



# Essener Brot

Herstellung und Verwendung  
von Keimlingen in der Bäckerei



# Inhalt

<b>Einführung</b> .....	<b>3</b>	<b>Herstellung von Keimlingsbrot</b> .....	<b>14</b>
<b>Beschaffung von Keimlingen</b> .....	<b>4</b>	<b>Einsatz von Keimlingen zu technologischen Zwecken</b> .....	<b>15</b>
Der Erwerb von Keimlingen .....	4	Aufbewahrung der frischen Keimlinge .....	15
Keimgerät .....	5	Haltbarmachen der Keimlinge .....	15
Konzeption einer eigenen Keimlingsherstellung .....	5	Einsatz zur Steuerung der Enzymatik und der Frische .....	15
<b>Die Herstellung von Keimlingen</b> .....	<b>6</b>	<b>Rezepte</b> .....	<b>18</b>
Voraussetzungen für optimales Keimen .....	6	Roggenmisch-Fit-Brot .....	18
Bestimmende Faktoren für das Keimergebnis .....	7	Power-Brot .....	18
Faustzahlen .....	7	Vitalkornbrot .....	19
Einflussfaktoren auf das Keimergebnis .....	7	<b>Anhang</b> .....	<b>20</b>
Kleberbildung .....	8	Literatur .....	20
<b>Die Herstellung von Keimlingen in der Praxis</b> .....	<b>9</b>	Wertgebende Inhaltsstoffe .....	20
Anforderungen an die Ausstattung .....	9	Enzymaktivität .....	21
Erster Schritt: Quellphase .....	11	<b>Impressum</b> .....	<b>24</b>
Zweiter Schritt: Keimung .....	11		
Aufarbeitung der Keimlinge für das Verbacken .....	13		

# Einführung

Im ostasiatischen Raum wurden Keimlinge schon vor 3.000 Jahren als wertvolles Lebensmittel in der menschlichen Ernährung eingesetzt. In Deutschland sind die Vorzüge des Einsatzes von gekeimtem Getreide erst seit einigen Jahren bekannt, wobei speziell das Verbacken von Keimlingen zu den neueren Methoden gehört. Gekeimtes Getreide findet zum Beispiel bei der Herstellung von Backwaren Verwendung.

Die mithilfe von angekeimtem Getreide hergestellten Brote werden von Bäckern oft als „Essener Brote“ bezeichnet und angeboten. Das Wort „Essener“ bezieht sich auf eine Volksgruppe im alten Palästina. In dieser Volksgruppe wurde das Brot auf eine andere Art und Weise hergestellt. Man quetschte gekeimtes Getreide und trocknete das Brot anschließend auf heißen Steinen.

Die Herstellung von Keimlingen hat beispielsweise in der Brauereipraxis bei der Malzherstellung eine lange Tradition. So wie bei der Herstellung von Keimlingen beim Mälzen wird auch das Getreide zum Brotbacken angekeimt.

Für Bäcker ist die Verarbeitung von Keimlingen eine Chance, sich am Markt mit neuen Produkten zu profilieren. Für Verbraucher ist dieses Brot nicht nur eine interessante geschmackliche Abwechslung, sondern auch bezüglich der enthaltenen Nährstoffe sehr wertvoll. Keimlinge können zudem auch als technologische Zutat bei enzymschwachen Mehlen eingesetzt werden.

Im vorliegenden Leitfaden wird durchgängig der Terminus „Keimling“ benutzt, auch wenn in der Literatur ab und an von Sprossen die Rede ist.

## Zielsetzung des Leitfadens

Der Leitfaden wendet sich in erster Linie an Bäcker, die Keimlinge in der Bäckerei, zum Beispiel zur Herstellung von Keimlingsbrotten oder Essener Brotten, verwenden wollen, und gibt darüber hinaus auch Einblicke, inwiefern Keimlinge als technologische Zutat eingesetzt werden können. Weiterhin kann dieser Leitfaden auch als Instrument für Berater im Bäckereiwesen verwendet werden.

Der Leitfaden ist wie eine „Betriebsanleitung“ zu lesen und dient zur Erläuterung praktischer Vorgehensweisen. Reflexionen zu theoretischen Hintergründen finden eingeschränkt und nur soweit statt, wie diese der Erläuterung der praktischen Vorgehensweisen dienen.

Ziel eines jeden Bäckers ist es, „gutes Brot“ zu backen. Um dies beim Backen mit Keimlingen zu erreichen, müssen bestimmte Parameter berücksichtigt werden. Der Einsatz von Keimlingen bedeutet letztlich den Einsatz von Auswuchsgetreide, weil durch das Keimen der Getreidekörner auch Stärke abbauende Enzyme aktiviert werden. Für eine gleichbleibende Brotqualität sollten die Keimlinge eine konstante Nährstoffzusammensetzung und eine möglichst niedrige Belastung mit Mikroorganismen aufweisen.

Die Qualität der Keimlinge kann durch den Keimprozess beeinflusst werden. Beeinflussende Faktoren sind die Schichthöhe, die Keimdauer, die Feuchtigkeit und die Temperatur der Keime. Dazu gibt der Leitfaden konkrete Hinweise. Er gibt aber nicht nur eine Handlungsanweisung für das optimale Keimen von Getreide, sondern auch für ein bestmögliches Verbacken.

# Beschaffung von Keimlingen

Wer sich entscheidet Keimlinge beim Brotbacken einzusetzen, sollte ausschließlich Keimlinge von optimaler und gleichbleibender Qualität verarbeiten, denn nur beste Rohstoffe ermöglichen hochwertige Backwaren.

## Woher können Bäcker geeignete Keimlinge beziehen?

Dazu stehen drei Möglichkeiten offen:

- ▶ Erwerb von fertigen Keimlingen,
- ▶ Eigenherstellung der Keimlinge mithilfe eines Keimgerätes,
- ▶ Eigenherstellung der Keimlinge mit individuellen, dem Betrieb angepassten Voraussetzungen und Möglichkeiten.

Welche Alternative zu wählen ist, hängt von der betriebseigenen Situation ab. Im Vorfeld muss geklärt werden,

- ▶ in welchem Umfang Keimlinge eingesetzt werden sollen,
- ▶ welche Mengen benötigt werden,
- ▶ wie die eigenen Platzverhältnisse sind,
- ▶ welche finanziellen Spielräume bestehen,
- ▶ wie viele Arbeitskräfte zur Verfügung stehen und
- ▶ welche technische Ausstattung vor Ort ist.

## Der Erwerb von Keimlingen

Es besteht die Möglichkeit, fertige Keimlinge zu erwerben. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass die Bäckerei sich nicht selbst mit der Herstellung der Keimlinge befassen muss. Nachteile sind jedoch, dass

- ▶ keine echte Frische möglich ist,
- ▶ die Qualitätssteuerung der Keimlinge aus der Hand gegeben wird und
- ▶ ein entsprechender Preis für die Keimlinge entrichtet werden muss.

Verschiedene Unternehmen bieten Keimlinge an. Exemplarisch sind hier einige Bezugsquellen aufgeführt. Diese Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bitte prüfen Sie jeweils das aktuelle Marktangebot auf die Eignung für Ihren Betrieb.

## Beispiel 1: Bäckerei Hårdtner

Den Innovationspreis Bio-Lebensmittel-Verarbeitung erhielt 2005 die Bäckerei Hårdtner aus Neckarsulm für die Entwicklung eines Verfahrens zur optimalen Keimung von Getreide, einer neueren Backtechnik und für eine gelungene Vermarktung von Essener Brot. Damit wurde die Bäckerei Hårdtner für die jahrelange Forschungsarbeit gewürdigt, Getreide auf natürlicher Basis einen neuen gesundheitlichen Nutzen zu geben. Die nach dem speziellen Keimvorgang erzeugten Keimlinge werden von den beteiligten Wissenschaftlern Wiesner und Otto über ihre Firma OWISAN als patentierte Goldkeimlinge vertrieben.

Weitere Informationen zu Goldkeimlingen erhalten Sie auf der Internetseite von OWISAN unter [www.owisan.de](http://www.owisan.de).

## Beispiel 2: Sprossenmanufaktur GbR

Die Sprossenmanufaktur GbR in Berlin bietet ein breites Spektrum verschiedener Keimlinge und Keimlingsmischungen in biologischer Qualität an. Einige der Produkte können auch bei der Herstellung von Backwaren verwendet werden. Der Internetseite des Unternehmens unter [www.sprossenmanufaktur.de](http://www.sprossenmanufaktur.de) können weitere Details zum Unternehmen und zu den Produkten entnommen werden.

## Beispiel 3: Bio-Anlagen GmbH

Die österreichische Firma Bio-Anlagen GmbH in Pöttelsdorf bietet „Keimlingsmehle“ an. Bei diesen Produkten handelt es sich um Mehlmischungen, die aus verschiedenen Keimlingsmehlen zusammengesetzt sind. Weitere Informationen zu den Produkten finden Sie unter [www.keimkraft.at](http://www.keimkraft.at).

