

Untersuchungen zur Bestimmung der Qualitätseigenschaften von Parboiled-Reis und der Beeinflussung durch den Parboilingprozeß*)

T. Strandt und K. Vorwerck, Braunschweig, und K. Münzing, Detmold

1. Einleitung

Die Bedeutung des Parboiling-Verfahrens bei Reis zur Verbesserung der ernährungsphysiologischen Eigenschaften ist hinlänglich bekannt (4, 5, 7, 8, 23). Nicht nur aus diesem Grunde gehört Parboiled-Reis zu den beliebtesten handelsüblichen Reisartikeln mit steigendem Bedarf. Großabnehmer für Parboiled-Reis sind Großküchen, Restaurants sowie Catering-Unternehmen und die Konservenindustrie, die besonders die verbesserten Koch- und Verarbeitungseigenschaften zu schätzen wissen.

Die industrielle Herstellung von Parboiled-Reis ist relativ aufwendig und beinhaltet, wie der Name sagt, partially boiling (teilweises Kochen). Das ursprüngliche Verfahren war das Kochen von Paddyreis in befeuerten Kesseln mit anschließender Freiflächentrocknung, mit dem Ziel, vor allem das Schälen des Rohreises zu erleichtern (9, 18). In den USA und Europa erlangte das Parboiling-Verfahren während des zweiten Weltkrieges zur Versorgung der alliierten Truppen mit nährstoffreichem und gegen Verderb resistentem Reis Bedeutung. In British Guayana kam der sogenannte „Conversion“-Prozeß zur industriellen Anwendung (15). Heute werden etwa 20 - 25 % der jährlichen Reisproduktion zu Parboiled-Reis verarbeitet (9, 15).

2. Effekte und industrielle Verfahren

Neben der ernährungsphysiologischen Bedeutung des Parboiled-Reises gibt es eine Reihe von Vorteilen und Effekten, die das Parboiling für den Anlagenbetreiber und den Konsumenten interessant werden lassen:

*) Veröffentlichungs-Nr. 6460 der Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung in Detmold und Münster.

Vorteile:

- Vereinfachung des Schälprozesses,
- Erhöhung der Ganzkornausbeute beim Schleifen von Reis
- Verringerung der Angreifbarkeit durch Vorratsschädlinge
- Erzielung einheitlicher und besserer Kocheigenschaften
- Verbesserung der ernährungsphysiologischen Eigenschaften des Reises

weitere Wirkungen:

- Hoher Bedarf an Wasser und Energie für die Prozeßführung,
- Erhöhung des Aufwandes beim Schleifen,
- Handhabungsprobleme des Schleifmehles,
- Notwendigkeit des Farbsortierens,
- Entstehung der bräunlichen Färbung, des typischen Geruchs und Geschmacks,
- Zunahme der Kochzeit.

Besonders hervorzuheben sind die verbesserten Koch- und Verarbeitungseigenschaften des Parboiled-Reises, die sich dadurch äußern, daß die Gefahr des „Überkochens“ (aufgeplatzte, gegabelte und verformte Körner) wesentlich geringer ist als bei Nonparboiled-Reis. Gekochter Parboiled-Reis neigt außerdem weniger zum Kleben und behält seine Konsistenz auch nach längerer Verweilzeit in Thermogefäßen, Konserven, Fertiggerichten oder auch nach dem Gefrieren. Die Abbildung 1 zeigt die Unterschiede von Parboiled- und Nonparboiled-Reis.

Für die industrielle Anwendung des Parboiling-Verfahrens gibt es derzeit eine Vielzahl von Methoden, die sich allerdings in ihren grundlegenden Verfahrensschritten: Weichen, thermische Behandlung und Trocknen oftmals nur in der Verwendung unterschiedlicher Techniken, Temperaturen und Verweilzeiten unterscheiden (3). In Reisanbauländern findet das Parboiling von Paddy-Reis Anwendung, in Europa ist auch das Brown-Rice-Parboiling bekannt (9, 18, 20, 21). In

Abbildung 2 sind verschiedene Reis-Parboiling-Methoden dargestellt.

Mehr und mehr werden in der Reisverarbeitung neben einer konstanten Qualität auch spezielle Qualitätsspezifikationen der Reiserzeugnisse verlangt. Dabei stehen die Ganzkornausbeute sowie spezifische Koch- und Verarbeitungseigenschaften als qualitative Merkmale im Vordergrund. Um spezielle Eigenschaften zu erzielen, müssen Parboiling-Anlagen vorhanden sein, in denen durch Wahl der geeigneten Prozeßparameter flexibel und gezielt auf entsprechende Kundenwünsche reagiert werden kann. Hierzu ist die Kenntnis des Einflusses der Parameter auf die Qualitätsmerkmale des Endproduktes notwendig. Es wurde daher in der vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen, wesentliche Einflußgrößen des Parboiling-Verfahrens in ihrer kombinierten Wirkung auf quantifizierbare Qualitätsparameter des Parboiling-Reises zu untersuchen.

3. Einflußgrößen beim Parboiling-Verfahren und Beschreibung der Untersuchungsmethodik

Generell ist zwischen prozeßabhängigen und produktabhängigen Einflußgrößen auf die Endproduktqualität zu unterscheiden. Zu den produktabhängigen Größen zählen vor allem die Kornform (Längen-/Breitenverhältnis), der innere strukturelle Aufbau, der bei Reis besonders mit dem Amylosegehalt in Zusammenhang steht und sich in den unterschiedlichen Verkleisterungstemperaturen sowie Koch- und Viskositätseigenschaften äußert. Verschiedene Studien (2, 3, 6, 13, 15) zeigen deutliche Zusammenhänge zwischen Eingangs- und Endproduktqualität. Als grobe Regel kann gelten, daß sich Langkornreisarten mit mittleren und hohen Amylosegehalten (> 23%) in den meisten Fällen besser für das Parboiling-Verfahren eignen und bei vergleichbarer Pro-

