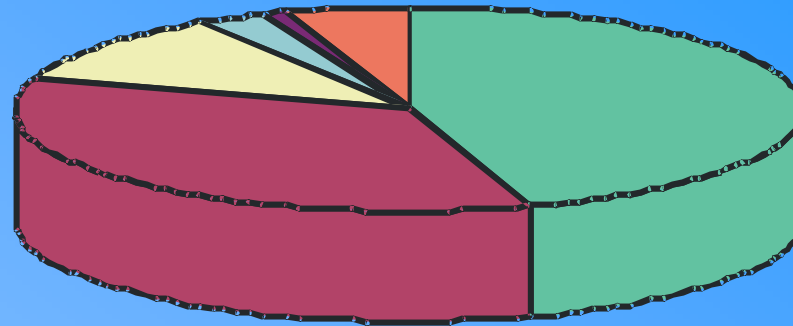


Amylasen, Pullulanasen:	Stärkeverzuckerung
Cellulasen:	Native/derivatisierte Cellulose
Pectinasen:	Pektinabbau
Proteasen:	Pankreasprotease: Medizin, Lederverarbeitung
	Pepsin: Medizin
	Rennin: Käseherstellung
	Papain: Bierherstellung, Fleischweichmacher
	Bromelain:(wie Papain)
	Alk.Protease: Waschmittel
Lipasen:	Medizin, Waschmittel
Glucoseisomerase:	Isomerisierung von Glucose zu Fructose
Lactase:	Lactosehydrolyse (Galactose/Glucose)
Glucoseoxidase	Glucoseoxidation, Analytik, Lebensmittel
Catalase:	H ₂ O-Zersetzung, Kosmetik

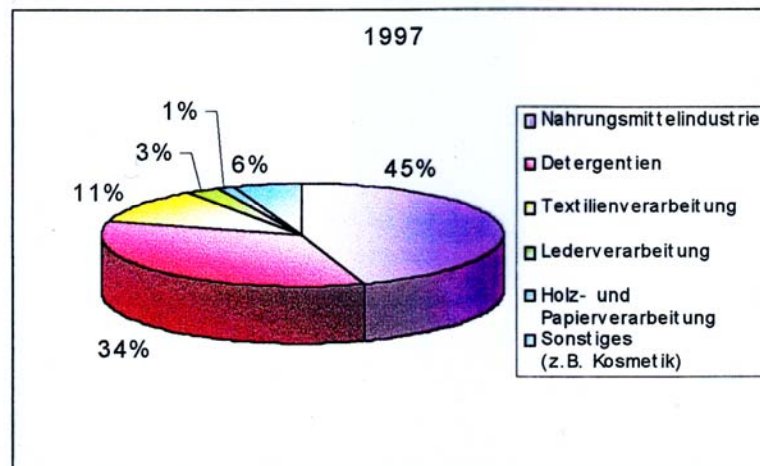
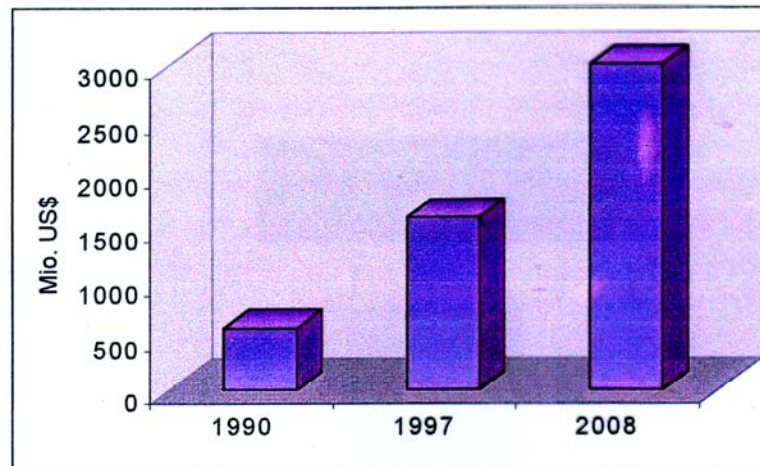


- 45% Nahrungsmittel
(davon 11% Stärkehydrolyse)
- 35% Waschmittel
- 11% Textilien
- 3% Lederverarbeitung
- 1% Papierverarbeitung
- 5% Diagnostika und Therapeutika

Technische Enzyme: 1998 1,6 Milliarden US\$

2008 3,0 Milliarden US\$

Weltmarkt für Enzyme



Quelle: Genetic Engineering News, February 1, 1993
Genetic Engineering News, March 1, 1998

Industrielle Enzyme

bakteriellen Ursprungs: **60% proteolytische Enzyme,
20% Carbohydrasen**

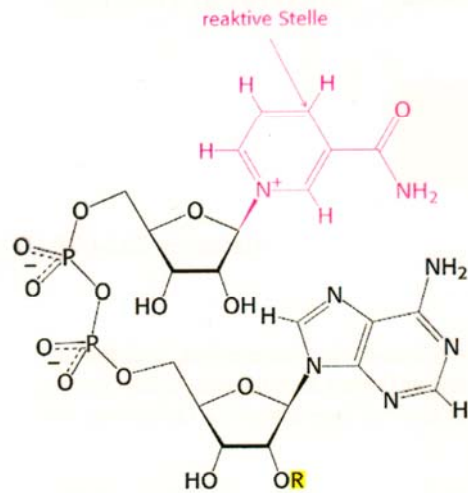
tierischen Ursprungs: **Rennin (Käseherstellung)
Pankreas-Proteasen/Lipasen**

pflanzlichen Ursprungs: **Papain**

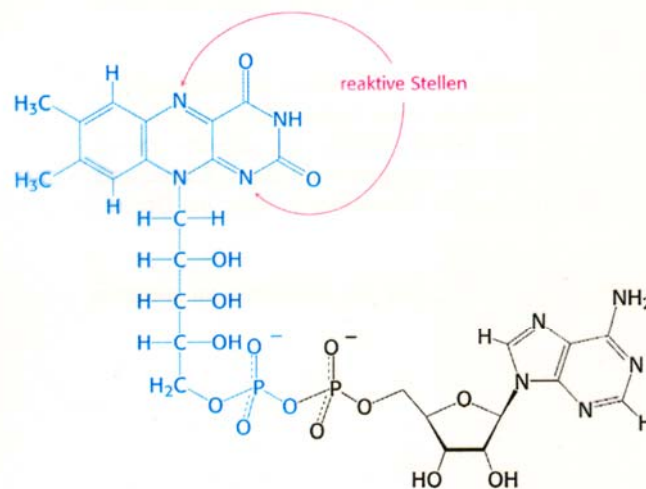
Subtilisin: unspezifisch
Trypsin: Spaltung auf Carboxylseite von Cysin oder Arginin
Thrombin: Spaltung zwischen Arginin und Glycin

Coenzyme

ATP	Phosphat
NAD(P)H FADH ₂	Hydrid
Coenzym A	Acetylreste
Biotin	Carboxylrest
S-Adenosylmethionin	Methylgruppe



14.13 Strukturen der oxidierten Formen von Nicotinamid-Elektronen-Carriern. Nicotinamidadenindinucleotid (NAD⁺) und Nicotinamidadenindinucleotidphosphat (NADP⁺) sind wichtige Carrier von Elektronen mit hoher potenzieller Energie. Im NAD⁺ ist R = H, im NADP⁺ ist R = PO₃⁻.

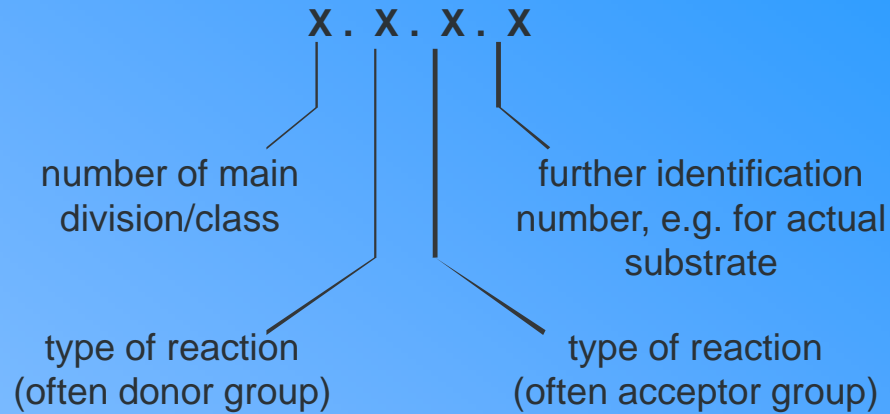


14.14 Strukturen der oxidierten Form von Flavinadenindinucleotid (FAD). Dieser Elektronen-Carrier besteht aus einem Flavinmononucleotid (FMN, blau) und einer AMP-Einheit (schwarz).