Der Vorteil eines solchen Produktes ist sicher die einfache bäckereiübliche Handhabung der Keimlingsmehle und eine Standardisierung der Produkte. Nachteile sind, dass der Frischecharakter verloren geht, zusätzliche Kosten zu erwarten sind und kein Einfluss auf die Qualität des Keimgutes besteht. Weiterhin handelt es sich um zusammengesetzte Produkte, die eine aufwendige Außenkommunikation erfordern.

## Keimgerät

Verschiedene Unternehmen bieten Keimgeräte an. Diese Geräte dienen dazu, Keimlinge sicher und einfach im eigenen Betrieb herstellen zu können. Die Vorteile solcher Geräte wurden bereits genannt. Als Nachteile dieser Geräte können die aufzuwendenden Kosten und die begrenzten Produktionskapazitäten angesehen werden.

Exemplarisch sind hier zwei Anbieter aufgeführt. Diese Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bitte prüfen Sie jeweils das aktuelle Marktangebot auf die Eignung für Ihren Betrieb.

### Beispiel 1: Franz Flöck Filtrations- und Umwelttechnik

Die Firma Franz Flöck bietet ein Keimgerät an, das in einigen Betrieben eingesetzt wird. Das Gerät zeichnet sich dadurch aus, dass es in der Bäckerei ohne zusätzlichen arbeitstechnischen Aufwand und ohne die Notwendigkeit, sich umfangreich in das Thema einarbeiten zu müssen, gelingt, halbautomatisch Keimlinge herzustellen. Je nach Produktionsmenge kann die Anschaffung von mehreren Geräten notwendig sein.

Franz Flöck  
Filtrations- und Umwelttechnik  
Rofansiedlung 459a  
6210 Wiesing, Österreich  
Tel.: +43 5244 61921, Fax: +43 5244 61922

### Beispiel 2: OWISAN

Die bereits erwähnte Firma OWISAN bietet ebenfalls Keimgeräte an, mit denen die Bäcker frische Goldkeimlinge selbst herstellen können. Entwickelt wurde ein Keimgerät, mit dem es möglich ist, nach zwei Tagen frische, wachstumsaktive Keimlinge aus Weizen, Roggen, Dinkel usw. zu erhalten. Die Firma verspricht, dass mit der Anlage täglich bis zu 80 kg Keimlinge termingerecht erzeugt werden können. Das Keimverfahren bewirkt nach Herstellerangaben im Endprodukt ein ausgewogenes Verhältnis von Vitaminen, Enzymen und Wirkstoffen. Die Goldkeimlinge werden als ein wertvoller Zusatz für Backwaren angepriesen.

Weitere Informationen erhalten Sie auf der Internetseite von OWISAN unter [www.owisan.de](http://www.owisan.de).

## Konzeption einer eigenen Keimlingsherstellung

Für die Eigenherstellung von Keimlingen unter individuellen, dem Betrieb angepassten Voraussetzungen spricht zum einen der im Vergleich zu den vorgenannten Möglichkeiten deutlich geringere Kostenaufwand. Zum anderen erlangt der Betrieb dadurch größere Unabhängigkeit, insbesondere in Bezug auf die erzeugten Qualitäten. Bedacht werden muss allerdings, dass die Eigenherstellung mit einem höheren Arbeitsaufwand verbunden ist und bestimmte räumliche Voraussetzungen erfüllt sein müssen.

Um bestmögliche Backergebnisse zu erhalten, werden Keimlinge mit konstanter Qualität benötigt. Faktoren, welche die Qualität beeinflussen, sind die mikrobiologische Belastung, die wertgebenden Inhaltsstoffe und die Enzymatik. Das Keimergebnis lässt sich über den Keimprozess beeinflussen. Bestimmende Faktoren hierbei sind unter anderem die Keimtemperatur und die Keimdauer.



Abbildung 1: Flöck Keimgerät

# Die Herstellung von Keimlingen

## Voraussetzungen für optimales Keimen

Voraussetzung für optimale Keimergebnisse ist ein gut gereinigtes Getreide, welches möglichst frei von Besatz ist. Der Schwarzbesatz sollte unter 0,1 Prozent (vorausgesetzt, der gesetzliche Grenzwert für Mutterkorn von 0,05 Prozent wird unterschritten) und der Kornbesatz unter zwei Prozent liegen.

Durch den Einfluss von **Feuchtigkeit**, **Sauerstoff** und **Temperatur** wird die Keimung in Gang gesetzt. Für ein ausgewogenes Sauerstoff-/Kohlendioxid-Verhältnis muss auf ausreichende Belüftung geachtet werden.

Benötigt werden:

- ▶ ein geeigneter Raum, der temperiert und befeuchtet werden kann (kann auch ein Kühlschrank oder eine Kühlkammer sein),
- ▶ Behältnisse, in denen das Keimgut keimen kann – die Größe hängt davon ab, welche Menge an Keimlingen gebraucht wird,
- ▶ ein Wasseranschluss mit Abfluss oder eine spezielle Bewässerungsanlage, um die Keimlinge in den Behältern bewässern und spülen zu können
- ▶ und die Möglichkeit, das Keimgut regelmäßig zu wenden bzw. umzuwälzen.

Dies bedeutet: Platz, Arbeitskräfte, Zeit.

Je nach Getreidesorte und Herstellungsprozess sind die Keimlinge nach 42 bis 48 Stunden in der Weiterverarbeitung einzusetzen.



Abbildung 2: Gekeimte Roggenkörner (Märkisches Landbrot)



Abbildung 3: Gekeimte Dinkelkörner (Märkisches Landbrot)



Abbildung 4: Fahrbare Wanne mit Deckel (Märkisches Landbrot)

## Bestimmende Faktoren für das Keimergebnis

Um sehr gute Backergebnisse zu erhalten, sind optimale Keimergebnisse notwendig.

Faktoren, die das Keimergebnis **bestimmen**, sind:

- ▶ die wertgebenden Inhaltsstoffe,
- ▶ die sich verändernde Enzymaktivität und
- ▶ die mikrobiellen Belastungen.

Um eine gute Krumbildung zu gewährleisten, sind

- ▶ eine möglichst niedrige Keimbelastung (unter  $10^7$ ),
- ▶ möglichst hohe Gehalte an wertgebenden Inhaltsstoffen und
- ▶ eine möglichst niedrige Enzymaktivität anzustreben. Durch die Bedingungen während des Keimens kann das Keimergebnis insbesondere in Bezug auf die vorgenannten Eigenschaften beeinflusst werden.

## Faustzahlen



In der Projektphase hat sich herausgestellt, dass folgende Faustzahlen geeignet sind:

- ▶ 15 cm Dicke der Schicht an gequollenen Körner in der Keimphase sollte nicht überschritten werden
- ▶ 15 Grad Celsius sollte in der Keimphase unterschritten werden
- ▶ 30 Stunden Keimzeit führt zu einem guten Ergebnis

## Einflussfaktoren auf das Keimergebnis

- ▶ die **Quellung**: Eine ausreichende Wassermenge ist Voraussetzung für die gleichmäßige Keimung.
- ▶ die **Schichthöhe des Keimgutes**: Die Temperatur im Getreide steigt mit zunehmender Schichthöhe während der Keimung an.
- ▶ die **Keimtemperatur**: Die Einhaltung einer gleichbleibenden Temperatur ist wichtige Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige Produktion von Keimlingen.
- ▶ die **Bewässerung**: Verringerung der  $\text{CO}_2$ -Konzentration, Versorgung mit Sauerstoff, Regulierung der Temperatur, Verhinderung von Austrocknung
- ▶ die **Keimdauer**: Je länger die Keimdauer, desto mehr Stärke wird durch die Keimlingsentwicklung abgebaut.

## Mikrobielle Belastung

Das bei der Keimung entstehende feucht-warme Klima ist optimal für die Entwicklung von Mikroorganismen; zudem stellt das Keimgut mit seinen Abbauvorgängen ein gutes Nährmedium für aerobe Bakterien dar. Einen erheblichen Einfluss auf die Teilungsrate von Bakterien besitzt die Keimtemperatur. Je größer die Schichthöhe gewählt wird, desto höher steigt die Temperatur im Keimgut und umso schlechter ist diese beherrschbar. Somit hat die Schichthöhe in Kombination mit den Möglichkeiten zur Temperatursteuerung einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung von Mikroorganismen. Es ist anzustreben, die Gesamtkeimzahl unter  $10^7$  zu halten.

## Wertgebende Inhaltsstoffe

Mit Einsetzen der Keimung wird der Stoffwechsel des Korns aktiviert. Dabei werden Nährstoffe (zum Beispiel Stärke, Eiweiß) enzymatisch ab- und umgebaut bzw. Vitamine neu gebildet, die dem Keimling zum Zellaufbau und Wachstum dienen. Des Weiteren wird während des Keimprozesses Phytinsäure abgebaut. Phytinsäure bildet mit Mineralstoffen (Calcium, Magnesium und Eisen) schwerlösliche Komplexe und macht so die Mineralstoffe für den Körper unzugänglich. Durch den Abbau der Phytinsäure wird die Bioverfügbarkeit der Mineralstoffe verbessert.