Parboiled Reis

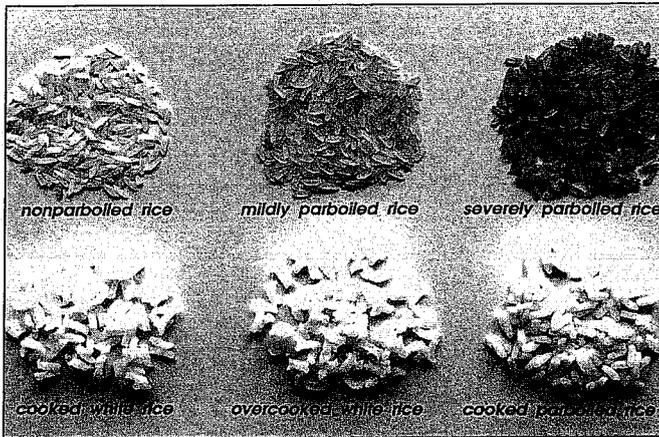


Abbildung 1: Visuelle Unterschiede von Nonparboiled- und Parboiled-Reis vor und nach dem Kochen

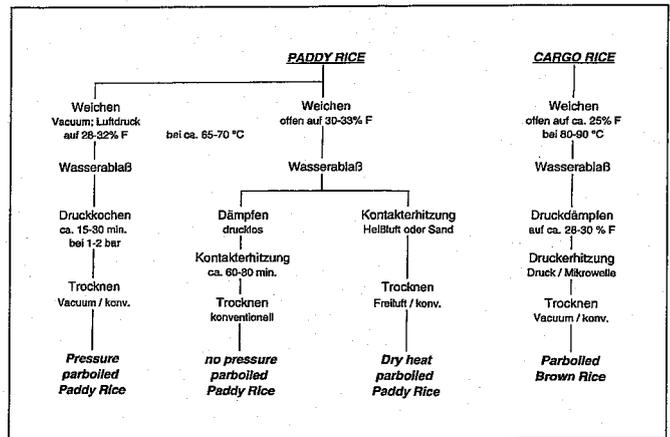


Abbildung 2: Schematische Darstellung von heute üblichen Reis-Parboiling-Methoden

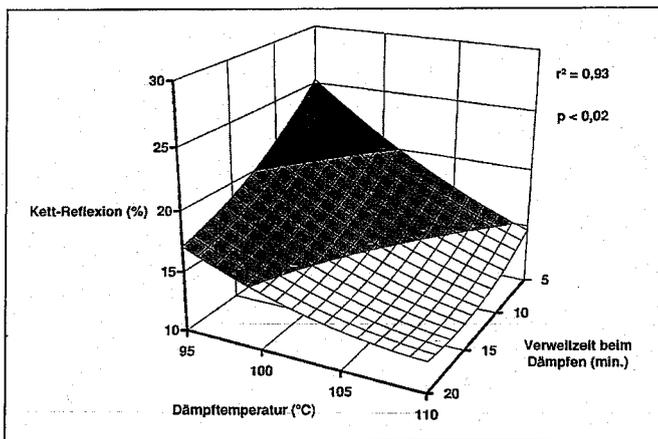


Abbildung 3: Einfluß der Wärmebehandlung auf die Helligkeit des geschliffenen Parboiled-Reises

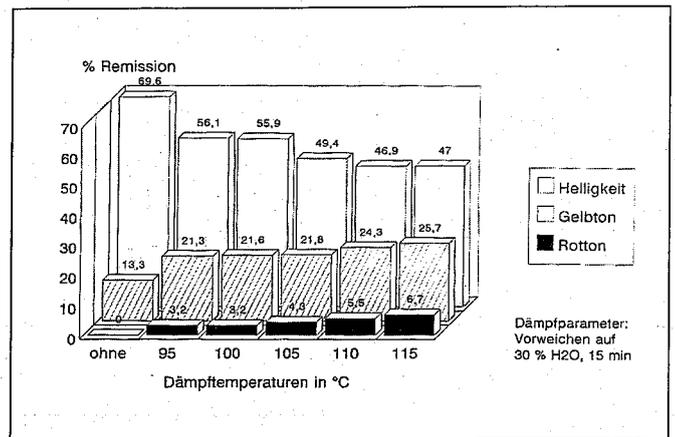


Abbildung 4: Einfluß der Wärmebehandlung auf das Farbpotential (ELREPHO 2000) des geschliffenen Parboiled-Reises

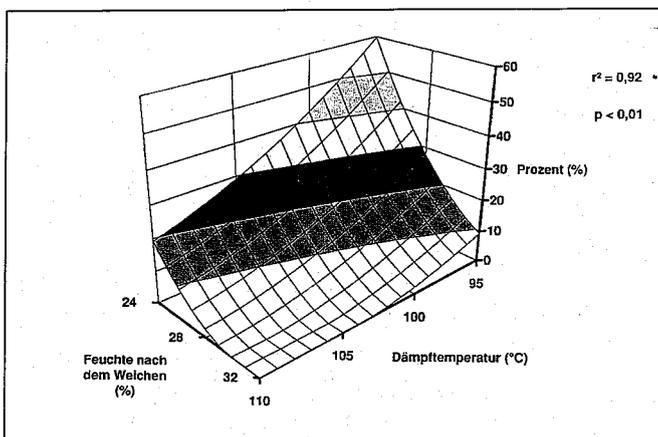


Abbildung 5: „White spots“-Anteil im geschliffenen Parboiled-Reis in Abhängigkeit von Prozeßparametern des Parboiling-Verfahrens

