



Backpulver - Geschichte und Wissen heute

09



Danksagung

Zahlreiche der dargestellten Sachverhalte sind mit freundlicher Genehmigung des Autors, Herrn Ernst Brose, der Monographie „Chemische Backtriebmittel“ der Chemischen Fabrik Budenheim Rudolf A. Oetker entnommen worden.

Wissensforum Backwaren e.V.

Geschäftsbereich Deutschland

Markt 9

53111 Bonn

Telefon +49 (0) 228 / 96 97 70

Telefax +49 (0) 228 / 96 97 777

Hotline +49 (0) 700 / 01 00 02 87

Internet www.wissensforum-backwaren.de

e-Mail info@wissensforum-backwaren.de

Geschäftsbereich Österreich

Postfach 32

1221 Wien

Hotline +43 (0) 810 / 00 10 93

Internet www.wissensforum-backwaren.at

e-Mail info@wissensforum-backwaren.at

3. unveränderte Auflage, Mai 2009

Geschichtliches

Anfang des 19. Jahrhunderts war Brot knapp in Deutschland, auch wenn wir uns das heute nicht mehr vorstellen können. Methoden, mit denen sich Verfügbarkeit und Preiswürdigkeit dieser Grundlage der Volksernährung verbessern ließen, waren deshalb von großem Interesse.

Justus von Liebig, der große deutsche Chemiker des 19. Jahrhunderts, errechnete, dass allein in Deutschland die zur Brotherstellung verwendete Hefe bei der Gärung soviel Mehl verbrauchte, dass man daraus für 400 000 Menschen Brot backen könnte. 1833 hatte er dann die entscheidende Idee: Er nahm für den Brotteig statt Hefe Natron (Natriumbicarbonat, Natriumhydrogencarbonat, NaHCO_3) und setzte die darin gebundene Kohlensäure durch später zugegebene Salzsäure frei. Die so entwickelte gasförmige Kohlensäure (Kohlendioxid, CO_2) lockerte den Brotteig genau so, wie es sonst die Gärgase der Hefe taten. Damit war das chemische Prinzip des Backpulvers erfunden. Salzsäure ließ sich natürlich nicht gut hantieren, und so kam man schnell darauf, statt dessen den sauer reagierenden Weinstein (Kaliumhydrogentartrat, $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) einzusetzen. Bereits 1853 gab es Backpulver zu kaufen, die aus Natron, Weinstein und Stärke als Trennmittel bestanden. Auf dieser Basis brachte Dr. August Oetker um 1900 sein erstmals industriell gefertigtes Backpulver „Backin“ auf den Markt.

1856 ließ sich der Harvard-Professor Eben N. Horsford ein Backpulver patentieren, das anstelle von Weinstein Monocalciumphosphat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$) enthält. Horsford bezeichnete diese Verbindung als „pulverulente Phosphorsäure“. Dieses Backpulver mit bisher nicht bekannter Leistungsfähigkeit wurde

in den USA und in Europa mit großem Erfolg verkauft. Weitere Entwicklungen brachten noch Verbesserungen. Man lernte, Monocalciumphosphat wasserfrei herzustellen. Um eine verzögerte CO_2 -Entwicklung im Teig bzw. in der Masse zu erreichen, überzog man die Pulverpartikel der Reaktionspartner mit schwer wasserlöslichen Schichten; Natron mit wachsartigem Fett, das saure Phosphat mit schwer löslichem Calciumphosphat.

Ein regelrechter Durchbruch war die Einführung des sauren Natriumpyrophosphats ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) in die Backpulverherstellung durch Patten im Jahre 1901. Dieses Phosphat als Säureträger setzt den größten Teil des Kohlendioxids erst im Backofen, also bei Erhitzung des Teiges bzw. der Masse, frei („Nachtrieb“). Damit bestand die Möglichkeit, Teige und Massen nach einer Zwischenlagerung (zweckmäßig gekühlt oder gefroren) abzubacken.

Neben diesen Backpulvern, deren Wirkung durch die Reaktion von Säureträgern mit Kohlensäureträgern bedingt ist, gab es schon längere Zeit die „Einkomponenten-Backpulver“ Hirschhornsalz und Pottasche, auf deren Wirkungsweise im folgenden noch eingegangen wird.