<u>Coenzym</u>	<u>Reaktionstyp</u>
Nicotinamidadenindinucleotid (NAD⁺)	Oxidation Reduktion
Flavinadenindinucleotid	Oxidation Reduktion
Thiaminpyrophosphat	Aldehydübertragung
Pyridoxalphosphat	Gruppenübertragung auf oder von Aminosäuren
Biotin-Lysin-Komplex	ATP-abhängige Carboxylierung und Carboxylgruppenübertragung
Tetrahydrofolat	Übertragung von Ein- Kohlenstoffkomponenten

The following numbering scheme was developed by the Enzyme Commission (E.C.)

Enzyme number: E.C.

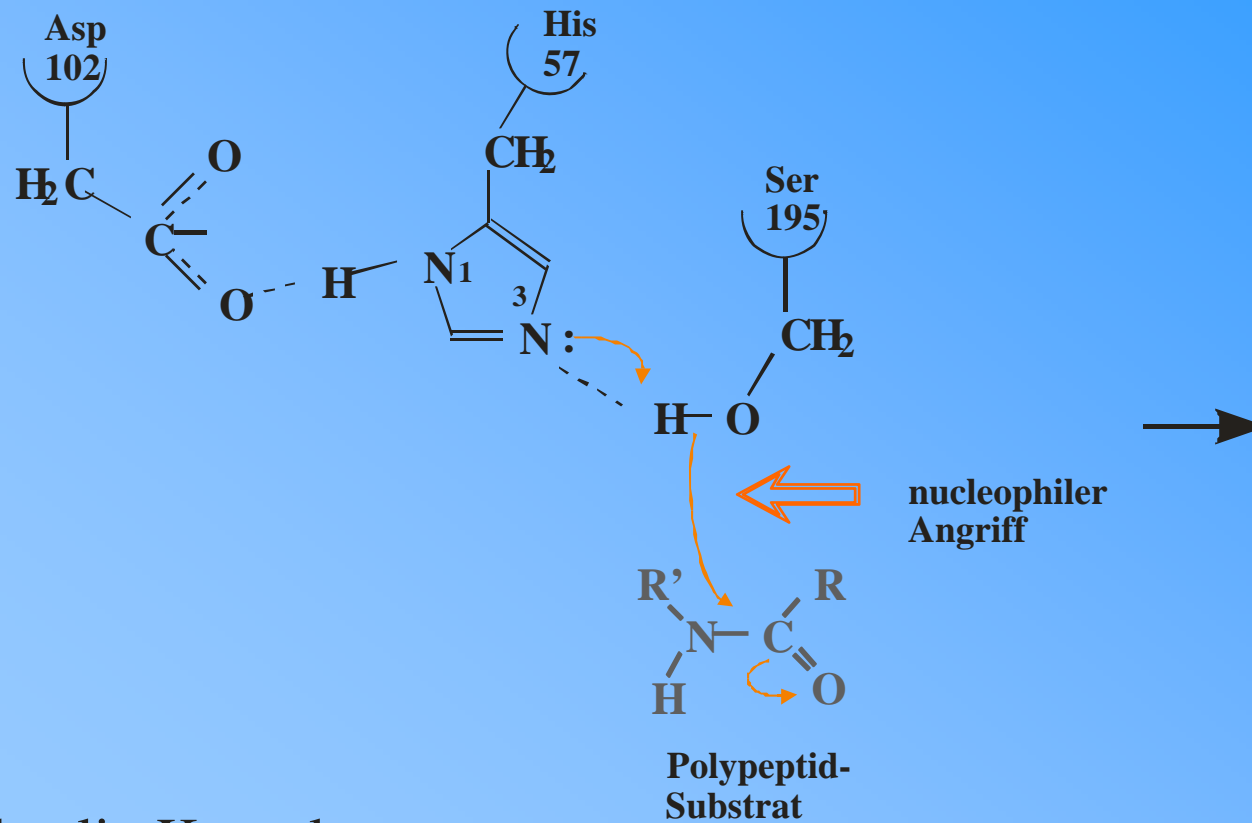


Main division/classes

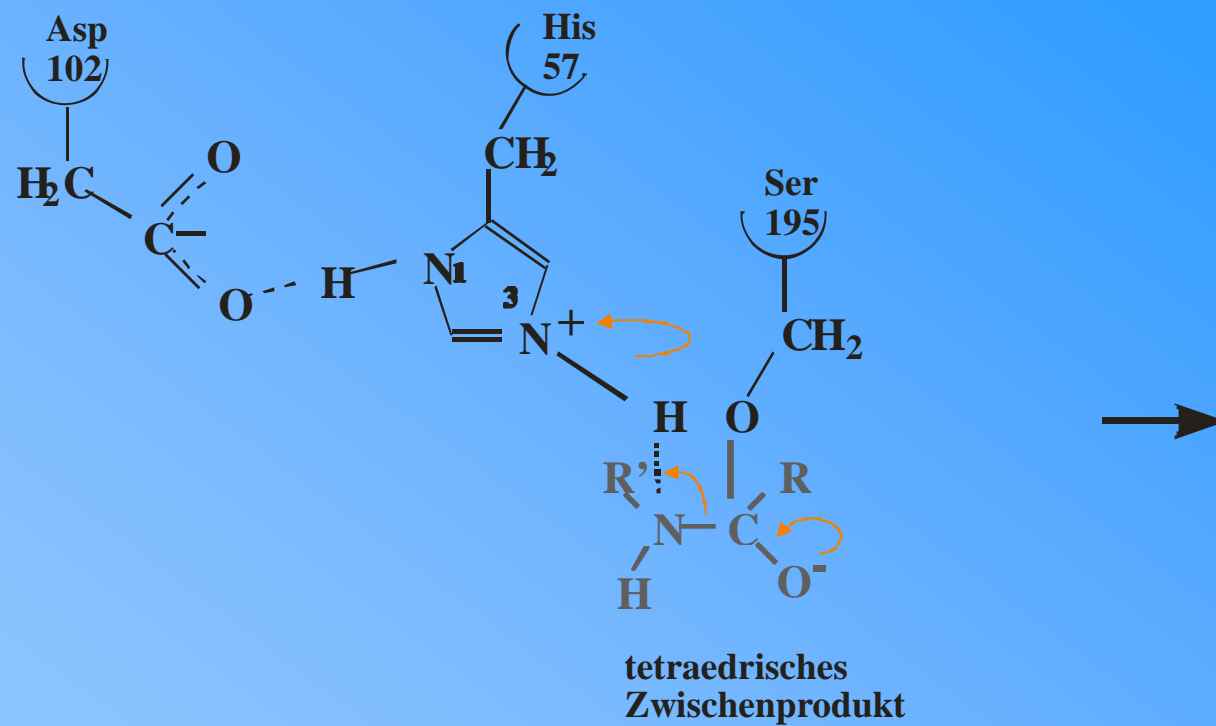
1. Oxidoreductases
2. Transferases
3. Hydrolases
4. Lyases
5. Isomerases
6. Ligases

Mechanismus der Serin Protease

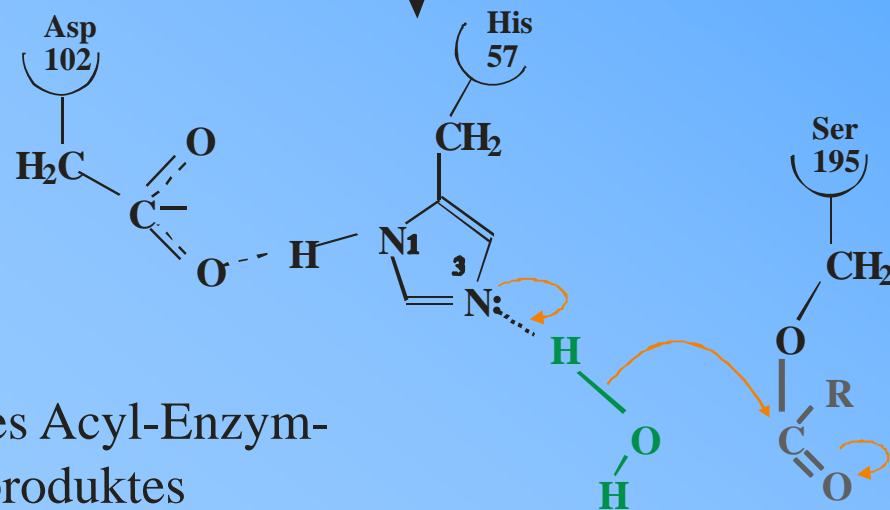
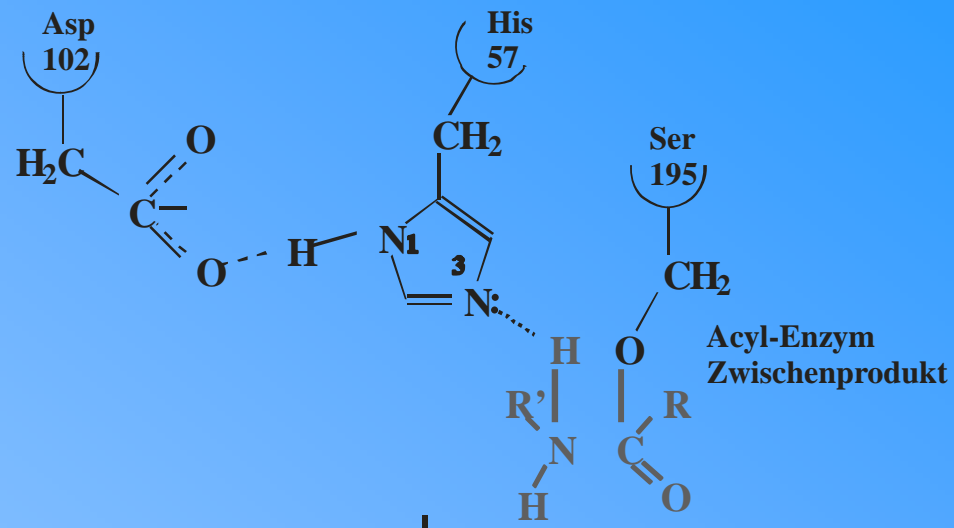
“Katalytische Triade”



