

# Glucose Isomerase für Glucose-Fructose-Isomerisierung in Sirup- und Bioprozessen

Enzymes.bio Research-Team · Wellington, Neuseeland · June 18, 2026

Glucose Isomerase ist das Enzym für die reversible Umwandlung von D-Glucose in D-Fructose und, je nach Enzymvariante, auch von D-Xylose in D-Xylulose. Industriell ist diese Aldose-Ketose-Isomerisierung vor allem für fructosereiche Sirupe, biobasierte Zuckerströme und die Vorstufe zu HMF-Prozessen relevant, weil sie Glucose selektiv umlagert, statt sie oxidativ oder hydrolytisch abzubauen <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio liefert Glucose Isomerase als online bestellbares 1-kg-Produkt; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert.

## Was Glucose Isomerase ist — und was sie nicht ist

Glucose Isomerase, häufig auch als Xylose Isomerase oder Glucose-Fructose-Isomerase bezeichnet, gehört zur Klasse der Isomerasen. Die relevante Reaktion ist eine intramolekulare Umlagerung: Eine Aldose wird in die entsprechende Ketose überführt, ohne dass die Zuckerformel durch Spaltung, Oxidation oder Reduktion grundsätzlich verändert wird. Historisch wurde die enzymatische Conversion von D-Glucose zu D-Fructose bereits in den 1950er-Jahren beschrieben; spätere Arbeiten bestätigten D-Fructose als Produkt und untersuchten aktive mikrobielle Stämme sowie die Eigenschaften der Fructose-Akkumulation <sup>[1]</sup>.

Für die Praxis ist die Abgrenzung wichtig: Glucose Isomerase ist nicht Glucose Oxidase, nicht Glucose Dehydrogenase und nicht Amylase. Glucose Oxidase ist ein Oxidationsenzym und wird in der Literatur unter anderem als Futtermitteladditiv mit antimikrobiellen und wachstumsbezogenen Wirkmechanismen diskutiert; diese Reaktionslogik passt nicht zur Herstellung von Fructose aus Glucose <sup>[2]</sup>. Amylasen oder Entzweigungsenzyme erzeugen aus Stärke zunächst kleinere Kohlenhydrate oder Glucosebausteine; Glucose Isomerase setzt dagegen auf der Ebene bereits vorhandener Monosaccharide an und verschiebt deren Carbonylposition.

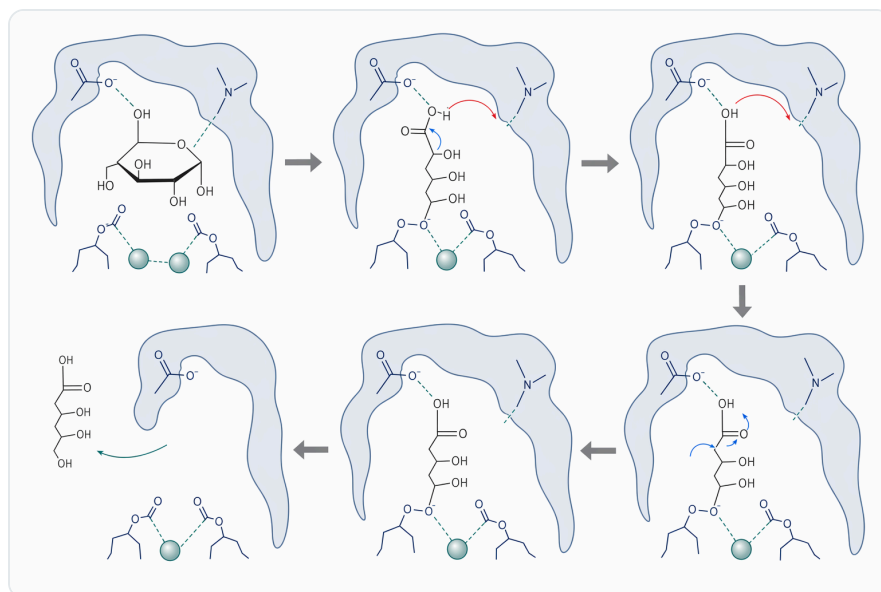
Auch die Suchbegriffe „glucose 6 phosphat isomerase“, „glucose-6 phosphat isomerase“, „glucose-6-phosphat-isomerase“, „glucose-6-phosphate isomerase“ und „glucose 6 phosphate isomerase“ führen häufig zu Verwechslungen. Gemeint ist dort üblicherweise ein anderes Enzym aus dem zentralen Kohlenhydratstoffwechsel, das phosphorylierte Zucker umsetzt. Dieses Dokument behandelt dagegen

Glucose Isomerase im industriellen Sinn: das Enzym Glucose/Xylose-Isomerase für unphosphorylierte Zucker wie Glucose, Fructose, Xylose und Xylulose, wie sie in Sirup-, Biomasse- und biokatalytischen Anwendungen vorkommen [3].

## Die Kernreaktion: D-Glucose $\rightleftharpoons$ D-Fructose

Die wichtigste Anwendung der Glucose Isomerase ist die Gleichgewichtsreaktion zwischen D-Glucose und D-Fructose. Das Enzym erzeugt dabei nicht „mehr Zucker“, sondern verändert die Struktur eines vorhandenen Zuckers. Aus Sicht der Prozesschemie ist das entscheidend: Die Süßkraft, Kristallisationsneigung, Löslichkeit und Weiterreaktivität eines Sirups können sich durch einen höheren Fructoseanteil deutlich ändern, obwohl die Gesamtmenge an Hexose weitgehend dieselbe bleibt. Genau deshalb ist die Glucose-Fructose-Isomerisierung ein Schlüsselschritt in der Herstellung fructosereicher Sirupe [4].