Zusammensetzung

Kohlensäureträger

Als Kohlensäureträger wird fast ausschließlich Natron (Natriumhydrogencarbonat, NaHCO_3) verwendet. Möglich wäre auch der Einsatz von Kaliumhydrogencarbonat, Natriumcarbonat, Pottasche (Kaliumcarbonat) und amorphem Calciumcarbonat. Spezielle Anwendungen (z. B. Diätzwecke) sind bei diesen Stoffen denkbar, aber nicht bekannt.

Wird Natron, um eine schnelle Reaktion zu vermeiden, z. B. mit Hartfetten überzogen (gecoatet), müssen feine Körnungen ($\leq 15\mu$) eingesetzt werden, und es muss darauf geachtet werden, dass sich keine Agglomerate bilden. Grobe gecoatete Körnchen und Agglomerate lösen sich in der Masse nicht vollständig auf und führen durch lokal begrenzte pH-Erhöhungen zu unschönen Flecken in der Kruste.

Säureträger

Hier gibt es eine große Zahl von Substanzen. Je nach erwünschtem Verhältnis zwischen Vortrieb (bei der Teig- bzw. Massebereitung) und Nachtrieb (im Backofen) werden sie einzeln für „einfache“ Backpulver oder in Kombinationen mit unterschiedlichen Mengenverhältnissen für „doppelte“ Backpulver eingesetzt. Die Tabelle „Säureträger“ (S. 7) zeigt eine (nicht erschöpfende) Liste von Säureträgern mit ihren charakteristischen Eigenschaften. Es sei angemerkt, dass die Erwähnung eines Stoffes nicht zwingend bedeutet, dass er nach europäischem Lebensmittelrecht zulässig ist. Auch Einsatzzweck und -menge können begrenzt sein. Anstelle des Natrons

(s.o.) werden auch schnell reagierende Säureträger gecoatet. Hier gilt die gleiche Anmerkung wie oben, allerdings sind die Flecken in der Kruste natürlich auf pH-Absenkungen zurückzuführen.

Einkomponenten-Backpulver

Hierzu zählen Pottasche, Hirschhornsalz und Ammoniumhydrogencarbonat (auch als Ammonium oder ABC-Trieb bezeichnet). Die beiden ersten sind, wie auch der Name vermuten lässt, lange bekannt. Pottasche wurde aus Holzasche gewonnen; Hirschhornsalz bei der trockenen Destillation tierischer Stoffe (Hörner, Klauen) erhalten. Im engeren Sinn ist aber Pottasche, die zur Lockerung von Lebkuchen dient, kein Einkomponenten-Backpulver. Das Kohlendioxid aus der Pottasche wird durch Säuren ausgetrieben, die sich im Verlauf der Lagerung in diesen Teigen bilden. Auch die Ameisensäure im verwendeten Honig trägt zur Freisetzung des Kohlendioxids bei.

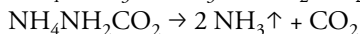
Hirschhornsalz besteht aus drei Verbindungen:

Ammoniumcarbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

Ammoniumhydrogencarbonat NH_4HCO_3

Ammoniumcarbamat $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$

Die o. a. Verbindungen zersetzen sich nach folgenden Reaktionsschemata:



Die Reaktionsprodukte sind also überwiegend gasförmig und bewirken die Lockerung des Teiges. Da sich NH_3 (Ammoniak)

z.T. in der Wasserphase des Gebäcks als Ammoniumion lösen kann und dort zu einem „Salmiak“-Geschmack führt, werden Backpulver mit den o.a. Komponenten (im wesentlichen Ammoniumhydrogencarbonat) außer für Lebkuchen und Amerikaner nur für gut ausgebackene Flachgebäcke (Kekse) eingesetzt, bei denen NH_3 beim Backen vollständig ausgetrieben wird.

Auch Natriumhydrogencarbonat gibt ohne Säurezugabe beim Backen Kohlendioxid ab; allerdings weniger als in Kombination mit einem Säureträger. Außerdem weisen diese Gebäcke leicht eine seifige Geschmacksnote auf.

