

# Alkalische Protease für Waschmittel: Protein-Flecken enzymatisch entfernen

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

**Direkte Antwort:** Alkalische Protease ist ein Waschmittel-Enzym, das proteinbasierte Flecken wie Blut, Ei, Milch, Schweiß und Körperflüssigkeiten abbaut, indem es Peptidbindungen in Proteinen hydrolysiert. In Detergenzien ist diese Enzymklasse besonders relevant, weil viele Wasch- und Reinigungsprozesse im neutralen bis alkalischen Bereich arbeiten und Proteasen dort die Proteinmatrix eines Flecks für Tenside und Spülwasser zugänglicher machen können <sup>[1]</sup>.

Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme ist ein B2B-Produkt für gewerbliche und industrielle Wasch- und Reinigungsanwendungen. Enzymes.bio liefert das Produkt online in 1-kg-Einheiten; CoA und SDS werden bei der Bestellung bereitgestellt, ohne dass Enzymes.bio als Hersteller oder Prüflabor auftritt .

## Warum proteinbasierte Flecken anders behandelt werden müssen

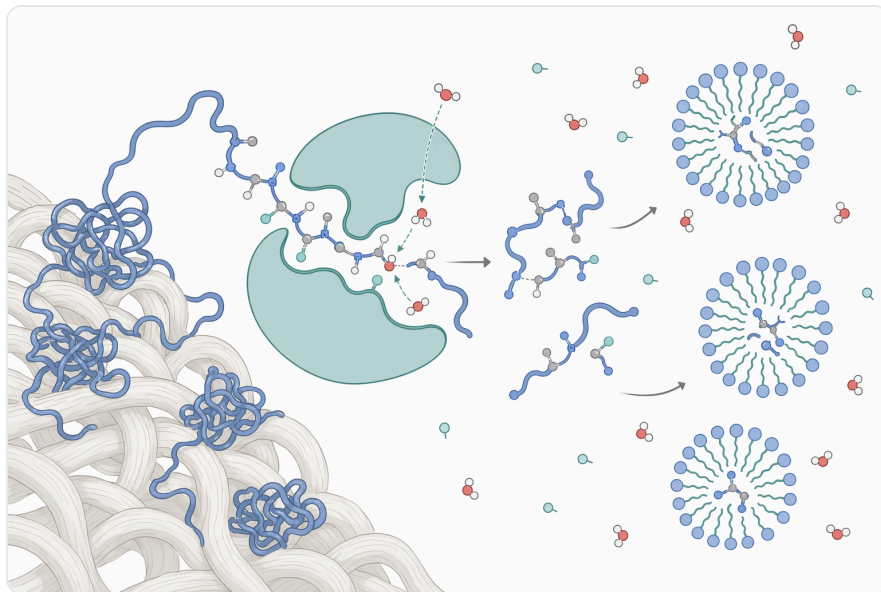
Proteinverschmutzungen sind nicht einfach „Schmutz“, sondern oft dreidimensionale, teilweise denaturierte oder geronnene Makromolekül-Netzwerke. Blut enthält unter anderem Hämoglobin und Serumproteine; Milch enthält Casein- und Molkenproteine; Ei enthält hitzeempfindliche Proteine wie Ovalbumin; Schweiß- und Körperflüssigkeitsrückstände bilden gemeinsam mit Salzen, Hautlipiden und Partikeln haftende Rückstände. Wenn solche Flecken trocknen oder erwärmt werden, können Proteine stärker an Fasern oder Oberflächen binden und dadurch schwerer zu entfernen sein <sup>[2]</sup>.

Klassische Reinigungschemie wirkt hier nur teilweise. Tenside können Grenzflächen benetzen, Fette emulgieren und Partikel ablösen, aber sie „zerschneiden“ keine Proteinmoleküle. Bleichsysteme können Farbstoffe oxidieren, lösen jedoch nicht zwangsläufig die proteinische Struktur, die einen Fleck mechanisch an der Faser hält. Alkalische Protease ergänzt diese Mechanismen, indem sie die Proteinmatrix selbst angreift und in kleinere Peptidfragmente zerlegt, die sich leichter dispergieren und auswaschen lassen <sup>[1]</sup>.

Für B2B-Anwendungen ist diese Unterscheidung praktisch wichtig: Eine Protease ist kein universeller Fleckenentferner, sondern ein gezielter Biokatalysator für proteinische Rückstände. Bei gemischten Flecken aus Protein, Fett, Stärke, Pigmenten oder pflanzlichen Gummen kann Protease der zentrale Baustein gegen den Proteinanteil sein, während andere Bestandteile der Formulierung für die übrigen Fraktionen verantwortlich bleiben [3].