Die Reaktion ist reversibel. In einem geschlossenen System läuft sie also nicht unbegrenzt bis zur vollständigen Umwandlung von Glucose in Fructose, sondern nähert sich einem Gleichgewicht. Prozessbedingungen können die Geschwindigkeit, die Enzymstabilität und die praktische Ausbeute beeinflussen; sie heben aber die thermodynamische Grundlogik nicht auf. Für Anwender ist das ein zentraler Unterschied zu irreversiblen Spaltungen oder Oxidationen: Glucose Isomerase verschiebt ein Verhältnis, statt einen Ausgangsstoff vollständig zu verbrauchen [5].



**Figure 1.** 글루코스 이성화효소는 금속 보조 알도스-케토스 재배열을 통해 D-글루코스를 D-프럭토스로 가역적으로 이성화하는 반응을 촉매한다.

Die Bezeichnung „glucose fructose isomerase“ oder „isomerase glucose fructose“ beschreibt diese Funktion recht treffend, ist aber nicht immer die formale Enzymbezeichnung in wissenschaftlichen Texten. Viele Veröffentlichungen sprechen von Xylose Isomerase, weil dasselbe Enzym beziehungsweise eng verwandte Enzyme auch D-Xylose zu D-Xylulose isomerisieren können. Das erklärt, warum die Suche nach „xylose isomerase vs glucose isomerase“ häufig bei derselben Enzymfamilie landet, aber unterschiedliche Anwendungsfelder hervorhebt: Fructosesirup auf der einen Seite, Pentoseverwertung auf der anderen <sup>[3]</sup>.

## **Mechanismus: Ringöffnung, metallgestützte Umlagerung, Ringschluss**

---

Zucker wie Glucose liegen in wässriger Lösung überwiegend als Ringformen vor. Für die Isomerisierung muss das Enzym zunächst eine reaktive offene Form zugänglich machen. Glucose Isomerase bindet das Substrat im aktiven Zentrum so, dass die Ringöffnung, die Verschiebung der Carbonylchemie und der anschließende Ringschluss räumlich kontrolliert ablaufen können. Der praktische Nutzen dieser aktiven Tasche liegt darin, dass nicht beliebige Nebenreaktionen dominieren, sondern die Aldose-Ketose-Umlagerung bevorzugt wird <sup>[6]</sup>.

In mechanistischen Beschreibungen wird Glucose Isomerase als metallabhängiges Enzym behandelt. Metallionen im aktiven Zentrum stabilisieren die Substratbindung und die Übergangszustände der Umlagerung; strukturelle Arbeiten diskutieren dabei Bindungsstellen wie M1 und deren Einfluss auf den Substratkanal. Eine neuere Untersuchung zeigte beispielsweise, dass Xylitolbindung am M1-Ort der Glucose Isomerase eine Konformationsänderung im Substratbindungskanal auslösen kann — ein Hinweis darauf, wie eng Bindung, Kanalgeometrie und katalytische Leistung gekoppelt sind <sup>[7]</sup>.

Für technische Anwender bedeutet das: Die Enzymleistung hängt nicht nur davon ab, ob „Glucose vorhanden“ ist. Matrixbestandteile, Zuckeralkohole, konkurrierende Zucker, Metallionenumgebung, pH-Fenster und Temperaturführung können beeinflussen, wie stabil das aktive Zentrum arbeitet und wie gut das Substrat in die produktive Bindungsform gelangt. Genau aus diesem Grund werden Glucose-Isomerase-Varianten weiterhin immobilisiert, gentechnisch angepasst und prozessnah untersucht, statt als vollständig austauschbare Standardkatalysatoren behandelt zu werden <sup>[8]</sup>.

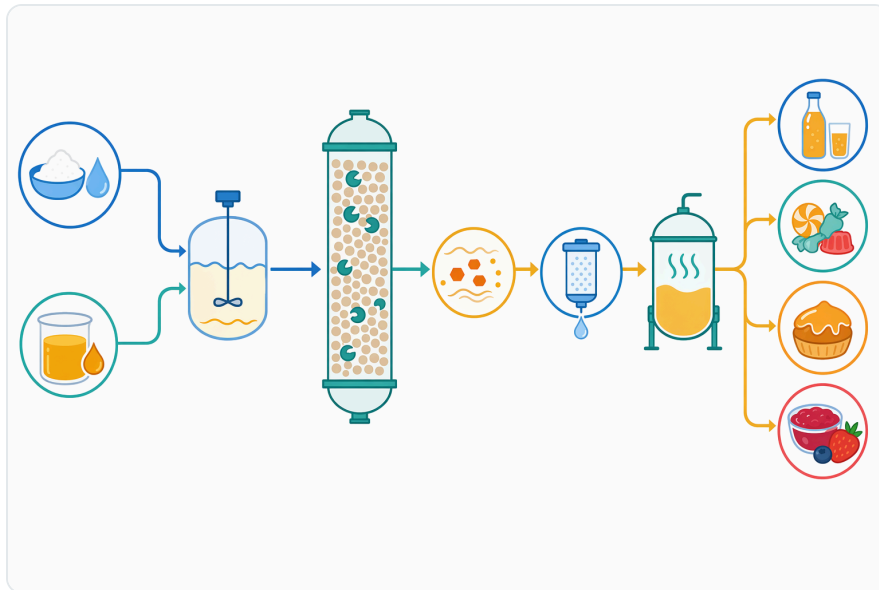


Figure 2. 산업용 글루코스 이성화효소는 일반적으로 고정화 충전층 반응기에서 글루코스 시럽으로부터 프럭토스가 풍부한 시럽을 생산하는 데 사용된다.

