

# Proline Protease für Brauereien: flüssige Food-Grade-Protease gegen Kälte-trübung im Bier

Enzymes.bio Research-Team · Wellington, Neuseeland · June 19, 2026

Eine Proline Protease ist ein gezielter enzymatischer Brauzusatz, der prolinreiche Proteinstrukturen abbaut, bevor sie mit Polyphenolen Kälte-trübung bilden. Für Brauereien ist sie besonders relevant bei klaren, filtrierten und lagerstabilen Bieren, weil sie die Ursache vieler Protein-Polyphenol-Trübungen adressiert, statt nur bereits entstandene Partikel zu entfernen [1].

Enzymes.bio liefert diese flüssige Food-Grade Protease als online bestellbares B2B-Produkt in 1-kg-Einheiten; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert. Enzymes.bio ist dabei Lieferant, nicht Hersteller und nicht Labor .

## Was eine Proline Protease im Brauprozess leistet

Proline Protease — in der Literatur häufig als prolin-spezifische Protease, Prolyl-Endoprotease oder prolin-spezifische Endoprotease beschrieben — spaltet Peptidbindungen in der Nähe von Prolinresten. Prolin ist im Vergleich zu vielen anderen Aminosäuren strukturell ungewöhnlich: Seine ringförmige Seitenkette schränkt die Beweglichkeit der Peptidkette ein und macht prolinreiche Sequenzen für viele Standardproteasen schwerer zugänglich. Genau deshalb bleiben prolinreiche Getreideprotein-Fractionen im Brauprozess technologisch relevant: Sie können als Bindungspartner für Polyphenole dienen und später sichtbare Kälte-trübung auslösen [1].

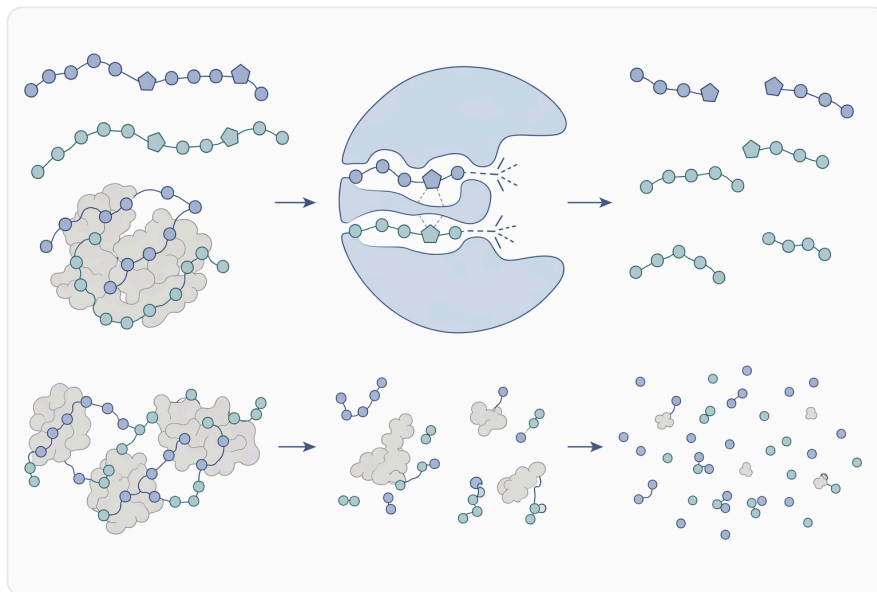
Im Bier stammt der proteinbasierte Anteil solcher Trübungssysteme überwiegend aus Malz und weiteren Getreidekomponenten. Während des Mälzens und Maischens werden Getreideproteine durch endogene Gersten- und Malzenzyme teilweise abgebaut; die Proteolyse ist aber nicht vollständig und wird durch natürliche Endoprotease-Inhibitoren im Malz beeinflusst [2]. Übrig bleiben Proteine und Peptide unterschiedlicher Größe, Löslichkeit und Oberflächenchemie. Für die spätere kolloidale Stabilität ist nicht die Gesamtproteinmenge allein entscheidend, sondern welche Proteinfractionen mit Polyphenolen mehrwertige Aggregate bilden können.

Eine Proline Protease ist daher kein klassisches Klärmittel und auch kein Filterhilfsmittel. Sie bindet keine Partikel, adsorbiert keine Polyphenole und flockt keine Trubstoffe aus. Ihr Wirkprinzip ist biokatalytisch: größere oder trübungsaktive prolinreiche Proteinstrukturen werden in kleinere Peptidfragmente zerlegt. Dadurch sinkt die Fähigkeit dieser Fraktionen, mit Polyphenolen vernetzte, lichtstreuende Komplexe zu bilden [1].

## Kältetrübung: der technische Hintergrund

Kältetrübung, auch Chill Haze genannt, entsteht typischerweise dann, wenn ein Bier nach Abkühlung oder längerer Lagerung trüb wird, obwohl es unmittelbar nach Filtration oder Abfüllung klar war. Der zentrale Mechanismus ist die Wechselwirkung zwischen Polyphenolen und prolinreichen Proteinen: Polyphenole können an mehreren Stellen binden, prolinreiche Proteinbereiche bieten geeignete Interaktionsflächen, und daraus entstehen Aggregate, die bei niedriger Temperatur schlechter löslich sind und Licht streuen [1].