## Der biochemische Mechanismus: Wie alkalische Protease Protein-Flecken aufricht

Proteasen katalysieren die Hydrolyse von Peptidbindungen, also der chemischen Bindungen, die Aminosäuren in Proteinen miteinander verknüpfen. Viele industriell genutzte alkalische Proteasen gehören zu den serinproteaseartigen Enzymen, darunter subtilisinähnliche Proteasen aus *Bacillus*-Stämmen; diese Enzyme sind in der Waschmittelbiotechnologie besonders gut untersucht [1].



**Figure 1.** 알칼리성 프로테아제는 세탁 중 펩타이드 결합을 가수분해해 단백질 얼룩을 더 작은 물 분산성 조각으로 분해하여 제거합니다.

Der Ablauf lässt sich konkret beschreiben: Das Enzym bindet einen Abschnitt des Protein-Substrats in seiner aktiven Tasche. Dort aktiviert eine katalytische Aminosäuregruppe ein Wassermolekül beziehungsweise greift die Peptidbindung über ein kurzlebiges Zwischenprodukt an. Das Ergebnis ist die Spaltung einer langen Proteinkette in kürzere Peptide. Wiederholt sich dieser Vorgang an vielen Stellen, verliert die Proteinmatrix ihre ursprüngliche Festigkeit, Quervernetzung und Haftung an der Oberfläche [2].

Bei einem Blutfleck bedeutet das nicht, dass das Enzym „Farbe bleicht“. Die rötlich-braune Färbung kann durch Häm- und Oxidationsprodukte mitbestimmt sein. Die Protease zielt vielmehr auf die proteinische Trägerstruktur: Hämoglobin, Plasmaproteine und geronnene Bestandteile werden teilweise hydrolysiert, wodurch die Fleckmatrix aufquillt, zerfällt und für Tenside besser zugänglich wird. Deshalb wird in Studien zur Detergenzienkompatibilität häufig nicht nur die Enzymaktivität betrachtet, sondern die sichtbare Entfernung von Blut- oder Proteinmodellflecken auf Textilien <sup>[2]</sup>.

Die alkalische Ausrichtung ist dabei kein Nebendetail. Waschmittel und industrielle Reiniger arbeiten häufig im neutralen bis alkalischen Bereich, weil Alkalität Fettverseifung, Schmutzdispergierung und Tensidwirkung unterstützen kann. Ein Enzym für solche Systeme muss seine Struktur und Funktion unter diesen Bedingungen zumindest über den relevanten Prozesszeitraum beibehalten. Genau deshalb konzentriert sich die Forschung zu Detergenzienproteasen auf alkalische Stabilität, Temperaturtoleranz und Verträglichkeit mit Tensiden, Buildern und anderen Formulierungsbestandteilen <sup>[4]</sup>.

## Warum alkalische Proteasen für Waschmittel etabliert sind

---

Alkalische Proteasen zählen zu den wichtigsten Enzymklassen für Waschmittel, weil sie ein sehr häufiges Problem adressieren: proteinische Alltags- und Industrieflecken. Übersichtsarbeiten zur Waschmittelindustrie beschreiben Proteasen als zentrale Detergenzien-Enzyme und heben hervor, dass neue alkalische Proteasen aus mikrobiellen Quellen und Metagenomen gesucht werden, um Stabilität, Leistungsfenster und Formulierungskompatibilität zu verbessern <sup>[1]</sup>.

Die industrielle Relevanz hängt auch mit der Herkunft vieler Enzyme zusammen. Bacillus-Arten werden in der Literatur wiederholt als Quellen alkalischer Proteasen beschrieben, weil viele dieser Bakterien extrazelluläre Enzyme abgeben und Enzyme mit alkalischer Toleranz liefern können. Thermostabile alkalische Proteasen aus Bacillus-Stämmen wurden daher für Anwendungen in Waschmitteln, Lederprozessen und weiteren Industriebereichen untersucht <sup>[5]</sup>.



**Figure 2.** 세제 공정에서는 알칼리성 프로테아제를 세탁액에 투입해 단백질 오염을 분해하고 중간 온도에서도 얼룩 제거를 개선합니다.

Neben Bacillus werden auch andere mikrobielle Quellen erforscht, etwa *Stenotrophomonas*, *Aspergillus*, *Nocardiopsis* oder halotolerante Bakterien. Diese Breite ist für Anwender relevant, weil „alkalische Protease“ keine einzelne Substanz bezeichnet, sondern eine Funktionsklasse mit unterschiedlichen Temperaturprofilen, Stabilitäten und Substratpräferenzen. Ergebnisse aus einer Studie zeigen daher die Leistungsfähigkeit der Enzymklasse, ersetzen aber nicht die Bewertung einer konkreten Formulierung im jeweiligen Prozess [6].

## Evidenz aus der Forschung: Fleckentfernung und Detergenzienkompatibilität

Experimentelle Arbeiten zu detergent-kompatiblen Proteasen untersuchen häufig zwei Fragen: Bleibt das Enzym in Gegenwart kommerzieller Waschmittelbestandteile funktionsfähig, und verbessert es die Entfernung proteinischer Flecken? Eine Studie zu detergent-kompatiblen Proteasen beschreibt genau diese Kombination aus mikrobieller Produktion, Enzymeigenschaften und Fleckentfernungsanalyse als entscheidend für die praktische Waschmittelanwendung [2].