## Vergleich: Glucose Isomerase, Xylose Isomerase und ähnlich klingende Enzyme

Begriff / Suchbegriff	Gemeinte Funktion	Typische Substrate	Relevanz für B2B-Anwendungen	Abgrenzung
Glucose Isomerase	Aldose-Ketose-Isomerisierung	D-Glucose $\rightleftharpoons$ D-Fructose	Fructosesirupe, Zuckelumwertung, biobasierte Plattformchemikalien	Keine Oxidation, keine Stärkehydrolyse
Xylose Isomerase	Oft dieselbe oder eng verwandte Enzymfamilie	D-Xylose $\rightleftharpoons$ D-Xylulose; auch Glucose/Fructose je nach Variante	Pentoseverwertung, Bioethanolkonzepte, Enzymengineering	Der Name betont Xylose, nicht zwingend eine andere Enzymklasse [3]
Glucose-6-phosphat-Isomerase / glucose 6 phosphate isomerase	Isomerisierung phosphorylierter Zucker	Glucose-6-phosphat / Fructose-6-phosphat	Biochemie, Glykolyse, Zellstoffwechsel	Nicht das hier beschriebene Industrieenzym für freie Glucose
Glucose Oxidase	Oxidation von Glucose	$\beta$ -D-Glucose	Futtermittel, Diagnostik, Sauerstoff-/Peroxidchemie	Erzeugt Oxidationsprodukte, keine Fructose [2]

Begriff / Suchbegriff	Gemeinte Funktion	Typische Substrate	Relevanz für B2B-Anwendungen	Abgrenzung
Amylasen / Stärkeenzyme	Hydrolyse oder Modifikation von Stärke	Stärke, Dextrine, verzweigte Polysaccharide	Glucosesirup-Vorstufen, Stärkeverarbeitung	Liefert Substrate für nachfolgende Isomerisierung, ersetzt GI aber nicht <a href="#">[9]</a>

Die Tabelle zeigt, warum die Schreibweisen „glucose isomerase“, „glucose-isomerase“, „enzym glucose isomerase“, „glucose isomerase enzyme“ und „enzym glucose-isomerase“ in der Anwendung zusammengehören, während ähnlich klingende Begriffe in andere Reaktionsklassen führen können. Besonders in Spezifikationen, Prozessbeschreibungen oder internen Suchanfragen ist diese Trennung wichtig, weil ein Oxidationsenzym oder ein Enzym für phosphorylierte Zucker nicht automatisch für die Glucose-Fructose-Isomerisierung geeignet ist [\[3\]](#).

## Industrielle Hauptanwendung: fructosereiche Sirupe

Die Herstellung fructosereicher Sirupe ist das klassische Einsatzfeld der Glucose Isomerase. In einem typischen Prozessgedanken wird Stärke zunächst zu glucosehaltigen Sirupen verarbeitet; anschließend wird ein Teil der Glucose enzymatisch zu Fructose isomerisiert. Arbeiten zur enzymatischen Umwandlung von Cassava-Stärke beschreiben die Kombination aus Stärkeabbau zu Glucose und anschließender Fructosebildung durch enzymatische Prozessführung; das zeigt die Einbindung der Isomerisierung in mehrstufige Kohlenhydratprozesse [\[10\]](#).

Warum wird dieser Schritt überhaupt durchgeführt? Fructose besitzt andere funktionelle Eigenschaften als Glucose. In Getränken, Süßwaren, Fermentationsmedien oder Zwischenprodukten kann ein veränderter Fructoseanteil sensorische und technologische Vorteile bringen. Glucose Isomerase ist dafür attraktiv, weil sie die gewünschte molekulare Umlagerung unter biokatalytischen Bedingungen ermöglicht, statt hohe Temperaturen, starke Säuren oder unspezifische chemische Katalyse als Primärweg zu verwenden [\[1\]](#).

Die industrielle Relevanz ist nicht nur historisch. Forschung zu immobilisierten Glucose-Isomerasen zeigt, dass Trägerbindung, ionische oder kovalente Immobilisierung und thermophile Enzymquellen weiterhin aktiv untersucht werden, weil Wiederverwendbarkeit und Prozessstabilität zentrale Stellgrößen sind [\[8\]](#). Für Anwender heißt das nicht, dass jede Zubereitung identisch performt; es zeigt aber, dass die Enzymfamilie eine reale Prozessbasis hat und nicht bloß ein akademischer Spezialfall ist.

## Biomasse, HMF und chemisch-enzymatische Prozessketten

Glucose Isomerase ist auch interessant, wenn Glucose nicht Endprodukt, sondern Zwischenprodukt für Plattformchemikalien ist. Ein wichtiges Beispiel ist 5-Hydroxymethylfurfural, kurz HMF. Da Fructose unter bestimmten katalytischen Bedingungen leichter zu HMF dehydratisiert werden kann als Glucose, kann eine enzymatische Isomerisierung vor einer chemischen Dehydratisierung die Prozesslogik verbessern. Arbeiten zur Umwandlung organosolv-vorbehandelter Hartholzbiomasse kombinieren enzymatische Hydrolyse und Isomerisierung mit homogener Katalyse zur HMF-Produktion [11].



Figure 3. 글루코스 이성화효소의 주요 상업적 용도는 프럭토스 시럽 생산이며, 그 밖에도 단맛 식품, 음료 및 탄수화물 생물공정에서 중요하게 활용된다.

Auch chemo-enzymatische Systeme mit ionischen Flüssigkeiten und Ultraschall wurden untersucht, um Glucose in HMF zu überführen. Solche Studien sind für industrielle Anwender nicht als einfache „Rezeptur“ zu lesen, sondern als Hinweis auf eine wichtige Strategie: Enzyme können die Zuckerzusammensetzung gezielt vorbereiten, während chemische Katalysatoren die nachgelagerte Dehydratisierung übernehmen. Glucose Isomerase steht dabei für den selektiven biokatalytischen Zwischenschritt Glucose zu Fructose [12].

Neben Enzymen werden auch nicht-enzymatische Katalysatoren für die Glucose-Isomerisierung erforscht, etwa aluminiumhaltige metallorganische Gerüstverbindungen. Diese Materialien können selektiv und wiederverwendbar sein, folgen aber einer anderen Katalysatorlogik als ein Enzym [13]. Für viele B2B-Prozesse ist der Vergleich relevant: Enzyme bieten hohe Substraterkennung und milde Reaktionsführung, während chemische Katalysatoren oft andere Lösungsmittel-, Temperatur- oder Regenerationskonzepte erlauben.

