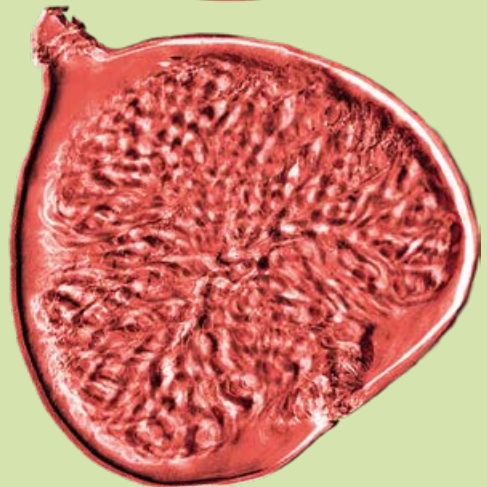
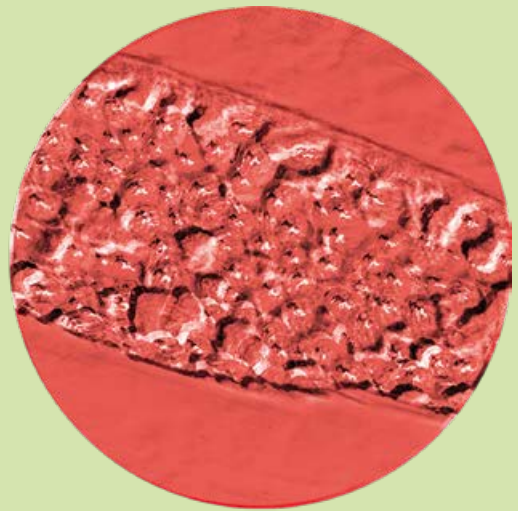


Enzyme

Coolle Fakten



Lutz Popper



Vorwort

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

Enzyme sind eine wichtige Erfolgszutat der Stern-Wywiol Gruppe. Als Biokatalysatoren bewirken, beschleunigen und steuern diese aktiven Proteine Reaktionen im Organismus und in vielen Bereichen des Alltags. Sie sind ein Wunder der Natur, Alleskönner, ohne die das Leben auf der Erde nicht möglich wäre.

Dr. Lutz Popper, Enzymfan und wissenschaftlicher Direktor der Stern-Wywiol Gruppe, beschreibt anschaulich und packend die Vielseitigkeit der Enzyme anhand von 72 Geschichten über ihr stilles und doch entscheidendes Wirken in gewöhnlichen Umständen ebenso wie in kuriosen oder gar futuristischen Situationen. Es gelingt ihm, das Potenzial der Enzyme sehr interessant aufzuzeigen, auch wenn nur ein Bruchteil ihrer Möglichkeiten Erwähnung finden kann.

Enzyme spielten eine wichtige Rolle in der Entwicklung des Unternehmens und sind heute ein wesentlicher Eckpfeiler unseres Versprechens „We future food!“. Wir verstehen Enzyme als Werkzeuge, um unsere Produkte und Geschäfte zu „schärfen“. Das Motto des „Anschärfens mit Enzymen“ sowie die Liebe und Begeisterung zu Enzymen verdanken wir unserer „Enzymeminenz“ Dr. Helmut Uhlig, dem wir dieses Buch posthum widmen.

Lassen auch Sie sich anregen!

Matthias Moser

Liebe Leser & Neugierige,

Thema und Gegenstand des Buches sind die Beschreibungen ausgewählter Enzyme. Der Autor berichtet darüber, welche Erkenntnisse über ihre Wirksamkeit allgemein gewonnen werden konnten und auch über die, die er selbst durch Forschung erlangt hat. Dabei geht es teilweise um bahnbrechende Erkenntnisse aus der Vergangenheit sowie auch um Aufschlüsse aus der Jetztzeit. Es werden Forschungsergebnisse aufgeführt und beleuchtet, die aufzeigen, wie wichtig und bedeutend Enzyme für uns alle sind.