Thermostabile alkalische Proteasen aus *Bacillus*-Stämmen wurden ebenfalls im Hinblick auf ihre Eignung für Detergenzien beschrieben. Solche Arbeiten sind deshalb relevant, weil Wasch- und Reinigungsprozesse nicht unter idealisierten Laborbedingungen stattfinden: Temperatur, pH-Wert, Tenside und Wasserhärte wirken gleichzeitig auf das Enzym ein. Wenn eine Protease unter alkalischen und moderat erhöhten Temperaturen stabil bleibt, erweitert das ihr Einsatzfenster in gewerblichen Waschprozessen [5].

Neuere Forschung zur „grünen“ Waschmittelindustrie verfolgt das Ziel, Proteasen zu identifizieren oder herzustellen, die mit Detergenzien kompatibel sind und bei ressourcenschonenderen Reinigungsprozessen helfen können. Eine Arbeit zu *Bacillus paramycooides* WSA beschreibt eine thermostabile, alkalische und detergenzienkompatible Protease ausdrücklich im Kontext der grünen Detergenzienindustrie [4].

Auch kaltaktive alkalische Proteasen sind für Waschmittel interessant. Sie können bei niedrigeren Waschttemperaturen zur Proteinspaltung beitragen und damit Prozesse unterstützen, bei denen Energieeinsparung oder temperatursensible Textilien eine Rolle spielen. Arbeiten zu kaltaktiven alkalischen Proteasen aus *Stenotrophomonas maltophilia* zeigen, dass die Forschung nicht nur auf hohe Temperaturstabilität zielt, sondern auch auf Enzyme, die bei niedrigeren Temperaturen wirksam bleiben [7].



Figure 3. 알칼리성 세제용 프로테아제는 주로 세탁세제, 얼룩 제거제, 예비 담금 제품, 업소용 세정제, 식기세척제 및 섬유 세정 제품에 사용됩니다.

## Vergleich: Protease im Verhältnis zu anderen Wasch- und Reinigungsenzymen

Protein-Flecken werden am besten über Proteolyse angegriffen; andere Enzymklassen lösen andere chemische Strukturen. Diese Unterscheidung verhindert Fehlanwendungen und erklärt, warum moderne Reinigungsformulierungen oft mehrere Enzyme kombinieren, statt ein einzelnes Enzym für alle Fleckenarten zu erwarten [3].

Enzymklasse	Hauptsubstrat	Typische Zielverschmutzung	Relevanz für Detergenzien	Was sie nicht primär leistet
<b>Alkalische Protease</b>	Peptidbindungen in Proteinen	Blut, Ei, Milch, Schweiß, Körperflüssigkeiten, proteinreiche Lebensmittelreste	Zentrale Enzymklasse für Protein-Flecken in neutralen bis alkalischen Waschsystemen [1]	Entfernt Fett-, Stärke- oder Pigmentanteile nicht gezielt
<b>β-Mannanase</b>	Mannane und Galactomannane	Pflanzliche Verdickungsmittel, Lebensmittelgummen, bestimmte Saucen- oder Eiscremerückstände	Studien zeigen Anwendung zur Entfernung mannanbasierter Lebensmittelflecken [8]	Baut keine Proteinnetzwerke ab
<b>Xylanase</b>	Xylane und Hemicellulosen	Pflanzliche Zellwandbestandteile, bestimmte faserige Rückstände	Alkalische Xylanasen wurden auf Kompatibilität mit Detergenzien und Proteasen untersucht [9]	Ersetzt keine Protease bei Blut oder Ei
<b>Laccase</b>	Phenolische und oxidierbare aromatische Strukturen	Farbige pflanzliche Stoffe, bestimmte oxidative Anwendungen	Biotechnologisch interessant für nachhaltige oxidative Prozesse [10]	Keine spezifische Hydrolyse von Peptidbindungen
<b>Keratinasen / keratinabbauende Proteasen</b>	Keratinreiche Proteine	Haare, Federn, keratinisierte Rückstände	Spezielle Protease-Untergruppe, untersucht für keratinreiche Substrate [11]	Nicht automatisch identisch mit Standard-Waschproteasen

Die Tabelle zeigt: Alkalische Protease ist besonders dann sinnvoll, wenn der Fleck strukturell von Proteinen getragen wird. Bei einer Tomatensauce mit Fleischanteil kann Protease den Proteinanteil angreifen, während Farbstoffe, Öle und Polysaccharide andere Mechanismen benötigen. Bei Eiscreme oder Milkschokolade können Milchproteine, Fett und Verdickungsmittel gemeinsam vorliegen; eine Protease allein adressiert dann nur einen Teil der Matrix [3].