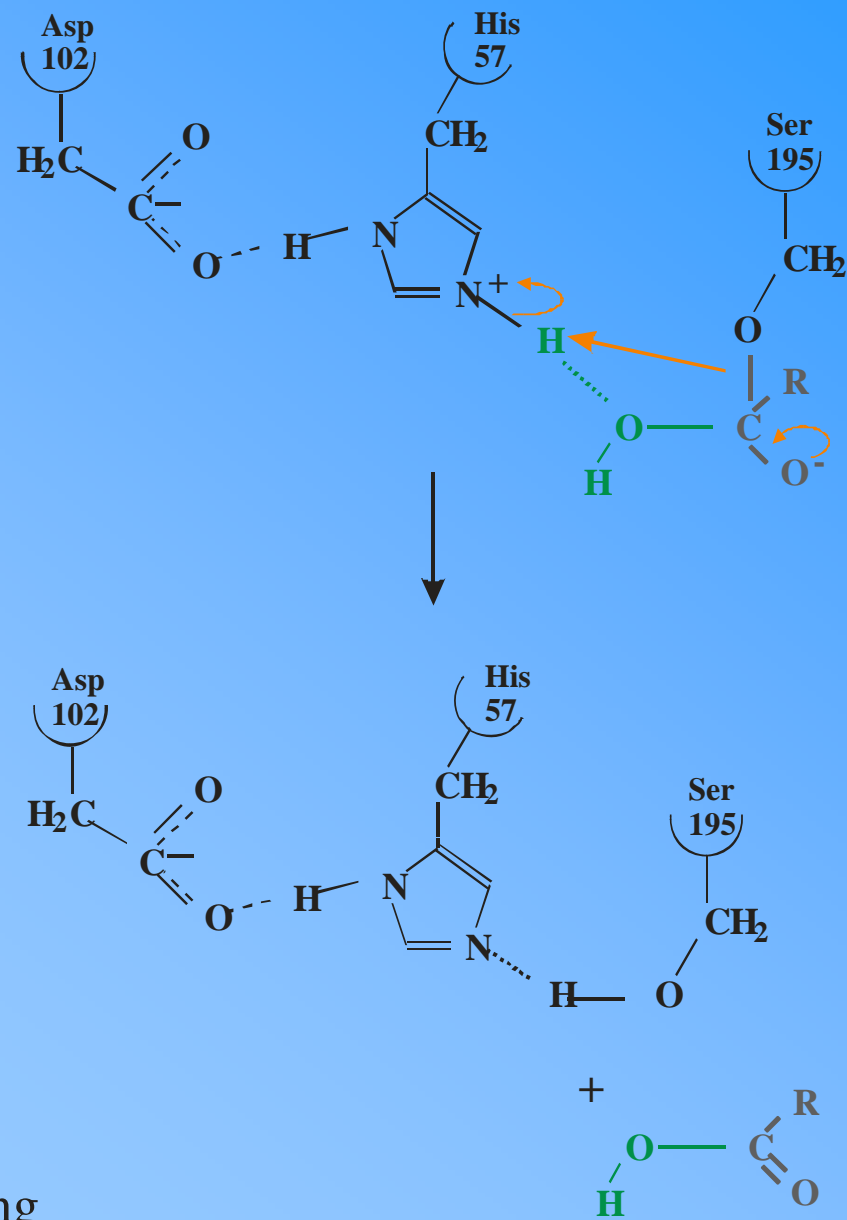
I.) Michaelis-Komplex



II.) Tetraedrisches Zwischenprodukt



III.) Hydrolyse des Acyl-Enzym- Zwischenproduktes



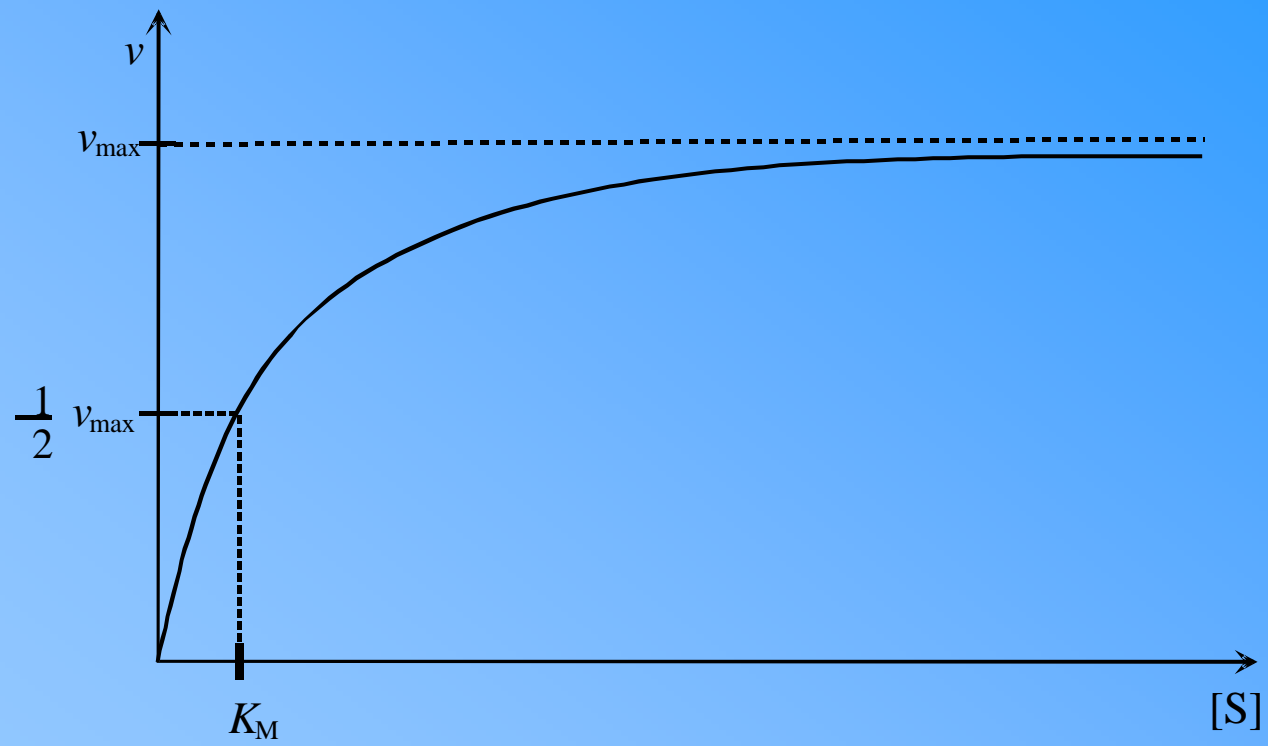