Trennmittel

Trennmittel in Backpulvern sollen durch Trennung der Reaktionspartner eine frühzeitige Gasbildung verhindern. Weiter dienen sie zur Standardisierung. Dadurch wird erreicht, dass trotz unterschiedlicher Säureträger eine bestimmte Menge Backpulver stets das gleiche Volumen Kohlendioxid entwickelt. Durch Trocknung der Trennmittel wird sichergestellt, dass kleinere Feuchtigkeitsmengen nicht schon zur Gasentwicklung während der Lagerung des Backpulvers führen.

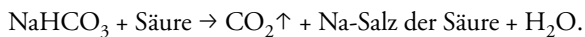
Als Trennmittel werden Stärken, Getreidemehle, Calciumcarbonat und ggf. Calciumsulfat eingesetzt, letzteres kann zur u.U. erwünschten Erhöhung des Schüttgewichts dienen. Die Trennwirkung steigt mit der Feinheit des Trennmittels. So ist etwa Reisstärke effektiver als Weizenstärke.

Werden Fertigmehle oder andere Vormischungen aus ihren Grundbestandteilen zusammengemischt, also Säureträger und Natron als solche zugesetzt, kann auf Trennmittel verzichtet werden.

Beurteilung der Säureträger

Die Gasbildungsreaktion

Die Bildung des gasförmigen Kohlendioxids aus einem Zweikomponenten-Backpulver mit einem Säureträger und Natriumhydrogencarbonat verläuft vereinfacht nach dem Schema



Nur in praktisch wasserfreien Backwaren liegen die Reaktionsprodukte als Salz vor; in anderen dissoziiert es weitgehend in Natriumkationen und Säureanionen. Je nach den gegebenen pH-Werten tragen die Anionen der mehrbasischen Säuren eine oder mehrere negative Ladungen. Die osmotischen Verhältnisse und die Art und Menge der vorhandenen Enzyme beeinflussen ebenfalls die Art der entstehenden Produkte. Diphosphationen können (z. B. unter Einfluss von Phosphatase) zu zwei Monophosphationen aufgespalten werden; Monophosphate können zu Oligophosphaten kondensieren. Auch bei Anwendung einer ausgefeilten Analytik lässt sich bei Phosphaten wegen der unausweichlichen Artefaktbildung nicht klären, welche Verbindungen tatsächlich in der Backware präsent sind.

Der Neutralisationswert

Die (quantitative) Wirksamkeit der Säureträger wird durch den sogenannten Neutralisationswert (NW) charakterisiert. Der Neutralisationswert ist eine dimensionslose Zahl, die ausdrückt, wie viel Gramm Natriumhydrogencarbonat von 100 Gramm des Säureträgers umgesetzt wird:

$$\text{NW} = \frac{\text{Menge Natron}}{\text{Menge Säureträger}} \times 100$$

Ein „starker“ Säureträger hätte z.B. einen NW von 100, ein „schwacher“ einen NW von 50.

Säureträger			
Substanz	Summenformel	NW	ROR
Wasserfreie Citronensäure	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	131	70
Weinsäure	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$	112	70
Weinstein	$\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_6\text{K}$	45	65
Saures Natriumpyrophosphat SAPP 20	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	73	20
Saures Natriumpyrophosphat SAPP 40	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	73	40
Monocalciumphosphat-Monohydrat	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$	80	60
Wasserfreies Monocalciumphosphat, gecoatet	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	83	67
Natrium-Aluminiumphosphat, Na:Al:P = 1:3:8	$\text{NaH}_{14}\text{Al}_3(\text{PO}_4)_8$	100	22
Natrium-Aluminiumphosphat, Na:Al:P = 3:2:8	$\text{Na}_3\text{H}_{15}\text{Al}_2(\text{PO}_4)_8$	100	15
Glucono-delta-Lacton	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$	45	30

Die Teigreaktionsrate

Die Teigreaktionsrate, auch als ROR bezeichnet (angelsächsischer Sprachgebrauch: **R**ate **o**f **R**eaction), informiert darüber, in welchem Maße der Säureträger eine Gasentwicklung bereits in der Masse, also einen „Vortrieb“, bewirkt. Zur Bestimmung wird ein Standardteig bei 27 °C in einem gasdichten Laborkneteter geknetet. Das entwickelte Kohlendioxid wird in einer Gasbürette aufgefangen, und nach 8 Minuten wird das Volumen gemessen. Die Prozentzahl (von 100 % Gesamtkohlendioxid im Natriumhydrogencarbonat) des unter diesen Bedingungen freigesetzten Kohlendioxids stellt die ROR dar.