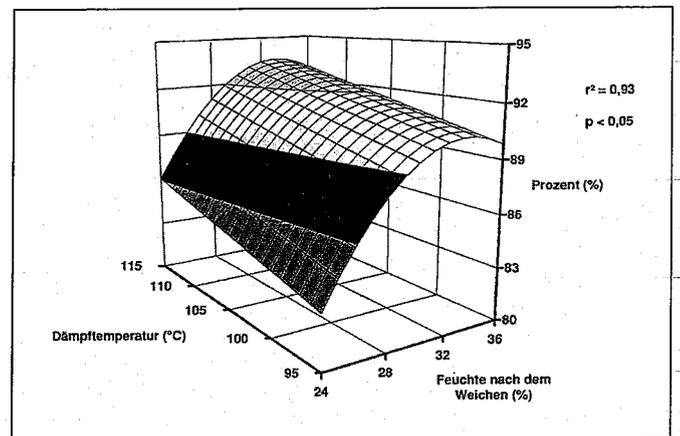


Abbildung 6: Einfluß des Parboiling-Verfahrens auf die Ganzkornausbeute („Head-rice“-Ausbeute)

zeßführung eine bessere Endproduktqualität liefern, als dies bei gleicher Verfahrensweise bei Mittel- oder Kurzkornreissorten mit geringem Amylosegehalt der Fall ist (2, 9, 18).

Prozeßparameter, welche beim Parboiling entscheidenden Einfluß auf die Endqualität haben, sind vor allem der Feuchteanteil des geweichten Paddy sowie die Intensität der thermischen Be-

handlung (temperatur- und verweilzeitabhängig). Zur Kennzeichnung des konkreten Einflusses dieser Parameter wurden die Wirkungszusammenhänge auf die verschiedenen Qualitätsmerkmale von Parboiled-Reis untersucht. Die Versuche zum Reis-Parboiling wurden entsprechend folgender Kurzbeschreibung durchgeführt:

- Verwendeter Paddy-Reis: italienischer -

Langkornreis, Sorte: Thaibonnet, Ernte 1993, Längen-/Breitenverhältnis: ca. 3,2, Amylosegehalt: ca. 23 %.

- Weichen von je 5 kg Paddy bei einheitlicher Wassertemperatur (ca. 70°C) und unterschiedlichen Weichzeiten auf vorgegebene Feuchtigkeitsgehalte.

- Thermische Behandlung nach vorgegebenem Temperatur-Zeitprogramm im Laborvorbereiter (Bühler).

Tabelle 1: Untersuchte Einflußfaktoren des Reis-Parboiling auf ausgewählte Qualitätsmerkmale

Einflußfaktoren				Zielgrößen			
x ¹ Feuchte nach dem Weichen (%)				y ¹ Reflexion/Färbung,			
x ² Temperatur beim Dämpfen (°C)				y ² Anteil „white spots“,			
x ³ Dämpfzeit (min)				y ³ Ganzkornreisausbeute,			
				y ⁴ Kochverhalten/Viskogramme,			
				y ⁵ Stärkerkleisterung,			
				y ⁶ rel. Wasseraufnahme,			
				y ⁷ Wasserretention,			
				y ⁸ Klebrigkeit,			
Stufen	X ¹	X ²	X ³				
-2	24	95	5				
-1	27	100	10				
0	30	105	15				
1	33	110	20				
2	36	115	25				

- Satzweises Vortrocknen des gedämpften Paddys auf Fließbettrockner (OTW, Bühler).
- Trocknen/Tempern durch flächiges Ausbreiten der vorgetrockneten Proben bei konstanter Raumtemperatur auf Endfeuchtigkeitsgehalte von ca. 15 - 16 %.
- Schälen und Schleifen der getrockneten Proben unter Standardbedingungen auf Laborgeräten (Mc Gill).
- Untersuchung des Parboiled-Reises.

Die Versuchsdurchführung erfolgte nach Methoden der statistischen Versuchsplanung für die in Tabelle 1 beschriebenen drei Einflußgrößen in drei Abstufungen. Dabei handelte es sich um einen verkürzten Versuchsplan mit 15 Versuchen und 6 Eckversuchen (21 Versuche).

Zur Auswertung der Untersuchungsergebnisse wurde eine Statistik-Software genutzt, mit deren Hilfe es möglich war, den Einfluß der gewählten Variablen auf die abhängigen Zielgrößen abgesichert zu quantifizieren.

4. Ergebnisse

Die nachfolgend vorgestellten Ergebnisse basieren auf der Erstellung von Regressionsgleichungen 2. Ordnung. Dabei sind die Werte der statistischen Sicherheit wie Bestimmtheitsmaß r^2 und Irrtumswahrscheinlichkeit p in Tabelle 2 enthalten und unterstützen die Aussage zur Existenz signifikanter Zusammenhänge zwischen Prozeßparametern und Qualitätsmerkmalen der Endprodukte.

4.1. Helligkeit und Farbmessungen

Parboiled-Reis besitzt im Vergleich zu Nonparboiled-Reis eine typische Gelb- bis Braunfärbung (Abb. 1), welche durch den Prozeß beeinflusst wird (12, 18). Die Helligkeitsmessungen erfolgten mit dem in der Reisindustrie verbreiteten Helligkeitsmeßgerät KETT 300 C (KETT-Electronic-Laboratories), welches die Helligkeit des geschliffenen Reises als prozentualen Ausdruck der Ganzkornreflexion gegenüber einem Standardweiß mißt. Die Abbildung 3 zeigt den signifikanten Einfluß der Temperaturbehandlung auf die Helligkeit des Parboiled-Rei-

ses. Mit zunehmender Intensität der Wärmebehandlung nahm die Reflexion ab. Bei kurzer Behandlungsdauer waren durch die Wärmeeinleitung während der Dampfbehandlung stärkere Unterschiede im Farbbild zu erzielen als bei längerer Einwirkzeit. Bei hohen Behandlungstemperaturen hatte die Behandlungsdauer einen geringeren Einfluß auf die Farbbildung. So ergaben sich bei 105 - 110°C Dämpftemperatur nur geringe Unterschiede zwischen einer 15- und 20-minütigen Verweilzeit. Das Farbbildungspotential war hier bereits ausgeschöpft (Abb. 3).