Bei unseren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass sich insbesondere die Gehalte an Vitamin B<sub>1</sub> (Thiamin) und Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin) bei den angegebenen Bedingungen (siehe Faustzahlen Seite 7) deutlich erhöhen. Relevante Erhöhungen der Konzentrationen an Folsäure oder an der Aminosäure Lysin konnten in unseren Untersuchungen nicht nachgewiesen werden (die wichtigsten Ergebnisse unserer Studie siehe Seite 20ff.). Andere Studien berichten jedoch auch für diese Stoffe von positiven Veränderungen der Konzentrationen, jedoch bei meist deutlich längerer Keimzeit. Die Inhaltsstoffe der Keimlinge werden stark beeinflusst durch Umgebungsbedingungen während der Keimung und der Keimzeit. Die Konzentrationen dieser Inhaltsstoffe können sich in Abhängigkeit von diesen Faktoren deutlich ändern.

Die erhöhten Werte für Vitamin B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> lassen sich auch in der Backware nachweisen.

## Enzymaktivität

Keimlinge zu verbacken bedeutet letztlich Auswuchsgetreide zu verbacken. Durch den Keimprozess werden Stärke abbauende Enzyme, wie zum Beispiel Amylasen, aktiviert. Diese erhöhte Enzymaktivität macht sich bei den Fallzahlen und bei Werten des Amylogramms (AE) bemerkbar. Diese Prozesse haben für Roggen eine besondere Relevanz. Während des Keimprozesses kann mit der Schichthöhe, der Temperatur und der Keimdauer des Keimgutes Einfluss auf die Enzymaktivität genommen werden. Je höher die Temperatur und die Schichthöhe für den Keimprozess gewählt werden, desto mehr wird die Enzymaktivität gefördert. Bei den von uns angegebenen Standardbedingungen (Faustzahlen 15:15:30) zeigte sich, dass der Anstieg der Enzymaktivität trotzdem zu einem guten Backergebnis führte. Insbesondere eine Erhöhung der Keimtemperatur auf über 15 Grad Celsius führte zu sehr starkem Anstieg der Enzymaktivität. Beispielsweise zeigten in unserer Studie Messungen mit dem Amylographen bei Roggen, dass bei einer Keimtemperatur von 10 Grad Celsius Werte zwischen 240 und 300 AE erreicht werden. Wird die Temperatur auf 12,5 Grad Celsius erhöht, fallen die Werte auf 160 bis 170 AE. Wird die Keimtemperatur auf 20 Grad Celsius erhöht, fallen die Werte auf extrem niedrige 30 AE.

Die Bildung der Vitamine vollzieht sich dagegen weitgehend unabhängig von der Keimtemperatur.

Siehe hierzu auch die wichtigsten Ergebnisse aus unserer Studie ab Seite 20.

## Kleberbildung

Die Enzymaktivität ändert sich auch bei Weizen und Dinkel. Bei diesen Getreidearten hat die Keimung jedoch einen starken Effekt auf die Ausbildung des Klebers. Enzymatische Abbauprozesse greifen den Kleber an. Auch in Bezug auf den Abbau der Kleberproteine spielt die Keimtemperatur eine große Rolle. Je besser es gelingt, die Keimtemperatur unter 15 Grad Celsius zu halten, umso weniger wird die Klebereigenschaft verringert.

# Die Herstellung von Keimlingen in der Praxis

## Anforderungen an die Ausstattung

Zunächst sei nochmals an die Faustregel „unter 15 Grad Celsius, 15 Zentimeter, über 30 Stunden“ erinnert. Insbesondere die Vorgabe „unter 15 Grad Celsius“ ist in einer Bäckerei sehr schwer einzuhalten, da dort üblicherweise höhere Temperaturen vorherrschen. Das heißt, als „Keimraum“ sollte möglichst ein Raum (Kühlschrank, Kühlkammer) ausgesucht werden, der relativ kühl ist bzw. möglichst mit Technik zur Klimasteuerung ausgestattet ist. Im einfachsten Fall ist dies eine handelsübliche Kühlanlage. Der Raum sollte die Anforderungen eines Nassraumes erfüllen, da sehr viel mit Wasser gearbeitet werden muss. Somit werden Wasseranschlüsse benötigt. Weiterhin sollte der Raum über Wasserablaufmöglichkeiten verfügen, idealerweise über einen zentralen Ablauf. Der Fußboden sollte für Nassräume geeignet und wasserundurchlässig sein.

Selbstverständlich kann auch unter suboptimalen räumlichen Bedingungen eine Keimlingsproduktion begonnen werden. Um die Keimbedingungen einzuhalten, steigt in diesem Fall jedoch der Arbeitsaufwand. Bevor ein geeigneter Raum hergerichtet wird, bietet es sich zunächst an, wie folgt zu beginnen:

Für die Quellung der Körner sind Behältnisse notwendig, in denen das Getreide eingeweicht werden kann. Hierzu eignen sich handelsübliche fahrbare Wannen, die sich leicht reinigen lassen.



Abbildung 6: Keimraum mit Wannen (Märkisches Landbrot)

Ideal ist es, wenn das Quellen und die anschließende Keimung in denselben Gerätschaften durchgeführt werden können, damit ein Umladen und damit auch gegebenenfalls eine Beschädigung der gequollenen Körner vermieden wird. Weiter müssen die Gerätschaften geeignet sein, um insbesondere die Keimung effektiv und sicher zu gestalten. Dies bedeutet, dass sie durch eine ausreichende Höhe und Grundfläche auch nach der Quellung der Keimlinge eine Schichtdicke von 15 Zentimeter gewährleisten können müssen. Weiter müssen sie so beschaffen sein, dass ohne viel Aufwand ein Spülen bzw. Wenden des Keimgutes möglich ist.

Dies lässt sich zum Beispiel damit realisieren, dass die Keimung in flachen Wannen, die mit einem Ablauf versehen sind und idealerweise über einen Siebboden verfügen, durchgeführt wird.

Im Rahmen des Projektes wurde ein System entwickelt, bei dem in einer flachen Wanne mit Ablauf ein Zwischenboden eingezogen wurde.



Abbildung 5: Kühlanlage (Märkisches Landbrot)

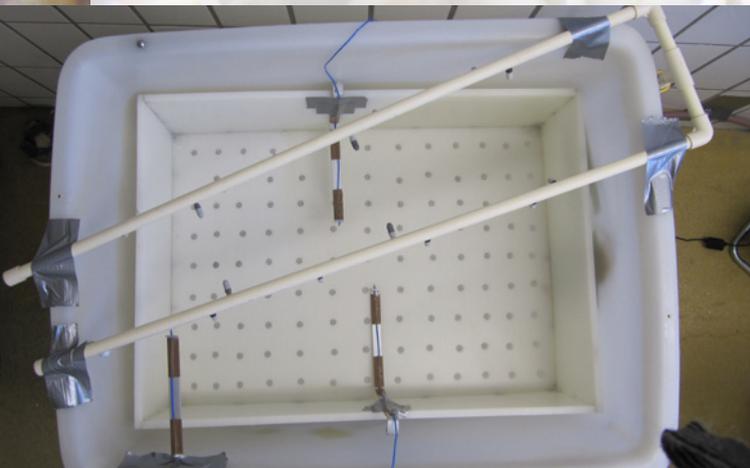


Abbildung 7: Anordnung der Messfühler zu Versuchszwecken (Märkisches Landbrot)

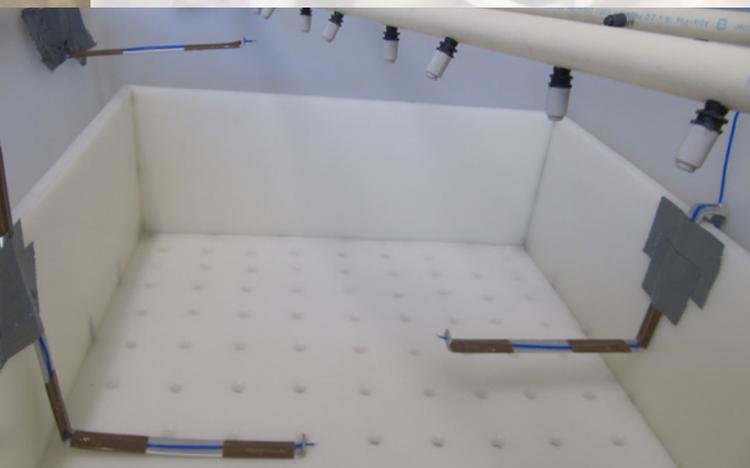


Abbildung 8: Keimwanne mit Wasser-Berieselung (Märkisches Landbrot)



Abbildung 9: Wasserdüsen an der Berieselung (Märkisches Landbrot)

## Aufbau der Versuchseinrichtung

Auf den Fotos ist der prinzipielle Aufbau der Versuchseinrichtung zu sehen. Diese besteht aus einer fahrbaren Kunststoffwanne mit Ablauf. In dieser Kunststoffwanne ist eine Versuchskiste mit perforiertem und mit einem Netz bespannten Boden angebracht. Über der Versuchskiste befindet sich eine Wasser-Berieselungsanlage aus handelsüblichen Zerstäuberdüsen. Die Einrichtung ist an einen Wasserschlauch angeschlossen, dessen Zulauf über eine Zeitschaltuhr und ein Magnetventil gesteuert wird. Auf den Fotos ist zu erkennen, wie zu Versuchszwecken die Temperaturmessung kontinuierlich im Keimgut und im Zu- und Ablaufwasser erfasst wurde.