Am Anfang ist Chill Haze oft reversibel: Wird das Bier wieder wärmer, lösen sich manche Aggregate teilweise auf. Mit zunehmender Lagerzeit, Sauerstoffeinfluss und weiterer Polyphenol-Protein-Vernetzung kann daraus aber eine dauerhafte Trübung werden. Für Brauereien mit langen Vertriebswegen, wechselnden Kühlketten oder Exportmärkten ist diese Entwicklung kritisch, weil das Bier sensorisch unauffällig sein kann, visuell aber nicht mehr dem Qualitätsversprechen entspricht [1].



**Figure 1.** 맥주를 냉각하거나 저장하는 동안 프롤린이 풍부한 맥주 단백질이 폴리페놀과 상호작용해 빛을 산란시키는 응집체로 커지면서 냉각 혼탁이 형성된다.

Der enzymatische Ansatz mit Proline Protease greift an der Proteinseite dieses Systems an. Wenn prolinreiche Proteine in kleinere Fragmente geschnitten werden, verlieren sie einen Teil ihrer Mehrpunkt-Bindungs-fähigkeit. Entscheidend ist diese „Multivalenz“: Große, prolinreiche Moleküle können mehrere Polyphenolmoleküle gleichzeitig binden und so Netzwerke bilden; kleinere Peptide tun das deutlich schlechter. Die Wirkung ist daher präventiv und muss vor oder während der Phase stattfinden, in der stabile Trübungsaggregate entstehen [1].

## Warum Prolin-spezifität anders ist als allgemeine Proteolyse

Brauereien sind bei Proteasen zu Recht vorsichtig. Bierstabilität, Schaum, Mundgefühl, Gärverhalten und Filtrierbarkeit hängen alle mit Proteinen oder Peptiden zusammen. Eine zu breite, unspezifische Proteolyse kann erwünschte schaumaktive Proteine oder Körperkomponenten beeinträchtigen. Die Besonderheit einer Proline Protease liegt darin, dass sie nicht einfach „mehr Protein abbaut“, sondern gezielt an problematischen prolinreichen Sequenzbereichen ansetzt [1].

Die Unterschiede lassen sich praxisnah so einordnen:

Ansatz im Brauprozess	Hauptziel	Mechanismus	Vorteil	Grenze
Proline Protease	Kältetrübungsstabilität	Spaltung prolinreicher, haze-aktiver Proteinbereiche	Greift die Proteinseite der Protein-Polyphenol-Trübung gezielt an [1]	Nicht jede Biertrübung ist protein-polyphenolbedingt
Endogene Malzproteasen	FAN-Bildung, Proteinabbau beim Mälzen/Maischen	Natürliche Proteolyse aus Gerste und Malz	Wichtig für Würzezusammensetzung und Hefenährstoffe [2]	Wird durch Malzqualität, Prozessführung und Inhibitoren beeinflusst
Allgemeine Lebensmittelproteasen	Breite Proteinhydrolyse	Spaltung vieler zugänglicher Peptidbindungen	Nützlich in Proteinmodifikation und Nebenstromverwertung [3]	Kann bei Bier zu unspezifisch sein, wenn Schaum und Körper erhalten bleiben sollen
Filtration oder adsorptive Stabilisierung	Entfernung oder Reduktion trübungsrelevanter Stoffe	Physikalische Abtrennung oder Bindung	Etablierter Prozessbaustein	Behandelt oft vorhandene Komponenten, nicht deren enzymatische Entstehungsursache

Diese Abgrenzung ist wichtig für die technische Bewertung. Eine Proline Protease wird nicht eingesetzt, um alle Proteine möglichst weitgehend zu hydrolysieren. Sie ist sinnvoll, wenn das Hauptproblem in der späteren kolloidalen Instabilität liegt und wenn prolinreiche Proteinfractionen als Treiber der Chill-Haze-Bildung plausibel sind [1].

## Evidenz aus der Brauforschung

Die zentrale wissenschaftliche Grundlage für diesen Enzymtyp ist die Forschung zu sauren prolin-spezifischen Endoproteasen, insbesondere im Zusammenhang mit Bierstabilisierung. In Studien zur Chill-Haze-Prävention wurde beschrieben, dass die Kältetrübung in Bier auf Interaktionen zwischen Polyphenolen und prolinreichen Proteinen zurückgeführt werden kann; daraus folgte die Hypothese, dass eine prolin-spezifische enzymatische Spaltung diese Trübungsbildung vermindern sollte [1].