Ähnliche Zusammenhänge ließen sich bei der Farbdaterfassung mittels

Remissionsmessungen mit einem Spektralphotometer (ELREPHO 2 000) nach einer bereits beschriebenen Methode (19) feststellen. Die Abbildung 4 zeigt die Zunahme der Remissionswerte für den Gelb- und Rottonbereich bei gleichzeitiger Abnahme der Helligkeit in Abhängigkeit von der Temperaturwahl beim Dämpfen. Die Steigerung der Dämpftemperaturen von 110 auf 115°C führte nur noch beim Rotton zu einer Zunahme.

4.2. Anteil an „White Spots“

Visuell erkennbare weiße, opake Stellen („white spots“) im Korninnern des ansonsten transparent erscheinenden Parboiled-Reises weisen auf eine unzureichende Parboiling-Behandlung hin und gelten als Qualitätsmangel (9, 24). Der Anteil wurde durch Handauslese aus ca. 100 Körnern je Probe ermittelt.

Soll der Anteil „white spots“ so gering wie möglich sein, war, den Ergebnissen zufolge, ein ausreichendes Weichen auf mindestens 30 % Feuchtegehalt des Paddyreises notwendig, verbunden mit intensiver Temperaturführung bei der Dampfbehandlung von über 100°C. Die

Tabelle 2: Regressionsgleichungen ausgewählter Qualitätskriterien in Abhängigkeit von den untersuchten Einflußgrößen

Zielgröße	Variable	Faktor	P	r ²	
Färbung	Konstante	362,626	0,0004	0,936	
	H ₂ O	-4,678	0,0005		
	T ist	-4,329	0,0052		
	Vwz	-3,616	0,0044		
	H ₂ O ²	0,073	0,0008		
	T ist ²	0,017	0,0155		
	Vwz ²	0,020	0,0046		
	T ist * Vwz	0,027	0,0169		
white spots	Konstante	2156,841	0,0001	0,922	
	H ₂ O	-54,721	0,0001		
	T ist	-24,065	0,0004		
	H ₂ O ²	0,426	0,0001		
	T ist ²	0,074	0,0061		
	T ist * H ₂ O	0,257	0,0017		
Ausbeute	Konstante	-167,608	0,0330	0,936	
	H ₂ O	6,829	0,0001		
	T ist	2,573	0,0520		
	Vwz	0,525	0,0098		
	H ₂ O ²	-0,104	0,0001		
	T ist ²	-0,011	0,0657		
	Vwz ²	-0,012	0,0565		
DSC-Aufschluß	Konstante	1336,717	0,0261	0,742	
	T ist	25,082	0,0278		
	T ist ²	-0,111	0,0389		
	H ₂ O * Vwz	0,030	0,0062		
Wasserretention	Konstante	-877,737	0,0520	0,915	
	T ist	17,922	0,0389		
	T ist ²	-0,073	0,0712		
	H ₂ O * Vwz	0,057	0,0001		
Wasseradsorption	Konstante	4679,554	0,0001	0,917	
	H ₂ O	-46,706	0,0010		
	T ist	-64,579	0,0001		
	Vwz	-19,084	0,0055		
	H ₂ O ²	0,349	0,0024		
	T ist ²	0,258	0,0001		
	Vwz ²	0,136	0,0014		
	T ist * H ₂ O	0,241	0,0100		
	T ist * Vwz	0,135	0,0257		

H₂O = Feuchteanteil nach dem Weichen (%); T ist = Temperatur beim Dämpfen (°C); Vwz = Verweilzeit beim Dämpfen (min)

Parboiled Reis

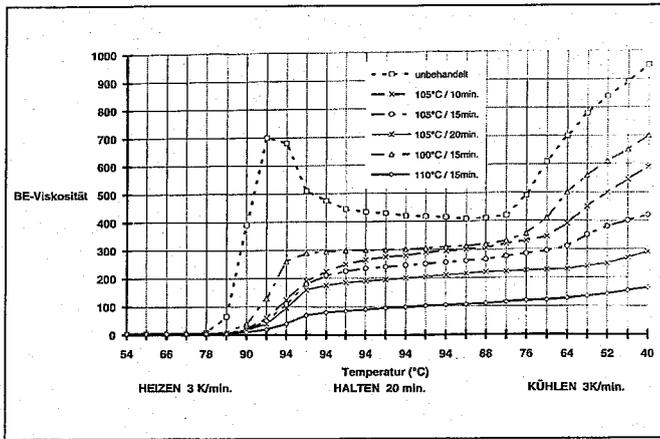


Abbildung 7: Viskogramme von unbehandeltem Reis und Parboiled-Reis

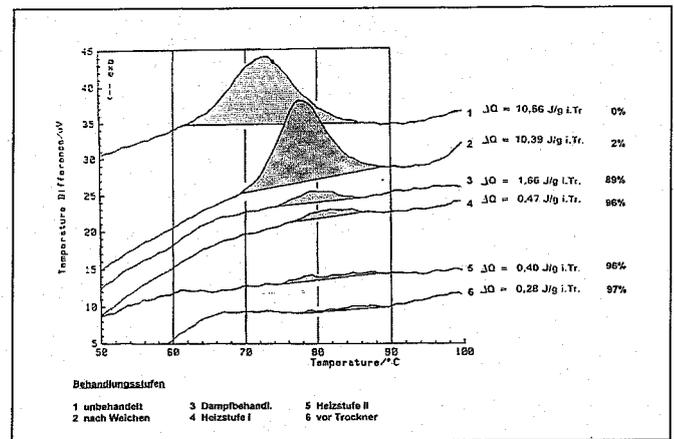


Abbildung 8: DSC-Thermogramme zur Charakterisierung des Stärkeaufschlusses beim Kochen und Parboiling-Verfahren

Abbildung 5 zeigt den deutlichen Anstieg des Anteiles „white spots“ bei unzureichender Prozeßführung. So lag bei Anwendung der erstellten Regressionsgleichung der Anteil nach dem Weichen auf nur ca. 29 % Feuchtigkeitsgehalt und einer erreichten Temperatur von 100°C bereits bei 10 % und stieg bei noch ungünstigerer Behandlung auf Werte um 50 %.