Dabei geht es auch um Problemlösungen, die in die Zukunft gerichtet sind, und somit einen Einblick geben, dass über die Wirksamkeit von Enzymen und deren Einsatz zum Wohle von Mensch und Tier noch lange nicht alles erforscht ist. Dass darin sogar Einsatzmöglichkeiten gegen Krebs (# 62) vervollkommen werden könnten.

Der Schreibstil ist populärwissenschaftlich und macht es dem Leser leicht, sich in die chemischen bzw. biologischen Prozesse einzufinden. Dabei kommt es stellenweise zu einer kritischen Auseinandersetzung mit den heutigen Verbrauchercommentaren (z. B. das Klebfleisch als konsequente Form, Schlacht-tiere vollständig zu verwerten).

Was besonders hervorzuheben ist, sind die neugierig machenden Titel-Überschriften, die den (sicherlich manchmal verdutzten) Leser animieren, in die Kapitel einzusteigen. Sie werden in den folgenden Artikeln argumentativ gut aufgelöst.

Viel Freude & Coolness beim Lesen

Marianne Rathmann, Lektorin

72 Enzym Stories

Enzyme

Coole Fakten

Autor Dr. Lutz Popper, Hamburg

Lektorat Marianne Rathmann, Hamburg

Layout & Design sachdesign, Hamburg

Produktion AlsterWerk MedienService, Hamburg

Fotos & Illustrationen Lutz Popper, Stern-Wywiol-Gruppe

Verlag

Robert Wenzel

An der Alster 81, 20099 Hamburg

www.robert-wenzel.de

Druck

AlsterWerk MedienService GmbH

www.alsterwerk.com

1. Auflage 2022

© Copyright 2021 by Robert Wenzel

ISBN 978-3-9820751-7-4

Alle Rechte vorbehalten, einschließlich der Vervielfältigung von Auszügen. Der Autor und der Herausgeber haben das Werk mit aller Sorgfalt zusammengestellt. Für eventuelle Fehler im Inhalt oder Druck werden jedoch keine Haftung übernommen.

Gut zu wissen

- 01 Fermentum und Enzymio
- 02 Nicht unendlich viele, doch viele unentdeckt
- 03 Ein Gramm für eine Tonne
- 04 Gründe für die Verwendung von Enzymen
- 05 Enzyme machen's den Substraten bequem
- 06 Enzyme sind umweltfreundlich
- 07 Gamma-Amylase
- 08 Kooperierende Enzyme
- 09 Mehr als ein Dutzend amylolytische Enzyme!
- 10 Lässt sich die Enzymwirkung verbessern?
- 11 Wann werden Enzyme thermisch inaktiviert?
- 12 Enzyme sind Verarbeitungshilfsstoffe
- 13 Tierische Stärke
- 14 Extrem schnelle Katalysatoren
- 15 Puroindoline – Freunde oder Feinde der Enzyme?

Überall zu finden

- 16 Gibt es künstliche Enzyme?
- 17 Kann man mit den Fingernägeln Enzyme herstellen?
- 18 Malz enthält Amylase und Protease
- 19 Des Speichels feine Werkzeuge
- 20 Aus Tieren gewonnene Enzyme in Lebensmitteln?
- 21 Fleißige Enzymfabrikanten
- 22 Enzyme sind Künstler
- 23 Enzyme in Schlangengift
- 24 Enzyme machen Pilze erfolgreich
- 25 Ein Enzym-Cocktail im Mund