Das für zwölf Stunden eingeweichte Keimgut wurde in den Versuchskisten in einer Schichthöhe von 15 cm eingebracht und über 30 Stunden gekeimt. Während dieser Zeit wurde in Intervallen von jeweils 45 Minuten Ruhe und 15 Minuten Dusche mit Kaltwasser gespült. Damit konnte ein Temperaturanstieg auf über 15 Grad Celsius ausgeschlossen werden. Wird eine Anlage nach diesen Vorgaben gebaut, sollte durch geeignete Maßnahmen auf einen möglichst geringen Wasserverbrauch geachtet werden.



Abbildung 10: Messgerät an der Versuchswanne (Märkisches Landbrot)

## Erster Schritt: Quellphase

Aus praktischen Gründen bietet es sich an, eine Quellphase von zwölf Stunden für die Körner vorzusehen. Hierbei werden die gut gereinigten Körner in geeigneten Behältnissen und bei Temperaturen unter 15 Grad Celsius mit kaltem Wasser übergossen und zwölf Stunden stehen gelassen (das Getreide muss dabei im Wasser liegen).



Abbildung 11: Dinkelkörner vor der Quellung (Märkisches Landbrot)

## Zweiter Schritt: Keimung

Die gequollenen Körner werden in den Behältnissen zur Quellung belassen oder in andere Behältnisse überführt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass eine Schichtdicke von 15 Zentimetern nicht überschritten werden soll. Werden höhere Schichtdicken gewählt, muss intensiver umgewälzt oder während der Keimung mit kaltem Wasser berieselt werden.

Die Behältnisse sind so aufzustellen, dass eine Temperatur von 15 Grad Celsius im Keimgut möglichst unterschritten wird. Dies kann durch Klimatisierung des Raumes (Kühlschrank/Kühlkammer) und/oder durch regelmäßige Spülung der Keimlinge mit kaltem Wasser und deren Umwälzung bewerkstelligt werden. Optimal ist eine Vorrichtung, bei der die Keimlinge in regelmäßigen Abständen automatisch mit kaltem Wasser durchgespült werden (zum Beispiel nach dem Schema: 45 Minuten Trockenphase, dann 15 Minuten Sprühphase mit kaltem Wasser).

Hierbei muss darauf geachtet werden, dass nur mit geringer Wassermenge gearbeitet wird, um das Verfahren wirtschaftlich zu halten.

Wichtig ist, dass das Wasser kalt (unter 15 Grad Celsius) ist, zum Beispiel auch das Standwasser im Schlauch.

Ist diese Vorgehensweise nicht möglich, ist eine regelmäßige Umwälzung (alle zwei bis vier Stunden) und die Waschung der Keime mit Kaltwasser notwendig.

Roggen sollte etwa 30 Stunden gekeimt werden. Bei Dinkel und Weizen empfiehlt sich eine Verlängerung der Keimzeit auf 36 Stunden. Dinkel und Weizen sind erheblich träger in der Keimaktivierung.

Nach der Keimzeit von 30 bzw. 36 Stunden werden die Keimlinge vor der Aufarbeitung nochmals mit kaltem Wasser gespült.

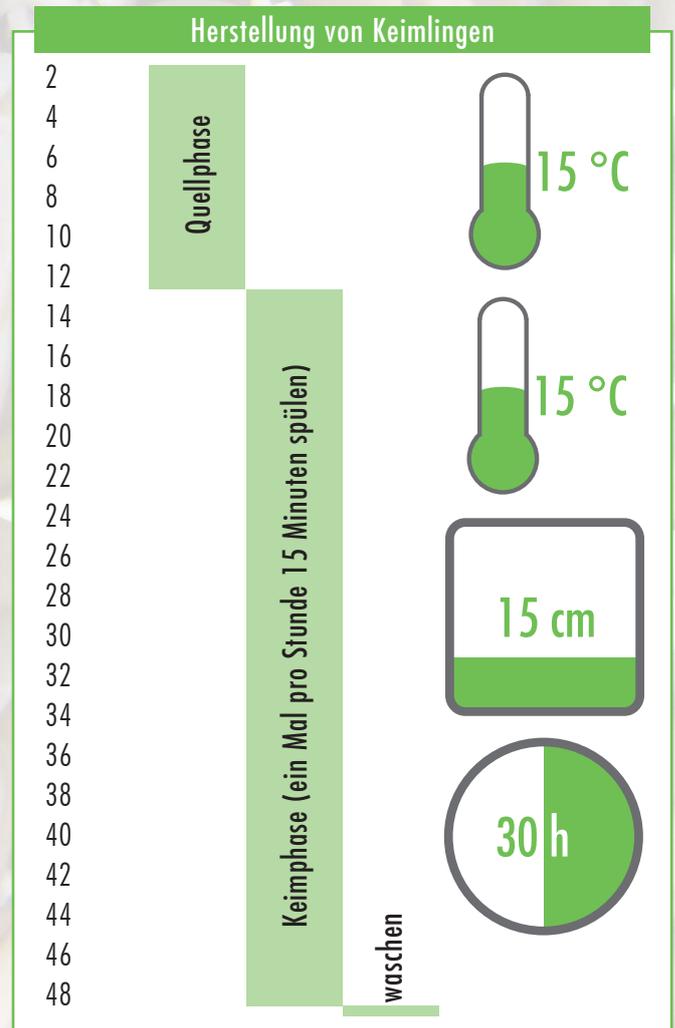




Abbildung 12: Zwölf Stunden eingeweichter Roggen (Märkisches Landbrot)



Abbildung 13: Nach sechs Stunden Keimung (Märkisches Landbrot)



Abbildung 14: Fertige Keimlinge nach 30 Stunden (Märkisches Landbrot)

## Aufarbeitung der Keimlinge für das Verbacken

Die erzeugten Keimlinge sind aufgrund ihres Feuchtigkeitsgehaltes von über 40 Prozent nicht mit der üblichen Getreidetechnik zu zerkleinern.

Zwei mögliche Strategien sind in der Praxis verbreitet:

1. Die Flockierung mittels einer **Flockenquetsche** ist eine Möglichkeit, um Keimlinge effektiv zu zerkleinern bzw. zu quetschen. Hierzu sind handelsübliche Flockenquetschen geeignet. In Abhängigkeit von den physikalischen Eigenschaften des Quellgutes können hierbei jedoch unterschiedlich große Flocken entstehen. Dies ist insofern bedeutend, als die Flockengröße einen direkten Einfluss auf das Gebäckvolumen und die Krumenausbildung hat. Der Zerkleinerungsgrad der Flocken hat einen Einfluss auf das Backergebnis. Je feiner die Flocken aufgearbeitet sind, desto größer ist das Gebäckvolumen von Essener Roggenbrot.

In unserem Versuch wurden in einer modellhaften Drei-Stufen-Einstellung drei verschiedene Feinheitsgrade von gequetschten Keimlingen hergestellt. Das Ergebnis der Backversuche ist untenstehend dokumentiert.

### Ergebnisse aus den Versuchen:

#### Einfluss der Flockendicke auf Gebäckigenschaften

Einstellung/Feinheit	0,5	1	1,5
Brotgewicht in Gramm	730,2	755,2	751,9
Volumen in Milliliter	1360	1285	1255
Spezifisches Volumen	<b>1,86</b>	<b>1,70</b>	<b>1,67</b>

2. Eine weitere Möglichkeit der Zerkleinerung der Flocken besteht im Einsatz eines **Fleischwolfes**. Dieser funktioniert jedoch nur dann, wenn am Antrieb der Förderschnecke eine Bohrung angebracht ist. Über diese Öffnung kann die überflüssige Feuchtigkeit entweichen und die Keimlinge können damit reibungslos – ohne Verstopfung – transportiert und zerkleinert werden. Der Vorteil dieser Technik ist, dass durch die Auswahl der Lochscheibe und des Messers die Keimlingszerkleinerung genauer eingestellt werden kann, wie auch bei der Flockenquetsche. Auch wird von Bäckern berichtet, dass es durch diese Zerkleinerungstechnik bei kleberhaltigem Getreide (zum Beispiel Weizen oder Dinkel) zu einer besseren Kleberbildung in der Teigbereitung kommt und damit zu einer besseren Krumen- und Volumenausbildung.