IV.) Decacylierung

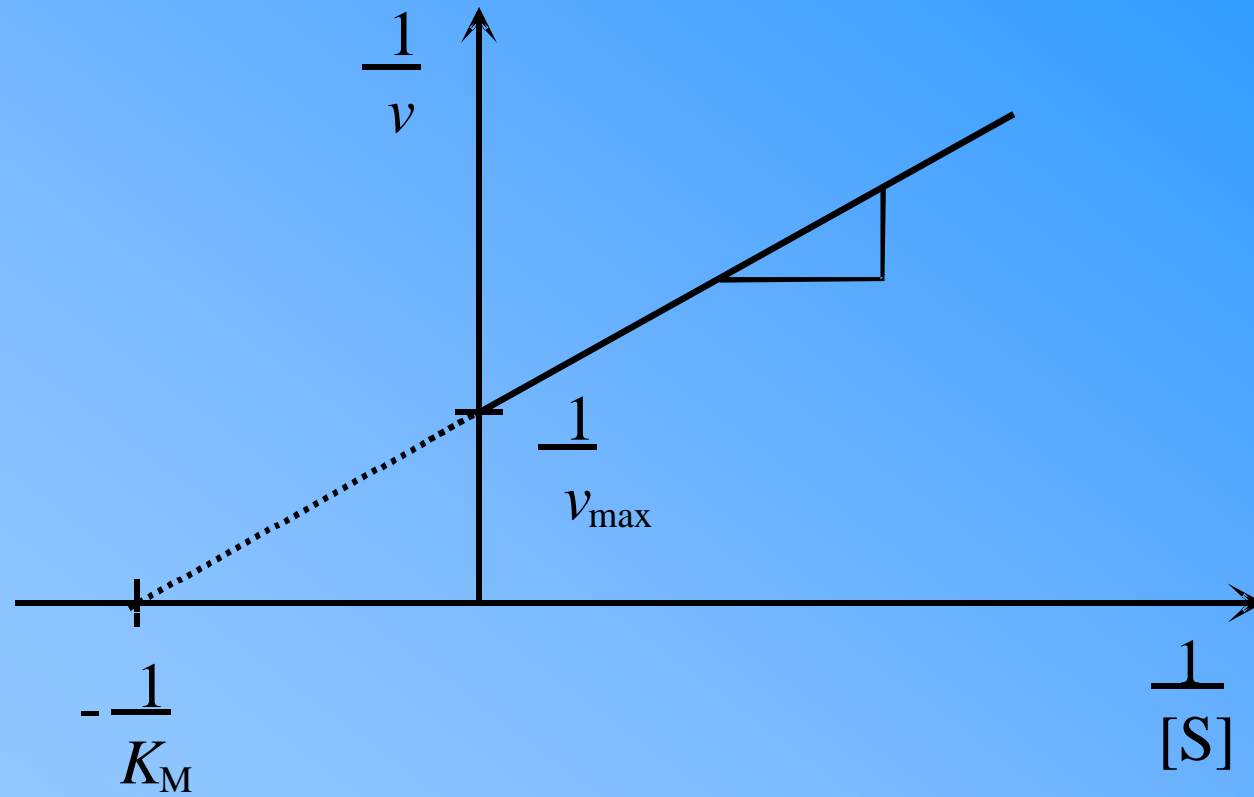


Leonar Michaelis
1875-1949

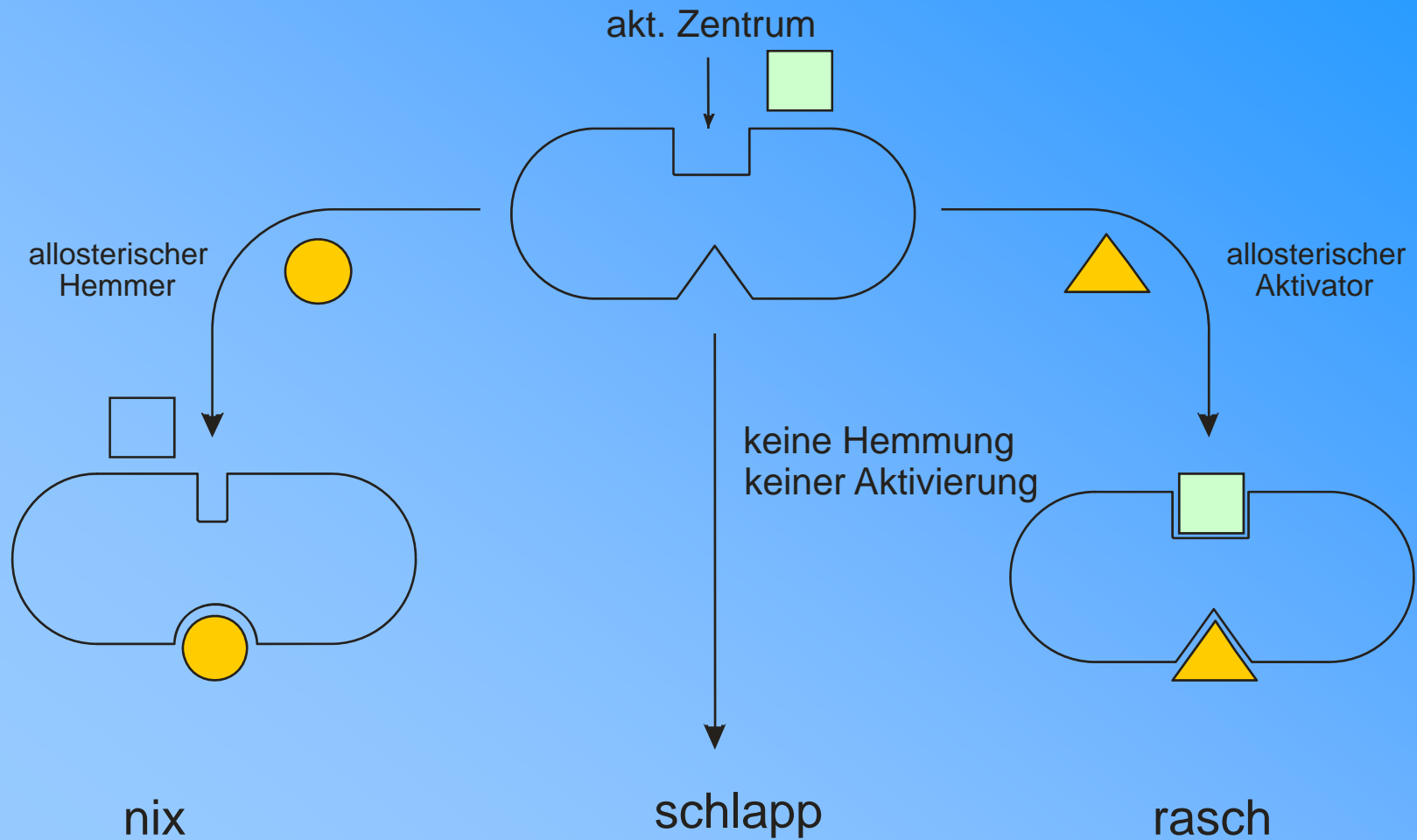


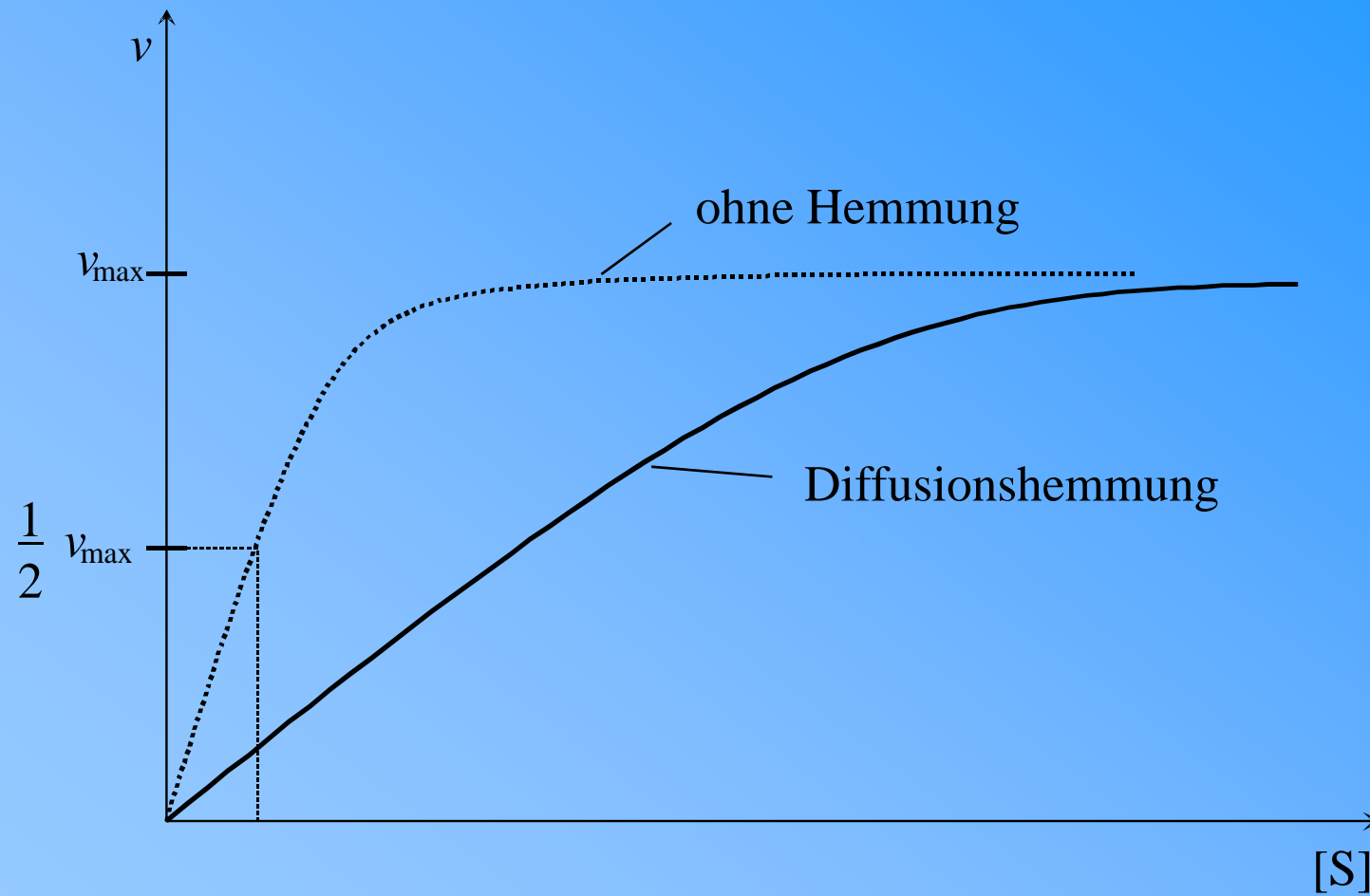
Maud Menten
1879-1960