4.3. Ganzkornausbeute

Bekannt ist, daß die Ganzkornausbeute beim Schleifen des Reises durch das Parboiling-Verfahren erhöht werden kann (4, 9, 18, 22). Die Ganzkornausbeute wird als Differenz der Braunreisaufgabe auf dem Laborschleifer McGill 2 (100g-Proben) abzüglich dem Anteil an Schleifmehl und Bruchkorn, ermittelt. Anhand der Untersuchungen kann ein signifikanter Zusammenhang zwischen Prozeßparametern und Ganzkornreisausbeute nachgewiesen werden.

Die Abbildung 6 zeigt deutlich, daß ungenügend gewechter Paddy, mit Feuchtigkeitsgehalten von weniger als 28 %, selbst bei intensiver Wärmebehandlung, nicht die für hohe Ausbeuten notwendige Strukturverfestigung erfuhr. Hingegen zeigte sich für die Ganzkornausbeute ein günstiger Feuchtebereich bei ca. 32 %, welcher bei entsprechender Wärmebehandlung hohe Ausbeuten ergab. Überweichte Körner mit Feuchtigkeitsgehalten von mehr als 34 % zeigten einen leichten Ausbeuterückgang, der damit erklärt werden kann, daß aufgrund des Aufplatzens der Reispelze eine höhere mechanische Beanspruchung bei der nachfolgenden Prozeßführung auftrat (Schutzfunktion der Pelze geht teilweise verloren), was Ausbeuteverluste verursacht.

Gleichzeitig ist zu erwähnen, daß beim Parboiling-Verfahren gerade die Ganzkornausbeute neben den untersuchten Einflußgrößen deutlich von der Anpassung der Trocknungsparameter abhängt. Zu schnelles Trocknen führt gene-

rell zur Riß- (Crack-)bildung und somit zu Ausbeuteverlusten durch Bruchbildung während des Schleifens.

4.4. Kocheigenschaften und Stärkeaufschluß

Die Beurteilung der Kocheigenschaften wird durch den Standard-Kochversuch ermöglicht (3, 20). Die hierbei zu erzielenden Qualitätsaussagen bezüglich Formerhalt der gekochten Körner, Klebrigkeit und Festigkeit (Kaeindruck) wurden durch die anschließende sensorische Beurteilung ermittelt. Um quantifizierbare Daten zu erhalten, die für die vorliegende statistische Berechnung erforderlich waren, mußten zusätzlich Meßmethoden herangezogen werden. Indirekt können die Kocheigenschaften über den Grad des Stärkeaufschlusses, die Wasseraufnahmefähigkeit und Viskosität erfaßt werden. Auf Basis von Meßdaten kann so der Einfluß der Prozeßparameter auf die Koch- und Verarbeitungseigenschaften quantifiziert werden (6, 9, 17, 22).

4.4.1. Viskositätsverhalten

Die Viskosität der unterschiedlich hergestellten Parboiled-Reismuster wurde mittels Rotationsviskosimeter (Brabender-Viskosimeter), nach einer bereits veröffentlichten Methode (10) ermittelt. Die Abbildung 7 veranschaulicht den Einfluß unterschiedlicher hydrothermischer Behandlungsweisen. Die Viskogramme der Parboiled-Reismuster zeigen mit Zunahme der Behandlungintensität einen späteren Beginn des Viskositätsanstiegs, eine deutliche Abflachung der Viskositätskurven bei gleichzeitiger Abnahme der Heißkleisterviskosität (Abnahme der Maxima). Die ausgeprägte Abflachung und das geringe Set-Back (Differenz zwischen Verkleisterungsmaximum und Endviskosität) sind mit der Zunahme der Stabilität der Reisstärkekonsistenz in Zusammen-

hang zu sehen und deuten auf verbesserte Koch- und Verarbeitungseigenschaften des Parboiled-Reises hin. Auch die Abnahme der Endviskosität kann als ein Kriterium für Parboiled-Reis angesehen werden.

4.4.2. DSC-Untersuchungen

Die quantitative Erfassung der Verkleisterungswärme bei zeitlinearer Aufheizung der untersuchten Probe mittels DSC-Thermoanalyse läßt für stärkehaltige Produkte Aussagen über den Stärkeaufschlußgrad zu (16, 17). Zur Kennzeichnung des Parboiling-Effektes wurde dieses Verfahren eingesetzt.

Die Untersuchungen erfolgten mit einer Netzsch-Heat-Flux-DSC 444 entsprechend einer bereits veröffentlichten Methode (17). Ein Praxis-Beispiel (Abb. 8), in dem mehrere Thermogramme aus einer Versuchsreihe von Prozeßstufe zu Prozeßstufe untereinandergelegt wurden, zeigt die Eignung dieser Methode zur quantitativen Kennzeichnung des Stärkeaufschlusses bei Parboiled-Reis. Auch qualitativ ist eine Aussage möglich: So verschob sich der Verkleisterungsbereich durch das Weichen und die Dampfbehandlung eindeutig zu höheren Temperaturen. Derartige Effekte, wie sie bereits bei vergleichbaren Behandlungen bei anderen Getreidestärken beobachtet worden sind, beruhen auf Modifikationen der übermolekularen Stärkestruktur (17).