# Herstellung von Keimlingsbrot

Die Herstellung von Essener Brot stellt besondere Anforderungen an die Teigführung. Durch die Keimung kommt es zu einer deutlichen Vermehrung der Enzymaktivität im Keimgut. Diese Enzymaktivität ist insbesondere für Roggenteige technologisch hoch relevant. Die Teigführungsstrategien bei Broten mit Keimlingen haben Ähnlichkeit mit den Strategien, die beim Einsatz von Auswuchsgetreide Anwendung finden. Das heißt, es müssen Maßnahmen ergriffen werden, den enzymatischen Abbau der Stärke im Teig und während des Backprozesses zu begrenzen, um die Backfähigkeit zu erhalten.

Eckpunkte der Führungsstrategien sind:

- ▶ hoher Versäuerungsanteil,
- ▶ schnelle Säuerung,
- ▶ Einsatz von gröberem Schrot (je nach Produkttyp) und
- ▶ relativ späte Zugabe der Keimlingsflocken.

Für Brote mit typischem Charakter sind die Anteile der zugegebenen Keimlinge jedoch aufgrund ihrer Enzymatik begrenzt. Die Stärke abbauenden Enzyme in den Keimlingen sind voll aktiv. Es empfiehlt sich daher, die Keimlinge möglichst spät und eher grob zerkleinert dem gut gesäuerten Teig hinzuzugeben. Im Wesentlichen hängt all dies jedoch davon ab, welche spezifische Enzymaktivität im Keimgut vorliegt.

Werden die bereits beschriebenen Bedingungen eingehalten, gelingt es, ein Essener Brot ausschließlich aus Keimlingen herzustellen. Weiter ist zu beachten, dass je nach Produkttyp ein Zusammenhang besteht zwischen der Feinheit der Flockierung bzw. Zerkleinerung der Keimlinge und dem Volumen des Brotes. Sind die Keimlinge optimal hergestellt, ist das Volumen des Essener Brotes umso höher, je feiner die Keimlinge zerkleinert bzw. gequetscht wurden.

Typischerweise wird das Essener Brot eher bei niedrigeren Temperaturen, beispielsweise zwischen 160 und 180 Grad Celsius, über eine verlängerte Backzeit gebacken.

Je niedriger die Keimtemperatur, desto fester die Krumenbeschaffenheit und desto weniger klebrig ist die Krume. Aus diesem Grund sind Backergebnisse durch die Temperatur bei der Keimung beeinflussbar und die Krumenfestigkeit bzw. die Krumenklebrigkeit kann gesteuert werden.

Ebenso zeigte sich in unseren Versuchen, dass die Keimtemperatur ein Korrektiv für die Porenverteilung und -ausbildung ist. Je höher die Keimtemperatur, desto mehr Probleme entstehen aufgrund ungleicher Porung.

Bei Broten, die auf Weizen oder Dinkel basieren, besteht ein Zusammenhang zwischen Keimtemperatur und Kleberverfügbarkeit. Das bedeutet, dass sich das mögliche Gebäckvolumen letztendlich umgekehrt zur Höhe der Temperatur während der Keimung verhält.

## Leitsätze zur Definition eines Keimlingsbrotes

Die Leitsätze für Brot und Kleingebäck nach dem Deutschen Lebensmittelbuch sehen keine spezifischen Leitsätze für die Produktbezeichnung Essener Brot vor. Jedoch findet sich in Abschnitt 1.01 Leitsätze für Brot und Kleingebäcke I. 3. eine Formulierung, die auf Keimbrote abhebt:

„Bei Zutaten, die in der Bezeichnung oder Aufmachung von Brot und Kleingebäck zum Ausdruck kommen, werden folgende Mindestmengen verwendet oder eingehalten: Um ein Brot z.B. Weizenkeimbrot zu nennen, müssen mindestens 10 Kilogramm Weizenkeime auf 100 Kilogramm Getreidemahlerzeugnisse verwendet werden.“

Dies ist zunächst die rechtliche Grundlage. Insbesondere bei Essener Brot werden höhere Anteile von Keimlingen – von bis zu 100 Prozent – mit verbacken.

Ab Seite 18 finden Sie Rezepte, nach deren Maßgabe es gelingt, erfolgreich Keimlingsbrote herzustellen.

# Einsatz von Keimlingen zu technologischen Zwecken

Keimlinge sind ein biologisch sehr aktives Material, welches schnellen Umbauprozessen unterliegt. Das heißt, die Keimlinge ändern auch während der Lagerung ihre Eigenschaften.

Insofern ist grundsätzlich anzuraten, die Keimlinge möglichst zeitgenau zu produzieren und frisch zu verwenden.

## Aufbewahrung der frischen Keimlinge

Eine zeitlich stark begrenzte Aufbewahrung der frischen Keimlinge im Kühlraum bei Temperaturen unter fünf bis sechs Grad Celsius ist möglich. Die maximale Lagerdauer sollte ein bis zwei Tage betragen. Bitte beachten Sie, dass die Keimlinge ihre Eigenschaften selbst unter diesen Bedingungen verändern. Getreide ist ein schlechter Wärmeleiter. In Abhängigkeit von der Schichthöhe erfolgt die Senkung der Temperatur im Inneren der Schicht langsam, wodurch Enzyme länger aktiv sein können. Die Einlagerung zur Kühlung sollte in möglichst geringer Schichtdicke (zwei bis drei Zentimeter) erfolgen. Hat das Getreide die gewünschte Temperatur erreicht, kann es in höherer Schicht gelagert werden.

## Haltbarmachen der Keimlinge

### Frostlagerung

Grundsätzlich bietet sich die Frostlagerung für die Aufbewahrung der Keimlinge an. Das heißt, die frischen Keimlinge werden in geeignete Frostbehältnisse verpackt und dann möglichst schnell auf Frostlagertemperatur von minus 20 Grad Celsius gebracht. Auf diese Weise konservierte Keimlinge können einige Wochen aufbewahrt werden. Aber auch hier gilt: „Frischware“ ist immer die beste Wahl. Neben den möglichen Verlusten an Inhaltsstoffen während der Frostlagerung sind auch die zusätzliche Arbeit, der Energieverbrauch und das Vorhalten der Frostlagerkapazitäten zu beachten. Hier gilt dasselbe wie bei der Kühlung. Die Einlagerung zur Frostung sollte in möglichst geringer Schichthöhe (zwei bis drei Zentimeter) erfolgen. Hat das Getreide die gewünschte Temperatur erreicht, kann es in höherer Schicht gelagert werden.

### Trocknen

Beim Trocknen gibt es grundsätzlich zwei mögliche unterschiedliche Ansätze. Beide Vorgehensweisen zielen darauf ab, die Keimlinge durch Trocknen haltbar und lagerfähig zu machen. Der Unterschied liegt jedoch darin, ob Trocknungstemperaturen gewählt werden, die zu einer Deaktivierung der Enzyme führen oder nicht. Es entsteht entweder ein enzymaktives oder ein enzyminaktives „Malz“.

Die Trocknung kann zum Beispiel effektiv in einem Stikkenofen oder auch auf Blechen im Etagenofen vorgenommen werden. Soll ein aktives Malz erzeugt werden, sollte die Trockentemperatur maximal bei 50 Grad Celsius liegen. Ist eine Deaktivierung der Enzyme gewünscht, sollten die Keimlinge etwa bei 90 Grad Celsius getrocknet werden.

Der Wassergehalt des Trockengutes sollte 14 Prozent nicht überschreiten. Das Erreichen dieser „Trockenheit“ kann vom erfahrenen Bäcker hinreichend genau sensorisch festgestellt werden.

Das Trockengut kann anschließend mit gängiger Technik vermahlen werden. Es ist bei üblichen Lagerbedingungen (trocken, dunkel und kühl) einige Monate lagerfähig.

## Einsatz zur Steuerung der Enzymatik und der Frische

Die Keimlinge oder auch das so gewonnene aktive Malz kann zur Steuerung der Enzymatik bei der Teigführung eingesetzt werden. Im Prinzip unterscheidet sich hier das Konzept nicht von dem Einsatz eines aktiven Malzmehls in der Bäckerei.

Ein weiterer Effekt des Einsatzes von Keimlingen bei Backwaren ist die Möglichkeit, mit Keimlingen gebundenes Wasser in den Teig einzubringen – ähnlich wie bei einem Quellstück.

Die Wirkung in Richtung Enzymatik oder Frischhaltung kann bei der Verwendung von Frischkeimen durch den Grad der Zerkleinerung und die Menge der Zugabe der Keime gesteuert werden. Je gröber und später die Keimlinge zugesetzt werden, desto weniger entfalten diese enzymatische Aktivitäten im Teig. Umgekehrt gilt: Je feiner und früher in der Führung Keimlinge zugegeben werden, desto stärker ist die enzymatische Wirkung.

