



Die Gärsteuerung mittels Kältetechnik – Ein modernes Verfahren der Backwarenherstellung

20



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

Inhaltsverzeichnis

Geschichtliches

Kälte und Wärme

Die Erzeugung von Kälte

Teiglockerung durch Gärung

Methoden der Gärsteuerung

Langzeitführung

„Klassische“ Langzeitführung

PATT-Verfahren

Gärverzögerung

Gärunterbrechung

Frosten ungegarter Teiglinge

Frosten gegarter Teiglinge

Frosten von Hefe-Feinteigen

Einflussfaktoren

Das Mehl

Die Hefe

Die Backmittel

Der Geschmack

Teilgebackenes (Vorgebackenes / Halbgebackenes)

Vorteile der Gärsteuerung

Für den Backwarenproduzenten

Für den Verkauf

Für den Konsumenten

Geschichtliches

Die Erfindung des Brotes vor ca. 8000 Jahren ist sicher nicht auf den Genius einzelner Menschen zurück zu führen. Sie ergab sich vielmehr logisch aus einer kausalen Entwicklungskette der Körnerverwertung zu Getreidespeisen. Die Vorstufe des Brotes war der Brei, der im Laufe der Zeit getrocknet und später erhitzt (gebacken) wurde.

Sicher ist, dass Brot in wärmeren Regionen erfunden wurde; denn nur dort konnten zu dieser Zeit Menschen leben und – durch Saat und Ernte zur Sesshaftigkeit gezwungen – wohnen. Der Wechsel von Tag- und Nachttemperaturen wie auch von Jahreszeiten konfrontierte die Broterzeugung schon von Anfang an mit Kälte und Wärme. Temperaturspannen vom Frost bis zur Hitze waren also schon immer Einflussfaktoren auf das Gedeihen des Brotes. Durch Beobachtung und Erfahrung lernte der Mensch sehr schnell, die einzelnen Phasen der Technologie zu steuern und zu beherrschen. Das begann schon bei der Teigbereitung, zog sich hin über die Gärung bis zur Vollendung des Backprozesses. Einmal musste in den Abläufen die Gärung gebremst, ein anderes mal forciert werden. Gleiches galt für den Backprozess. Jeder einzelne Faktor hatte sein Optimum und Maximum. So reifte das Brot in seiner Qualität zuerst empirisch und später unter dem Einfluss der Wissenschaft zu einem Nahrungsmittel, das heute in der Wertschätzung des Verbrauchers an der Spitze aller Lebensmittel steht.

Dabei vollzogen sich Änderungen und Verbesserungen in der Produktion kontinuierlich in der 8000-jährigen Geschichte des

Brot. Insbesondere im 20. Jahrhundert hielten mehr oder weniger automatisch arbeitende Knet-, Wirk- und Formmaschinen ihren Einzug. Nun hat die Mechanisierung, – ganz besonders dann, wenn sie mit einer Automatisierung einhergeht – eine Eigendynamik. Gegen eine Änderung äußerer Verfahrensparameter sind die automatisierten, auf Gleichmäßigkeit eingerichteten Herstellungsprozesse recht empfindlich. Das gilt heute in hohem Maße auch für alle modernen Gefriersysteme.

Im gesamten Bereich der Brotherstellung spielt die Kälte eine ebenso große Rolle wie die Hitze. Niedrige Temperaturen – insbesondere in Zeiten der hohen Außentemperaturen – sind oft Voraussetzung für das Gelingen. „Kühl und weich macht den Bäcker reich“ war ein aussagekräftiges Sprichwort, das seine Gültigkeit nie ganz verloren hat. Auch war es schon immer notwendig, gewisse Teige besonders kühl zu halten. Relevante Beispiele hierfür sind Lebkuchenteige und Brezelteige. Auch weiß die Backbranche sehr wohl, dass Eiswasser für Teige und kühle Räume für Lagerung und Gärung oft Voraussetzung für den Backerfolg sind.

Beginnend mit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts hat sich in der Bäckerei/Konditorei eine kältetechnische Entwicklung von ungeahntem Ausmaß vollzogen. Die USA, Frankreich und die Schweiz waren die Länder mit dem Führungsanspruch auf diesem Gebiet. „Fermentation dirigée“ und in seiner deutschen Übersetzung „Gärsteuerung“ wurden so schnell wie kein anderes vergleichbares Verfahren zum Allgemeingut der Backwarenherstellung. Die Gesetzgebung einzelner Länder, die Erfindung immer besserer Kältesysteme und die zunehmenden Ansprüche des Verbrauchers beschleunigten diesen Trend. Ganz plötzlich ist ein neues Wort in aller Munde: Die Verzehrfrische.

Kälte und Wärme

Wer sich mit kältetechnischen Verfahren beschäftigt und diese Verfahren praktisch nutzen will, muss sich damit intensiv auseinandersetzen. Physikalisch betrachtet sind Wärme und Kälte keine unterschiedlichen Energieformen, obwohl dies im allgemeinen Sprachgebrauch immer wieder so dargestellt wird. Es gibt keine „Kälteenergie“; es gibt nur Wärmeenergie als eine Form der Energie, welche durch die Temperatur von Körpern gekennzeichnet ist. Jeder Körper, der eine Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes ($-273,16^{\circ}\text{C}$) aufweist, besitzt eine bestimmte Wärmeenergie. Diese Wärmeenergie kann auf die innere Bewegung der Materie, den (Eigen-) Bewegungen der Moleküle, zurückgeführt werden. Um einen Körper zu erwärmen, muss ihm Wärmeenergie zugeführt werden. Um einen Körper abzukühlen, muss ihm Wärmeenergie entzogen werden. Beim Einfrieren wird Wärme entzogen und nicht, wie umgangssprachlich gerne gesagt, „Kälte“ zugeführt. Grundsätzlich gilt: Wärme fließt immer von einem Ort höherer Temperatur zu einem Ort niedrigerer Temperatur.

Wärmeübertragung kann im Wesentlichen auf drei Arten erfolgen: Durch Wärmestrahlung, durch Wärmeleitung oder durch Strömung (Konvektion). In der Wärmetechnik sind meistens alle drei Übertragungsarten in Kombination wirksam.