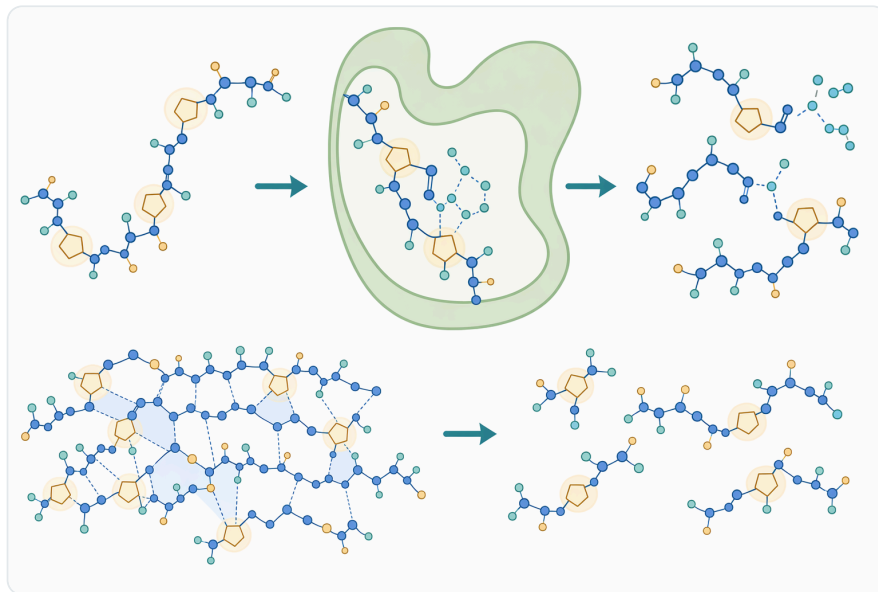


Figure 2. 프롤린 특이적 엔도프로테아제는 일반적인 많은 프로테아제로는 분해되기 어려운, 프롤린과 관련된 펩타이드 내부 부위를 절단한다.

Die Arbeit ging über eine reine Modellannahme hinaus. Prolinreiche Proteinmodelle wie Gliadin wurden vorverdaut, anschließend wurde die Fähigkeit zur Trübungsbildung bewertet. Dabei zeigte sich, dass prolin-spezifische Proteolyse besonders geeignet ist, haze-aktive Strukturen zu entschärfen. In Brau- und Pilotanwendungen wurde außerdem berichtet, dass die Zugabe während der Fermentation Kältetrübung in Flaschenbier wirksam verhindern konnte [1].

Besonders praxisrelevant ist der Befund zur Schaumstabilität. Da Bierfoam ebenfalls von bestimmten Proteinen und Peptiden abhängt, wäre ein starker negativer Schaumeffekt ein Ausschlusskriterium. Die zitierte Forschung berichtete jedoch, dass die Schaumstabilität durch die prolin-spezifische Behandlung

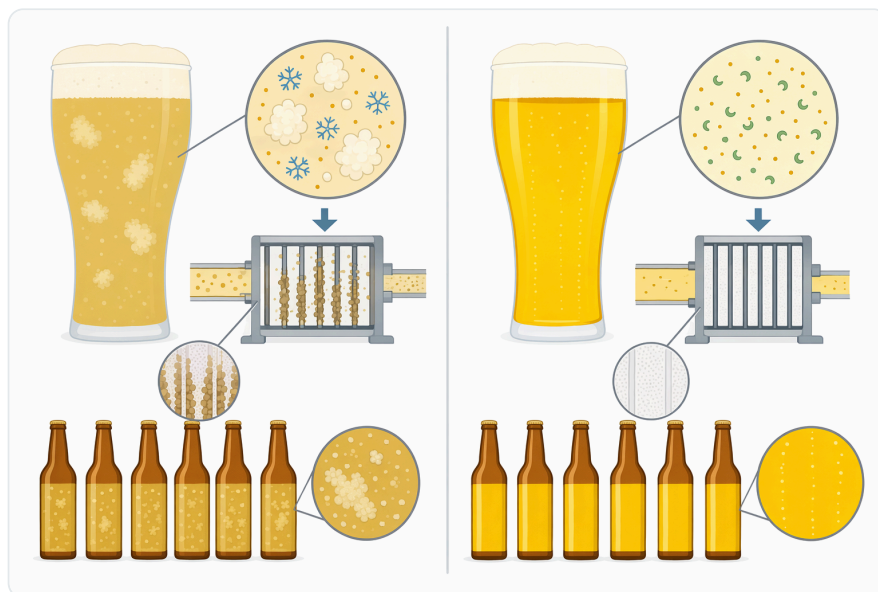
nahezu unbeeinflusst blieb. Das bedeutet nicht, dass jeder Bierstil und jede Rezeptur automatisch gleich reagiert; es zeigt aber, dass der gezielte Mechanismus technologisch anders zu bewerten ist als eine breite, aggressive Proteolyse [1].

Neuere Arbeiten zu prolin-spaltenden Enzymen im Braukontext greifen diese Logik weiter auf: Neben kolloidaler Stabilisierung wird auch die Reduktion bestimmter glutenrelevanter Peptidfraktionen diskutiert. Das ist mechanistisch plausibel, weil viele glutenbezogene Sequenzen prolinreich sind und deshalb für gewöhnliche Proteasen schwerer zugänglich bleiben [4].

## Einordnung in den normalen Brauprozess

Die Proteinzusammensetzung der Würze wird bereits im Mälzen und Maischen geprägt. Gersten- und Malzproteasen erzeugen Peptide und freien Aminostickstoff, während andere Enzymsysteme Stärke und Zellwandbestandteile abbauen. Untersuchungen zur isothermalen Maischeführung zeigen, dass Enzymtemperaturbereiche und Prozessführung die resultierende Würzezusammensetzung deutlich beeinflussen können [5].