Das zusätzliche, weitgehend gebundene Wasser, das über die Keimlinge in den Teig eingebracht wird, wirkt zusammen mit den Enzymen bei richtigem Einsatz positiv auf Frischhaltung und Krumenstruktur des Brotes.

Neben der Möglichkeit, die Keimlinge frisch und unbehandelt zuzugeben, besteht auch die Option des Einsatzes von vorbehandelten, zum Beispiel enzymatisch deaktivierten, Keimen.

Die Enzymaktivität der Keimlinge kann durch Wärmebehandlung reduziert werden (siehe auch oben).

Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die Keimlinge wie ein Brühstück behandelt werden. Somit werden diese mit heißem Wasser überbrüht. Eine weitere Reduktion der Enzymaktivität ist durch Kochen (Kochstück) zu realisieren. Es ist hierbei jedoch zu beachten, dass mit jeder thermischen Behandlung auch Verluste an wertgebenden Inhaltsstoffen verbunden sind.

Eine andere Methode, die sich bewährt hat und insbesondere für die Vitamine schonender sein dürfte, ist das Schwaden der Keimlinge im Backofen bei 250 Grad Celsius über wenige Minuten. Die unten aufgeführte Tabelle zeigt, welcher deutliche Effekt mit der Schwadenbehandlung in Bezug auf die Enzymaktivität zu erzielen ist.

#### Roggenkeimlinge mit unterschiedlichen Methoden thermisch behandelt

Versuch	Fallzahl in Sek.	Viskositätsmax. in AE
Brühstück	171	689
Ofen 250° C 3 Min. mit Schwaden	171	850
Ofen 250° C 4 Min. ohne Schwaden	127	518
Autoklav	288	932

Bei einer thermischen Behandlung ist sicher mit einer Verminderung der Gehalte an wärmeempfindlichen Vitaminen zu rechnen. Genaue Zahlen hierzu konnten im Projekt nicht ermittelt werden. Diese Vitaminverluste relativieren sich jedoch aufgrund der Tatsache, dass die Erzeugnisse zur Herstellung einer Backware genutzt werden.

#### Einsatz von aktivem Keimlingsmaterial bei Roggenbrot

Die Erfahrung zeigt, dass der Einsatz der Keimlinge (oder des aktiven Keimlingsmehles) zum Beispiel bei sehr enzym schwachen Roggenpartien zur Herstellung von Roggenbrot sehr behutsam erfolgen muss. Es besteht das Risiko einer Überdosierung und damit eines zu schnellen Abbaus der Stärke. Ist es beabsichtigt, die Backfähigkeit sehr enzym schwacher Roggenpartien durch Keimlinge zu verbessern, wird dringend angeraten, die Dosierung und Herrichtung des Keimgutes in Backversuchen genau zu ermitteln.

#### Einsatz von aktivem Keimlingsmaterial bei Weizenbrot (Typ 550)

Der Einsatz von Roggenkeimlingen (oder aktivem Keimlingsmehl) als Zutat bei Weizenbrot kann sehr positive Ergebnisse zeigen. Bei einer Zugabe von bis zu 2,5 Prozent Roggenkeimlingen zu Weizenteigen konnte in unseren Versuchen jeweils eine deutliche Verbesserung des Gebäckvolumens erzielt werden.

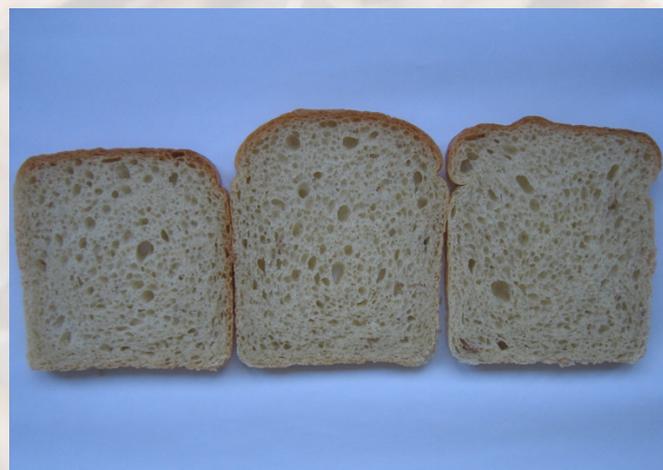


Abbildung 15: Ergebnis Backversuche Weizenbrot Type 550, ohne, mit ein Prozent und mit zwei Prozent Roggenkeimlingen.

Hierbei hatte der Zerkleinerungsgrad der Keimlinge entscheidenden Einfluss auf die Qualität der hergestellten Weizengebäcke, wie aus der folgenden Abbildung zu entnehmen ist. Bei der Herstellung solcher Produkte sollte der Einfluss dringend beachtet werden.

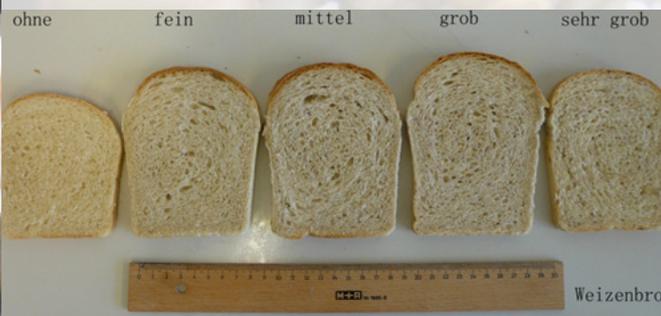


Abbildung 16: Volumenausbeute Weizenbrot Typ 550 2,5 Prozent

Ebenso wurden durch den Zusatz der Keimlinge in den Weizenbrot die Krumenelastizität und die Krumenfestigkeit verbessert. In den Lagerversuchen über 24 und 48 Stunden stellte sich heraus, dass der Zusatz von Keimlingen auf die Haltbarkeit positive Auswirkungen hat. Bei diesen Broten wurden der Gewichtsverlust und die Krumenaushärtung (Krumenfestigkeit) reduziert.

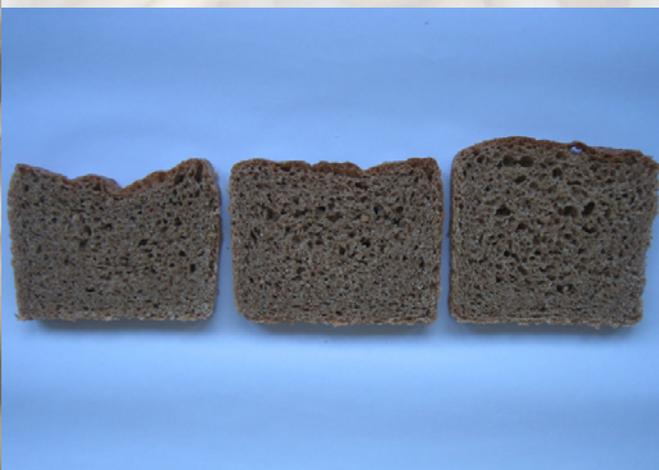


Abbildung 17: Ergebnis Backversuche Weizenvollkornbrot, ohne, mit ein Prozent und mit zwei Prozent Roggenkeimlingen

### Einsatz von aktivem Keimlingsmaterial bei Weizenvollkornbrot

In unseren Versuchen mit Weizenvollkornbrot zeigten sich auch positive Tendenzen bezüglich des Backergebnisses. Die Parameter Volumen, Krumenelastizität am frischen Gebäck und nach der Lagerung sowie Gewichtsverlust konnten durch die Zugabe von Keimlingen verbessert werden.

### Einsatz von aktivem Keimlingsmaterial bei Mischbrot

Bei Roggen-Weizen-Mischbrot ist ein vorsichtiges Vorgehen zu empfehlen. Das Risiko einer Überdosierung und damit eines zu schnellen Abbaus der Stärke besteht. Dies hängt vermutlich mit der Höhe des Roggenanteils zusammen. Ist eine Zugabe von Keimlingen geplant, wird dringend angeraten, die Dosierung und Herrichtung des Keimgutes in Backversuchen genau zu ermitteln.

In unseren Versuchen konnten keine positiven Wirkungen erzielt werden. Die Backergebnisse, die unter Einsatz von Keimlingen hergestellt wurden, waren negativ zu bewerten.