Wärmestrahlung ist eine Form der elektromagnetischen Strahlung und folgt daher denselben Gesetzen wie die Lichtstrahlen. Durch Wärmestrahlung gelangt beispielsweise die Sonnenwärme

auf die Erde. Wärme wird in Form von elektromagnetischen Wellen von einem warmen Körper abgestrahlt und von einem kälteren mehr oder minder absorbiert. Durch die Absorption erwärmt sich dieser Körper. Dabei absorbieren Körper mit matten, schwarzen Oberflächen (z. B. Schwarzblech) die Wärme wesentlich besser als Körper mit hellen, glatten Oberflächen (z. B. Weißblech, Aluminium). Dies liegt daran, dass von hellen, glatten Oberflächen ein größerer Teil der Strahlung reflektiert wird als von dunklen.

Bei Vorhandensein eines Temperaturgefälles erfolgt Wärmeleitung in jedem Körper, unabhängig vom Aggregatzustand. Dabei wird die Energie durch den Zusammenstoß frei beweglicher Moleküle, durch Schwingungen oder durch sonstige Eigenbewegungen auf molekularer Ebene weitergeleitet.

Konvektion findet in Flüssigkeiten und Gasen statt. Hierbei wird warme Materie durch Strömung von Orten höherer zu Orten niedrigerer Temperatur transportiert. Man unterscheidet zwischen freier Konvektion und Zwangskonvektion. Freie Konvektion wird durch den Dichteunterschied zwischen warmen und kalten Teilchen hervorgerufen. Zwangskonvektion erfolgt durch Erzeugung einer Strömung mittels einer Pumpe oder eines Gebläses.

In der Bäckereitechnik spielt die Übertragung von Wärme von einem gasförmigen Medium auf einen festen Körper beim Garen und Backen oder die Ableitung von Wärme aus einem festen Körper in ein gasförmiges Medium beim Abkühlen und Frostern eine große Rolle. Eine derartige Wärmeübertragung, bei der sowohl Konvektion als auch Wärmeleitung von Einfluss sind,

wird Wärmeübergang genannt. Der Wärmeübergang ist um so größer, je höher die Strömungsgeschwindigkeit des gasförmigen Mediums ist. Ein besonders effektiver Wärmeübergang von einem festen Körper auf ein umgebendes Medium wird bei Verdampfen eines Kältemittels (flüssiger Stickstoff oder festes CO_2) direkt auf der Oberfläche dieses Körpers erzielt. Dieser Vorgang wird auch als cryogenes Abkühlen bezeichnet.

Die Gesetzmäßigkeiten der Wärmeübertragung und des Wärmetransports, insbesondere des Wärmeübergangs und der Wärmeleitung, sind wesentliche Faktoren für den Einsatz und die Steuerung von Wärme- und Kältetechnik. Sie folgen bestimmten physikalischen Gesetzen und Kennzahlen. Unkenntnis darüber führt leicht zu Betriebsstörungen und Produktfehlern. So hängt die Gefriereschwindigkeit sehr stark von der Temperaturdifferenz zwischen Einfriergut und umgebendem Medium (meist kalte Luft), von der Strömungsgeschwindigkeit des umgebenden Mediums und von der Wärmeleitfähigkeit des einzufrierenden Körpers ab.

Wissenschaft und Praxis sind sich heute einig: nur eine schnelle Temperaturniedrigung (Kälteschocken) führt zum gewünschten Erfolg. Bei einem zu langsamen Abkühlen bilden sich lange, größere Eiskristalle (Spieße), welche einerseits die Klebermembranen zerstören können und andererseits die Zellhaut der Hefezellen durchstoßen und so zu einem Verlust von Zellsubstanz führen. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass sich das Wasser infolge einer langsamen Eisbildung beim Ein- und Durchfrieren der Hefezellen von den löslichen Zellinhaltsstoffen trennt und diese Stoffe dadurch konzentriert werden. Dies kann zu einer weiteren Schädigung der Hefezellen führen.

Ein sehr schneller Gefrierprozess bewirkt eine Blockbildung. Das heißt, das Wasser gefriert im Teigling und in den Hefezellen gleichmäßig, da keine Zeit für ein langsames Kristallwachstum bleibt. Limitierend für die Geschwindigkeit des Gefrierprozesses ist vor allem die Wärmeleitung aus dem Innern des Einfrierguts an die Oberfläche und die Übertragung an umgebende Materialien. Daher sind gute Kenntnisse der Wärmeleitfähigkeit unerlässlich.

Gute Wärmeleiter sind vor allem Metalle, schlechte Wärmeleiter dagegen Holz, Tuch und Gase. Aber auch Wasser ist kein guter Wärmeleiter. Demzufolge sind auch Mehl, Teig und Brot schlechte Wärmeleiter. Insbesondere gegarte Teiglinge und gelockerte Gebäcke leiten Wärme aufgrund ihrer Schaumstruktur sehr schlecht. Gekennzeichnet wird die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes durch seine Wärmeleitzahl. Je höher die Wärmeleitzahl, desto besser ist die Wärmeleitfähigkeit.

Wärmeleitzahlen (Lambdazahl)

Luft	0,021 W/mK
Kohlendioxid	0,011 W/mK
Wasser	0,500 W/mK
Eis	1,900 W/mK
Mehl	0,048 W/mK
Teig	0,510 W/mK
Brot	0,180 W/mK

Technische Materialien

Glas	0,500 – 0,900 W/mK
Schaumgummi	0,034 W/mK
Styropor	0,027 W/mK
Papier	0,130 W/mK
Pressspan	0,210 – 0,240 W/mK
Furnier	0,130 W/mK
Holzfaserplatte	0,028 – 0,048 W/mK
Kork	0,035 W/mK
Leinen	0,057 W/mK
Stoff (Textil)	0,300 – 0,320 W/mK
Marmor	2,400 W/mK
Eisen	63 W/mK
Holz	0,018 – 0,120 W/mK
Leichtholz (Peddigrohr)	0,049 W/mK

Bleche und Formen

Schwarzblech	40,4 W/mK
Aluminium	195,2 W/mK
Weißblech	40,4 W/mK
Emailliertes Blech	
■ Blech	40,4 W/mK
■ Emaille	0,6 W/mK

Auch bei einer sehr schnellen Wärmeabführung im Froster bei der sogenannten Schockfrostung können die Einfrierzeiten wegen der relativ schlechten Wärmeleitfähigkeit des Einfrierguts recht lang sein. Erfahrungsgemäß benötigen Teiglinge unter den Bedingungen der Schockfrostung ungefähr die folgenden Zeiten, um im Kern eine Temperatur von -9°C zu erreichen:

Einfrostzeiten bei Schockfrostung

Brötchen	50 g	30 min
Brezel	50 g	18 min
Baguettes	300 g	30 min
Brötchen	100 g	45 min
Brötchen	250 g	60 min
Brot	500 g	150 min
Brot	1.000 g	200 min

Die Gefrierzeiten sind stark abhängig von

- Teiglingsgröße (Teiggewicht)
- Form des Gebäcks
- Rezept / Zutaten
- Kühlraumbeladung (Gesamteigmenge)
- Luftgeschwindigkeit
- Verpackung (unverpackt oder verpackt)
- Blechart (=Teigunterlage)
- Anfangstemperatur des Teiglings
- Geometrische Ausdehnung im Kühlraum
- Regelung über Luft- oder Kerntemperatur

Die Erzeugung von Kälte

Bei den praktizierten Kälteverfahren unterscheidet man zwischen

1. konventioneller Kälte:
hierbei wird durch Verdampfung von Kältemitteln im Kreislauf der Umgebung Wärme entzogen; es entsteht Kälte
2. Gasekälte (=cryogene Kälte):
darunter versteht man Kälte, die aus direkt verdampfenden Kältemitteln entsteht, die nicht im Kreislauf geführt werden.

Es werden hierzu Stickstoffkälte und Kohlendioxidkälte eingesetzt. Beide Verfahren (konventionelle Kälte und cryogene Kälte) haben ihre Vorzüge. Letztere wirkt schneller. Die Entscheidung für das eine oder andere hängt wesentlich vom Anwendungsgebiet ab.

Zu beachten sind stets auch die Kosten

Bei **konventionellen** Gefriersystemen die Investition und die Energie, bei **cryogenen** Anlagen die Miete und der Preis des Kältemittels.

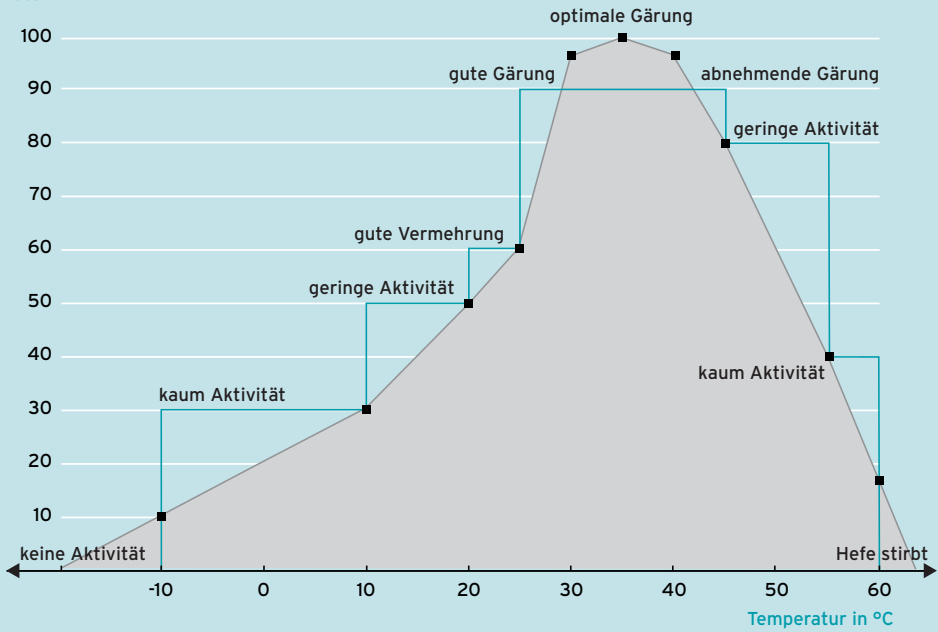
Teiglockerung durch Gärung

Die Gärung ist das zentrale Verfahren zur Lockerung von Brot-, Kleingebäck- und Hefe-Feinteigen. In der Bäckerei versteht man unter Gärung in erster Linie die alkoholische Gärung mittels Hefe, das heißt die Spaltung von einfachen Zuckern durch Hefeenzyme in Kohlendioxid und Alkohol. Eine Voraussetzung für eine optimale Gebäckqualität ist eine ausreichende Lockerung der Teige und Teiglinge. Aufgabe der Hefe ist es, hierfür durch Umsetzung der Zucker genügend Kohlendioxid zu bilden. Dies geschieht während der gesamten Gärzeit, d. h. vom Zeitpunkt der Teigbereitung bis in die Ofenphase hinein. Hier erfolgt dann die Inaktivierung der Hefe infolge der Wärmeeinwirkung.

Für einen rationellen Betriebsablauf ist es wichtig, diesen zentralen Prozess der Gärung möglichst genau zu steuern, um ihn auf die vor- und nachgelagerten Verfahren abzustimmen. Insbesondere ist es wichtig, dass zum Zeitpunkt der optimalen Gare genügend freie Ofenfläche zur Verfügung steht. Nur wenn die Teiglinge zum optimalen Zeitpunkt abgebacken werden, ist eine einwandfreie Gebäckqualität zu erwarten.

Die Hefeaktivität und damit die Gärzeit ist eine Funktion der Temperatur und der Hefemenge. Unterhalb von -18°C findet so gut wie keine Gäraktivität statt. Mit zunehmender Temperatur steigt auch die Hefeaktivität bis zu einem Maximum bei etwa 35°C um darüber wieder steil abzufallen.

Gärzeit
in Minuten



*Hefeaktivität in
Abhängigkeit von
der Temperatur
(Gärkurve)*

Methoden der Gärsteuerung

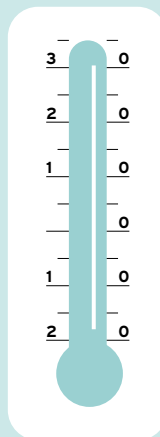
Die Gärzeit kann über die Hefemenge, die Teigtemperatur und die Garraumtemperatur gesteuert werden. Dabei werden folgende Methoden unterschieden:

- Langzeitführung („klassisch“/Patt-Verfahren)
- Gärverzögerung
- Gärunterbrechung
- Frosten ungegarter Teiglinge
- Frosten gegarter Teiglinge

*Temperaturbereiche
bei Kühl- und
Gefrierverfahren*

Langzeitführung (LZV)
(verlangsamte Gare)
+15 °C bis +25 °C
(auch als GG= Gesteuerte
Gare bezeichnet)