## Lactose-, Molke- und Mehrsubstratkonzepte

Glucose Isomerase kann auch in Prozessketten auftauchen, bei denen Glucose zunächst aus anderen Kohlenhydraten freigesetzt wird. Ein Beispiel ist die Kombination von  $\beta$ -Galactosidase und Glucose Isomerase in sogenannten combi-CLEAs zur One-Pot-Produktion von Fructosesirup aus Lactose. Die Logik ist klar:  $\beta$ -Galactosidase spaltet Lactose zu Glucose und Galactose; Glucose Isomerase kann den Glucoseanteil in Fructose umlagern und dadurch den Sirup funktionell verändern [14].

Das ist besonders für Nebenströme aus Molke- oder Lactoseverarbeitung interessant, aber technisch anspruchsvoller als eine reine Glucose-Fructose-Isomerisierung. Mehrere Enzyme, unterschiedliche Substrate, Produkthemmung, Wasseraktivität, pH-Kompromisse und Reaktionsgleichgewichte greifen ineinander. Studien zur zweistufigen enzymatischen Hydrolyse von Lactose zu Glucose-Galactose-Sirup zeigen, dass bereits die vorgelagerte Freisetzung der Monosaccharide eigene Prozessfragen mitbringt [15].



Figure 4. 비효소적 당 이성화와 비교할 때, 글루코스 이성화효소는 더 온화한 조건에서 분해 부산물을 적게 생성하면서 선택적으로 프럭토스를 생산할 수 있게 한다.

Solche Anwendungen zeigen das Potenzial der Glucose Isomerase jenseits von klassischem Maissirup, sollten aber realistisch eingeordnet werden. Ein „glucose isomerase kaufen“-Interesse für Molke-, Lactose- oder Spezialzuckerprozesse bedeutet nicht, dass ein Standardprozess ohne Validierung entsteht. Entscheidend ist, ob der vorhandene Zucker tatsächlich als Substrat zugänglich ist und ob die übrige Matrix die Isomerase nicht ungünstig beeinflusst [14].

## Xylose Isomerase vs Glucose Isomerase: gleiche Familie, anderer Fokus

---

Die Frage „xylose isomerase vs glucose isomerase“ entsteht, weil viele industrielle und wissenschaftliche Texte beide Namen für eng verwandte oder dieselben Enzyme verwenden. Aus Sicht der Reaktion ist Xylose Isomerase für  $D\text{-Xylose} \rightleftharpoons D\text{-Xylulose}$  bekannt; aus Sicht der Süßungsmittelindustrie ist dieselbe Enzymfamilie wegen  $D\text{-Glucose} \rightleftharpoons D\text{-Fructose}$  relevant. Moderne Übersichtsarbeiten zum Engineering von Xylose Isomerase diskutieren industrielle Anwendungen, Enzymdesign und die Optimierung von Eigenschaften für technische Prozesse <sup>[3]</sup>.

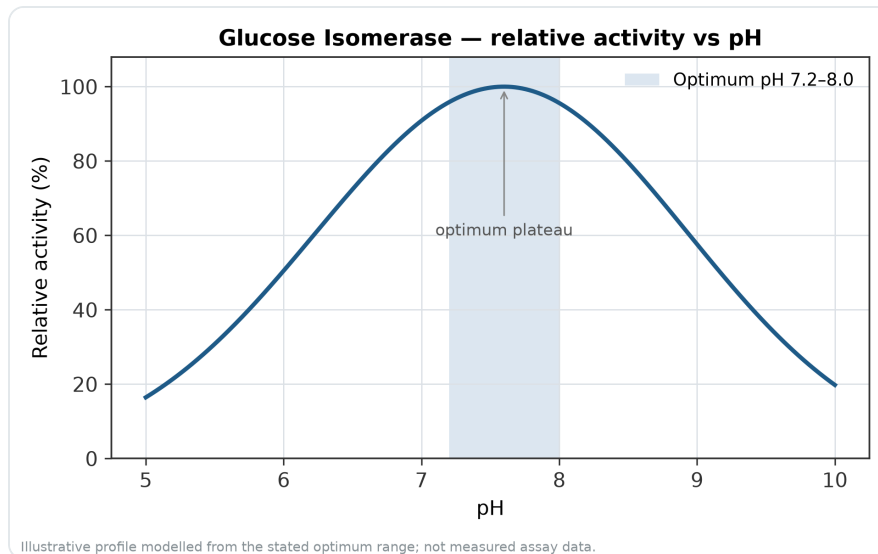
Die Xylose-Reaktion ist besonders in der Lignocellulose-Biotechnologie wichtig. Hemicellulosehaltige Rohstoffe liefern relevante Mengen Pentosen, darunter Xylose. Damit diese Kohlenstoffquelle in bestimmten Fermentationsstrategien genutzt werden kann, muss sie in eine metabolisch verwertbare Form überführt werden; D-Xylulose ist dabei ein zentraler Knotenpunkt. Glucose/Xylose-Isomerase kann diesen Schritt katalysieren, wobei die tatsächliche Prozessleistung stark von Organismus, Expression, Metallionenumgebung und Fermentationsdesign abhängt <sup>[3]</sup>.

Für den Einkauf oder die technische Kommunikation ist deshalb die Anwendung entscheidend. Wer fructosereiche Sirupe aus Glucoseströmen herstellen möchte, sucht praktisch nach Glucose Isomerase oder glucose fructose isomerase. Wer Xyloseverwertung, Bioethanol oder Pentoseintegration adressiert, landet eher bei Xylose Isomerase. In beiden Fällen sollte nicht nur der Name, sondern die gewünschte Substratreaktion im Mittelpunkt stehen <sup>[3]</sup>.

