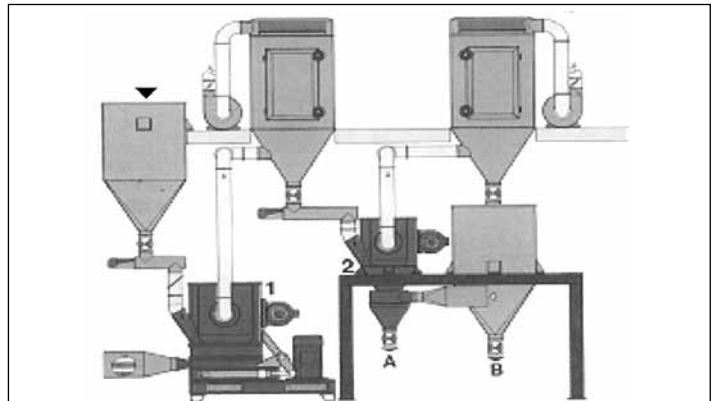


Abb. 9: Präzisionsverfahren, typisch für Weizenmehl und eine Vielzahl anderer Rohstoffe

□ = Produktanfallstellen, A = Grobgut mit ca. 5,5–6% Protein, B = Feingut mit ca. 18–20% Protein

In Fall 2 (Abb. 10) ist die Anlage auf die proteinreiche Fraktion ausgerichtet. Die Mühle als Disperser kann Schwankungen des Ausgangsproduktes oder der Forderung nur durch Wechsel der Werkzeuge und der Drehzahlen ausgleichen. Lufttechnisch ist sie auf den nachfolgenden Sichter abgestimmt. Bei diesem wird man dann auf der feinen Seite des Endospermkonglomerates immer eine proteinreiche Fraktion finden.

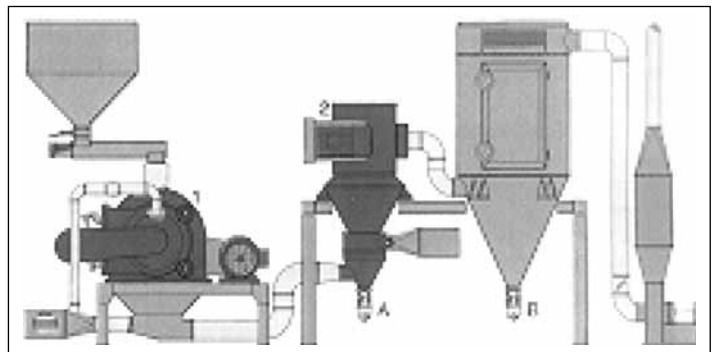


Abb. 10: Weizenmehl-Standardverfahren, Anlagenrichtwerte für Weizenmehl: Proteingehalt ca. 10%, Mehlfineinheit: ca. 20% < 16 µm, ca. 90% < 100 µm

Ausbaufähigkeit und Flexibilität des Verfahrens

Es bedarf keiner allzu großen Weitsicht, daß sich in der Praxis folgende Fragen sehr schnell stellen werden:

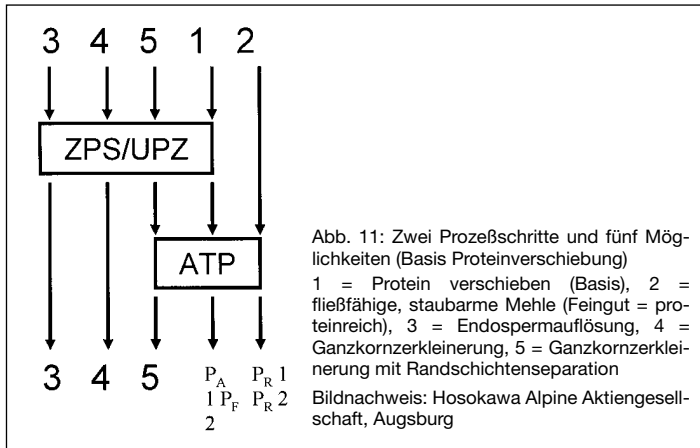
1. Ist die Anlage in der Lage, im Bedarfsfall Weizenmehl auf 6% Restprotein abzureichern?
2. Ist die Anlage ausbaubar?
3. Kann man sie für eine alternative Herstellung von Produkten aus pflanzlichen Stoffen nutzen?