Die Verschiebung des Verkleisterungsbereichs tritt bereits in der Weichstufe vor dem eigentlichen Parboiling auf. Die thermische Resistenz der Reisstärke erhöhte sich um 6°C, ohne daß es dabei zu einem Aufschluß kam (sog. Annealing-Effekt). Diese Strukturstabilisierung der Stärkekrystallite nahm in den weiteren Stufen der Verarbeitung zu, wobei gleichzeitig die abnehmenden Peakflächen zeigten, daß während des Parboiling-

Parboiled Reis

Verfahrens eine Verkleisterung stattgefunden hatte (Abb. 8). Die Erhöhung der thermischen Resistenz der verkleisterungsfähigen Stärke des Parboiled-Reises stand mit der Steigerung der Reiskornhärte in Beziehung. So stieg die an diesen Proben gemessene Härte der Reiskörner von 77 auf 90 % (Prozentanfall > 75 µm Luftstrahlsieb). Die Strukturhärtung der Stärke äußerte sich auch in den nachfolgenden Ergebnissen, insbesondere im Kochversuch (Wasseraufnahme) als auch im Wasserrückhaltevermögen (WRC).

Für die vorliegende Versuchsreihe konnte bei den untersuchten Proben ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem DSC-Stärkeaufschlußgrad und den unterschiedlichen Behandlungsbedingungen festgestellt werden. Die in Abbildung 9 dargestellten Merkmale verdeutlichen, daß Stärkeaufschlußgrade von mehr als 90 % beim Parboiling-Verfahren nur bei hohen Temperaturen von > 105°C und entsprechenden Verweilzeiten von > 15 min erreicht wurden. Umgekehrt blieb der Aufschlußgrad bei zu geringen Anwendungstemperaturen (z. B. 95°C), selbst bei langen Verweilzeiten, auf verhältnismäßig geringem Niveau (max. 64 %).

4.4.3. Wasseraufnahme und Wasserrückhaltevermögen

Die Wasseraufnahme des Parboiled-Reises kennzeichnet das Verhalten der unzerkleinerten Reisprobe beim Kochen entsprechend einer von Batchner und Deary (3) vorgestellten Methode. Bei der Bestimmung der „water retention capacity“ (WRC) wird hingegen das Wasserrückhaltevermögen der zerkleinerten Reisprobe nach vorherigem Aufschäumen im Wasserüberschuß bei Raumtemperatur bestimmt (Abb. 11).

Beide Merkmale wurden von den Prozeßparametern des Parboiling-Verfahrens beeinflusst. Während die WRC-Werte mit zunehmender Wärmebehandlung in Verbindung mit dem zunehmenden Stärkeaufschluß eine höhere Wasseraufnahme verzeichneten, sank umgekehrt die Wasseraufnahme der unzerkleinerten Reiskörner aufgrund der dort erschwerten Wasserzugänglichkeit (Abb. 10). Dies steht im Zusammenhang mit der Verfestigung der Endospermstruktur beim Parboiling-Verfahren (12, 13), denn die Parboiled-Reis-Oberfläche zeigte visuell keine strukturellen zellularen Differenzierungen mehr.

Die Meßwerte der relativen Wasser-

aufnahme ließen deutlich einen Optimalbereich für mittlere Dampftemperaturen und -zeiten erkennen. Wurde die Behandlungsintensität erhöht, war ein Anstieg der Werte zu verzeichnen (Abb. 10).

Das Wasserrückhaltevermögen des zerkleinerten Reises stand in Relation zum Aufschlußgrad der Stärke. Bei hohen Dampfbehandlungstemperaturen waren durch Variation der Dampfbehandlungszeit geringere Unterschiede zu erzielen als bei geringeren Behandlungstemperaturen (Abb. 11).

4.4.4. Klebrigkeit

Langkornreis ist nach dem Kochen aufgrund des höheren Amylosegehaltes meistens weniger klebrig als Mittelkorn- und Kurzkornreis. Klebrige Eigenschaften können durch das Parboiling-Verfahren weitgehend aufgehoben werden. Gekochter Parboiled-Reis zeichnete sich allgemein dadurch aus, daß er locker und körnig war. Die Ermittlung der Klebrigkeit des gekochten Reises erfolgte mittels ZWICK (UPM 1425) in Anlehnung an eine von MARRS (14) vorgeschlagene Methodik. Dabei wird die Ablösearbeit,

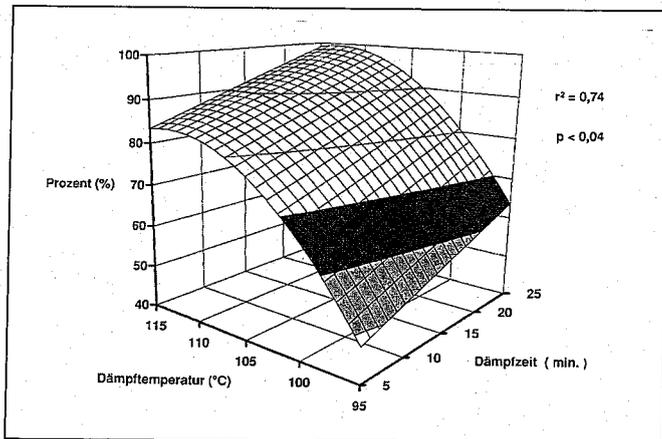


Abbildung 9: DSC-Stärkeaufschluß beim Parboiling-Verfahren in Abhängigkeit von den Behandlungsbedingungen

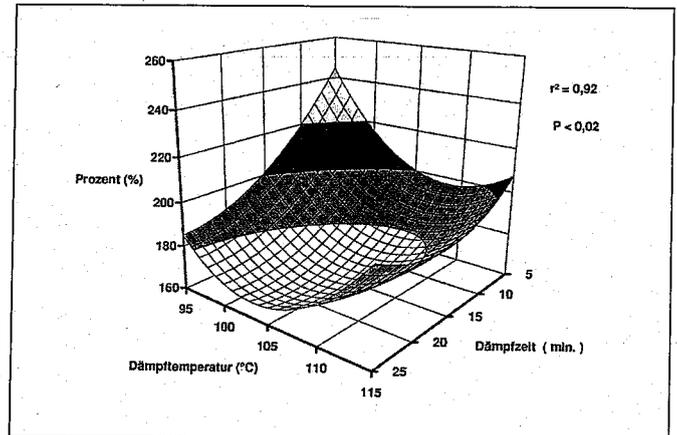


Abbildung 10: Relative Wasseraufnahme von Reis und Parboiled-Reis beim Kochen im Wasserüberschuß