Gebäcktieftkühlung (GTK)
-18 °C bis -20 °C
Schockfrostung



Gärtemperatur (GT)
+25 °C bis +35 °C

Gärverzögerung (GV)
+5 °C bis -7 °C

Gärunterbrechung (GU)
-7 °C bis -18 °C

Langzeitführung

„Klassische“ Langzeitführung

Unter Langzeitführung versteht man ein Lagern der fertig geformten Teiglinge bei Raumtemperatur bis ca. 8 Stunden. Sie unterscheidet sich von der Gärverzögerung insoweit, als hierbei kein technischer, apparativer Aufwand notwendig ist. Die Steuerung der Gärzeit wird durch Raumtemperatur, Hefemenge und Teigtemperatur vorgenommen. In der Regel schwanken die Temperaturen der Teiglinge auf Stückgare zwischen +7 °C und 20 °C. Die Raumtemperatur ist von entscheidender Bedeutung für die Gesamtstückgärzeit. Erfahrungen in der Praxis führen zu folgenden Grenzwerten:

Gesamtgärzeit	Raumtemperatur
a) 2 bis 5 Stunden	20 – 25 °C (z. B. im Sommer)
b) 5 bis 8 Stunden	15 – 20 °C (z. B. im Winter)

Dabei muss die Hefe bei

- a) auf 3% (auf Mehl bez.) und bei
- b) auf 2% reduziert werden. (Normale Hefedosierung bei Kurzzeitführung = 6 bis 8%).

„Klassische“ Langzeitführung

Vorteile

- ohne technischen Aufwand möglich
- kostengünstigste Methode
- geschmacklich hochwertige Backwaren
- zu jeder Tageszeit verfügbar

Nachteile

- empfindlich gegenüber Temperaturschwankungen
- die Bestimmung der optimalen Gärreife erfordert ein hohes fachliches Können des Personals

PATT-Verfahren

Bei diesem patentierten Verfahren (**PATT = Programmirtes Abkühlen Teilgegartes Teiglinge**), welches vor allem in der Schweiz und zum Teil auch bereits in Österreich angewendet wird, handelt es sich um eine spezielle Form der Langzeitführung mit genau gesteuerten klimatischen Parametern. In entsprechend ausgestatteten Anlagen wird in einer ersten Phase eine definierte Vor-

gare bei tiefen Gärtemperaturen und einer hohen regulierten Feuchte durchgeführt. In einer zweiten Phase wird die Temperatur der derart vorgegarten Teiglinge in einem sehr langsamen Kühlprozess abgesenkt, um diesen Zustand über einen möglichst langen Zeitraum zu stabilisieren. Diese lange Abkühlphase bewirkt, dass die Temperaturunterschiede zwischen Oberfläche und Kern des Teiglings minimal sind und daher auch nur eine minimale Wanderung der Feuchte vom Gebäckkern zur Oberfläche auftritt. Dadurch bleibt die Feuchtigkeit dem Kern erhalten.

PATT-Verfahren

Vorteile

- schnelle Verfügbarkeit des Gebäcks durch unmittelbares Abbacken
- niedrige Energiekosten
z. B. im Vergleich zur Gärunterbrechung
- langanhaltende Frische der Backwaren

Nachteile

- technischer Aufwand
- besonders genaues Einhalten der Parameter notwendig

Gärverzögerung

Gärverzögerung ist eine Verlängerung der Gärzeit bis maximal 24 Stunden bei einer Lagerung im Bereich von -5 bis +5 °C. Um eine maximale Verzögerung der Stückgare von 24 Stunden zu erreichen, ist es nötig, die Kerntemperatur der Teiglinge mittels einer Kühleinrichtung auf unter 0 °C abzusenken. Die Lagerung erfolgt dann ebenfalls bei etwa 0 °C. Nach Ende der Lagerzeit sollten die Teiglinge ca. 30 Minuten bei Raumtemperatur akklimatisieren. Danach werden sie im Gärraum zur Endgare gebracht. Die Gärverzögerung kann unabhängig von der Außentemperatur relativ kostengünstig durchgeführt werden.

Gärverzögerung

Vorteile

- unempfindlich gegenüber Außentemperaturen
- geschmacklich hochwertige Backwaren
- kostengünstige Methode, da geringer Energieaufwand
- einfache Methode
- Entzerrung von Produktionsspitzen

Nachteile

- empfindlich bei enzymstarken Mehlen
- technischer Aufwand

Gärunterbrechung

Im Verfahren der Gärunterbrechung wird der Gärvorgang durch Absenken der Kerntemperatur der Teiglinge auf -15 bis -18 °C zum Stillstand gebracht. Die Lagerung bis zu 72 Stunden erfolgt ebenfalls bei dieser Temperatur. Die Endgare wird nach Ablauf der Lagerzeit entweder im Gärraum nach vorheriger ein- bis zweistündiger Auftauphase bei Raumtemperatur oder durch ein elektronisch gesteuertes Gärunterbrecher-Programm erreicht. Bei den programmgesteuerten Geräten fungiert der Gärunterbrecher temperaturgesteuert sowohl als Kühleinrichtung wie auch als Gärraum. Die Auftau- und Gärphase erfolgt in diesen Geräten durch einen langsamen, kontrollierten Temperaturanstieg, vorprogrammiert über eine Zeit von 8 bis 10 Stunden. Durch die kontrollierte Auftau- und Gärphase ist das Verfahren sehr betriebssicher.



Gärunterbrechung

Gärunterbrechung

Vorteile

- unempfindlich gegen Außentemperaturen
- kontrollierter Gärverlauf
- gleichbleibendes Backergebnis
- Entzerrung von Produktionsspitzen

Nachteile

- technischer Aufwand
- höherer Energieaufwand



TK-Teiglinge

Frosten ungegarter Teiglinge

Das Frosten ungegarter Teiglinge ist vom Verfahrensablauf her zunächst der Gärunterbrechung gleichzusetzen. Nach Erreichen einer Kerntemperatur von -7°C erfolgt dann aber ein Umpacken der Teiglinge in Polybeutel und eine Dauerlagerung bei einer Lagertemperatur von mindestens -18°C . Ein Lagern über mehrere Wochen ist möglich.