*Zitronenkuchen
mit Backpulver*

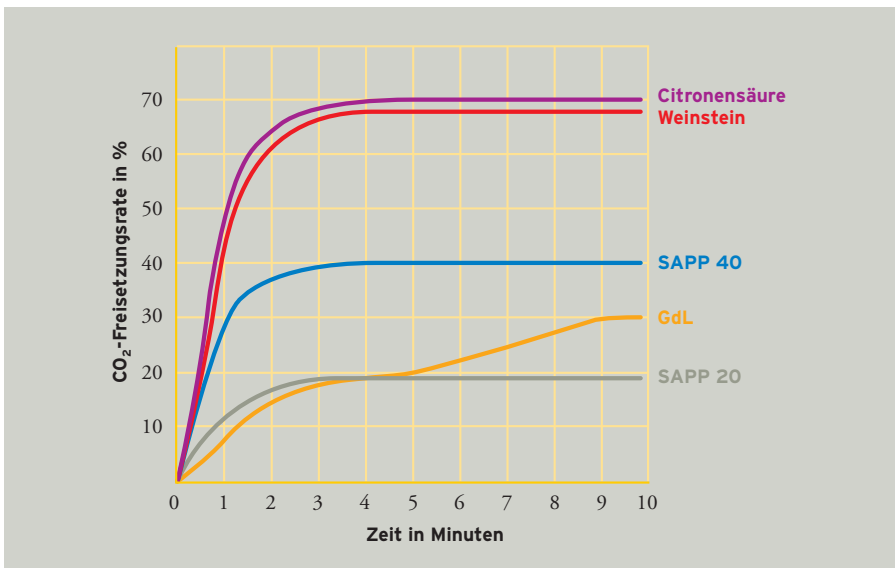
Sehr schnell reagieren organische Säuren wie Citronensäure, Weinsäure und auch Weinstein. Dementsprechend liegen ihre



ROR bei 60–70. Verschiedene Typen des sauren Natriumpyrophosphats (Englisch: **Sodium Acid Pyrophosphate** = SAPP) und z.B. auch Natriumaluminiumphosphat haben dagegen ROR-Werte von unter 20 bis 30.

Eine Zwischenposition wird durch das GdL (Glucono-delta-Lacton) markiert. Die Gasentwicklung setzt etwas verzögert ein, nach 8 Minuten sind etwa 30 % des vorhandenen Kohlendioxids freigesetzt (ROR = 30). Während bei anderen Säureträgern die Gasentwicklung in der ungebackenen Masse bzw. im ungebackenen Teig zu einem gewissen Stillstand kommt, schreitet hier die Gasentwicklung kontinuierlich fort, ähnlich wie bei der Hefegärung. Ursache hierfür ist die Kinetik der Lactonspaltung, die aus dem nicht sauer reagierenden Lacton die Gluconsäure bildet (siehe Graphik: Gasfreisetzung durch unterschiedliche Säureträger).

*Graphik:
Gasfreisetzung durch
unterschiedliche
Säureträger*



Backpulverrezepturen und Anwendung

Backpulver in Deutschland enthalten in der für 500 g Mehl bestimmten Menge zwischen 2,35 und 3,0 g gebundenes, wirksames Kohlendioxid, entsprechend einem Gasvolumen von 1 200 bis 1 500 cm³ (0 °C, Normaldruck) bzw. einer Menge von 4,5 bis 5,7 g Natriumhydrogencarbonat.

Natürlich wird der Fachmann im Backbetrieb in der Regel auf ein vorgefertigtes Backpulver zurückgreifen. Für die meisten Anwendungen gibt es von den industriellen Anbietern ausgezeichnet wirkende, genau passende Produkte mit stets gleichbleibender Qualität.