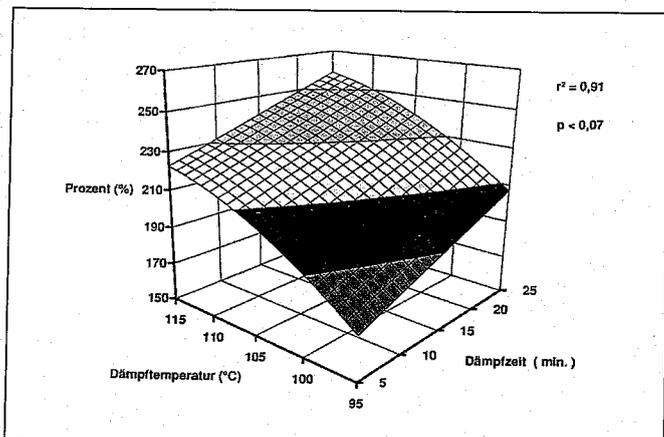


Abbildung 11: Wasserrückhaltevermögen (WRC) des zerkleinerten Parboiled-Reises bei Wasserüberschuß und Raumtemperatur

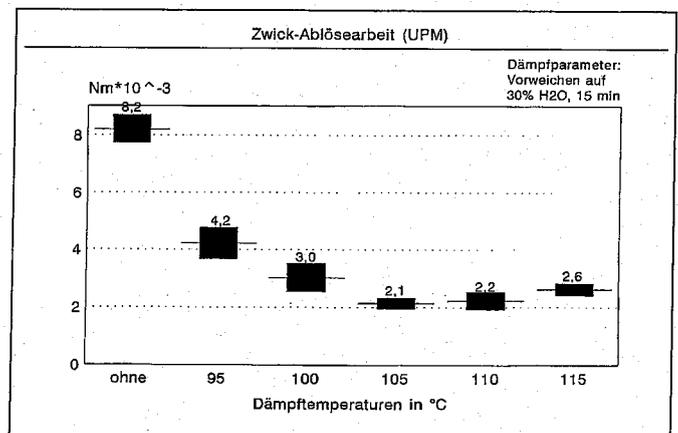


Abbildung 12: Darstellung der Reisklebrigkeit in Abhängigkeit von den Dämpftemperaturen

Parboiled Reis

die für das Auseinanderziehen zweier zusammengedrückter Platten, zwischen denen sich die Reiskörner befinden, aufgezeichnet und mittels Integration der Peakfläche berechnet.

Die Abbildung 12 zeigt im Vergleich zum unbehandelten geschliffenen Reis (Weißreis-Probe) bei Parboiled-Reismustern eine deutliche Abnahme der Reisklebrigkeit. Die Ablösearbeit sank bei der Behandlungstemperatur von 105°C auf ein Minimum. Weitere Differenzierungen waren aufgrund des Fehlerbereichs der Methodik nicht möglich.

5. Schlußfolgerungen

Die Wirkung der untersuchten Einflußgrößen auf ausgewählte Qualitätsparameter des Parboiled-Reises konnte anhand der Ergebnisse eindeutig und statistisch abgesichert nachgewiesen werden. Der Feuchtigkeitsgehalt des gewickelten Paddy Reises sowie die Art und Dauer der Wärmebehandlung bestimmten deutlich die Qualität des Parboiled-Reises. Dabei traten die untersuchten qualitativen Änderungen als Folge von Wechselwirkungen der Behandlungsparameter Feuchtigkeit, Temperatur und Zeit auf. Sie lassen sich nicht voneinander trennen.

Deutlich erkennbar war, daß eine Zunahme der Intensität der Wärmebehandlung Vorteile bezüglich Ausbeute, Gleichmäßigkeit, Koch- und Verarbeitungseigenschaften sowie Wasseraufnahme und Klebrigkeit hat. Gleichzeitig zeigte sich, daß die Intensität der Wärmebehandlung einerseits durch die deutliche Abnahme der Helligkeit des Endproduktes limitiert ist, andererseits durch die zunehmend verschlechterte Handhabung des klebrig-heißen, feuchten Produktes für das anschließende Trocknen und Fördern begrenzt wurde. Die Angabe von optimalen Prozeßparametern ist immer mit der Festlegung der Priorität der verschiedenen Qualitätsmerkmale verbunden. Hohe Anforderungen an Koch- und Verarbeitungseigenschaften bei gleichzeitiger Erzielung eines möglichst hellen Produktes können nur durch einen Kompromiß verwirklicht werden. Die Wahl der mittleren Behandlungsintensitäten ist hierfür zweckmäßig.

Notwendig ist aber auch eine hohe Flexibilität bei der Wahl der anlagenspezifischen Prozeßparameter, damit ausreichend „Spielraum“ für das Reagieren auf spezielle Produkthanforderungen vorhanden ist. Obwohl bei den vorgestellten Untersuchungen der Einfluß der Sortenvielfalt unbeachtet blieb, läßt sich aufgrund der hier ermittelten signifikanten Zusammenhänge und den Aussagen der Literatur (2, 5, 9, 13, 15) für andere beim Parboiling eingesetzte Reissorten tendenziell ein ähnliches Verhalten vorhersagen. Die erreichbaren Qualitätsparameter in ihren Minimal- und Maximal-

werten müssen hierzu neu ermittelt werden.

Für die Optimierung des Prozesses ist es entscheidend, Bewertungskriterien und Grenzwerte für eine definierte Reiskqualität festzulegen. Diese hängen von den Ansprüchen und Bewertungskriterien der nachgeordneten Bereiche der Weiterverarbeitung, Vermarktung und der Verbraucher ab und von der Frage, ob es hier Grenz- oder Schwellenwerte gibt. Dies schließt die müllerischen Aspekte ein, z. B. Ganzkornausbeute und Schleifgrad, aber auch die Eigenschaften, die der Verbraucher direkt erkennen kann.