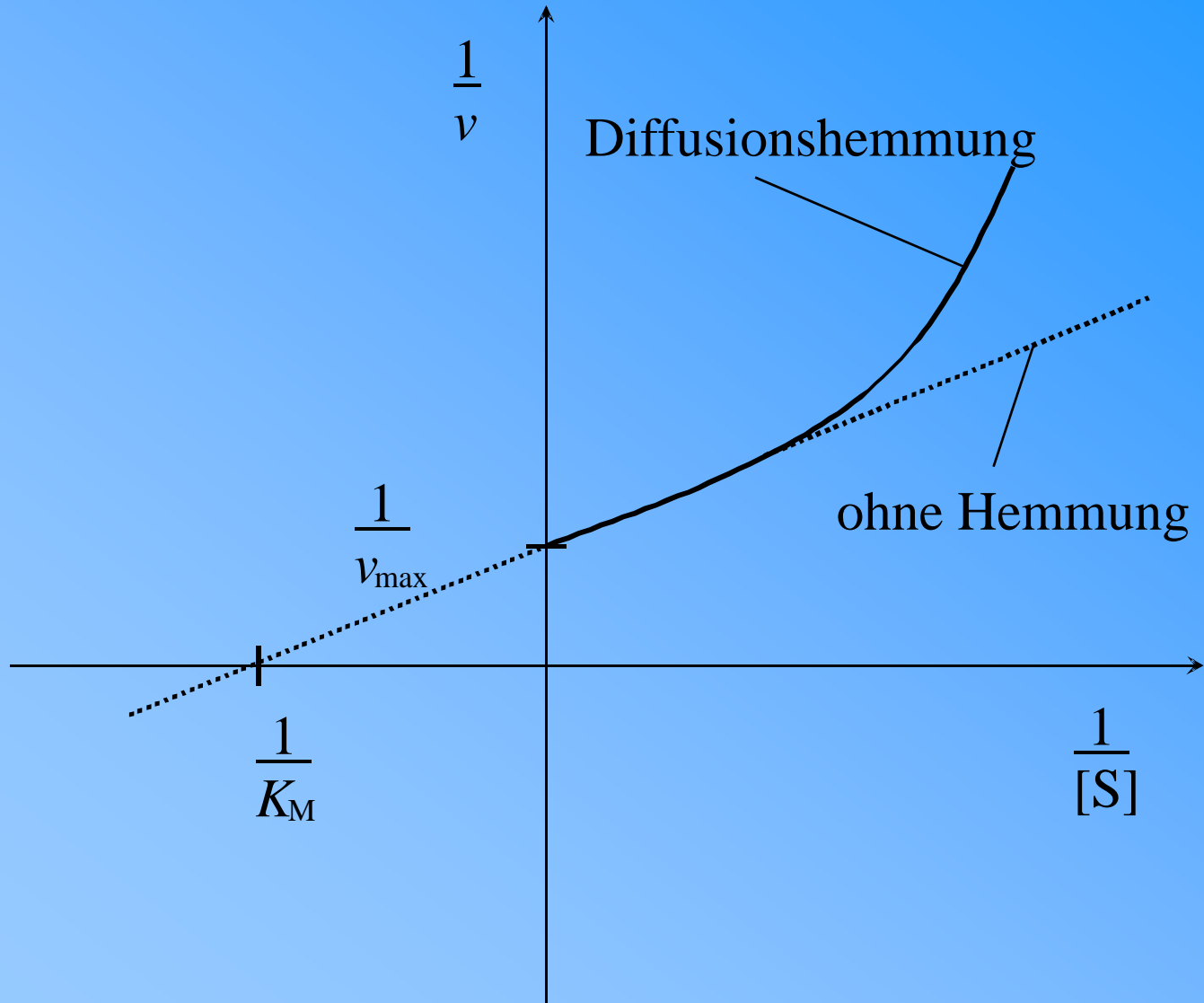


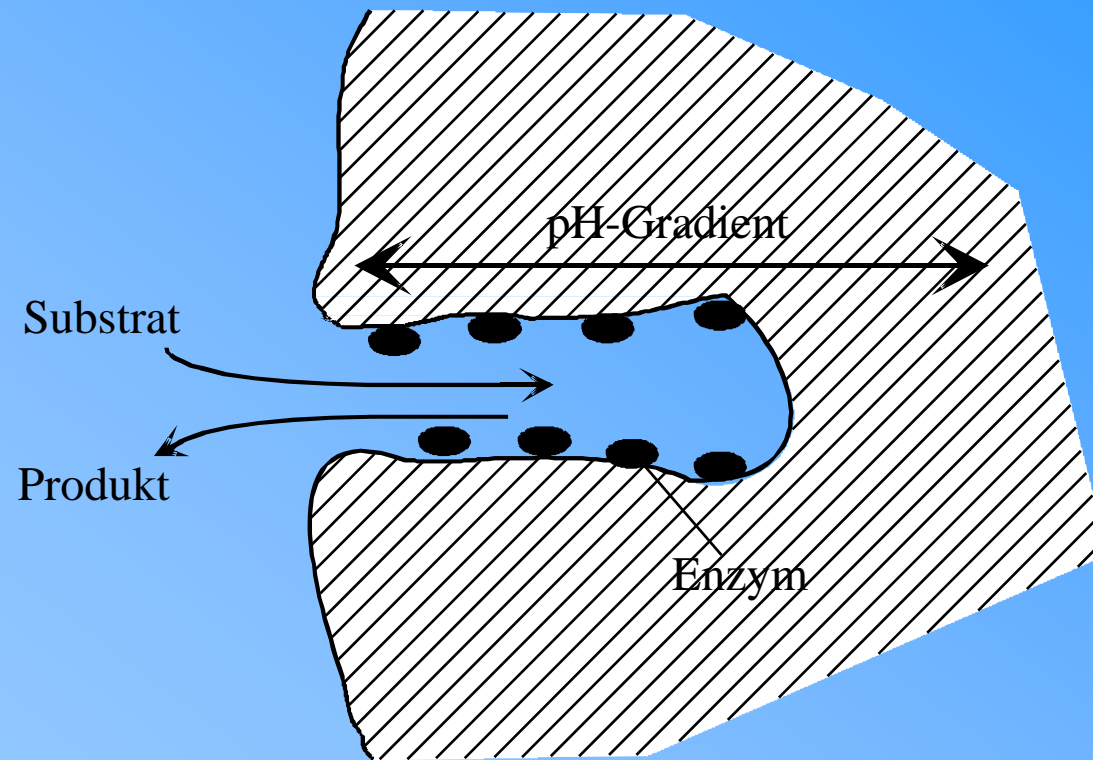


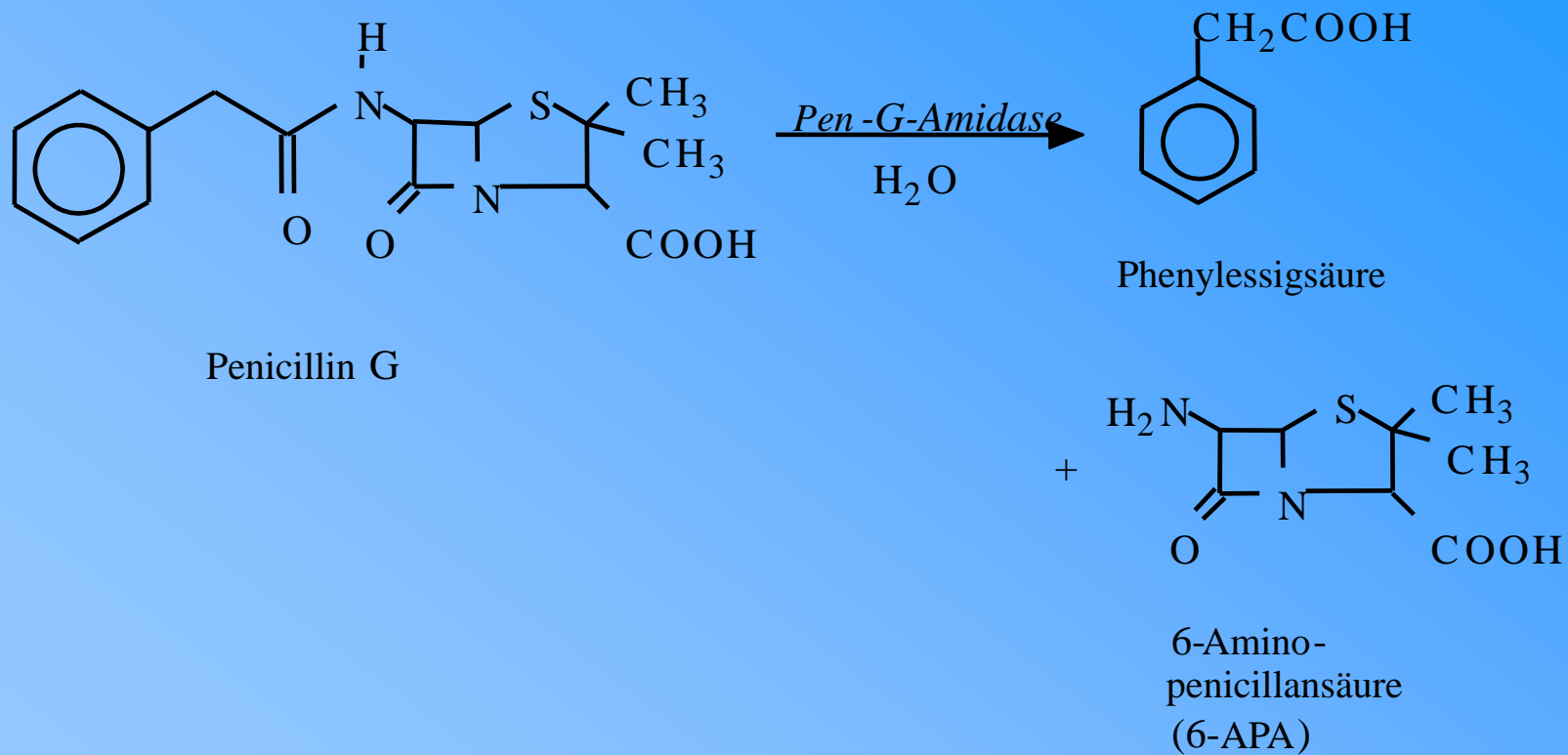
allosterische Effekte: Änderung der Raumstruktur





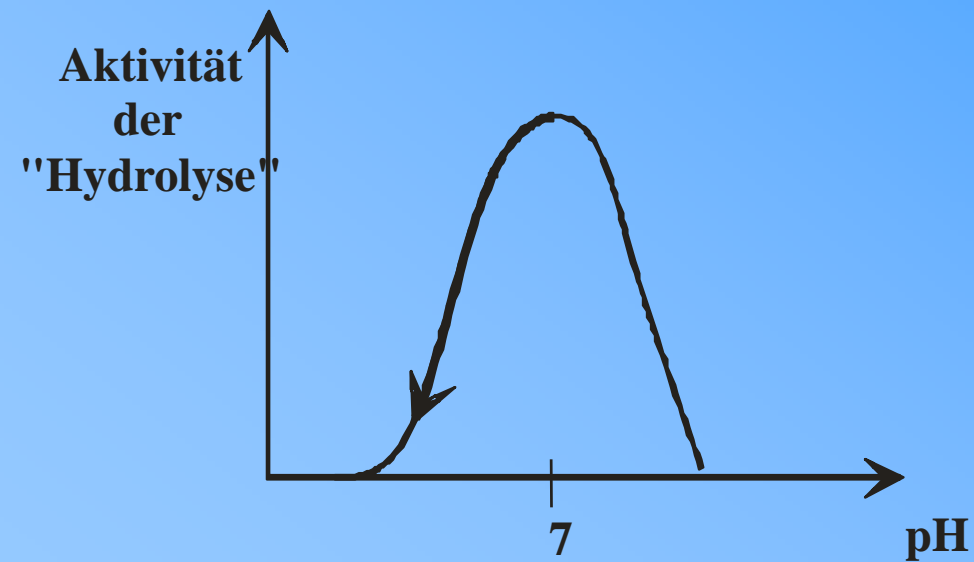