## Prozessbedingungen: pH, Temperatur und Formulierung entscheiden mit

Alkalische Proteasen werden für Waschmittel typischerweise ausgewählt, weil sie im alkalischen Umfeld funktionsfähig sind. In der Literatur zu Detergenzienproteasen werden häufig alkalische Arbeitsbereiche beschrieben, oft im Bereich, in dem Haushalts- und gewerbliche Waschmittel wirksam sind. Wichtig ist dabei nicht nur ein punktuelles pH-Optimum, sondern die Stabilität während Herstellung, Lagerung und Anwendung <sup>[1]</sup>.

Temperatur ist der zweite große Faktor. Thermostabile Proteasen können bei wärmeren Wasch- oder Reinigungsprozessen Vorteile haben, weil erhöhte Temperatur die Quellung von Flecken, die Diffusion und die Tensidwirkung unterstützt. Gleichzeitig kann zu hohe Temperatur Proteine im Fleck weiter fixieren oder das Enzym denaturieren, wenn es nicht ausreichend stabil ist. Deshalb ist die Kombination aus Enzymprofil und Prozessführung entscheidend <sup>[5]</sup>.

Bei niedrigeren Temperaturen verschiebt sich das Anforderungsprofil. Kaltaktive alkalische Proteasen können bei moderaten oder niedrigen Temperaturen Aktivität zeigen, sind aber nicht automatisch in jeder Formulierung stabiler. Studien zu kaltaktiven Proteasen belegen vor allem, dass es innerhalb der Enzymklasse unterschiedliche Leistungsfenster gibt und dass die Wahl der Protease zur beabsichtigten Wascht Temperatur passen muss <sup>[12]</sup>.



**Figure 4.** 고온 세탁이나 강한 화학 세정에 비해, 프로테아제 기반 세정은 더 온화한 세제 조건에서도 단백질 오염을 제거할 수 있습니다.

Die Formulierung selbst kann Enzyme unterstützen oder beeinträchtigen. Tenside können Proteinstrukturen beeinflussen; Builder und Chelatoren verändern Ionenverhältnisse; Bleichsysteme und Oxidationsmittel können empfindliche Aminosäurereste angreifen. Aus diesem Grund ist

Detergenzienkompatibilität in der Forschung ein eigenständiges Bewertungskriterium und nicht nur eine Nebenbemerkung zur Enzymaktivität <sup>[2]</sup>.

## Anwendungskontexte im B2B-Bereich

---

### Waschmittel, Wäschereien und Textilservice

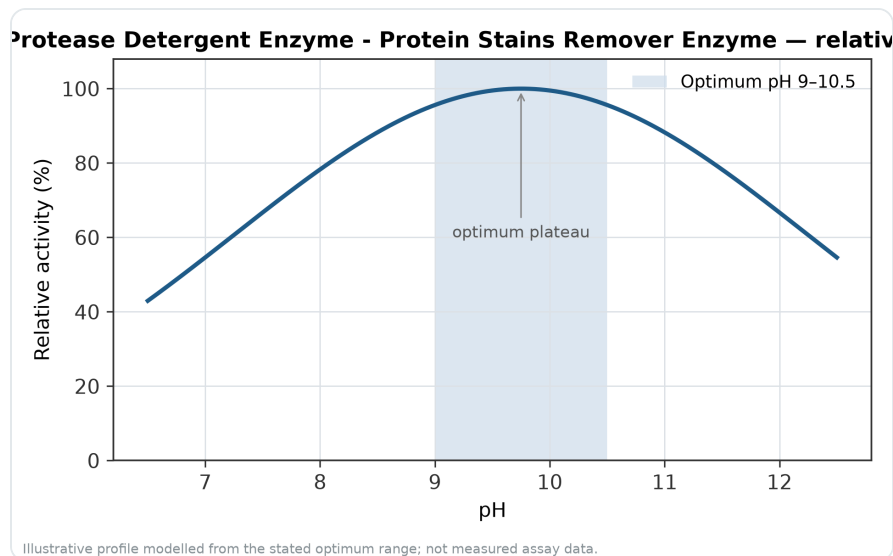
Der naheliegendste Einsatzbereich ist die Formulierung oder Ergänzung von Waschmitteln für Textilien mit proteinischen Flecken. Gewerbliche Wäschereien, Hospitality-Betriebe, Textilservice-Anbieter und Einrichtungen mit hoher Belastung durch Körperflüssigkeiten oder Lebensmittelreste profitieren besonders von einem Mechanismus, der die Proteinmatrix eines Flecks abbaut, statt nur oberflächlich zu benetzen <sup>[1]</sup>.

Textilprozesse stellen aber unterschiedliche Anforderungen. Baumwolle, Mischgewebe und synthetische Fasern unterscheiden sich in Benetzung, Faseroberfläche und Fleckenbindung. Gealterte Flecken reagieren anders als frische. Deshalb sollte die Protease als Teil eines abgestimmten Waschsysteams betrachtet werden: Wasser, Mechanik, Temperatur, Alkalität, Tenside und Spülführung bestimmen gemeinsam, wie gut hydrolysierte Proteinfragmente tatsächlich entfernt werden <sup>[2]</sup>.