### Prozessfaktoren, die die Isomerisierung beeinflussen

---

Glucose Isomerase arbeitet in wässrigen, zuckerhaltigen Systemen, aber ihre Leistung entsteht aus dem Zusammenspiel mehrerer Faktoren. Temperatur beeinflusst Reaktionsgeschwindigkeit, Zucker löslichkeit und Enzymstabilität. Der pH-Wert bestimmt Ladungszustände im aktiven Zentrum und kann die produktive Bindung des Substrats erleichtern oder erschweren. Die Zuckerzusammensetzung entscheidet, ob konkurrierende Substrate oder Produkte das Gleichgewicht und die Bindungsplätze beeinflussen. Studien zur Immobilisierung thermophiler Glucose Isomerase zeigen, dass Träger, Bindungschemie und Enzymherkunft für Stabilität und Wiederverwendung relevant sind <sup>[8]</sup>.



**Figure 5.** pH에 따른 글루코스 이성화효소의 상대 활성으로, pH 7.2–8.0에서 최적 활성 구간이 나타난다.

Metallionen sind ein weiterer Faktor. Glucose Isomerase ist mechanistisch auf metallgestützte Katalyse angewiesen; zugleich können bestimmte Ionen oder matrixbedingte Komplexierungen die aktive Form beeinflussen. Das ist kein Sonderproblem eines einzelnen Produkts, sondern folgt aus der Chemie des aktiven Zentrums. Die Beobachtung, dass Xylitolbindung an einem Metallbindungsort strukturelle Änderungen im Substratkanal auslösen kann, unterstreicht, wie sensibel die räumliche Organisation der Bindungstasche auf kleine Moleküle reagieren kann [7].

Auch die Reaktionsführung spielt eine Rolle. In Batch-Systemen nähert sich die Zusammensetzung über die Zeit einem Gleichgewicht; in kontinuierlichen oder immobilisierten Systemen kommen Verweilzeit, Durchströmung, Diffusionswege und Fouling hinzu. Enzymatische Prozesse in der industriellen Biokatalyse werden deshalb häufig nicht nur über den Katalysator selbst, sondern über Integration, Stabilisierung und Prozessdesign bewertet [16].

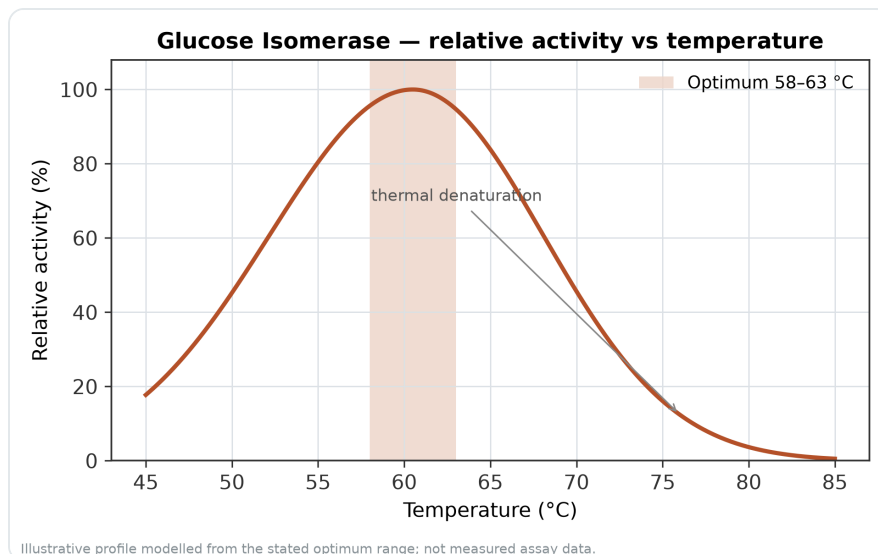
## Vergleich enzymatischer und chemischer Isomerisierung

Kriterium	Glucose Isomerase	Chemische / heterogene Katalysatoren
Selektivität	Hohe Substraterkennung für Aldose-Ketose-Isomerisierung	Stark abhängig von Katalysator, Lösungsmittel und Nebenreaktionen
Reaktionsmilieu	Typisch wässrige Zuckerströme; enzymfreundliche Bedingungen erforderlich	Teilweise breitere Lösungsmittel- und Temperaturfenster
Nebenproduktprofil	Enzymatische Umlagerung ohne beabsichtigte Zuckerzerstörung	Kann stärker zu Dehydratisierung, Fragmentierung oder Huminen führen

Kriterium	Glucose Isomerase	Chemische / heterogene Katalysatoren
Integration	Gut für Sirup- und Bioprozessketten	Interessant für HMF- und Plattformchemikalienprozesse
Wiederverwendung	Häufig über Immobilisierungskonzepte adressiert	Über feste Katalysatoren oder MOF-Systeme möglich <sup>[13]</sup>
Hauptgrenze	Gleichgewicht und Enzymstabilität	Selektivität, Katalysatoralterung, Nebenreaktionen

Die Tabelle erklärt, warum Glucose Isomerase trotz intensiver Forschung an chemischen Katalysatoren weiter relevant bleibt. Sie ist kein universell besserer Katalysator, aber sie löst eine klar definierte Aufgabe sehr selektiv: die Umlagerung von Glucose zu Fructose. Chemische Katalysatoren können dagegen attraktiv sein, wenn Isomerisierung und nachfolgende Dehydratisierung enger gekoppelt werden sollen, etwa in HMF-Prozessketten <sup>[17]</sup>.

Bei HMF ist außerdem die Nebenproduktbildung ein wichtiges Thema. Industrielle Humine entstehen in biobasierten Dehydratisierungsprozessen als komplexe Nebenprodukte und werden in der Literatur gesondert als Stoffklasse und Anwendungsfeld diskutiert <sup>[18]</sup>. Eine vorgeschaltete enzymatische Isomerisierung kann die Zuckerverteilung beeinflussen, ersetzt aber nicht die sorgfältige Kontrolle der nachfolgenden chemischen Katalyse.