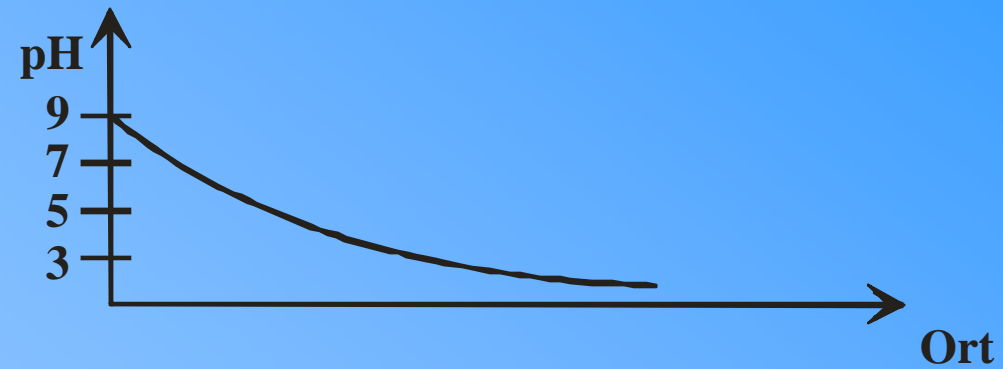
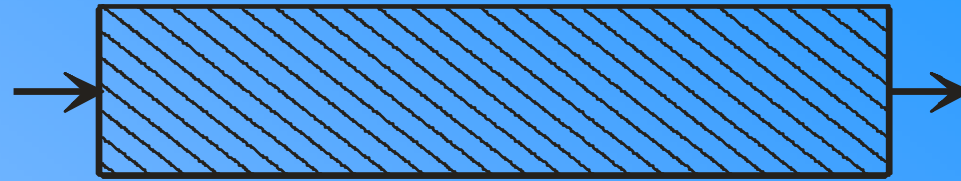


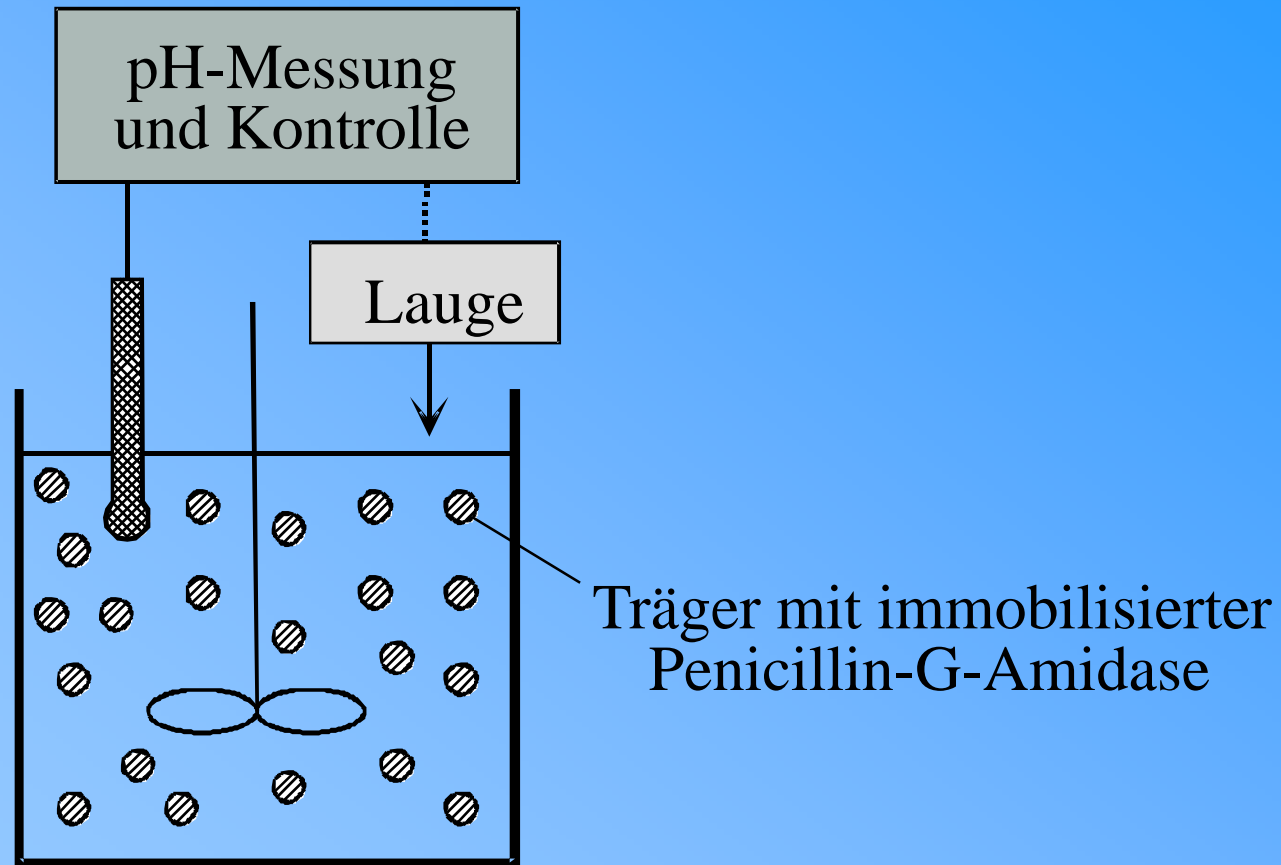




Reaktionsschema für die enzymatische Spaltung von Penicillin G zur 6-APS-Produktion