Vielseitige Anwendungen

- 26 Ist Backen ohne Enzyme möglich?
- 27 Können Lebensmittel durch Enzyme haltbar gemacht werden?
- 28 Sogar für Ihre Schuhe werden Enzyme benötigt
- 29 Hilfs-Stoffe Enzyme
- 30 Keine Papiertiger
- 31 Enzyme machen Mayo sicherer
- 32 Warum ist Zucker so weiß?
- 33 Laktosefreie Milchprodukte – nicht ohne Enzymhilfe
- 34 Enzyme verbessern Geschmack und Verträglichkeit von Proteinen
- 35 Enzyme machen Waffeln knusprig
- 36 Rollen, nicht brechen!
- 37 Gesünderer Kaffee mit Enzymen?
- 38 Wie man Süßkartoffeln süßer macht
- 39 Glue it yourself!
- 40 Auch Enzyme lieben Kakao
- 41 Wo geh'n all die Federn hin?

Förderlich fürs Wohlbefinden

- 42 Lipase gegen Fettpolster?
- 43 Kein Weihnachten ohne Enzyme!
- 44 Allergien durch Lebensmittelenzyme?
- 45 Wie viel Enzymprotein nehmen wir über unser Brot zu uns?
- 46 Enzyme verbessern Verdaulichkeit von Weizen
- 47 Gefährliche Enzyme
- 48 Enzyme machen gesellschaftsfähig
- 49 Enzyme für den Ramadan
- 50 Enzyme sind der Schlüssel zu Haarfarbe und Ergrauen
- 51 Enzyme gegen Bauchschmerzen
- 52 Vegane Enzyme

Wer hätte das gedacht?

- 53 Die Wiederauferstehung der Enzyme
- 54 Enzyme und der Geruch von Eisen
- 55 Woran erkennt man eine Piña Colada aus frischem Ananassaft?
- 56 Das Knoblauchgeruchsenzym
- 57 Das häufigste Protein der Erde ist ein Enzym!
- 58 Politischer Pilz
- 59 Mückencocktail
- 60 Sommersprossen für Bananen, Krücken für Teig
- 61 Phytase – gut für Vieh und Mensch?
- 62 Warum stinkt Durian?
- 63 Kleine Krabbler mit großer Wirkung
- 64 Beeinflusst das Klima Enzyme?

Werkzeuge für die Zukunft

- 65 Zum Mond mit Enzymen
- 66 Enzym verdaut Kunststoff
- 67 Enzyme lösen unsere Energie- und Kohlendioxidprobleme
- 68 Fahren mit Algenkraftstoff
- 69 Bakteriell Enzym in Algen verdaut PET
- 70 Enzyme statt Edelmetalle – in Brennstoffzellen
- 71 Bessere Bekömmlichkeit von Kaffee
- 72 Böseartig oder köstlich?

[Verzeichnis der Enzyme](#)

[Abbildungsnachweis](#)

[Weitere Quellen](#)

Enzyme machen's den Substraten bequem

Wussten Sie, dass Enzyme wie Ohrensessel am Kamin sind?

Huch? Nun, das ist natürlich eher eine Allegorie. Wie bereits erwähnt, bestehen die Enzyme aus langen Ketten von Aminosäuren, die auf eine bestimmte Art und Weise gefaltet sind. Durch die Faltung entstehen dreidimensionale Strukturen, z. B. Gruben, Tunnel, Täler usw.

Der eigentliche Ort der katalytischen Wirkung ist ziemlich klein. Es handelt sich um das so genannte aktive Zentrum, das durch bestimmte Aminosäuren gekennzeichnet ist, die wie die Armlehnen eines Lehnssessels wirken. Das Substratmolekül, zum Beispiel die Kette eines Stärkemoleküls (wie Amylose), bindet sich an dieses aktive Zentrum, weil es in die spezifische Struktur des Enzyms passt, so wie wir in den Stuhl passen, aber nicht ein Reh oder ein Elefant.

Und dann entspannt es sich – quasi, weil die Bindungskräfte zwischen den Bestandteilen des Moleküls (bei Amylose ist es Glukose) durch die Wechselwirkung mit dem Enzym herabgesetzt werden. Nun fällt das Substrat durch das permanente Schütteln aller kleinen Teilchen auseinander, Brownsche Molekularbewegung genannt. Eine schöne Animation zu ihr findet man auf en.wikipedia.org/wiki/Brownian_motion.