Eine Proline Protease für die Bierstabilisierung ist davon zu unterscheiden. Sie ist kein Ersatz für eine saubere Maischeführung und nicht primär ein Werkzeug zur allgemeinen Nährstofffreisetzung für die Hefe. Der sinnvollste technische Einsatz liegt dort, wo haze-aktive Proteinstrukturen in der biernahen Matrix vorhanden sind und vor Lagerung, Stabilisierung oder Abfüllung bearbeitet werden sollen. Die Literatur zur sauren prolin-spezifischen Endoprotease beschreibt insbesondere die Zugabe während der Fermentation als erfolgreichen Prozesspunkt [1].



**Figure 3.** 프로린 특이적 프로테아제는 총 단백질을 무차별적으로 줄이는 것이 아니라 프로린이 풍부한 혼탁 유발 펩타이드 부위를 표적으로 삼는다는 점에서 광범위하게 작용하는 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제와 다르다.

Das passt zur Chemie des Problems: Nach dem Kochen, Kühlen und Anstellen liegt ein großer Teil der relevanten löslichen Protein- und Peptidfraktionen bereits in einer Matrix vor, die dem späteren Bier näherkommt als die Maische. Gleichzeitig ist noch Prozesszeit vorhanden, in der das Enzym wirken kann, bevor das Bier final stabilisiert, filtriert oder abgefüllt wird. Die konkrete Einbindung muss jedoch zum Bierstil, zur Gärführung, zur Temperaturführung und zum gewünschten sensorischen Profil passen <sup>[1]</sup>.

## **Prozesswirkungen: Klarheit, Filtration, Schaum und Sensorik**

---

Der wichtigste erwartbare Effekt ist eine geringere Neigung zu Kältetrübung. Das heißt nicht zwingend, dass ein trübes Bier sofort klar wird. Die Prolin Protease wirkt am effektivsten, wenn sie trübungsaktive Proteinfractionen abbaut, bevor diese mit Polyphenolen größere Aggregate bilden. In klar filtrierten Bieren ist das Ziel daher meist die Haltbarkeit der Klarheit, nicht die nachträgliche Entfernung eines massiven bestehenden Trubs <sup>[1]</sup>.

Für die Filtration kann eine geringere kolloidale Trübungsneigung indirekt hilfreich sein, weil weniger instabile Protein-Polyphenol-Komplexe in späteren Prozessphasen auftreten. Trotzdem ersetzt das Enzym keine Filterauslegung, keine Reifung und keine gute Trubabtrennung. Wenn Trübungen vor allem aus Hefe, Stärke, Beta-Glucanen, Rohstoffpartikeln oder mikrobiologischen Problemen stammen, ist eine Prolin Protease nicht der eigentliche Hebel <sup>[5]</sup>.

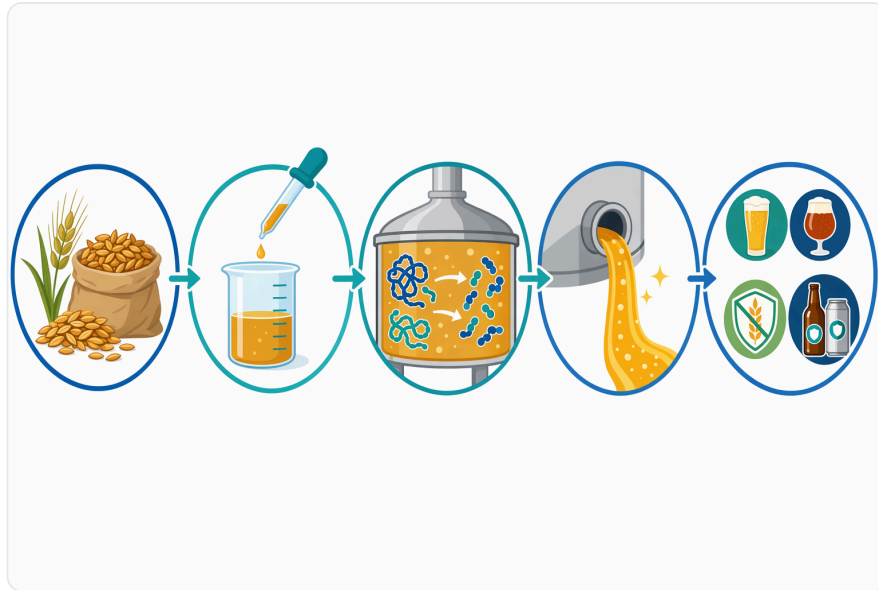
Beim Schaum ist die Bewertung differenziert. Schaumpositive Bierproteine und Polypeptide sollen nicht unnötig abgebaut werden; gleichzeitig sind nicht alle prolinreichen haze-aktiven Proteine identisch mit den wichtigsten schaumaktiven Fraktionen. Die Forschung zur prolin-spezifischen Chill-Haze-Prävention berichtete eine nahezu unveränderte Schaumstabilität, was für die Selektivität des Ansatzes spricht <sup>[1]</sup>.