Die aufgezählten Komponenten erlauben aber durchaus eine Abstimmung der Backpulverrezeptur auf bestimmte Anforderungen. So ist es manchmal zweckmäßig, statt eines „einfachen“ Backpulvers (mit einem Säureträger) ein sogenanntes „doppeltes“ Backpulver mit zwei unterschiedlichen Säureträgern einzusetzen. Darin bewirkt etwa der erste Säureträger mit hoher ROR schon eine Gasentwicklung beim Anschlagen einer Masse; die dadurch bedingte Schaumigkeit führt zu dem erwünschten besseren Stand beim Aufdressieren. Der zweite Säureträger mit niedriger ROR stellt sicher, dass die Masse beim Abbacken noch ausreichend treibt.

Backpulver auf Basis der Reaktionspartner Natriumhydrogencarbonat und saurem Natriumpyrophosphat bringen bei fett- und zuckerreichen Massen exzellente Backergebnisse. Gegenüber den früher üblichen Backpulvern z. B. auf Weinsteinbasis führen sie zu wesentlich besseren Resultaten und sind beispielsweise unempfindlich gegen hohe Temperaturen und lange Abstehtzei-

ten der Massen. Verwendet man sie dagegen in (eher fett- und zuckerarmen) Brot- und Pizzateigen, so wird regelmäßig ein etwas unangenehmer seifiger Geschmack beobachtet; auch die Porung wirkt eher untypisch. Hier ist dann Glucono-delta-Lacton, meist etwas höher dosiert als nach Neutralisationswert nötig, der Säureträger der Wahl. Geschmack und Lockerung der Backware sind einem Hefeteiggebäck sehr ähnlich. So wird das Backpulver auch wieder für das Produkt angewandt, für das es ursprünglich entwickelt wurde: das Brot. Die Verwendung ist allerdings im Wesentlichen auf Haushaltsvormischungen beschränkt.

Gelegentlich tritt bei Backwaren, zu deren Lockerung ein Backpulver mit saurem Natriumpyrophosphat eingesetzt wurde, ein leicht adstringierender Nachgeschmack, der sogenannte „Pyro“-Geschmack, auf. Die Rezeptur der Masse und hohe Dosierungen können möglicherweise bei der Entstehung eine Rolle spielen. Genau bekannt sind die Ursachen aber nicht.

Bei Massen mit Schokolade- bzw. Kakaoanteil lässt sich durch eine leichte Erhöhung des pH-Wertes nicht nur eine Farbvertiefung erreichen, sondern auch eine Verbesserung der Frischhaltung. Dazu wird nur etwas mehr Natriumbicarbonat im Backpulver verwendet, als der Säureträger umsetzen kann.

Für den Entwickler neuer oder auch mit Backpulver gelockerter Gebäcke, kann es also lohnend sein, gedanklich durchzuspielen, ob sich die gewünschte Qualität möglicherweise mit einem speziellen Säureträger, einer Kombination aus mehreren Säureträgern oder einer Verschiebung ihres Verhältnisses untereinander und zum Kohlensäureträger erreichen lässt.

Mit der Art des Trennmittels können bestimmte Anforderungen z. B. bei der Dosierung des Backpulvers erfüllt werden. Außer-

dem wird gelegentlich bis zu einem Prozent oxidationsstabiles Pflanzenöl in das Backpulver eingemischt, um beim Hantieren eine Staubentwicklung zu vermeiden.

Unbestritten ist jedenfalls, dass es viele der heute angebotenen Feinen Backwaren aus Massen gar nicht oder nicht in der üblichen ausgezeichneten Qualität gäbe, wäre nicht das Backpulver erfunden worden!

Lebensmittelrechtliche Belange

Bei der Herstellung und dem Einsatz von Backpulver sind alle einschlägigen lebensmittelrechtlichen Vorschriften, wie z. B. die auf EU-Richtlinien basierenden Regelungen über die zulässige Verwendung von Zusatzstoffen und deren Kennzeichnung im Enderzeugnis, ferner die in den Leitsätzen des Deutschen Lebensmittelbuches bzw. dem österreichischen Codex Alimentarius festgelegten produktspezifischen Anforderungen zu beachten.