**Figure 6.** 온도에 따른 글루코스 이성화효소의 상대 활성으로, 최적 온도는 58-63°C이며 최적 온도 이상에서는 열변성으로 인한 전형적인 활성 감소가 나타난다.

## Wo Glucose Isomerase realistische Vorteile bietet

---

Der erste Vorteil ist Selektivität. Glucose Isomerase verändert die Carbonylposition im Zucker, statt glykosidische Bindungen zu spalten oder Glucose zu oxidieren. Dadurch passt das Enzym besonders gut zu Prozessen, in denen ein vorhandener Glucosestrom funktionell aufgewertet werden soll. Historische und moderne Arbeiten zur D-Glucose-zu-D-Fructose-Umwandlung zeigen, dass genau diese Reaktion der wissenschaftliche Kern der Anwendung ist <sup>[1]</sup>.

Der zweite Vorteil ist Anschlussfähigkeit. Glucose Isomerase lässt sich in Prozessketten denken: Stärke zu Glucose, Glucose zu Fructose, Fructose zu Sirupfraktion oder Plattformchemikalie. Ähnlich kann Lactose erst hydrolysiert und der entstehende Glucoseanteil anschließend isomerisiert werden. Die combi-CLEA-Arbeit mit  $\beta$ -Galactosidase und Glucose Isomerase zeigt, dass solche integrierten Enzymsysteme nicht nur theoretisch, sondern experimentell untersucht werden <sup>[14]</sup>.

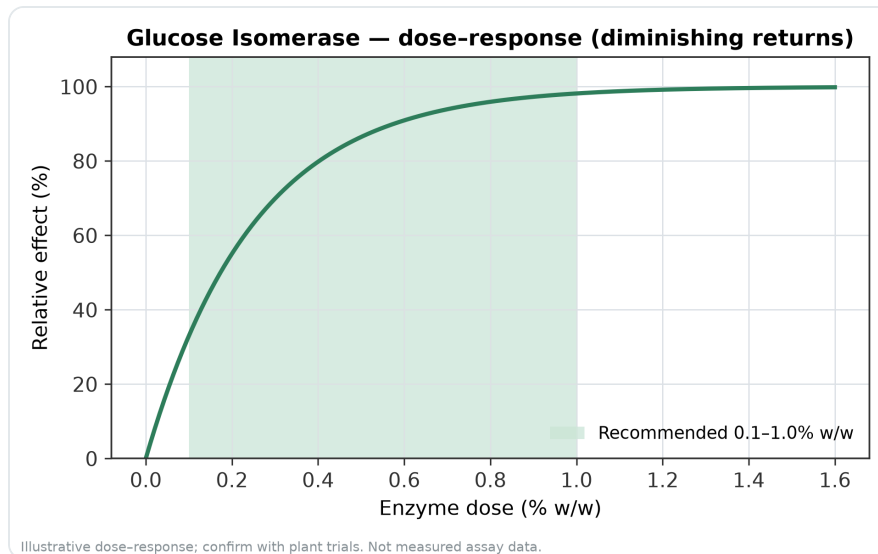
Der dritte Vorteil ist die breite Forschungsbasis. Glucose-Isomerase-Produktion durch Streptomyces-Stämme, Enzymengineering von Xylose Isomerasen, Immobilisierung auf Trägern und strukturbezogene Studien zum Substratkanal zeigen unterschiedliche Entwicklungsrichtungen derselben Enzymfamilie <sup>[19]</sup>. Für B2B-Anwender ist das ein positives Signal, weil die Technologie nicht von einer einzelnen Publikation oder einem einzelnen Rohstoffpfad abhängt.

## Grenzen: Gleichgewicht, Matrix und Enzymvariante

---

Die wichtigste Grenze ist das Gleichgewicht. Glucose Isomerase ist kein Enzym für vollständige Einbahnreaktionen; es stellt ein Verhältnis zwischen Aldose und Ketose ein. Wer also erwartet, dass Glucose vollständig verschwindet und nur Fructose bleibt, plant am Reaktionsprinzip vorbei. Das gilt unabhängig davon, ob man nach „glucose isomerase wikipedia“, „glucose-isomerase wikipedia“ oder technischen Produktinformationen sucht: Die reversible Isomerisierung ist der Kern <sup>[5]</sup>.

Eine zweite Grenze ist die Matrixabhängigkeit. Reale Sirupe enthalten nicht nur Glucose und Wasser. Sie können Salze, Oligosaccharide, Proteine, Farbstoffe, Nebenprodukte aus der Hydrolyse oder Spuren von Prozesschemikalien enthalten. Diese Bestandteile können Viskosität, Diffusion, pH-Stabilität und Substratbindung beeinflussen. Gerade in biobasierten Rohstoffströmen ist diese Matrixkomplexität häufig wichtiger als ein isolierter Literaturwert aus einem Modells substrat <sup>[11]</sup>.



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.1–1.0% w/w)에서 글루코스 이성화효소의 예시적 용량-반응 관계.

Eine dritte Grenze ist die Enzymvariante. „Glucose Isomerase“ bezeichnet keine einzige universelle Molekülversion, sondern eine Enzymfamilie mit Herkunfts-, Struktur- und Stabilitätsunterschieden. Arbeiten zur Optimierung der Glucose-Isomerase-Produktion durch *Streptomyces roseiscleroticus* zeigen, dass schon die Bereitstellung und Charakterisierung geeigneter Enzymquellen ein eigenes Forschungsfeld ist <sup>[19]</sup>. Daraus folgt: Die Grundreaktion ist gut belegt, aber konkrete Prozessleistung muss zur jeweiligen Anwendung passen.