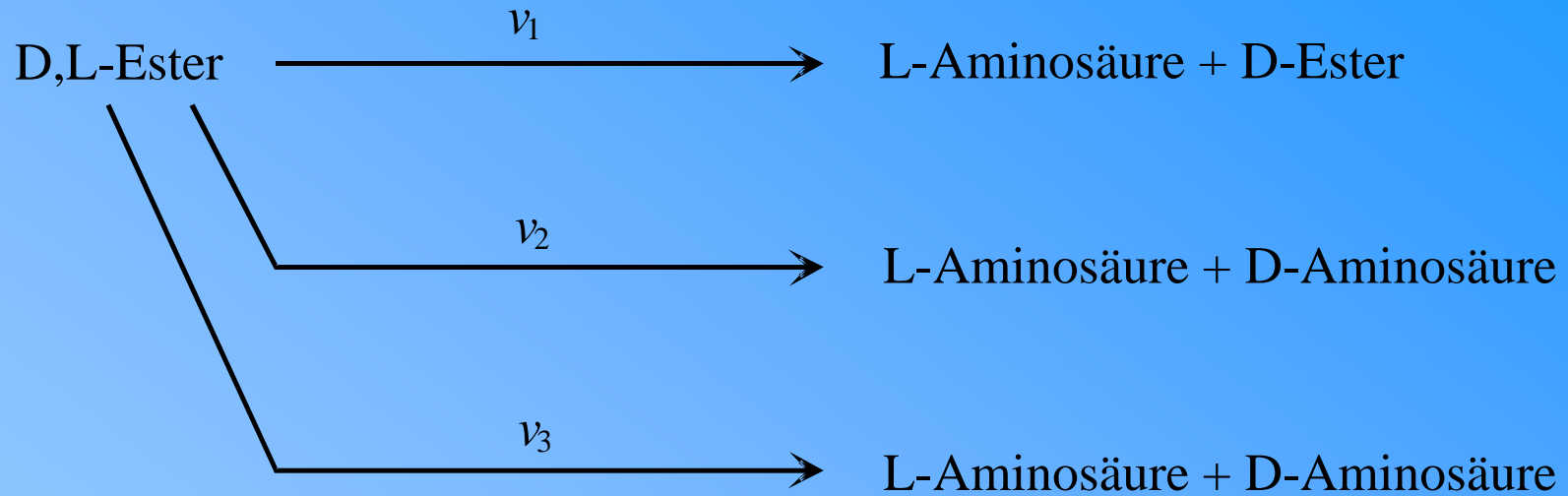
Festbett mit Penicillin-G-Amidase







Aminoacyl-Aminosäure
(racemisch)