### Gewerbliche Oberflächen- und Anlagenreinigung

Auch außerhalb der klassischen Wäsche können proteinhaltige Rückstände relevant sein: in lebensmittelnahen Reinigungsbereichen, auf Arbeitsflächen, in Sammelbehältern, auf Böden oder in Entwässerungsbereichen. Protease kann dort helfen, angetrocknete Eiweiß-, Milch-, Fleisch- oder Körperflüssigkeitsreste aufzuschließen. Entscheidend ist, dass das Enzym ausreichend Kontakt mit dem Substrat bekommt und nicht sofort durch extreme pH-Werte, Oxidationsmittel oder ungünstige Formulierungsbestandteile inaktiviert wird <sup>[13]</sup>.

In lebensmittelnahen Umgebungen ist die Zweckbestimmung besonders wichtig. Das hier beschriebene Produkt ist ein industrielles Enzymprodukt für Wasch- und Reinigungsanwendungen, nicht eine Lebensmittelzutat. Der Nutzen liegt in der Reinigungsfunktion gegen proteinische Rückstände; regulatorische und betriebliche Anforderungen des jeweiligen Reinigungsprozesses bleiben davon unberührt.



**Figure 5.** pH에 따른 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 상대 활성으로, pH 9-10.5에서 최적 활성 구간을 보입니다.

## Leder, Keratin und Spezialsubstrate

Alkalische Proteasen werden in der Forschung auch für Lederprozesse und keratinreiche Substrate diskutiert. Eine Studie zu alkalischer Protease aus *Bacillus crolab* MTCC 5468 beschreibt Anwendungen in der Lederherstellung, während keratinabbauende subtilisinähnliche Proteasen aus *Bacillus cereus* für den Abbau widerstandsfähiger Keratinstrukturen untersucht wurden [14].

Für Waschmittelkunden ist das vor allem als Einordnung nützlich: Proteasen können sehr unterschiedliche Proteinstrukturen angreifen, aber nicht jede Protease ist für jedes Substrat gleich geeignet. Keratin ist deutlich widerstandsfähiger als viele Lebensmittel- oder Körperflüssigkeitsproteine. Eine Waschmittelprotease gegen Blut oder Ei sollte daher nicht automatisch als Hochleistungs-Keratinase interpretiert werden [11].

## Was Anwender realistisch erwarten können

Der am besten belegte Nutzen ist die verbesserte Entfernung proteinbasierter Verschmutzungen in Kombination mit geeigneten Detergenzien. Die Protease schwächt die Proteinmatrix, während Tenside, Alkalität, Wasser und Mechanik die abgebauten Bestandteile aus der Textil- oder Oberflächenstruktur entfernen. Diese Arbeitsteilung erklärt, warum Proteasen selten isoliert betrachtet werden, sondern als funktionelle Komponente in einem Wasch- oder Reinigungssystem [2].

Ein zweiter realistischer Nutzen ist die Unterstützung moderaterer Prozessbedingungen. Wenn ein Enzym den Proteinanteil gezielt hydrolysiert, muss die Reinigungsleistung nicht ausschließlich über stärkere Alkalität, höhere Temperatur oder aggressivere Oxidation erzeugt werden. Forschung zu

detergenzienkompatiblen und thermostabilen Proteasen wird deshalb häufig mit nachhaltigerer oder „grüner“ Reinigung verbunden [4].

Gleichzeitig gibt es klare Grenzen. Protease entfernt keine mineralischen Ablagerungen, keine reinen Ölflecken und keine Farbstoffe durch Oxidation. Bei Blut kann die Proteinmatrix gelöst werden, während farbige Reste zusätzliche Mechanismen benötigen. Bei Milchkaffee wirken Protease, Tenside und gegebenenfalls andere Enzyme jeweils auf andere Fleckanteile. Eine ehrliche Leistungsbeschreibung sollte diese Substratspezifität betonen [8].