# Rezepte

## Roggenmisch-Fit-Brot

Roggenmischbrot mit frischen Roggenkeimlingen

- ▶ ergibt 19 Brote mit 750 g  
(Mehl-/Schrotmenge 10 kg Getreidemahlerzeugnis)

### Sauerteig (Detmolder Einstufen-Führung)

- ▶ 2.400 g Roggenmehl 1150
- ▶ 1.920 g Wasser
- (Anstellgut 5%: 120 g)
- Gesamt Sauerteig: 4.320 g
- NTA: 180
- TT: 28 Grad Celsius
- TR: 16 Stunden

### Vorteig

- ▶ 1.000 g Weizenmehl 1050
- ▶ 1.000 g Wasser
- ▶ 15 g Hefe
- NTA: 200
- TT: 20 Grad Celsius
- TR: 16 Stunden

### Hauptteig

- ▶ 4.320 g Sauerteig
- ▶ 2.000 g Vorteig
- ▶ 2.300 g Roggenmehl 1150
- ▶ 3.000 g Weizenmehl 1050
- ▶ 2.000 g Roggenkeimlinge 20 Prozent (später zugeben)
- ▶ 200 g Salz
- ▶ 200 g Hefe
- ▶ 2.900 g Wasser
- Gesamtteig: 16.920 g
- Knetzeit: 5 Minuten und 1/2 Minuten Spiral
- NTA: 175
- TT: 28 Grad Celsius
- TR: 15 Minuten
- TE g: 850 in Kapseln
- BT: 240 Grad Celsius fallend
- BZ: 50 Minuten

### Verarbeitungshinweise

Teig im Spiralknetter 5 Minuten langsam, 1/2 Minute schnell kneten. Gequetschte Roggenkeimlinge nach der Hälfte der Knetzeit zugeben. Teigstücke in Roggenflocken wälzen und in Kapsel einlegen. Vor dem Backen stippen.

## Power-Brot

Weizenmischbrot mit frischen Weizenkeimlingen

- ▶ ergibt 20 Brote mit 750 g  
(Mehl-/Schrotmenge 10 kg Getreidemahlerzeugnis)

### Vorteig

- ▶ 3.000 g Weizenmehl 1050
- ▶ 3.000 g Wasser
- ▶ 20 g Hefe
- Gesamt Vorteig: 6.020 g
- NTA: 200
- TT: 20 Grad Celsius, eventuell Kühlschrank
- TR: 16 Stunden

### Hauptteig

- ▶ 6.020 g Vorteig
- ▶ 3.000 g Weizenmehl 550
- ▶ 400 g Roggenmehl 1150
- ▶ 3.800 g Sauerteig (z.B. Detmolder Einstufen-Führung)
- ▶ 2.000 g Weizenkeimlinge 20 Prozent (später zugeben)
- ▶ 200 g Salz
- ▶ 250 g Hefe
- ▶ 2.000 g Wasser
- Gesamtteig: 17.670 g
- Knetzeit: 5 Minuten und 2 Minuten Spiral
- NTA: 168
- TT: 26 Grad Celsius
- TR: 15 Minuten
- TE g: 850
- BT: 240 Grad Celsius fallend
- BZ: 60 Minuten in Kapsel oder 50 Minuten frei gebacken

### Verarbeitungshinweise

Teig nach Teigruhe abwiegen, intensiv wirken und in Sesam wälzen, in Toastbrotformen einlegen und bei voller Gare backen.

Es ist möglich, die Brote frei zu backen – in diesem Fall ist eine etwas knappere Gare anzustreben.

### Powerherzen

- Vom Power-Brot-Teig einen Bruch mit 1.400 g abwiegen.
- Kurz entspannen lassen und rundkneifen.
- Zwei Stückchen tropfenförmig langstoßen, zusammensetzen und in Sesam tauchen.

## Vitalkornbrot

Weizenmischbrot mit frischen Weizenkeimlingen

### Sauerteig

- ▶ 175 g Anstellgut (z.B. Böcker Anstellgut)
- ▶ 1.750 g Roggenvollkornmehl
- ▶ 1.750 g Wasser (30 bis 32 Grad Celsius)
- Stehzeit 18 bis 20 Stunden bei 26 bis 27 Grad Celsius  
alternativ: betriebseigener Sauerteig

### Quellstück

- ▶ 800 g Lupinenschrot
- ▶ 500 g Sonnenblumenkerne
- ▶ 250 g Leinsamen
- ▶ 300 g Sesam
- ▶ 1.850 g Wasser
- Gesamtmenge: 3.700 g
- Stehzeit 2 bis 3 Stunden, am besten über Nacht

### Hauptteig

- ▶ 3.500 g Sauerteig (ohne Anstellgut)
- ▶ 3.700 g Quellstück
- ▶ 5.000 g Weizenvollkornmehl
- ▶ 2.300 g Roggenvollkornmehl
- ▶ 2.500 g Weizenkeimlinge
- ▶ 250 g Meersalz
- ▶ 125 g Hefe
- ▶ 65 g Röstmalz
- ▶ 3.750 g Wasser
- Gesamtteig: 21.190 g
- Knetzeit: Spiralknetter: 8/2; Hubknetter: 15/3
- TT: 26 Grad Celsius
- TR: 30 Minuten
- NTA: 180
- BT: 250 Grad Celsius fallend auf 220 Grad Celsius
- BZ: 60 Minuten

### Verarbeitungshinweise

850 g abwiegen, rundwirken, in Saatenmischung wälzen und in Verbände legen.

Bei voller Gare mit Schwaden schieben.

### Quelle Rezepte:

Roggenmisch-Fit-Brot, Power-Brot, Powerherzen:

- ▶ Mühlhäuser, Helmut: Getreidekeimlinge für Brot und Backwaren. Getreide Mehl und Brot 57 (2003) 1, S. 28-39

Vitalkornbrot:

- ▶ Hofmann, Paul: Der Biobäcker – Das Praxis-Handbuch fürs professionelle Backen mit ökologischen Rohstoffen. Infos, Tips, Rezepte. Bioland Markt GmbH Bayern Verlag, 1999, Kapitel 4, Seite 37. Bioland e.V.

# Anhang

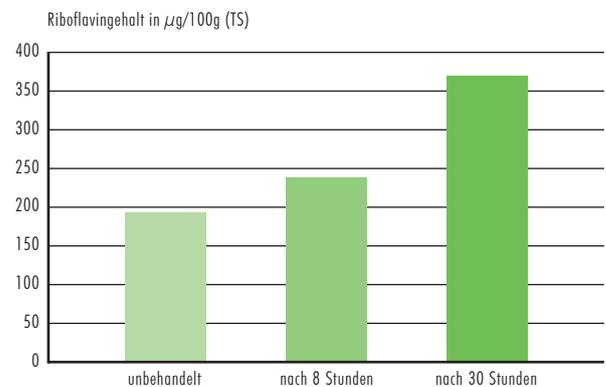
## Literatur

- ▶ Dohmen, B.: Ernährungsphysiologischer Wert von Keimlingen. Ernährungs-Umschau 34 (1987) 7, B29-B32
- ▶ Harmuth-Hoene, A. und Bognar, A.: Nährwert und mikrobielle Belastung von Keimlingen aus Mungbohnen und Weizen. Ernährungs-Umschau 35 (1988) 10, S. 358-362
- ▶ Heyes, K.-U. (Hrsg.): Handbuch der Brauereipraxis. 3. verbesserte und erweiterte Auflage. Nürnberg: Getränke-Verlag Hans Carl (1995)
- ▶ Hofmann, P.: Der Biobäcker – Das Praxis-Handbuch fürs professionelle Backen mit ökologischen Rohstoffen. Infos, Tips, Rezepte. Bioland Markt GmbH Bayern Verlag, 1999, Kapitel 4, Seite 37. Bioland e.V.
- ▶ Jahn-Deesbach, W. und Schipper, A.: Proteinqualität von Keimgetreide. Getreide Mehl und Brot 1 (1991) 45, S. 3-5
- ▶ Merx, H. u.a.: Einfluss von Keimungsparametern auf den Vitamingehalt und die mikrobiologische Qualität von Sprießkorn (Roggen und Weizen). 2. Mitt.. Einfluss der Keimgutfeuchte und der Keimtemperatur. Getreide Mehl und Brot (1994) 48, S. 22-27
- ▶ Mühlhäuser, H.: Getreidekeimlinge für Brot und Backwaren. Getreide Mehl und Brot 57 (2003) 1, S. 28-39
- ▶ Schild, E. (1990): Der junge Bäcker - Band 2, 13. überarbeitete Auflage. Gießen: Druckerei Parzeller
- ▶ Schieberle, P. u.a.: Optimierung des Nähr- und Genusswertes von Brot durch Zusatz von gekeimtem Weizen unter Berücksichtigung der Teig und Backqualität. Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. AiF 14360 N (2007)
- ▶ Wagner, S. und Kuhn, M.: Änderungen in der Zusammensetzung von keimendem Getreide und Amaranth; Studien zum Abbau von fällbarem Phytat in Weizenmehlteigen. Getreide Mehl und Brot 4 (1994) 48, S. 6-10
- ▶ Zwingelberg, H. (2003): Vermahlung von Roggen. In: Freund, W. et al. (Hrsg.): Handbuch Backwaren – Technologie. Hamburg: Behr's Verlag

## Wertgebende Inhaltsstoffe

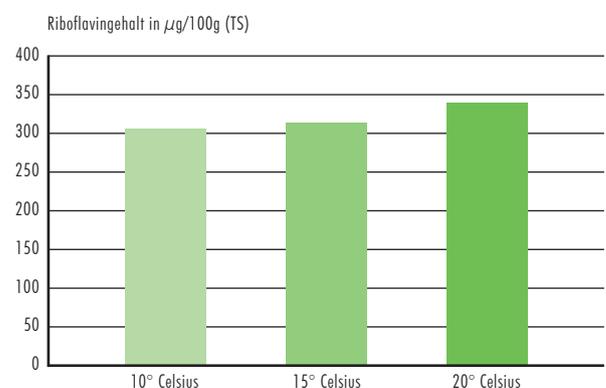
Exemplarisch kann am Beispiel von Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin) der Zusammenhang zwischen Keimzeit und Vitamingehalt gut verdeutlicht werden. Bei unseren Versuchen mit Roggen ergab sich bei den im Leitfaden mehrfach angegebenen Standardbedingungen folgende Vitaminentwicklung. In der ersten Grafik ist zu sehen, wie über die Keimzeit der Gehalt an Riboflavin zunimmt. In unserem Versuch hatte sich dieser verdoppelt.

