## Wie hilft Mutter Natur beim Abbau von Stärke zu Zucker?

tärke ist in der Pflanzenwelt ein weit verbreitetes, organisches Produkt und z. B. in Gerste mit ca. 60 % vorhanden. Sie ist ein Vielfachzucker mit dem Grundbaustein Glucose. Stärke enthält etwa zu 20-30 % Amylose und zu 70-80 % Amylopektin. Amylose besteht aus hunderten bis tausenden (ca. 200-5.000) miteinander verknüpften Glucose-Einheiten, liegt in langen Ketten vor und bildet eine spiralförmige Struktur. Amylopektin hingegen besteht aus großen, stark verzweigten Zuckermolekülen, bei dem etwa jeder 25. Zucker eine abzweigende Zuckerseitenkette trägt.

Im Mehlkörper des Gerstenkorns liegt die Stärke in Form von großen und kleinen Körnern (= Stärke-Granula) vor, eingebettet in einer Matrix aus Eiweiß. Diese Granula sind von einer Schutzhülle aus Cellulose umgeben. Gleich zu Beginn der Keimung löst

gersteneigene Enzym Cytase diese Cellulosehülle auf. Dank dieses Zustands verliert das gekeimte Gerstenkorn seine Härte – es wird mehlig und leicht zerreibbar.

Dr. Heinz Weinberger

Enzyme sind Proteine oder Eiweiße – biologische Katalysatoren also, die biochemische Vorgänge beschleunigen, ohne sich jedoch selbst zu verändern. Sie wirken wie biologische Scheren und gehen dabei äußerst zielgerichtet vor. Allen Enzymen gemein ist die Endung "-ase".

Einige Enzyme liegen in geringen Mengen bereits in der ungemälzten Gerste vor. Der Großteil wird jedoch während der Keimung gebildet, aktiviert und vermehrt. Nachdem die Cytase die Stärkekörner freigelegt hat, können stärkeabbauende Enzyme (= Amylasen) und eiweißabbauende Enzyme (= Proteasen) mit ihrer Arbeit beginnen. Die Amylasen kommen an die Stärke aber nur dann heran, wenn die Eiweiß-Matrix von den Proteasen bereits abgebaut ist. Je eiweißreicher demnach eine Gerste ist, umso schwerer können die Amylasen ihrer Tätigkeit nachkommen. Daher sollte der Eiweißgehalt der eingesetzten Gerste möglichst niedrig sein.

Beim Maischen werden die bereits in der Gerste vorhandenen bzw. beim Mälzen entstandenen löslichen Verbindungen in heißem Wasser gelöst. Unlösliche Stoffe wie Eiweiße und Stärke werden von den jeweiligen Enzymen aufgespalten und damit in eine wasserlösliche Form gebracht. Die Aufspaltung der Eiweiße in kleinere Proteine und ihre Einzelbausteine, die Aminosäuren, sowie der Abbau von Stärke zu vergärbaren Zuckern wird im Maischeprozess vorangetrieben und (nahezu) vollendet.

GRAFIK: FOTOLIA – KATE\_SUN

Von allen Getreidearten enthält nur gemälzte Gerste die entscheidenden, stärkeabbauenden Enzyme und ist somit unerlässlicher Bestandteil in jeder Getreidemaische - mit einem Mindestanteil von 10-15 %.

Für den Abbau von Stärke (= Amylose und Amylopektin) sind 4 Enzyme maßgeblich:

**Alpha**(α)**-Amylase**: Attackiert die Glucose-Ketten an beliebigen Positionen in der Amylose und an nicht verzweigten Positionen im Amylopektin und schneidet diese in kleinere Zuckerketten.

Beta(β)-Amylase: Zweigt jeweils genau zwei Glucose-Einheiten (= Maltose) vom Kettenende der Amylose und des Amylopektins her ab. Beim Amylopektin nur bis zur ersten Verzweigung.

Limit-Dextrinase: Greift nur das Amylopektin spezifisch an den Verzweigungspunkten an und liefert ebenfalls kleinere Zuckerketten. Amylose bleibt un-

Alpha(α)-Glucosidase: Schneidet einzelne Glucose-Bausteine vom Kettenende der Amylose und des Amylopektins her ab.

Die gebildeten kleineren Zuckerketten können von den Enzymen in gleicher Weise weiter abgebaut werden. Die Enzyme entfalten ihre Wirkung jedoch nur bei Einhaltung von für sie günstigen Bedingungen (Temperatur, Einwirkzeit) erfolgreich. Ihr Temperaturoptimum liegt zwischen 63°C und 65°C; die Einwirkzeit bei 30-60 Minuten. Diese Temperatur entspricht der des 1. Maischwassers. Höhere Temperaturen beim 2., 3. und z.T. auch 4. Maischwasser bewirken eine Verkleisterung bzw. Verflüssigung von noch nicht abgebauter Stärke. Einige wenige Enzyme überleben die hohen Temperaturen und können diese angelöste Stärke weiter zu gärfähigen Zucker umwandeln.

Am Ende des Maischens entstehen aus der Stärke unter günstigsten Bedingungen mit bis zu 80 % die für die Hefe verwertbaren Zucker Glucose, Maltose und Maltotriose (enthält drei Glucose-Einheiten). Den Rest bilden kleinere Zuckerketten, die von der Hefe nicht zu Alkohol umgesetzt werden können.