## Einordnung für typische B2B-Anwendungen

Für Siruphersteller ist Glucose Isomerase vor allem ein Werkzeug zur Fructoseanreicherung in glucosehaltigen Strömen. Relevant sind dabei Substratkonzentration, Temperaturführung, gewünschtes Zuckerprofil und nachgelagerte Aufarbeitung. Das Enzym ersetzt nicht die vorgelagerte Stärkehydrolyse, sondern setzt nach der Bildung eines geeigneten Glucosesafts an. Reviews zu nicht-konventionellen stärkehaltigen Materialien für Glucosesirup zeigen, dass die Rohstoff- und Hydrolysestufe ihrerseits ein aktives Entwicklungsfeld bleibt <sup>[20]</sup>.

Für Betreiber biobasierter Plattformchemie ist Glucose Isomerase ein möglicher Zwischenschritt, um Glucose vor der chemischen Weiterverarbeitung in Fructose umzuwandeln. Das ist besonders dort interessant, wo nachgelagerte Katalysatoren Fructose bevorzugt umsetzen. Studien zur kombinierten enzymatischen und heterogenen Katalyse für die One-Pot-Produktion von Fructose aus Glucose zeigen, dass die Kopplung von Biokatalyse und Materialkatalyse eine wichtige Forschungsrichtung ist <sup>[17]</sup>.

Für Fermentations- und Biomasseprozesse liegt der Fokus eher auf Xylose Isomerase beziehungsweise der Xylose-Xylulose-Reaktion. Der Begriff „glucose 6 isomerase“ taucht in Suchanfragen gelegentlich auf, ist aber unpräzise; fachlich sollte zwischen freier Glucose, phosphorylierter Glucose und Xylose unterschieden werden. Nur so lässt sich vermeiden, dass ein Enzym für den falschen Stoffwechsel- oder Prozessschritt ausgewählt wird [3].

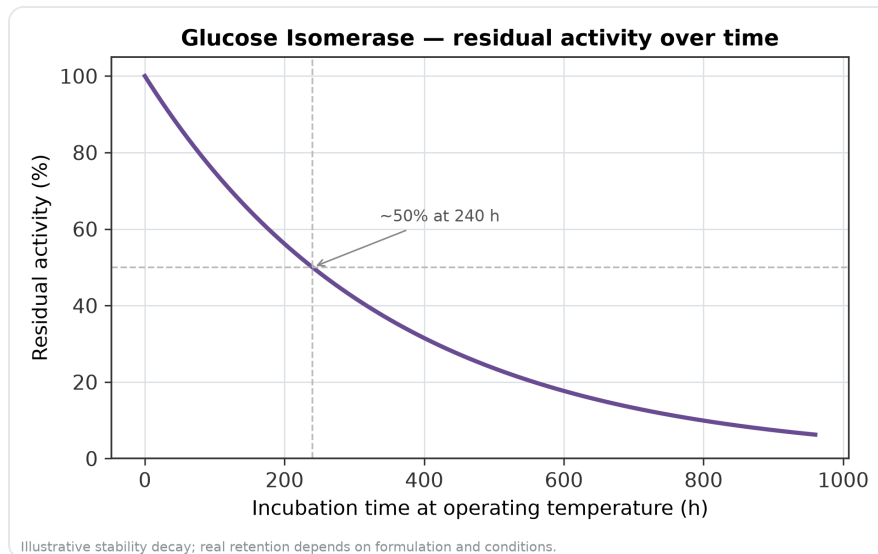


Figure 8. 운전 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 글루코스 이성화효소의 예시적 열안정성 감소 양상.

## Glucose Isomerase kaufen bei Enzymes.bio

Wer „glucose isomerase kaufen“ oder „glucose-isomerase kaufen“ sucht, benötigt in der Regel kein allgemeines Lexikonwissen, sondern ein klar einzuordnendes Enzymprodukt für professionelle Anwendungen. Enzymes.bio ist Lieferant, nicht Hersteller und nicht Labor. Glucose Isomerase wird in 1-kg-Einheiten direkt online verkauft; Analysezertifikat und Sicherheitsdatenblatt werden bei der Bestellung mitgeliefert.

Das Produkt ist für Anwender relevant, die eine enzymatische Glucose-Fructose-Isomerisierung oder verwandte technische Zuckerisomerisierung in eigener Verantwortung prüfen und einsetzen möchten. Dieses Dokument ersetzt keine anwendungsspezifische Prozessvalidierung, sondern erklärt die Reaktionslogik, typische Einsatzfelder und realistische Grenzen. Die Literatur zeigt klar, dass Substrat, Enzymvariante, Immobilisierung, Prozessmatrix und nachgelagerte Katalyse die praktische Performance bestimmen können [8].

## Fazit

---

Glucose Isomerase ist ein spezifischer Biokatalysator für Aldose-Ketose-Umlagerungen, insbesondere  $D\text{-Glucose} \rightleftharpoons D\text{-Fructose}$  und, in der verwandten Xylose-Isomerase-Funktion,  $D\text{-Xylose} \rightleftharpoons D\text{-Xylulose}$ . Ihre Stärke liegt in der selektiven Zuckerisomerisierung für fructosereiche Sirupe, integrierte Enzymprozesse, Biomassekonzepte und chemo-enzymatische HMF-Routen <sup>[10]</sup>.

Die wichtigste praktische Erwartung lautet: Glucose Isomerase verschiebt Zuckerzusammensetzungen, sie ist kein Oxidationsenzym und kein Enzym für vollständigen Zuckerabbau. Wer das Enzym korrekt einordnet — als glucose fructose isomerase beziehungsweise Glucose/Xylose-Isomerase — kann es gezielt in Prozessketten einsetzen, in denen vorhandene Glucose- oder Xylose-Ströme strukturell umgewertet werden sollen <sup>[3]</sup>.

### Glucose Isomerase online bestellen

Verkauf in 1 kg-Einheiten, ab Lager und versandbereit. Bestellen Sie direkt in unserem Shop — bezahlen Sie online, wir bearbeiten Ihre Bestellung. Ein Analysenzertifikat und ein Sicherheitsdatenblatt liegen jeder Bestellung bei.