### Riboflavingehalt in Abhängigkeit von der Keimzeit bei Roggen



In der zweiten Grafik wird deutlich, dass die Zunahme des Vitamins B<sub>2</sub> nur unwesentlich durch die Keimtemperatur beeinflusst wird. Das heißt, dass auch bei niedrigen Temperaturen der B<sub>2</sub>-Gehalt erheblich zunimmt.

### Riboflavingehalt in Abhängigkeit von der Keimtemperatur bei Roggen



Dies ist insofern bedeutend, als die Enzymaktivität der Keimlinge und die mikrobielle Belastung im Wesentlichen von den Keimtemperaturen abhängen. Um diese zu kontrollieren, sollten die Keimtemperaturen möglichst unter 15 Grad Celsius liegen. Dies bedeutet, dass bei Keimtemperaturen unter 15 Grad Celsius die Enzymaktivität und die Mikrobiologie in einem akzeptablen Rahmen gehalten werden können, während der Gehalt an Vitamin B<sub>2</sub> nur geringfügig weniger ansteigt als bei Keimtemperaturen über 20 Grad Celsius.

Die Gehalte an Vitamin B<sub>1</sub> konnten deutlich verbessert werden. Am Beispiel Dinkel ist in der untenstehenden Tabelle die Zunahme an B<sub>1</sub> und für Dinkel und Roggen die Zunahme an Vitamin B<sub>2</sub> bei den von uns angegebenen Standardbedingungen aufgezeigt. Die Steigerung des Gehaltes an Vitamin B<sub>2</sub> ist bei Roggen deutlich ausgeprägter als bei Dinkel. Diese Ergebnisse stimmen mit anderen Untersuchungen überein. Für Dinkel gilt, dass die erhöhten Werte im Keimgut auch in der Backware vorzufinden sind.

#### Vitaminzunahme bei Standardbedingungen

	B <sub>1</sub> Thiamin mg/100g TS	B <sub>2</sub> Riboflavin mg/100g TS
Roggenkorn		0,15
Roggenkeimling		0,30
Dinkelkorn	0,28	0,10
Dinkelkeimling	0,41	0,13
Dinkelbrot	0,36	0,12

Diese Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen überein.

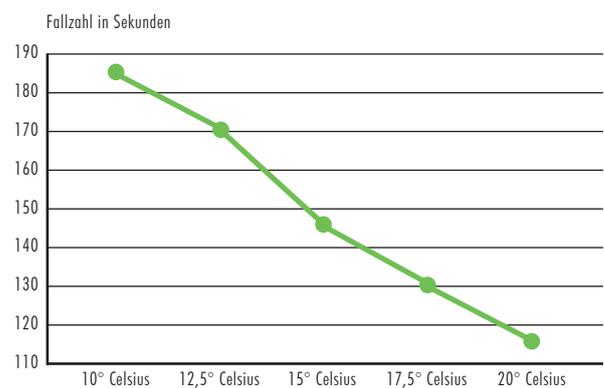
In Bezug auf Lysin konnten keine relevanten Veränderungen in den Gehalten bei den von uns angegebenen Standardbedingungen nachgewiesen werden. Der Literatur ist zu entnehmen, dass mit einem Anstieg der freien Aminosäuren (einschließlich Lysin) erst nach einer Keimdauer von 72 Stunden zu rechnen ist.

#### Enzymaktivität

Für die backtechnische Verwertbarkeit der Keimlinge ist insbesondere bei Roggen die Aktivität der Amylasen der entscheidende Faktor. Gerade bei Roggen besteht die Gefahr, dass die Amylasen die Stärke abbauen, bevor es zu einer Verkleisterung kommt. Praktisch ist der Einsatz von Keimlingen mit der Verwendung von Auswuchstreide gleichzusetzen.

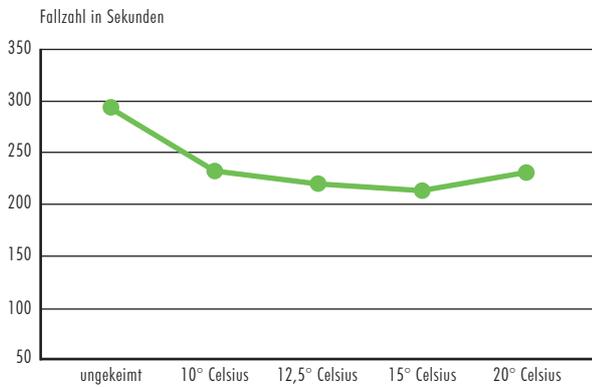
Die Entwicklung der Enzymaktivität während des Keimens hängt wesentlich von der Keimtemperatur ab. In unseren Versuchen konnte gezeigt werden, dass bei Keimtemperaturen unter 15 Grad Celsius ein zu starkes Absinken der Fallzahlen (Anstieg der Enzymaktivität) vermieden werden konnte.

#### Einfluss der Keimtemperatur auf die Fallzahl



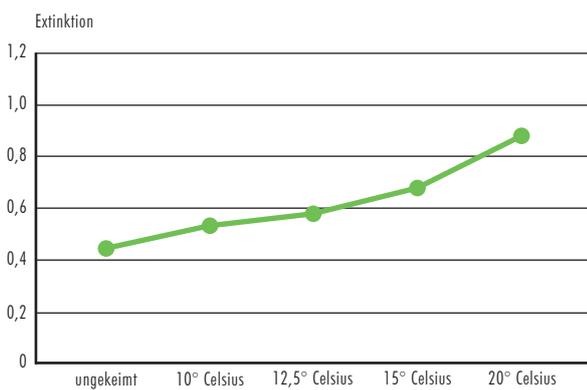
Bei Dinkel und Weizengebäcken spielt die Frage der Stärke abbauenden Enzyme keine so dominierende Rolle wie beim Roggen. Jedoch haben auch hier die Aktivitäten der Amylasen Auswirkungen auf die Gebäcke. Unsere Untersuchungen an Dinkel zeigen, dass die zu erwartende Minderung der Fallzahl erheblich geringer ist als bei Roggen.

### Fallzahl in Abhängigkeit von der Keimtemperatur bei Dinkel



Bei Dinkelkeimlingen ist es relevant, die Veränderungen am Kleber zu beobachten. Wesentlichen Einfluss auf die Kleberstruktur haben Eiweiß abbauende Enzyme (Proteasen). Die unten angeführte Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen Eiweißlöslichkeit als indirektes Maß für die Proteasenaktivität und Keimtemperatur. Auch hier wird deutlich, dass bei Keimtemperaturen von über 15 Grad Celsius die Eiweißlöslichkeit deutlich zunimmt.

### Eiweißlöslichkeit (Extinktion) in Abhängigkeit von der Keimtemperatur bei Dinkelkeimlingen





# Impressum

## Herausgeber:

FiBL Deutschland e.V.

Forschungsinstitut für biologischen Landbau

Postfach 90 01 63, 60441 Frankfurt am Main

E-Mail: [info.deutschland@fibl.org](mailto:info.deutschland@fibl.org)

[www.fibl.org](http://www.fibl.org)

Initiiert durch das Bundesministerium für Ernährung,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des  
Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Weitere Informationen unter [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)

## Autoren:

Alexander Beck, Karl Georg Busch, Erik Damm,  
Christoph Deinert, Renate Dylla, Antonia Gruhn

Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit der Beuth Hoch-  
schule für Technik Berlin und der Firma Märkisches Landbrot  
GmbH Berlin durchgeführt.

## Bezug:

<http://shop.fibl.org> (Bestellnummer 1544)

[www.oekolandbau.de/service/informationmaterialien/](http://www.oekolandbau.de/service/informationmaterialien/)

© 1. Auflage FiBL Deutschland e.V., 2010