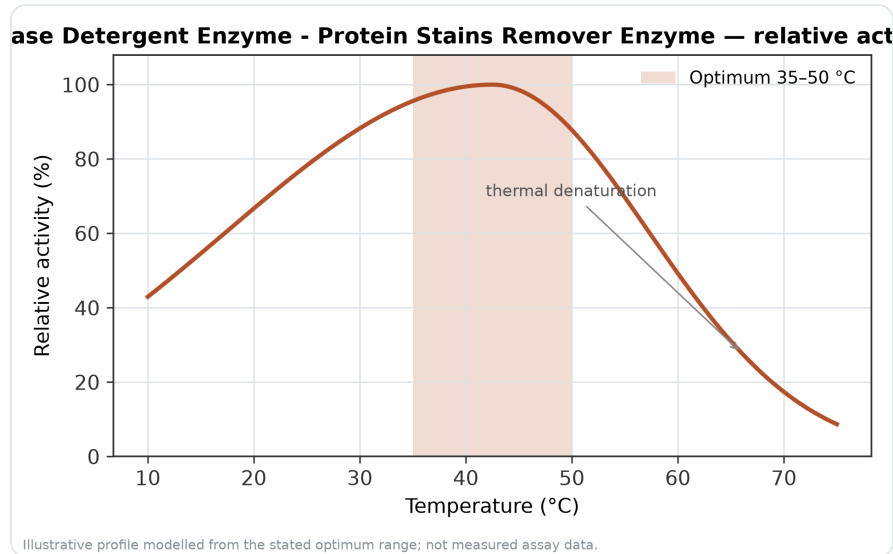


Figure 6. 온도에 따른 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 상대 활성으로, 35–50°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

## Typische Einflussfaktoren auf die Leistung

### Fleckenzusammensetzung und Alterung

Frische Proteinrückstände sind meist zugänglicher als gealterte, getrocknete oder hitzefixierte Flecken. Beim Trocknen können Proteine denaturieren und enger an Fasern anhaften; bei Wärme können zusätzliche Strukturveränderungen auftreten. Protease kann solche Strukturen abbauen, aber der Zugang zum Substrat wird schwieriger, wenn die Matrix dicht, verkrustet oder mit Fett und Partikeln überlagert ist [2].

Gemischte Flecken verlangen daher oft eine Kombination von Mechanismen. Bei einem Lebensmittelrückstand mit Ei, Öl und Stärke kann Protease den Eiweißanteil spalten, während Tenside Öl entfernen und andere Enzyme Polysaccharide abbauen. Studien zu Mannanasen zeigen beispielhaft, dass auch nicht-proteinische Lebensmittelflecken eigene enzymatische Werkzeuge erfordern [3].

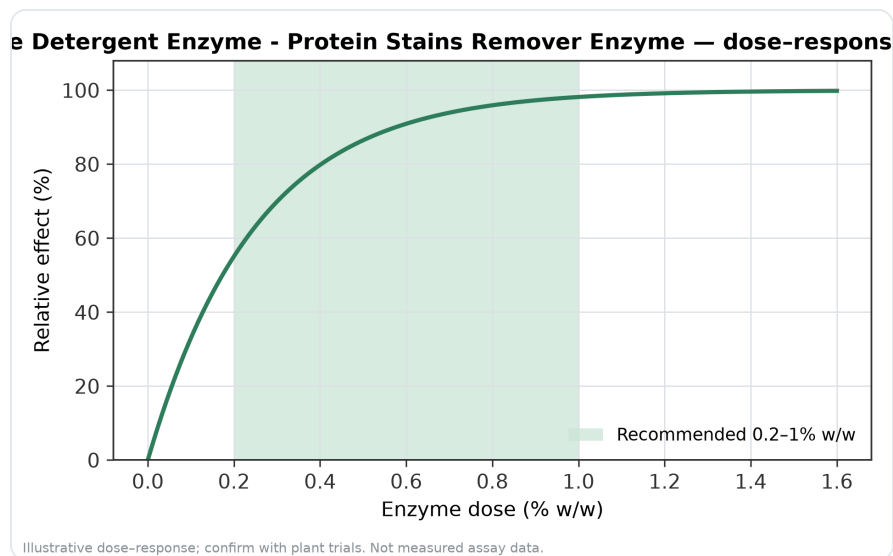
## Wasser, Tenside und oxidative Bestandteile

Wasser ist für die Hydrolyse notwendig, kann aber in flüssigen Formulierungen auch Stabilitätsprobleme verschärfen, weil Moleküle beweglicher werden und Enzyme stärker mit anderen Inhaltsstoffen interagieren. Tenside sind für Reinigung unverzichtbar, können aber je nach Typ Enzymstrukturen belasten. Bleichsysteme können proteinische Enzyme oxidativ schädigen, wenn die Formulierung nicht darauf abgestimmt ist [2].

Diese Zusammenhänge erklären, warum ein Enzym in einer Formulierung sehr gut funktionieren kann und in einer anderen schwächer. Entscheidend ist nicht nur, ob „Protease enthalten“ ist, sondern ob die Protease im konkreten Waschmittelumfeld ausreichend stabil bleibt und während der Anwendung Zugang zum Protein-Fleck erhält [9].

## Salz, Redoxbedingungen und Spezialanforderungen

Einige Forschungsarbeiten untersuchen Proteasen unter besonderen Belastungen, etwa Salz- oder Redoxstress. Eine alkalische Protease aus *Bacillus halotolerans* DS5 wurde hinsichtlich Redox- und Salztoleranz charakterisiert; solche Eigenschaften können für Spezialreinigungen oder industrielle Umgebungen relevant sein, in denen Standardbedingungen überschritten werden [15].