Sensorisch sollte eine Prolin Protease nicht als Aromazusatz verstanden werden. Sie liefert keine Hopfen-, Malz- oder Gäraromen, sondern verändert die Proteinfraction. Indirekte sensorische Effekte sind dennoch möglich, weil Peptidprofil, Körper, Adstringenzwahrnehmung und Stabilität zusammenhängen können. Deshalb ist der Einsatz besonders sinnvoll in kontrollierten Produktionskonzepten, in denen Klarheit und Haltbarkeit messbare Qualitätsziele sind <sup>[1]</sup>.

## **Glutenreduzierte Bierkonzepte: möglich, aber nicht automatisch ein Claim**

---

Prolinreiche Sequenzen spielen auch bei Glutenpeptiden eine Rolle. Gerade diese Sequenzen sind enzymatisch schwierig, weil Prolin die Zugänglichkeit vieler Proteasen einschränkt. Prolin-spezifische Endoproteasen werden deshalb in der Fachliteratur als Werkzeuge diskutiert, um glutenrelevante Peptidfraktionen in Bier stärker abzubauen als mit unspezifischen Proteasen allein <sup>[4]</sup>.



**Figure 4.** 양조 공정에서는 이후 공정 단계에서 효소 활성이 더 이상 지속되기 어려워지기 전에, 곡물 단백질과 접촉할 시간이 확보되는 지점에 프롤린 프로테아제를 투입할 수 있다.

Für Brauereien ist dabei eine klare Grenze wichtig: Ein Enzym kann technologisch zur Reduktion bestimmter Peptide beitragen, ersetzt aber keine rechtliche und analytische Bewertung eines glutenbezogenen Claims. Ob ein Bier als „glutenreduziert“ oder „glutenfrei“ ausgelobt werden darf, hängt vom Zielmarkt, der Rohstoffbasis, dem gesamten Prozess und der anerkannten analytischen Absicherung ab. Die Proline Protease ist in solchen Konzepten ein Prozessbaustein, nicht die alleinige Begründung für eine Deklaration <sup>[4]</sup>.

## Relevanz für unterschiedliche Bierstile

Am naheliegendsten ist der Einsatz bei klaren Lagerbieren, Exportbieren, Pils-ähnlichen Produkten und anderen Bieren, bei denen brillante Klarheit und lange optische Stabilität erwartet werden. Diese Produkte durchlaufen häufig Filtration und stehen anschließend unter realen Vertriebsbedingungen: Transport, Temperaturwechsel, Zwischenlagerung, Kühlung im Handel und unterschiedliche Verbraucherlagerung. Genau dort kann Kältetrübung sichtbar werden, obwohl das Bier bei Freigabe klar war <sup>[1]</sup>.

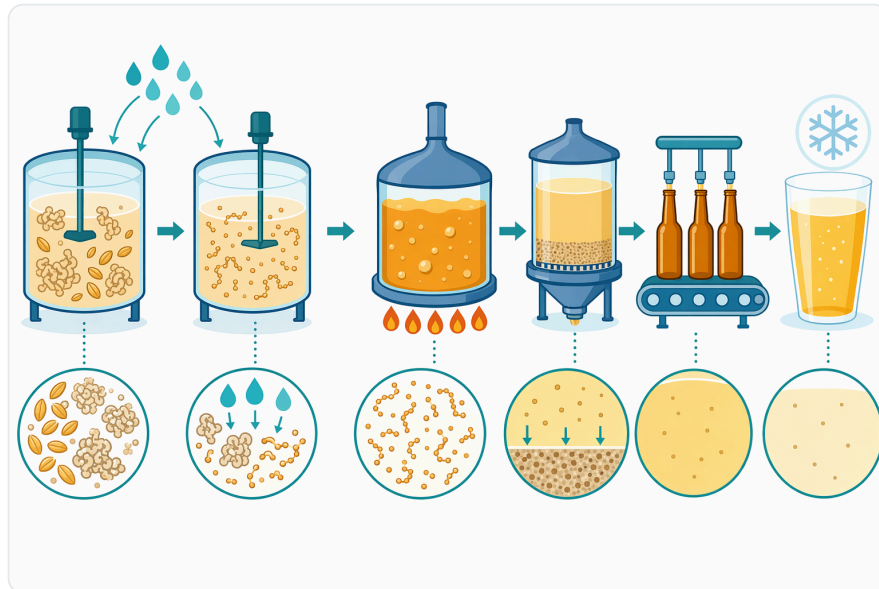
Auch bei Rezepturen mit Weizen, alternativen Getreiden oder höheren Rohfruchtanteilen kann die Protein-Polyphenol-Balance anspruchsvoller werden. Die Schlussfolgerung sollte aber nicht lauten, dass jedes Spezialbier automatisch Proline Protease benötigt. Bei Hefeweizen, naturtrüben Kellerbieren, New-England-IPAs oder bewusst opaleszenten Craft-Bieren ist Trübung oft Teil des Produktprofils. Dort müsste zuerst geklärt werden, ob eine Reduktion von Chill Haze überhaupt zum Stilziel passt <sup>[5]</sup>.