Ich bin froh, dass wir keine kleinen Teilchen sind.



Enzyme sind wie Lehnssessel



Hat viel:
Soft Red Winter

Hat etwas:
Hard Red Winter

Hat nichts:
Durum

Puroindoline – Freunde oder Feinde der Enzyme?

Die Weizen-Puroindoline (PINs) sind Nicht-Kleber Proteine mit einer zugänglichen Lipidbindungsstelle. Sie sind einzigartig unter den Pflanzenproteinen, da sie einen hohen Gehalt an Tryptophan (einer Aminosäure) aufweisen, was ihnen hydrophobe Eigenschaften verleiht.

Das Vorkommen der Puroindoline PinA und PinB, die zusammen auch als Friabilin bezeichnet werden, auf mit Wasser gewaschenen Stärkekörnern unterscheidet Hart- und Weichweizen, da sie in Hartweizen in geringeren Mengen vorkommen als in Weichweizen und in Durum ganz fehlen.

PINs sind oberflächenaktive Proteine, die spontan an Luft-Wasser-Grenzflächen absorbieren und sehr stabile Schäume bilden. Die Stabilität von PIN-Schäumen ist etwa zehnmal höher als die Stabilität von Schäumen aus Eiklarprotein.

PINs werden eine Reihe positiver Auswirkungen auf die Verarbeitungseigenschaften von Lebensmitteln zugeschrieben:

- Verbesserte Hydratation von Mehl und damit bessere Teigentwicklung
- Stabilisierung der Gaszellen in Teigen
- Verbesserte Teigrheologie
- Feinere Textur
- Manchmal größeres Gebäckvolumen (insbesondere bei schwächeren Mehlen)
- Höhere Gärtoleranz von Vorteigen und Teigen
- Bessere Gefrier-/Tau-Beständigkeit der Teige
- Bessere Struktur von Keksen (auch geringere Rissbildung)
- Bessere Schaumstabilität von Bieren
- Bessere Quellung von Getreiderohstoffen bei der Stärkeherstellung
- Höhere Stärkeausbeute (z. B. bei der Reisstärkeproduktion)

Viele dieser Funktionen können auch durch Enzyme erfüllt werden: Könnten PINs Enzyme also ersetzen? Bislang sind sie allerdings nicht in großen Mengen verfügbar, da sie nicht wie Enzyme durch Fermentation hergestellt werden.

Oder ist es wahrscheinlicher, dass sie miteinander kooperieren?

Es hat sich gezeigt, dass die Adsorption von Puroindolinen an Wasser-Lipid-Grenzflächen Enzyme, insbesondere Lipasen und Lipoxygenasen, aktiviert, was zu verbesserten Teig- und Backwareneigenschaften führt. Die verbesserte Quellung der Stärkekörner kann auch die Zugänglichkeit für Amylase verbessern.

Derzeit gehen wir daher davon aus, dass Puroindoline und Enzyme eher Kompagnons als Konkurrenten sind, aber es sind noch weitere Forschungen erforderlich.

Sogar für Ihre Schuhe werden Enzyme benötigt

Es sei denn, Sie tragen nur Turnschuhe ...

Wenn Ihre Schuhe jedoch etwas Leder enthalten, waren mehrere Enzyme an ihrer Herstellung beteiligt.

Die Herstellung von Leder umfasst mehrere Schritte, beginnend mit der Trocknung und Konservierung der rohen Häute, z. B. durch Salz. Dieser Schritt wird als Pökeln bezeichnet.

Danach folgt das Einweichen, bei dem die Häute rehydriert und gewaschen werden, um Schmutz zu entfernen. Tenside und Enzyme verbessern diesen Schritt.