[Glucose Isomerase kaufen →](#)

## Referenzen

---

Nummeriert nach Reihenfolge der Erstzitation. Open-Access-Quellen, jeweils zum Veröffentlichungszeitpunkt auf Erreichbarkeit geprüft; die Zitationsnummern im Text verlinken hierher:

1. Marshall, R. O., Kooi, E. R., & Moffett, G. M. (1957). Enzymatic conversion of D-glucose to D-fructose. *Science*, 125 3249, 648-9 .
2. Liang, Z., Yan, Y., Zhang, W., Luo, H., Yao, B., Huo-Huang, & Tu, T. (2022). Review of glucose oxidase as a feed additive: production, engineering, applications, growth-promoting mechanisms, and outlook. *Critical Reviews in Biotechnology*, 43, 698 - 715.
3. Nam, K. H. (2024). Engineering Xylose Isomerase for Industrial Applications. *Catalysts*.
4. Tsumura, N., Hagi, M., Tomotaro, & Sato (2008). Enzymatic Conversion of D-Glucose to D-Fructose Part I . Identification of Active Bacterial Strain and Confirmation of D-Fructose Formation.
5. Tsumura, N., & Sato, T. (1961). Enzymatic Conversion of d-Glucose to d-Fructose: Part I. Identification of Active Bacterial Strain and Confirmation of d-Fructose Formation Part II. Some Properties Concerning Fructose Accumulation Activity of *Aerobacter cloacae*, Strain KN-69. *Agricultural and biological chemistry*, 25, 616-619.

6. Tsumura, N., & Sato, T. (2008). Enzymatic Conversion of D-Glucose to D-Fructose Part VI. Properties of the Enzyme from *Streptomyces phaeochromogenus*.
7. Xu, Y., & Nam, K. (2023). Xylitol binding to the M1 site of glucose isomerase induces a conformational change in the substrate binding channel. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 682, 21-26 .
8. Akpınar, Z., YILDIRIM, M. K., & Karaoglu, H. (2022). Ionic and covalent immobilization of glucose isomerase of thermophilic *Anoxybacillus gonensis* on DEAE-sepharose. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*.
9. Bhatt, P., Kumar, V., Singh, S., Garg, S., Kumar, M., Wong, L. S., Kumarasamy, V., ... et al. (2025). Enzymatic Debranching of Starch: Techniques for Improving Drug Delivery and Industrial Applications. *Starke (Weinheim)*.
10. Sumardiono, S., & Budiarti, G. (2018). Conversion of Cassava Starch to Produce Glucose and Fructose by Enzymatic Process Using Microwave Heating.
11. Dedes, G., Karnaouri, A., Marianou, A., Kalogiannis, K., Michailof, C. M., Lappas, A., & Topakas, E. (2021). Conversion of organosolv pretreated hardwood biomass into 5-hydroxymethylfurfural (HMF) by combining enzymatic hydrolysis and isomerization with homogeneous catalysis. *Biotechnology for Biofuels*, 14.
12. Marullo, S., Sutera, A., Gallo, G., Billeci, F., Rizzo, C., & D'Anna, F. (2020). Chemo-enzymatic Conversion of Glucose in 5-Hydroxymethylfurfural: The Joint Effect of Ionic Liquids and Ultrasound. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8, 11204-11214.
13. Rahaman, M. S., Tulaphol, S., Hossain, A., Jasinski, J., Lalvani, S., Crocker, M., Maihom, T., ... et al. (2022). Aluminum-Containing Metal-Organic Frameworks as Selective and Reusable Catalysts for Glucose Isomerization to Fructose. *ChemCatChem*, 14.
14. Araya, E., Urrutia, P., Romero, O., Illanes, A., & Wilson, L. (2019). Design of combined crosslinked enzyme aggregates (combi-CLEAs) of  $\beta$ -galactosidase and glucose isomerase for the one-pot production of fructose syrup from lactose. *Food Chemistry*, 288, 102-107 .
15. Majore, K., & Ciproviča, I. (2022). Bioconversion of Lactose into Glucose–Galactose Syrup by Two-Stage Enzymatic Hydrolysis. *Foods*, 11.
16. Farhan, M., Hasani, I. W., Khafaga, D. S. R., Ragab, W. M., Kazi, R. N. A., Aatif, M., Muteeb, G., ... et al. (2025). Enzymes as Catalysts in Industrial Biocatalysis: Advances in Engineering, Applications, and Sustainable Integration. *Catalysts*.
17. Sun, J., Li, H., Huang, H., Wang, B., Xiao, L., & Song, G. (2018). Integration of Enzymatic and Heterogeneous Catalysis for One-Pot Production of Fructose from Glucose. *ChemSusChem*, 11 7, 1157-1162 .
18. Jong, E., Mascal, M., Constant, S., Claessen, T., Tosi, P., & Mija, A. (2024). The origin, composition, and applications of industrial humins – a review. *Green Chemistry*.
19. Okwuenu, P. C., Onosakponome, I., Oparaji, E. H., Isoje, A. O., & Omo-okoroh, M. O. (2025). Optimization of Glucose Isomerase Production by *Streptomyces roseiscleroticus* from Soil. *Nigerian Journal of Pure and Applied Sciences*.
20. Borges, L. A., Ramos, K., Felisberto, M. H. F., & Efraim, P. (2025). Towards enzymatic conversion of non-conventional starchy materials for glucose syrup production: A review. *Food Research International*, 218, 116907 .

## Enzymes.bio kontaktieren

Fragen zu einer Bestellung? Unser Team hilft Ihnen gerne weiter.

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFON (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Kontakt aufnehmen →](#)



**400+** B2B-Kunden



**60+** universitäre Forschungspartner



**54** weltweit beliefert

© 2026 Enzymes.bio · Enzymlieferant für Industrie & Lebensmittelverarbeitung · Nicht zum menschlichen Verzehr oder für den Einzelverkauf.