Bei fermentierten Getränken auf Basis pflanzlicher Proteine kann enzymatische Hydrolyse ebenfalls technologisch relevant sein. Arbeiten zur Nutzung enzymatisch hydrolysierter Pflanzenproteine in fermentierten Getränken zeigen, dass Proteinhydrolysate die Zusammensetzung und Verarbeitung solcher Systeme beeinflussen können [6]. Für Bier bleibt jedoch die spezielle Proline-Protease-Anwendung vor allem dann interessant, wenn prolinreiche Getreideproteine und Polyphenole eine erkennbare kolloidale Instabilität verursachen.

## Verbindung zu Nebenstromverwertung und Protein-Hydrolysaten

Auch außerhalb des fertigen Bieres ist Protease-Technologie für Brauereien relevant. Biertreber und Überschusshefe enthalten Proteine, Peptide, Zellwandbestandteile und weitere Wertstoffe. Studien zur enzymatischen Solubilisierung von Biertreber zeigen, dass kombinierte Carbohydrasen und Peptidasen Proteine aus dieser Matrix freisetzen und Nebenströme technologisch aufwerten können [3].

Neuere Arbeiten zu Proteinhydrolysaten aus Biertreber beschreiben funktionelle Eigenschaften solcher Hydrolysate, etwa Löslichkeit, Emulgierverhalten oder andere technologische Funktionen, die für Lebensmittelanwendungen relevant sein können [7]. Das ist nicht dieselbe Anwendung wie Chill-Haze-Prävention im Bier, zeigt aber, warum Brauereien Proteaseprozesse zunehmend nicht nur als Hilfsstofffrage, sondern als Teil einer breiteren Rohstoff- und Nebenstromstrategie betrachten.



**Figure 5.** 양조 기술 문헌에서는 혼탁 유발 단백질을 줄이기 위해 생산 과정, 특히 당화 같은 초기 단계에서 프롤린 특이적 엔도프로테아제를 사용하는 방법을 설명한다.

Auch Überschusshefe wird als Quelle höherwertiger Moleküle untersucht. Systematische Übersichten beschreiben Brauhefe-Nebenströme als potenzielle Quelle für Proteine, Peptide, Zellwandkomponenten und weitere Inhaltsstoffe [8]. Enzymatische Hydrolyse und nachgelagerte Fraktionierung können dabei helfen, wertgebende Fraktionen aus solchen Nebenprodukten zurückzugewinnen [9].

Diese Nebenstrom-Perspektive sollte jedoch nicht mit der konkreten Funktion der Proline Protease im Bier verwechselt werden. Im fertigen oder werdenden Bier geht es um gezielte Reduktion haze-aktiver prolinreicher Proteinstrukturen. In Nebenströmen geht es eher um Proteinsolubilisierung, Hydrolysatfunktionalität und Wertstoffgewinnung. Beide Felder nutzen Proteasechemie, aber mit unterschiedlichen Zielgrößen [10].

## Vergleich mit anderen Stabilisierungskonzepten

Brauereien haben mehrere Möglichkeiten, kolloidale Instabilität zu reduzieren. Proline Protease ist eine davon, aber nicht die einzige. Ihre Stärke liegt darin, dass sie die Proteinseite der Chill-Haze-Reaktion verändert. Adsorptive oder physikalische Verfahren setzen dagegen an Entfernung, Abtrennung oder Bindung bestimmter Komponenten an.

Stabilisierungskonzept	Zielkomponente	Typischer Effekt	Wann besonders sinnvoll	Wichtige Einschränkung
Proline Protease	Prolinreiche haze-aktive Proteine	Geringere Bildung von Protein-Polyphenol-Aggregaten	Klare Biere mit Chill-Haze-Risiko [1]	Wirkt nicht gegen jede Trübungsursache
Prozessführung im Mälzen/Maischen	Protein- und Peptidprofil der Würze	Beeinflusst FAN, Körper, Filtrierbarkeit und Stabilität	Grundlegende Rezeptur- und Würzeoptimierung [5]	Nachträgliche Chill-Haze-Risiken können bleiben
Filtration	Partikel und vorhandene Trubstoffe	Klärung durch Abtrennung	Vor Abfüllung klarer Biere	Verhindert nicht immer spätere kolloidale Neubildung
Nebenstrom-Hydrolyse	Proteine in Treber oder Hefe	Freisetzung funktioneller Hydrolysate	Wertstoffgewinnung und Kreislaufkonzepte [3]	Andere Zielsetzung als Bierstabilisierung

Eine robuste Braustrategie kombiniert meist mehrere dieser Ebenen: Rohstoffauswahl, Maischeführung, Kochung, Gärung, Reifung, Filtration, Sauerstoffmanagement und gegebenenfalls enzymatische Stabilisierung. Proline Protease ist in diesem System dann besonders wertvoll, wenn ein wiederkehrendes, protein-polyphenolgetriebenes Chill-Haze-Problem vorliegt [1].