Frosten ungegarter Teiglinge

Vorteile

- zu jeder Tageszeit verfügbar
- mehrere Wochen im Polybeutel lagerbar
- Entzerrung von Produktionsspitzen

Nachteile

- technischer Aufwand
- höherer Energieaufwand
- die Bestimmung der optimalen Gärreife erfordert ein hohes fachliches Können des Personals
- lange Auftau- und Gärphase

Frosten gegarter Teiglinge

Um Teiglinge auf Vorrat zur flexiblen Beschickung von Abbackstationen herzustellen, eignet sich das Frosten von teilgegartem Teiglingen. Diese Teiglinge können in speziellen, elektronisch gesteuerten Backöfen mit Auftau- und Backprogramm ohne weitere Stückgare direkt abgebacken werden. Nach ca. 30 Minuten stehen ofenfrische Gebäcke zur Verfügung. Die unkomplizierte Handhabung der gefrosteten Teiglinge lässt dieses Verfahren vor allem für das Abbacken in Filialen geeignet erscheinen.

Frosten gegarter Teiglinge

Vorteile

- geringster Zeitbedarf zur Bereitstellung von Kleingebäck an der Verkaufsstelle
- sichere Handhabung für das Verkaufspersonal

Nachteile

- geringeres Volumen
- spezieller Backofen mit Auftauphase und Backphase notwendig
- Prinzip funktioniert nur manuell im Etagenofen
- je länger die Einfrierzeit, desto kleiner das Gebäckvolumen
- etwas kürzere Röscheperiode

Bei diesem Verfahren sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die Teiginwaage und die Hefemenge sollte bei vorgegarten Teiglingen gegenüber konventionell hergestellten Teiglingen etwas erhöht werden.
- Die Teiglinge werden bei $\frac{3}{4}$ Gare mit dem Ausbund nach oben schockgefrostet.
- Eine Kerntemperatur von $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ sollte in 20 bis 30 Minuten erreicht sein.
- Anschließend chargenweise in Polybeutel verpacken und bis zum Abbacken bei mindestens $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ in den Lagerfroster überführen.
- Die gefrostenen Teiglinge werden ohne vorheriges Auftauen in einem computergesteuerten Backofen mit Auftau- und Backprogramm abgebacken.
- Die Gesamtbackzeit ist gegenüber der herkömmlichen Herstellungsart verlängert.



*TK-Teiglinge
ungegärt, teilgegärt
und vollgegärt*

Frosten von Hefe-Feinteigen

Bei der Verarbeitung von TK-Teiglingen für Feine Backwaren (Hefe-Feinteige) ist Folgendes zu beachten: Bei nicht vorgegärten Teiglingen sind kühle Teigtemperaturen und kurze Teigruhezeiten nach dem Kneten vorteilhaft. Das Auftauen der Teiglinge sollte bei anfänglich nicht zu feuchtem Klima stattfinden, weil damit eine übermäßige Wasserdampfkondensation auf der Teigoberfläche vermieden wird. Das abschließende Backen dieser Teiglinge kann wie gewohnt erfolgen. Zur Herstellung von vorgegärten tiefgekühlten Teiglingen sind normale Teige, normale Teigtemperaturen um 26 °C, Teigruhezeiten von 25 Minuten, ein Gärzustand zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$ „Gare“, eine Tau/Erwärmzeit im Ofen von etwa 6 bis 8 Minuten, eine Dampf-(Schwaden)menge zwischen 0,8 und 1 Liter sowie eine eingestellte Ofentemperatur in der Auftauphase von etwa 155 bis 170 °C am günstigsten. Diese Ergebnisse können nur allgemeine Tendenzen aufzeigen, da bei einer Übertragung auf andere Verhältnisse mögliche andere Einflussfaktoren mit berücksichtigt werden müssen.

Die modernen Verfahren der Gärzeitsteuerung ermöglichen die zeitliche Trennung von Teigbereitung, Gärung und Backprozess. Die Vorteile sowohl für den Backbetrieb als auch für die Konsumenten liegen auf der Hand: Den ganzen Tag über ofenfrische, aromatische Backwaren.

Verfahren der Gärzeitsteuerung

Langzeitführung

- Bevorratung bis max. 8 Stunden
- Kein apparativer Aufwand notwendig
- Mehrmals täglich frische Brötchen

PATT-Verfahren

- Bevorratung bis max. 16 Stunden
- Patt-Anlage
- Mehrmals täglich Gebäcke mit besonders hoher Verzehrfrische

Gärverzögerung

- Bevorratung bis max. 24 Stunden
- Gärunterbrecher oder gekühlter Raum
- Löst Problem in den Morgensunden

Verfahren der Gärzeitsteuerung

Gärunterbrechung

- Bevorratung über Nacht und Wochenende max. 72 Stunden
- Gärunterbrecher oder Tiefkühlraum
- Produktionsengpässe am Wochenanfang geringer

Frostung, unegart

- Bevorratung über mehrere Wochen
- Tiefkühleinrichtung (Hochleistungsfroster/CO₂)
- Rationalisierung der Herstellung

Frostung, gegart

- Bevorratung für mehrere Tage
- Tiefkühleinrichtung (Hochleistungsfroster/CO₂)
- in 30 Minuten ofenfrische Brötchen

Einflussfaktoren

Wichtig ist zunächst festzustellen, dass im Grunde genommen keine speziellen Mehlsqualitäten für die neue Verfahrenstechnik der Gärsteuerung hergestellt werden müssen. Viele Betriebe arbeiten mit diesen neuen Methoden und Verfahrensweisen seit Jahren und haben mit den eingesetzten Mehlen keine Probleme. Auch gibt es eine große Zahl von Backbetrieben, die sowohl für die Führungen zur Gärsteuerung als auch für die direkten kurzen Führungen das gleiche Weizenmehl verwenden, ohne hier besondere Probleme zu haben.

Sicher ist, dass sich durch die Gärsteuerung die Belastungsgrenzen eines Weizenmehles verschieben. Längere Führungen, Vorteige, große Teige und lange Teigruhezeiten, aber insbesondere lange Stückgare-Zeiten (=Einzelgare), wie auch weichere Teige, stellten schon immer höhere Anforderungen an die Backeigenschaften des Weizenmehles. So sind in Österreich und in der Schweiz mit den in diesen Ländern üblichen längeren Teigführungen die Mehle schon immer etwas griffiger ausgemahlen worden und bringen höhere Proteingehalte mit stärkerer Kleberqualität mit als dies in Deutschland die Norm ist. In Deutschland ist es ein gewichtiger Vorteil, dass durch Züchtung und Sortenwahl beim Weizen die Proteinwerte und Kleberqualitäten in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen bzw. wesentlich stärker geworden sind. Es ist eine unbestreitbare Tatsache, dass längere Teigführungen – und dazu zählt auch die Stückgare – bei kühlen und besonders bei Frost-Temperaturen die Teigstruktur stärker belasten. Das alles geht im besonderen Maße von der mehleigenen Enzymaktivität aus, die einfach bei

langen Einwirkungszeiten mehr kleberabbauende Effekte hat und damit das Gashaltevermögen und die Teigstruktur beeinträchtigende Reaktionen mitbringt.