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.2–1% w/w)에서 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 용량-반응 관계를 예시한 그래프입니다.

Für die meisten Waschmittelanwendungen bleibt jedoch die Kernfrage: Passt das Enzym zu pH-Wert, Temperatur, Tensidsystem, Wasserchemie und Zielverschmutzung? Je stärker ein Prozess von üblichen Waschbedingungen abweicht, desto wichtiger wird die Formulierungskompatibilität der konkreten Enzymkomponente [2].

## Produktbezogene Einordnung für Enzymes.bio-Kunden

---

Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme wird über Enzymes.bio als B2B-Onlineprodukt in 1-kg-Einheiten angeboten. Die produktbegleitenden Dokumente, einschließlich CoA und SDS, werden bei der Bestellung bereitgestellt; maßgeblich für Handhabung, Lagerung und Sicherheit sind die jeweils mitgelieferten Unterlagen .

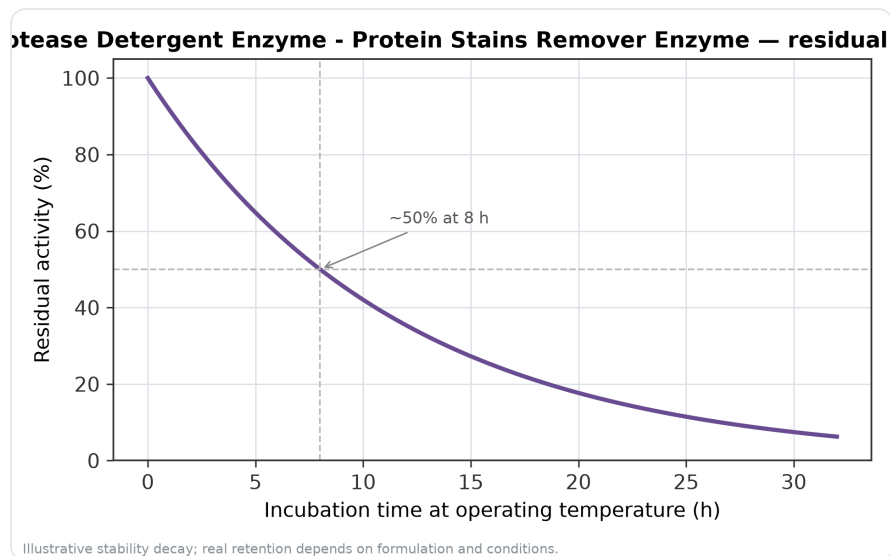
Wichtig ist die Rollenabgrenzung: Enzymes.bio ist Lieferant, nicht Hersteller und nicht Prüflabor. Dieses Dokument erklärt die technische Funktion und wissenschaftliche Einordnung alkalischer Proteasen für Wasch- und Reinigungsanwendungen, ersetzt aber keine herstellereinspezifische Prozessentwicklung und keine sicherheitsrelevanten Angaben aus dem SDS .

Das Produkt ist für gewerbliche und industrielle Anwendungen vorgesehen. Es sollte nicht als Lebensmittel, Futtermittel, pharmazeutischer Wirkstoff oder Verbraucherprodukt interpretiert werden. Die sachgerechte Verwendung richtet sich nach dem vorgesehenen Reinigungsprozess, den betrieblichen Anforderungen und den mitgelieferten Sicherheitsinformationen .

## Sicherheit und Handhabung: Enzyme sind wirksame Proteine

---

Enzyme sind Proteine und können als Staub oder Aerosol sensibilisierend wirken. In der Praxis bedeutet das: unnötige Staubbildung vermeiden, direkten Kontakt mit Haut und Augen minimieren und die im SDS beschriebenen Schutzmaßnahmen befolgen. Gerade gewerbliche Anwender sollten Enzympräparate nicht wie inerte Pulver behandeln, sondern als biologisch aktive Proteine mit spezifischem Expositionsrisiko .



**Figure 8.** 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔류 활성이 감소하는 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 열 안정성 저하를 예시한 그래프입니다.

Auch die Lagerung beeinflusst die Leistung. Enzyme reagieren empfindlich auf Feuchtigkeit, ungünstige Temperaturen und inkompatible Chemikalien. Eine trockene, geschlossene und geeignete Lagerung schützt nicht nur die Produktqualität, sondern reduziert auch das Risiko unbeabsichtigter Exposition. Verbindlich sind die Angaben der gelieferten Einheit und die begleitenden Dokumente .

## Kernaussage für die technische Entscheidung

Alkalische Protease ist ein gut begründetes Werkzeug für proteinbasierte Flecken in Waschmitteln und gewerblichen Reinigern. Ihr Mechanismus ist spezifisch: Sie hydrolysiert Peptidbindungen, schwächt dadurch Proteinmatrices und erleichtert die Entfernung durch Tenside, Wasser und Mechanik. Die Forschung stützt diesen Ansatz über zahlreiche mikrobielle Proteasen, detergent-kompatible Enzyme und Anwendungen gegen Blut- und Proteinmodellflecken <sup>[1]</sup>.