## Moderne Enzymtechnik im Lebensmittel- und Getränkesektor

Der Einsatz von Enzymen in Lebensmitteln ist längst kein Spezialfall mehr. Übersichtsarbeiten zu Food-Enzymen beschreiben, dass Enzyme wegen ihrer Selektivität, milden Prozessbedingungen und Substratspezifität in vielen Segmenten der Lebensmittelindustrie genutzt werden [11]. Für Brauereien ist diese Selektivität entscheidend: Nicht die maximale Reaktion ist gefragt, sondern die richtige Reaktion an der richtigen Molekülklasse.



Figure 6. 프롤린이 풍부한 펩타이드를 표적으로 삼는 동일한 원리는 맑은 맥주, 글루텐 저감 맥주 공정, 단백질성 혼탁이 생기는 음료 시스템, 특수한 쓴맛 펩타이드 가수분해에도 적용될 수 있다.

Auch neuere Arbeiten zur Aktivierung und Prozessführung von Lebensmittelenzymen zeigen, dass Enzymleistung stark von Matrix, Temperatur, pH, Substratzugänglichkeit und Prozessumgebung abhängt [12]. Für die Praxis heißt das: Eine Proline Protease sollte nicht isoliert betrachtet werden. Ihre Wirkung hängt davon ab, welche Proteine im Bier vorhanden sind, wie sie bereits durch Mälzen und Maischen verändert wurden und wie viel Prozesszeit in der Gär- oder Reifephase verfügbar ist.

Immobilisierte Enzyme werden in der Lebensmittelindustrie ebenfalls diskutiert, weil sie Wiederverwendung, kontrollierte Prozessführung oder spezifische Anwendungen ermöglichen können [13]. Für das hier beschriebene flüssige Brauadditiv steht jedoch die direkte Anwendung als

Prozesshilfsstoff im Vordergrund. Die wissenschaftliche Entwicklung zeigt vor allem, dass prolin-spaltende Enzyme ein etabliertes technisches Thema sind und nicht nur ein Marketingbegriff [4].

## Praktische Grenzen und Fehlanwendungen

Eine Proline Protease löst kein mikrobiologisches Problem. Wenn Trübung durch Kontamination, wilde Hefen oder bakterielle Aktivität entsteht, muss die Ursache hygienisch und prozesstechnisch behoben werden. Ebenso wenig löst sie Stärke- oder Beta-Glucan-Trübungen, die eher mit Maischeführung, Rohstoffqualität oder anderen Enzymsystemen zusammenhängen [5].

Sie ist auch kein Ersatz für Sauerstoffmanagement. Oxidative Veränderungen können Polyphenole und andere Bierbestandteile so verändern, dass Alterungstrübungen und Geschmacksinstabilität begünstigt werden. Proline Protease reduziert die Verfügbarkeit bestimmter Protein-Bindungspartner, kann aber keine mangelhafte Verpackungs- oder Lagerroutine kompensieren [1].

Bei schaumkritischen Produkten sollte die Anwendung fachlich eingeordnet werden. Die Literatur zur prolin-spezifischen Endoprotease ist hinsichtlich Schaumstabilität ermutigend, aber Bier ist ein komplexes kolloidales System. Malztyp, Hopfenprodukt, Stammwürze, Alkoholgehalt, Gärprofil und Stabilisierungsschritte können die Reaktion des Endprodukts beeinflussen [1].

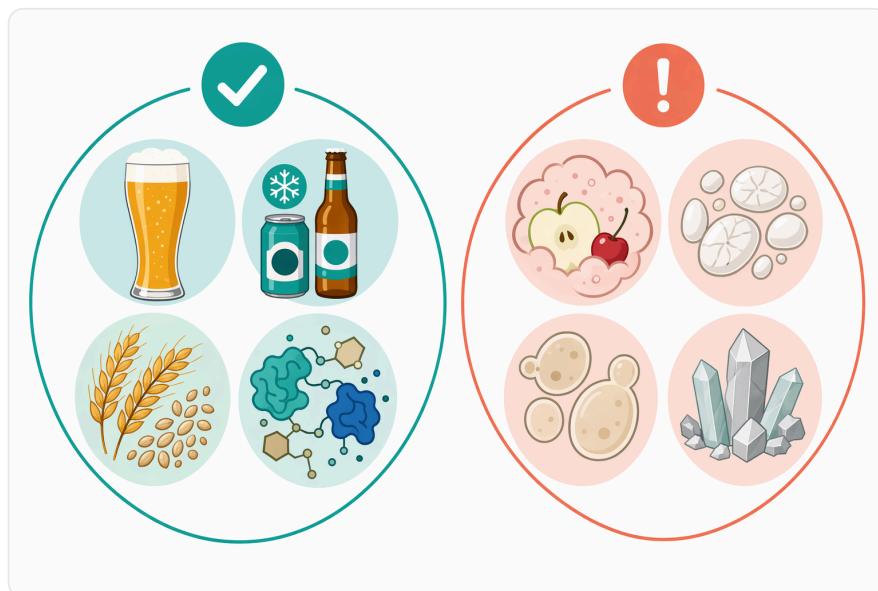


Figure 7. 프롤린 프로테아제는 혼탁이 단백질과 관련되어 있고, 프롤린이 풍부한 곡물 단백질 분획이 불안정성의 원인 중 하나일 때 가장 적합하다.