Das Mehl

Hieraus resultieren ganz bestimmte Anforderungen an die Qualität eines Weizenmehles der Type 550, wenn es in Teigführungen der Gärsteuerung verarbeitet werden soll. Ein gutes gleichmäßiges Backergebnis ist – auch unter Einbeziehung unvermeidbarer bäckereitechnischer Unwägbarkeiten, was die Backeigenschaften des Mehles betrifft – bei folgenden Analysewerten und teigrheologischen Eigenschaften zu erwarten:

Die Hefe

Dass der Einfluss der Temperatur auf die Hefe und ihre Stoffwechselfähigkeit sehr groß ist, ist Allgemeingut des Fachwissens der Bäckerei. Das Verhalten der Hefe unter Minusgraden (Frost) bedurfte jedoch in neuerer Zeit einer intensiven Forschungsarbeit. Heute liegen darüber in der Hefe- und Backmittelbranche gute Erfahrungswerte vor und die Bäckereipraxis nutzt diese Erkenntnisse bereits umfassend.

Jeder Fachmann kennt das Gärungsoptimum der Bäckerhefe; es liegt bei +35 °C. Höhere Temperaturen bremsen und schädigen die zelluläre Enzymolyse der Hefezellen. Die Gärkraft lässt nach und kommt bei Temperaturen um +65 °C durch Gerinnung des Zelleiweißes vollkommen zum Stillstand. Aber auch bei einem Rückgang der Temperaturen unter 30 °C bis zum Gefrierpunkt verringert sich die Gärintensität zunehmend. Hier liegen die

Optimaler Analysewert WM 550 für Gärsteuerung

Hohe Proteinmenge

- Proteingehalt 12,5 – 13,5 %

Gute Kleberqualität

- Feuchtkleber 30 – 35 %
- Sedimentationswert 35 – 40

Elastische dehbare Kleberstruktur

- Extensogrammwerte VZ 2 – 4

Niedrige Enzymaktivität

- Fallzahl 300 – 350
- Maltosezahl 1,5 – 2,0 %

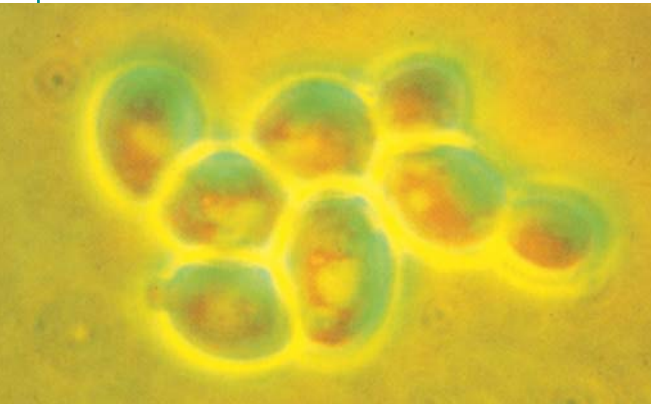
Geringe Mineralsalzgehalte (Asche)

- Mineralsalze 0,5 – 0,6 %

Temperaturbereiche, die für Langzeitführung, PATT-Verfahren, Gärverzögerung und teilweise schon für die Gärunterbrechung genutzt werden. Unter 0 °C ist die Hefe nur noch wenig aktiv. Ihre Inhaltsstoffe (Mineralsalze, Zucker, lösliches Eiweiß) bewirken eine Gefrierpunkterniedrigung des Zellwassers, so dass Hefezellen in der Regel erst bei -7 °C echt gefrieren.

Hefe enthält ca. 70 % Wasser und ist im unverarbeiteten Zustand sehr widerstandsfähig gegen Kälte und Frost. Hefe hält Frosttemperaturen um -20 °C über Monate ohne nennenswerte Schädigung der Triebkraft aus. Auch mehrmaliges Einfrieren und Wiederauftauen übersteht sie ohne größere Beeinträchtigung ihrer Aktivität. Problematisch wird das Frostzen der Hefezellen aber sofort, wenn sie in einem Teig enthalten sind. Hierbei lässt die Widerstandsfähigkeit schnell nach und die Gärleistung und damit verbunden auch die Gebäckvolumina werden sichtlich reduziert.

Hefepilze (mikroskopisch vergrößert)



An Hefesorten haben sich für die Gärsteuerung (auch Frostzung) am besten die Normaltriebhefen bewährt. Das Herstellungsverfahren der Hefe, der Frischezustand und die Lagerbedingungen sind von großem Einfluss. Gar nicht gut bewährt haben sich die Schnelltriebhefen. Sie erzeugen durch ihren schnellen Antrieb eine zu hohe Anfälligkeit der Teiglinge in allen Phasen des Verarbeitungs-, Lager- und Backprozesses.

Die Backmittel

Die neuen Methoden der Gärsteuerung verlangten nach für diese Technologien maßgeschneidert zusammengesetzten Backmitteln. Die Forschungsabteilungen der Backmittelunternehmen waren wiederum vor eine Aufgabe gestellt, deren optimale Lösung für einen hohen und gleichmäßigen Qualitätsstand der Backwaren und damit für die Akzeptanz bei Hersteller und Konsumenten zugleich von großer Bedeutung war.

Lange Führungen und lange Stehzeiten (bzw. Lagerung) stellen unter dem Einfluss wiederholt wechselnder Temperaturen (Kälte und Wärme) spezifische Anforderungen an das Backmittel. Das betrifft grundsätzlich die gesamte höhere und längere Belastung der Teiglinge von innen und außen. Besonders stabile Teige sind unter dem ständigen Wirken der Hefe und Enzyme gefragt. Die Backmittelwirkung ist in allen Phasen der Teigführung spezifisch erforderlich. Teigqualität, d.h. Struktur, Wasserbindevermögen, Dehnbarkeit und Elastizität müssen verstärkt werden. Die Teigkonsistenz muss – abgesehen von der Lockerung – stabil bleiben. Teigerweichende und nachstefende Reaktionen müssen in engen Grenzen gehalten werden. Für diese neuartigen und umfassenden Aufgabenstellungen stehen der Forschung und Entwicklung Inhalts- und Wirkstoffe mit bekanntem Reaktionsmechanismus zur Verfügung. Ein optimales Backergebnis kann aber nur erzielt werden, wenn alle Backzutaten (inkl. Hefe und Backmittel), Technik und angewandte Verfahren aufeinander abgestimmt werden.