Die anschließende Enthaarung oder das Entwalken wurden traditionell unter extrem alkalischen Bedingungen durchgeführt. Die Einführung von Enzymen (Proteasen, Keratinasen) und die Verarbeitung bei mäßig alkalischem pH-Wert haben die Qualität des Leders verbessert und gleichzeitig die Wasserverschmutzung und den Energieverbrauch erheblich reduziert.

Der anschließende Beizschritt, eine Voraussetzung für ein geschmeidiges Leder, war besonders unappetitlich, da er die Verwendung von Tierfäkalien (mit Verdauungsenzymen) erforderte. Heute werden stattdessen industriell hergestellte Enzyme verwendet, insbesondere Proteasen.

Der letzte Schritt ist die Gerbung (Färbung) des Rohleders. Es werden keine Enzyme benötigt, es sei denn, es werden mit Hilfe von Enzymen extrahierte Pflanzenfarbstoffe verwendet.



Elegant durch Enzyme: Leder.

Gefährliche Enzyme

Selbstverständlich gibt es auch für Menschen gefährliche Enzyme unter den geschätzten 25.000 Enzymspezifitäten. Kaum jemand weiß allerdings, dass zum Beispiel das Gift aus dem Konservenverderbniserreger *Clostridium botulinum*, durch den jedes Jahr weltweit viele hundert Menschen erkranken und einige auch sterben, eine Protease ist. Sie ähnelt im Übrigen dem Toxin aus *Clostridium tetani*, einem Bakterium, das für die auch heute noch oft tödlichen Fälle von Wundinfektionen (Wundstarrkrampf) verantwortlich ist.

Das Botulinum-Toxin lähmt die Atemmuskeln und kann somit zum Tode führen. Allerdings ist die Wirkung bei rechtzeitigem Erkennen und Behandlung vollständig reversibel.

Dennoch ziehen weit mehr Menschen Nutzen aus dem „gefährlichen“ Enzym als Schaden erleiden. Eine wichtige Anwendung des Toxins in der Medizin ist die Leidenslinderung durch Muskelentspannung bei krampfartigen Krankheiten sowie in der Kosmetik die Verringerung von Falten durch die Entspannung von kleinen unter der Haut liegenden Muskeln.

Eine beliebte Frage für Studierende der Lebensmitteltechnologie lautet, ob man eine mit *Clostridium botulinum* kontaminierte Konserve noch essen könne. Die richtige Antwort ist: „Ja, wenn man sie ausreichend lange erhitzt.“ Das Bakterium bzw. seine Sporen sind zwar hitzestabil und überstehen deshalb eine unzureichende Hitzebehandlung. Das eigentliche Toxin hingegen ist wie fast alle Enzyme ein hitzeempfindliches Protein.



Gibt es gefährliche Enzyme?

Werkzeuge für die Zukunft

Enzyme lassen hoffen



Ein Enzym produziert
Raketentreibstoff

Zum Mond mit Enzymen

Hydrazin ist das stärkste Reduktionsmittel auf der Erde und daher ein perfekter Partner bei oxidierenden Reaktionen, z. B. für Sauerstoff. Einige Bakterien, die ohne Sauerstoff leben und als „Anammox“ (anaerob ammoniumoxidierend) bezeichnet werden, verwenden diese Substanz in ihrem Stoffwechsel. Er wird durch das Enzym Hydrazinsynthase hergestellt.

Trotz seiner hohen Kapazität zur Speicherung von Wasserstoff als potenzieller alternativer Kraftstoff für Fahrzeuge wird Hydrazin nur für Weltraummissionen oder militärische Zwecke verwendet, da es hochgiftig ist.

Die Mikroorganismen verarbeiten das giftige Hydrazin mit Hilfe eines anderen Enzyms, der Hydrazin-Dehydrogenase, die das giftige Molekül in Stickstoff und Wasserstoff umwandelt.