## Produkt- und Lieferantenhinweis zu Enzymes.bio

---

Enzymes.bio ist ein Enzymlieferant für B2B-Anwendungen und stellt sich nicht als Hersteller oder Labor dar. Für die Proline Protease bedeutet das: Das Produkt wird online in 1-kg-Einheiten bereitgestellt; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert. Diese Dokumente unterstützen die betriebliche Wareneingangs- und Sicherheitsdokumentation, ersetzen aber nicht die eigene rechtliche Bewertung der Endanwendung durch den Anwender .

Die Protease-Kategorie von Enzymes.bio umfasst Enzyme für Lebensmittel-, Getränke- und Industrieprozesse, wobei die konkrete Anwendung immer vom jeweiligen Enzymtyp abhängt . Bei der hier beschriebenen Proline Protease liegt der technische Schwerpunkt auf Brauanwendungen: insbesondere Reduktion von Kältetrübungsrisiken durch Abbau prolinreicher Proteinstrukturen sowie mögliche Unterstützung glutenreduzierter Prozesskonzepte, sofern diese separat abgesichert werden <sup>[4]</sup>.

### Fazit

---

Food-Grade Proline Protease als flüssiger Brauzusatz ist ein gezieltes Werkzeug für Brauereien, die protein-polyphenolbedingte Kältetrübung reduzieren wollen. Der Mechanismus ist klar: prolinreiche haze-aktive Proteinbereiche werden enzymatisch in kleinere Fragmente gespalten, wodurch die spätere Bildung lichtstreuender Aggregate erschwert wird <sup>[4]</sup>.

Die stärkste Anwendung liegt bei klaren, filtrierten und lagerstabilen Bieren mit hohen Anforderungen an visuelle Stabilität über Vertrieb und Kühlung hinweg. Für glutenreduzierte Bierkonzepte kann Proline Protease ebenfalls ein relevanter Prozessbaustein sein, allerdings nur zusammen mit geeigneter regulatorischer und analytischer Absicherung <sup>[4]</sup>.

Richtig eingeordnet ist das Enzym kein universelles Klärmittel, sondern ein präventiver biokatalytischer Stabilisierungsschritt. Enzymes.bio liefert das Produkt als 1-kg-Onlineeinheit für B2B-Anwender; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert .

### **Food-Grade Protease Proline Protease Liquid Brewing Additive 100G 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.

[Food-Grade Protease Proline Protease Liquid Brewing Additive 100G kaufen →](#)

## Referenzen

---

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

1. [49A7889B6313A33B97C54Ce217Fc58653Df8Ecd9](#). *Semantic Scholar*.
2. Jones, B. (2005). The endogenous endoprotease inhibitors of barley and malt and their roles in malting and brewing. *Journal of Cereal Science*, 42, 271-280.
3. Treimo, J., Westereng, B., Horn, S., Forssell, P., Robertson, J., Faulds, C., Waldron, K., ... et al. (2009). Enzymatic solubilization of brewers' spent grain by combined action of carbohydrases and peptidases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 8, 3316-24 .
4. [Pmc10537240](#). *PubMed Central*.
5. Laus, A., Endres, F., Hutzler, M., Zarnkow, M., & Jacob, F. (2022). Isothermal Mashing of Barley Malt: New Insights into Wort Composition and Enzyme Temperature Ranges. *Food and Bioprocess Technology*, 15, 2294 - 2312.
6. J.贝尔托利, F.小巴克斯, & W.T.亚马莫托 (2015). Vegetable protein enzymatic hydrolysis use in the brewing of fermented beverage.
7. Zhang, J., Perez-Gavilan, A., & Neves, A. C. (2024). Determination of Functionalities of Proteins and Their Corresponding Hydrolysates from Brewers' Spent Grain. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 83, 203 - 214.
8. Marson, G. V., Castro, R. J. S., Belleville, M., & Hubinger, M. (2020). Spent brewer's yeast as a source of high added value molecules: a systematic review on its characteristics, processing and potential applications. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 36, 1-22.
9. Marson, G. V., Belleville, M., Lacour, S., & Hubinger, M. D. (2020). Membrane Fractionation of Protein Hydrolysates from By-Products: Recovery of Valuable Compounds from Spent Yeasts. *Membranes*, 11.
10. Vieira, E., Teixeira, J. V., & Ferreira, I. (2016). Valorization of brewers' spent grain and spent yeast through protein hydrolysates with antioxidant properties. *European Food Research and Technology*, 242, 1975-1984.
11. Ashaolu, T. J., Malik, T., Soni, R., Prieto, M., & Jafari, S. (2024). Extremophilic Microorganisms as a Source of Emerging Enzymes for the Food Industry: A Review. *Food Science & Nutrition*, 13.
12. Ma, X., Liu, D., & Hou, F. (2023). Sono-activation of food enzymes: From principles to practice. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
13. Jothyswarupha, K. A., Venkataraman, S., Rajendran, D., Shri, S., Sivaprakasam, S., Yamini, T., Karthik, P., ... et al. (2024). Immobilized enzymes: exploring its potential in food industry applications. *Food Science and Biotechnology*, 34, 1533 - 1555.

## 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.