Zu 1. Stehen sehr weiche Weizen zur Verfügung, ist mit geringer Beanspruchung eine Auflösung des Endospermkonglomerates möglich und somit auch eine entsprechende Abreicherung⁹⁾. Die Anlage könnte so gestaltet werden, daß ein mehrmaliger Durchgang des Grobgutes erfolgen kann.

Zu 2. Ohne weiteres könnte die Grobgutlinie (Schema PA) mit einem alternativen Mahlsystem ergänzt oder ein solches zugeschaltet werden.

Zu 3. Eine Vielzahl von Leguminosen und anderer Produkte wird derzeit schon auf dieser Anlagentechnik verarbeitet, z. B. Roggen, Soja, Erbsen, Bohnen und Malz.

Das System läßt sich als alternatives Mahlsystem für alternative Produkte ausbauen (Abb. 11).



Literatur

1. Anon.: Alter Rohstoff, neues Mehl (Mahl-Sichtverfahren). – Back Journal Spezial TT, 1985, 4, S. 35–37
2. Cleve, H.: Analytische Befunde an windgesichtetem Mehl. – Getreide und Mehl 9 (1959) 8, S. 81–86
3. Degant, O.: Neu entwickelte Prallmühlen und Windsichtanlagen in der Getreideverarbeitung. – DIE MÜHLE + MISCHFUTTERTECHNIK 134 (1997) 9, S. 273–274
4. Handreck, B., und L. Pötschke: Vermahlung von Weizengriß aus 1. Qualitätsstufe in Prallmühlen unterschiedlicher Wirkprinzipie. – DIE MÜHLE + MISCHFUTTERTECHNIK 132 (1995) 29, S. 479–483
5. Lauer, O.: Die Proteinanreicherung bei vegetabilischen Stoffen aus Windsichtung. – ZFL, Köln, 9.78

6. Lauer, O.: Zerkleinern und Windsichtung in der Nahrungsmittelindustrie. – ZFL 5/83, Referat Inatec-Congress Köln 29.5.1983
7. Meuser, F., Rajano und Jureto: Zur Problematik der mechanischen Trennung des Weizenendosperms in Stärke und Protein. – Getreide Mehl und Brot 31 (1977), S. 199–204
8. Willm, C.: Stand der Windsichtung in Frankreich. – Getreide Mehl und Brot 39 (1985) 7, S. 215–218
9. Zwingelberg, H.: Prallzerkleinerung und Windsichtung integriert in ein Vermahlungssystem. – DIE MÜHLE + MISCHFUTTERTECHNIK 135 (1998) 12, S. 389–394

Alternativ Processing Technology for Protein Shifting

A publication issued by the Federal Agency for Grain (No. 6816) „Impact comminution and air classification integrated in one grinding system“ prompted this comparison of two processing systems for protein shifting in flours, wheat flour in particular and leguminous flours in general.

The comparison features a high-precision system and a standard system. The relationship between energy consumption and the required degree of disintegration is shown. The required machine elements are described and attention is drawn to accessories and alternative applications.

Flour types 550 and 405, which can be read direct of the wheat mill diagram, contain a fines portion of below 16 μm which displays a protein content of over 20%. This portion and the fraction portion is dependent on the hardness of the feed product and on the protein content of the flour type. The liberated portion of below 16 μm can be separated with highly sophisticated air classifiers.

With a higher degree of disintegration brought about by impact and classifier mills, the enrichment or depletion effect increases accordingly. In the case of impacted flours, the shifting factor of the fractions into the fines lies between 57% and 21%. The high shifting factors are achieved with classifier mills. Compared with simple impact mills, a practically selective grinding of the ductile native starch is therefore possible. Depletion down to less than 3% was carried out on a test basis. This means the portions of adhesive protein layers fixed to the starch were removed.

The disintegration factor of the product is plotted against the energy consumption and the system technology.

The energy consumption is between 15 kWh/t and 140 kWh/t.

The presented technologies open up a great number of possibilities of influencing the quality of flours and their rheological component properties.

Alternative Anlagentechnik zur Proteinverschiebung

Von Oskar Degant, Augsburg