Die beste Leistung ist dort zu erwarten, wo Protein tatsächlich ein wesentlicher Fleckbestandteil ist und die Formulierung das Enzym nicht destabilisiert. pH-Wert, Temperatur, Tenside, Bleichsysteme, Wasserchemie und Fleckenalterung entscheiden darüber, wie gut der biochemische Mechanismus in sichtbare Reinigungsleistung umgesetzt wird <sup>[2]</sup>.

Für B2B-Anwender ist die realistische Einordnung daher einfach: Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme ist kein Allzweck-Fleckentferner, sondern eine gezielte enzymatische Komponente für proteinische Verschmutzungen. Als online erhältliches 1-kg-Produkt von Enzymes.bio kann es in passenden gewerblichen und industriellen Wasch- und Reinigungsanwendungen eingesetzt werden; CoA und SDS werden mit der Bestellung bereitgestellt .

## Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme 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.

[Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme kaufen →](#)

## Referenzen

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

1. Niehaus, F., Gabor, E., Wieland, S., Siegert, P., Maurer, K., & Eck, J. (2011). [Enzymes for the laundry industries: tapping the vast metagenomic pool of alkaline proteases](#). *Microbial Biotechnology*, 4, 767 - 776.
2. Niyonzima, F., & More, S. (2015). [Detergent-Compatible Proteases: Microbial Production, Properties, and Stain Removal Analysis](#). *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 45, 233 - 258.
3. Ismail, S., Hassan, A., & Emran, M. A. (2019). [Economic production of thermo-active endo  \$\beta\$ -mannanase for the removal of food stain and production of antioxidant manno-oligosaccharides](#). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
4. Alshehri, W., Alhothifi, S. A., Khalel, A. F., Alqahtani, F. S., Hadrich, B., & Sayari, A. (2025). [Production optimization of a thermostable alkaline and detergent biocompatible protease by \*Bacillus paramycoides\* WSA for the green detergent industry](#). *Scientific Reports*, 15.
5. Sakpal, H., & Narayan, G. (2015). [Thermostable alkaline protease from \*Bacillus\* sp. and its potential applications](#).
6. Majithiya, V., Ghoghari, A. M., & Gohel, S. (2025). [Purification, characterization, structural elucidation, and industrial applications of thermostable alkaline protease produced by seaweed-associated \*Nocardiopsis dassonvillei\* strain VCS-4](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 141147 .
7. Karaytuğ, T., Arabacı, N., & Arıkan, B. (2025). [Enzymatic Properties and Multifunctional Applications of a Novel Extracellular Cold-Active Alkaline Protease from \*Stenotrophomonas maltophilia\* Strain TK-4](#). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 198, 910 - 931.
8. Singh, S., Singh, G., Khatri, M., Kaur, A., & Arya, S. (2019). [Thermo and alkali stable  \$\beta\$ -mannanase: Characterization and application for removal of food \(mannans based\) stain](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 536-546 .
9. Kumar, B. K., Balakrishnan, H., & Rele, M. V. (2004). [Compatibility of alkaline xylanases from an alkaliphilic \*Bacillus\* NCL \(87-6-10\) with commercial detergents and proteases](#). *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 31, 83-87.
10. Sodhi, A. S., Bhatia, S., & Batra, N. (2024). [Laccase: Sustainable production strategies, heterologous expression and potential biotechnological applications](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 135745 .

11. Gurunathan, R., Huang, B., Ponnusamy, V., Hwang, J., & Dahms, H. (2020). Novel recombinant keratin degrading subtilisin like serine alkaline protease from Bacillus cereus isolated from marine hydrothermal vent crabs. *Scientific Reports*, 11.
12. Kuddus, M., & Ramteke, P. (2009). Cold-active extracellular alkaline protease from an alkaliphilic Stenotrophomonas maltophilia: production of enzyme and its industrial applications. *Canadian Journal of Microbiology (print)*, 55 11, 1294-301 .
13. Ferreira, L. P., Cruz, E., & Martins, M. L. L. (2025). Use of Bacillus liqueniformis SMIA-2 For the Development of Environmentally Friendly Cleaning Products. *Revista de Gestão Social e Ambiental*.
14. Ranjithkumar, A., Durga, J., Ramesh, R., Sundar, V., Rose, C., & Muralidharan, C. (2017). Studies on Alkaline Protease from Bacillus crolab MTCC 5468 for Applications in Leather Making. *Journal of The American Leather Chemists Association*, 112, 232-239.
15. Wen, Y., Qiang, J., Zhou, G., Zhang, X., Wang, L., & Shi, Y. (2022). Characterization of redox and salinity-tolerant alkaline protease from Bacillus halotolerans strain DS5. *Frontiers in Microbiology*, 13.

## 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.