Für Tiefkühlteige gelten zunächst wie auch für konventionelle Teige die Grundregeln für die drei „Kardinal“-Faktoren:

- Gasbildungsvermögen
- Gashaltevermögen und die
- rheologischen Eigenschaften.

Daher überrascht es in keiner Weise, dass für Tiefkühlteige dieselben backwirksamen Rohstoffe (Wirksubstanzen) Verwendung finden wie für konventionelle Teige. Was jedoch unterschiedlich ist, sind die Mengen und das Verhältnis der Komponenten zueinander. Daher sind in der Regel auch die Problemstellungen bei TK-Teigen nicht mit konventionellen Backmitteln zu bewältigen. Das weiß inzwischen die Bäckereipraxis sehr wohl. Es fällt auf Antrieb auf, dass die Teige in der Gärsteuerung unter der Einwirkung kälterer Temperaturen

- eine verminderte Gasbildung,
- eine Verringerung des Gashaltevermögens und
- eine Veränderung der teigrheologischen Eigenschaften

mitbringen. Sucht man nach einer Erklärung für diese Erscheinungen, findet man diese zunächst partiell schon bei der Hefe. Wird das Gärungsoptimum der Hefe von 35 °C kontinuierlich unterschritten, verlangsamt sich die Triebkraft. Bei -9 °C stellt die Hefe ihre Stoffwechselfähigkeit voll ein. Bei -16 °C hören die Enzyme auf zu arbeiten. Bei -24 °C stirbt ein großer Teil der Hefezellen im Teig ab. Dadurch gelangen niedermolekulare

sulphydrylgruppenhaltige Substanzen (z. B. Glutathion, Cystein) aus der Hefe in den Teig. Diese besitzen teigerweichende Eigenschaften und erfordern entsprechend eine besondere oxidative Behandlung.

Notwendiger Bestandteil aller TK-Backmittel sind verschiedene Zuckerarten (Saccharose, Glukose). Zucker sind eine für die Gasbildung notwendige Voraussetzung. Die Zuckerstoffe des Mehls (Maltose) reichen hierfür nicht aus. Die Hefe benötigt zur richtigen Zeit immer eine ausreichende Menge vergärbare Zucker. Diese Wirkung ist relativ leicht durch die Rezeptur im Backmittel steuerbar. Probleme hierbei bereiten nur die unterschiedlichen Wege der Verarbeitung. Daher ist es von großer Bedeutung, dafür Sorge zu tragen, dass die Gärungsaktivität auf dem langen Weg der Teiglinge bei Einsatz der Gärsteuerung immer auf dem notwendigen Optimum gehalten wird. Bestimmte Enzyme erfüllen diese Aufgabe sehr gut. Die stark temperaturabhängige Aktivität von stärkeabbauenden Enzymen muss daher gut abgestimmt sein auf die ebenfalls temperaturabhängige Änderung der Gärungsaktivität der Hefe. Das wiederum macht es erforderlich, dass die Zusammensetzung des Enzymkomplexes bei verschiedenen Methoden (z. B. bei gefrostenen Teiglingen unegart oder vorgegart) andersartig sein muss.

Ein wesentlicher Bestandteil der TK-Backmittel sind die Emulgatoren. Lecithin, Diacetylweinsäureester und – fakultativ – Mono- und Diglyceride sind die am häufigsten verwendeten Emulgatoren. Diese Wirkstoffe werden z. T. auch in Kombination eingesetzt. Die Emulgatoren gehen dabei Wechselwirkungen mit den Mehlinhaltsstoffen – insbesondere der Stärke und dem Klebereiweiß – ein. Die Fixierung der aufgenommenen Wassermenge im Teig in fest gebundenem, immobilisiertem und freiem Wasser

wird dadurch optimiert. Die Klebermembranen werden dünner, leichter dehnbar und auch elastischer ohne zu reißen. Sicher haben die Emulgatoren auch einen Einfluss auf den Gefrierprozess des Teigwassers. Sie begünstigen die Feinverteilung des freien Wassers im Teig und vermindern dadurch die Ausbildung großer Eiskristalle, welche die Kleberstruktur zerstören.

Die Steuerung und Verbesserung des Wasserverteilung und Wasserbildung kann auch über Stabilisatoren erreicht werden, die die Quelleigenschaften des Klebers beeinflussen oder selbst größere Mengen Wasser binden. Beispiele hierfür sind gewisse Phosphate und Hydrokolloide (z. B. Guarkernmehl). Der Wirkung von Sojamehl und Weizenkleber kommen neben anderen Funktionen gleiche Effekte (Wasserbindung) zu.

Ein besonders wichtiger Wirkstoff für TK-Teige ist die Ascorbinsäure. Sie wird hier zusätzlich gebraucht, um der Teig-erweichung durch Glutathion und andere Sulfhydrylgruppenhaltige Verbindungen entgegenzuwirken. Die Dosierung der Ascorbinsäure in TK-Backmitteln ist hierbei eine schwierige Gratwanderung. Ein Zuviel schadet bei der Knetung genauso wie ein Zuwenig in den Phasen des Einfrierens, Auftauens, Gärens und Backens. Weitere Inhaltsstoffe in TK-Backmitteln, wie Getreideprodukte, Fette, Milchprodukte oder Maltodextrine sind in ihrem Wirkungsmechanismus bekannt.