6. Zusammenfassung

Ziel der vorgestellten Untersuchungen war die Kennzeichnung des Einflusses der wesentlichen Prozeßparameter des Reis-Parboiling-Prozesses. Die kombinierte Wirkung der Variablen: Feuchtigkeit nach dem Weichen, Temperatur und Verweilzeit beim Dämpfen auf die vorgestellten Qualitätsmerkmale des Parboiled-Reises wie Aufschlußgrad, Kochverhalten, Viskositätsverhalten, Farbveränderung und Ganzkornausbeute, wurde beschrieben. Es ist festzustellen, daß die ausgewählten Untersuchungsmethoden in enger Relation zu den hydrothermischen Behandlungsstufen und -intensitäten des Parboiled-Verfahrens stehen. Damit wird deutlich, daß die Wirkungszusammenhänge zwischen Einflußgrößen und Qualitätsmerkmalen beschrieben werden können. Die Untersuchungskriterien zeigen, daß die Prozeßvariablen gezielt variiert werden können, um gewünschte Produkthanforderungen zu erreichen. Die Voraussetzung hierzu ist eine Parboiled-Anlage mit einer ausreichenden Flexibilität der Prozeßparameter.

Literatur

1. American Association of Cereal Chemists/AACC (Hrsg.): Approved Methods, Vol 2, Water Hydration Capacity of Protein Materials.- AACC-Method 88-04
2. Alary, R., B. Laignelet und P. Feillet: Effects of Amylose-Content on some Characteristics of Parboiled Rice.- Journal of Agricultural and Food Chemistry 25 (1977) 2, S. 261-264
3. Batchler, O.M., und P. A. Deary: Cooking Quality of 26 Varieties of Milled White Rice.- Cereal Chemistry 34 (1957) S. 277-285
4. Bhattacharya, K.R., und P. V. Subba Rao: Effect of Processing Conditions on Quality of Parboiled Rice.- Journal of Agricultural and Food Chemistry 14 (1966) 5, S. 473-476
5. Bhattacharya, K. R.: Parboiling of Rice.- In: Juliano: Rice Chemistry and Technology.- St. Paul, MN.: AACC (1985) S. 315
6. Biwas, S., und B. O. Juliano: Laboratory Parboiling Procedures and Properties of Parboiled Rice from Varieties differing in Starch Properties.- Cereal Chemistry 65 (1988) 5, S. 417-423
7. Bolling, H., und A. W. El Bayâ: Einfluß von Parboiling auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Reises.- Getreide Mehl und Brot 30 (1975) 9, S. 230-233

8. Bolling, H., und A. W. El Bayâ: Reis und seine Bedeutung in der Ernährung.- Mühle + Mischfuttertechnik 114 (1977) 34, S. 487-490
9. Gariboldi, F.: Rice Parboiling.- Agricult. Services Bulletin No. 56, FAO 1984
10. Halick, J. V., und V. J. Kelly: Gelatinisation and Pasting Characteristic of Rice Varieties as related to Cooking Behavior.- Cereal Chemistry 36 (1959) S. 91-98
11. Jacobs, I., und J. Kempen: Process for Parboiling Rice.- European Patent EP 0 352 939 A1 1990
12. Jayanarayan, E.K.: Der Einfluß der Verarbeitungsbedingungen auf das Braunwerden von Parboiled Reis.- Nahrung (1996) 2, S. 129-137
13. Juliano, B.O.: Rice grain quality: Problems and Challenges.- Cereal Foods World 35 (1990) 2, S. 245-253
14. Marrs, W. M.: The Stevens - LFRA Texture Analyser. A new method for gel testing and for evaluation texture.- Technical Circulator No. 706 (1980) S. 1-25
15. Marshall, W., und J. Wadsworth: Rice science and technology.- New York: Dekker (1994)
16. Mc Casgill, D. R., und F. T. Orthofer: Method of Making a Steamtable Quality, Parboiled Rice Product.- US Patent No. 5,017,395 1991
17. Münzing, K.: Wärmestromregistrierende Differenz Kalorimetrie (DSC) zur Beschreibung der Stärkeveränderungen bei Getreidenährmitteln.- Getreide Mehl und Brot 46 (1992) 12, S. 373-380
18. Pillaiyar, P.: Parboiling.- In: Rice Postproduction Manual.- New Delhi: Wiley Eastern Ltd. (1988) S. 167
19. Seibel, W., und H. Zwingelberg: Farbmessung bei der Verarbeitung von Durumweizen.- Getreide Mehl und Brot 43 (1989) 3, S. 71-76
20. Simpson, J.E. (u.a.): Quality evaluation studies of foreign and domestic rices.- Technical Bulletin No. 1331, USDA 1965
21. Strandt, T.: Parboiling Anlage mit neuem Verfahren in Italien.- Mühle + Mischfuttertechnik 130 (1993) 39, S. 499-502
22. Velupillai, L., J.C. Igbeke und L. R. Verma: Predicting Selected Quality Attributes.- Applied Engineering in Agriculture 4 (1991) 7, S. 407-412
23. Vorwerck, K.: Chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften von Reis in den verschiedenen Bearbeitungsstufen.- Getreide Mehl und Brot 37 (1982) 7, S. 176-179
24. Zwingelberg, H., und A. W. El Bayâ: Verbesserung der Schleifeigenschaften von Braunreis durch hydrothermische Behandlung.- Getreide Mehl und Brot 40 (1986) 11, S. 328-332

Anschriften der Verfasser: Dr. T. Strand und Dr. K. Vorwerck, Bühler GmbH, Postfach 33 69, D - 38 023 Braunschweig und Dipl.-Ing. K. Münzing Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung Postfach 13 54, D - 32 703 Detmold