Der Geschmack

Die Hefe, die in erster Linie zur Lockerung von Teigen und Teigstücken benutzt wird, verleiht Brot und Hefe-Feine Gebäck einen typischen und zusätzlichen Geschmack. Gleiches gilt für den Geruch. Am augenfälligsten wird das bei Kleingebäck (Brötchen, Semmeln etc.). Es werden bei der Gärung spezifische Aroma- und Geschmacksstoffe gebildet. Parallel findet eine Reihe auslösender und verstärkender Reaktionen durch Backmittelbestandteile wie Zucker, Malz, Enzyme statt. Die enzymatische und mikrobielle Wirkung ist bei der Gärsteuerung durch die durchwegs längeren Gärzeiten besonders groß. All das findet seine Bestätigung darin, dass Brötchen aus Langzeitführungen, aus der Gärverzögerung und Gärunterbrechung relevant besser (aromastärker) schmecken. In den langen Stehzeiten – meistens über Nacht – der Teiglinge von der Formgebung bis zum Backprozess entstehen durch enzymatische Abbaureaktionen Zwischenprodukte für die Aromabildung in Krume und Kruste. Gleichzeitig werden im mikrobiellen Stoffwechsel Aromaverbindungen gebildet, so dass der Unterschied von Brötchen konventionell erzeugt und aus der Gärsteuerung beim Kosten und Verzehr leicht festzustellen ist.

Die Verbesserungen gelten aber auch für die Krume und die Kruste in ihrer Struktur. Durch die stärkere Quellung der Teiglinge während der längeren Stehzeiten entsteht mehr Bindigkeit und eine bessere Schneide- und Bestreichungsfähigkeit. Dazu wird die Kruste (Rösche) zartsplittriger und bleibt länger knusprig. All das resultiert aus der besseren Lockerung und zartmaschigeren Verstrebung der Kruste. Bei der Geschmacksfrage muss natürlich erwähnt werden, dass Verzehrsfrische mit Hilfe der Gärsteuerung auf den ganzen Tag verteilt leichter zu erzeugen ist.



Brötchensortiment

Teilgebackenes

(Vorgebackenes / Halbgebackenes)

Aus den USA kam in den 60er Jahren das Brown & Serve-Verfahren. Die sogenannte Unterbruch-Backmethode (20 % kürzere Backzeit und 40 % der Gesamtbackzeit nachbacken) war ebenfalls ein Versuch. Das Einfrostn des Gebäckes – zumindest bei Brötchen – hat sich ebenfalls nicht voll bewährt.

Heute gibt es eine Reihe erprobter und wissenschaftlich fundierter Verfahren, die eine zeitliche Unabhängigkeit des Backprozesses von der Teigbereitung und Formgebung zulassen.

Langzeitführung, Gärverzögerung und Gärunterbrechung lösen die Probleme im Betriebsablauf in den Morgen- und Nachmittagsstunden. Die Frostung von Teiglingen schließlich ermöglicht es, den ganzen Tag über abbackfertige TK-Teiglinge auf Vorrat zu haben. Bestimmte Probleme mit spezifischer Aufgabenstellung sind damit aber noch nicht gelöst.

Es gibt eben Fälle, wo eine Nach-Gärung nach dem Auftauen weder möglich, noch zumutbar ist. Probleme gibt es auch beim Transport gekühlter oder gefrorener Teiglinge. Und unter Umständen sind die Mindestanforderungen an die Qualifikation des Personals zum Abbacken nicht gegeben. Schließlich tritt häufig der Fall ein, dass Kunden (Großabnehmer, Hotels, Kantinen, Catering, etc.) ofenfrisches Stangenbrot (oder Baguettes) bzw.

Brötchen (Semmeln) zu jeder Tages- und Nachtzeit haben wollen. Kein Betrieb kann einen zeitununterbrochenen Service vor Ort oder regional anbieten. Der Kunde müsste also Teiglinge selbst gären lassen und backen. Dazu fehlen in der Regel fachkundiges Personal und Ofeneinrichtungen. Aber auch dieses Problem ist heute leicht lösbar.

Teilgebackenes (Vorgebackenes, Halbgebackenes) macht es dem gewerblichen Abnehmer und Privatkunden möglich, sich mit Weißbrot und/oder Kleingebäck, das einen Teil des Backprozesses hinter sich hat, zu bevorraten und dieses nach Bedarf fertig zu backen. Dabei muss grundsätzlich unterschieden werden zwischen Teilgebackenem, das nach dem Vorbacken sofort eingefroren wird und Teilgebackenem, das der Kunde gelagert bei normalen Temperaturen kaufen kann. Die Lagerung erfolgt wegen der verbesserten Haltbarkeit meist gasdicht verpackt und unter Austausch der Luft durch Stickstoff oder Kohlendioxid. Das eingefrostete Teilgebackene hat natürlich den besseren Frischzustand.

Die teilgebackenen Brote sind je nach Vorbackzeit und Stückgröße ca. 5 bis 15 Minuten bis 200 bis 220 °C bis zur gewünschten Goldbräune nachzubacken. Durch den Wasserentzug aus der Kruste erhalten Brot und Kleingebäck auch die gewünschte Rösche und Knusprigkeit.

Vorteile der Gärsteuerung

Die Vorteile für Hersteller und Konsumenten zugleich sind sehr groß. Nur so kann die schnelle Einführung der Verfahren der Gärsteuerung in der Bäckerei ihre Erklärung finden:

Für den Backwarenproduzenten:

- a) Auffangen von Arbeitsspitzen (5-Tage-Woche)
- b) Weniger Hektik in den Morgenstunden
- c) Bessere Maschinenauslastung
- d) Ruhigerer Betriebsablauf
- e) Es kann auf Vorrat produziert werden
- f) Personalkostenreduzierung
- g) Dem Fachkräftemangel entgegenwirken
- h) Qualitätsstandard verbessern
- i) Sortiment optimieren
- j) Rationalisieren (bessere Organisation), größere Chargen
- k) Qualitätsfaktor „Frische“

Für den Verkauf

- a) Morgens steht rechtzeitig die Ware zur Verfügung
- b) Größeres Gebäcksortiment
- c) Mehrmals (durchgehend) frische Brötchen
- d) Ideal für Abbackstationen
- e) Teiglinge können gekühlt oder gefrostet angeliefert werden
- f) Bedarfsspitzen können abgefangen werden
- g) Direktverkauf von TK-Teiglingen und Teilbackenem
- h) Backen nach Bedarf – daher keine Retouren

Für den Konsumenten

- a) Verzehrfrische den ganzen Tag
- b) Duftendes Gebäckaroma und verstärkter Geschmack
- c) Rösche und Knusprigkeit beim Verzehr
- d) Bevorratung fürs Abbacken zu Hause
- e) Frisches Gebäck-Angebot beim Außer-Haus-Verzehr
- f) Breites Angebot frischer Backwaren in mobilen Bereichen (Flughäfen, Bahnhöfe, Fußgängerzonen, Sportveranstaltungen etc.)