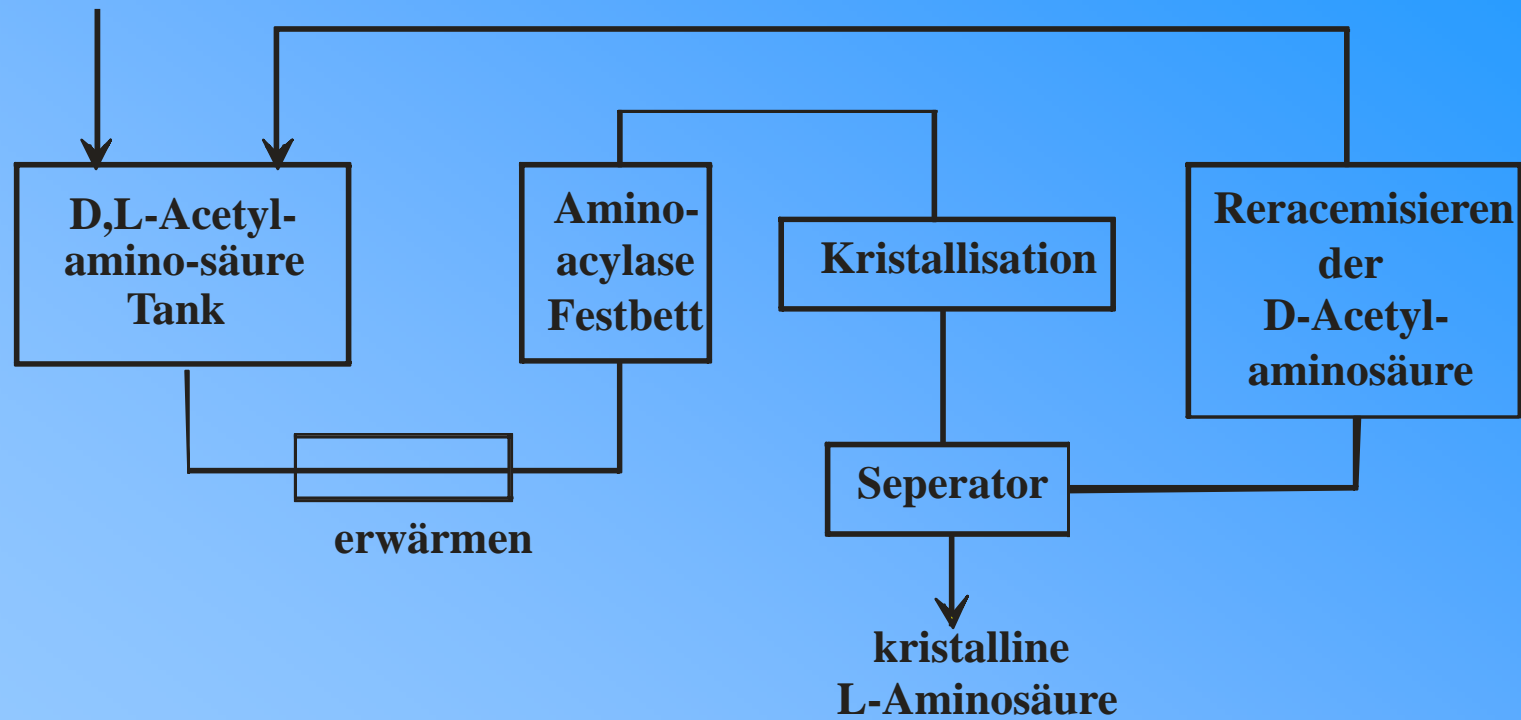


ν_1 = enantioselektive enzymatische Hydrolyse

ν_2 = nicht-enantioselektive enzymatische Hydrolyse

ν_3 = nicht-enzymatische Hydrolyse

D,L-Acetylaminosäure



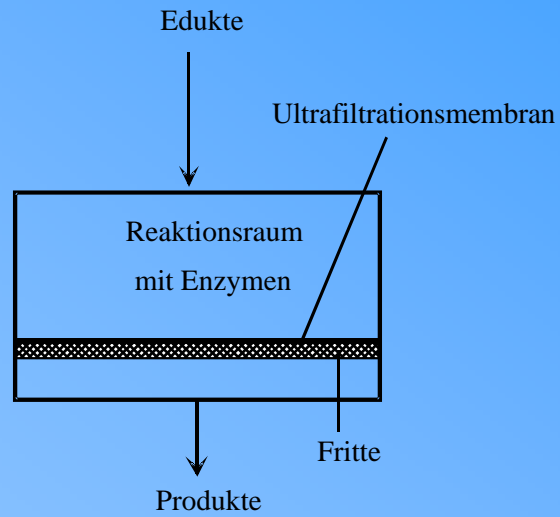
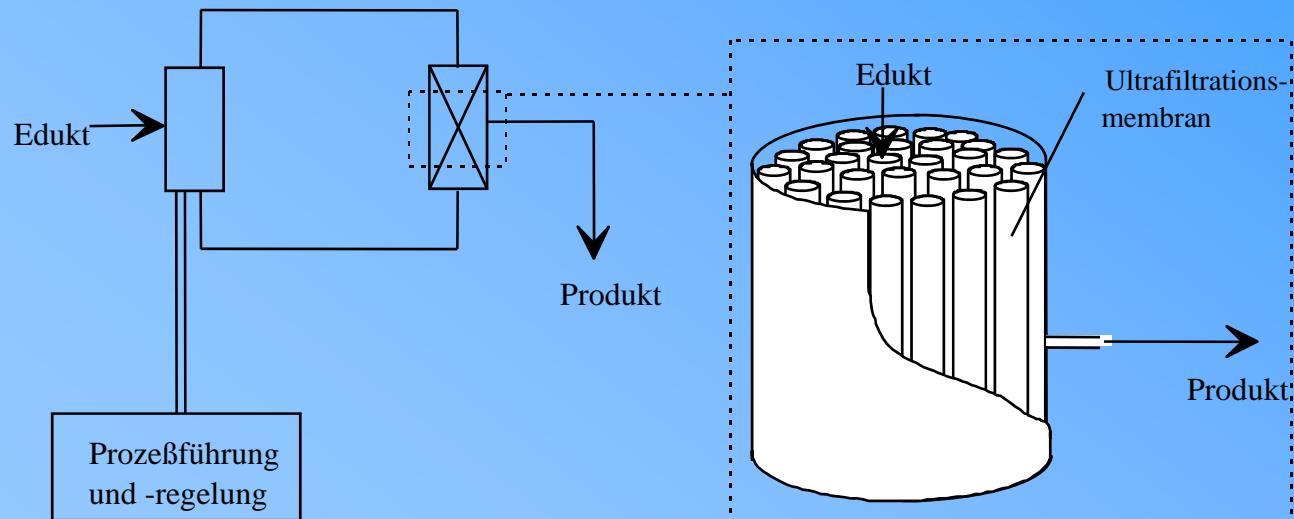
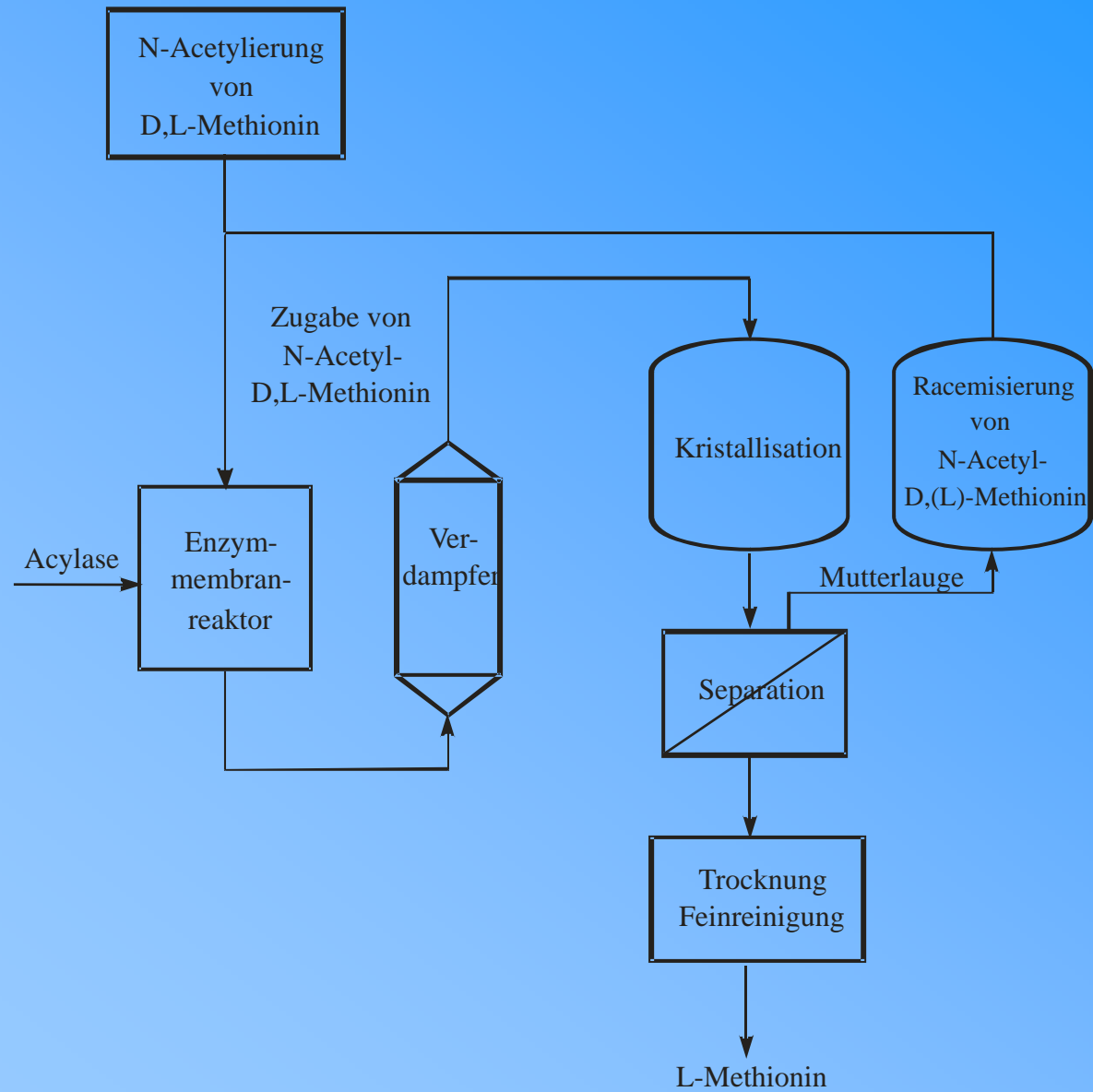
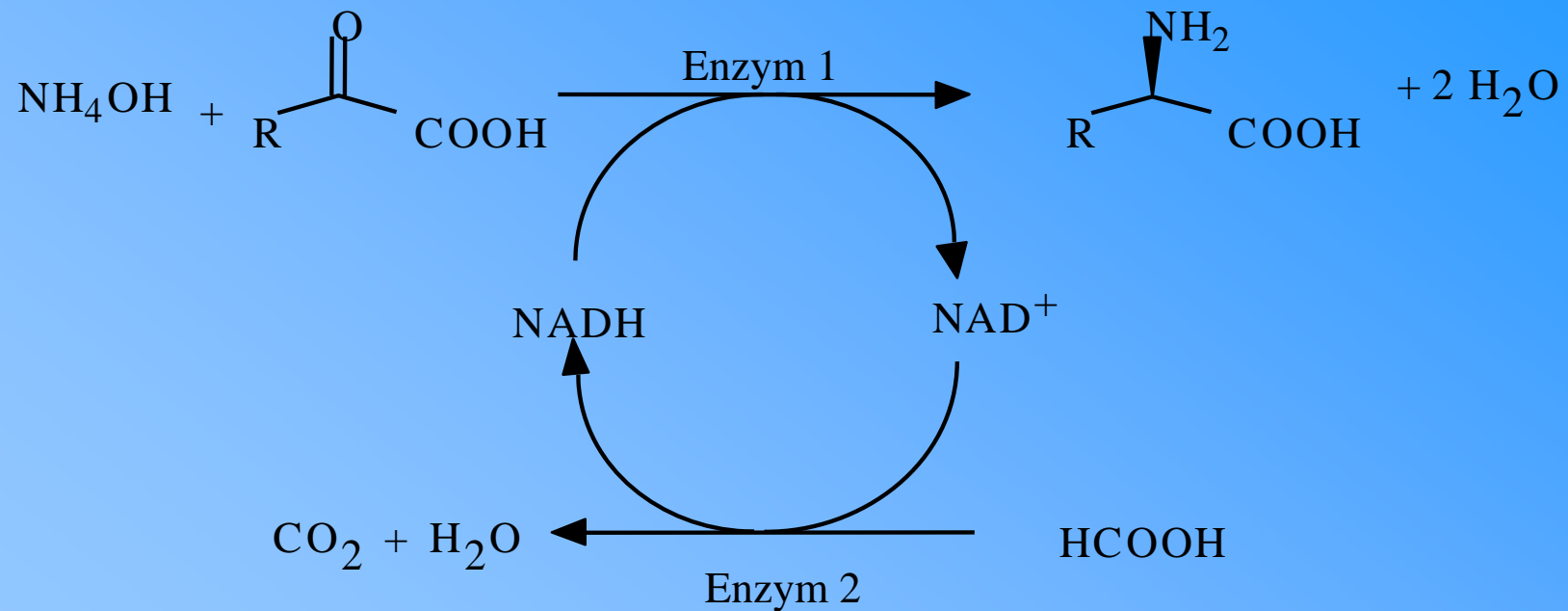


Abbildung x.11 Prinzip des Festmembranreaktors

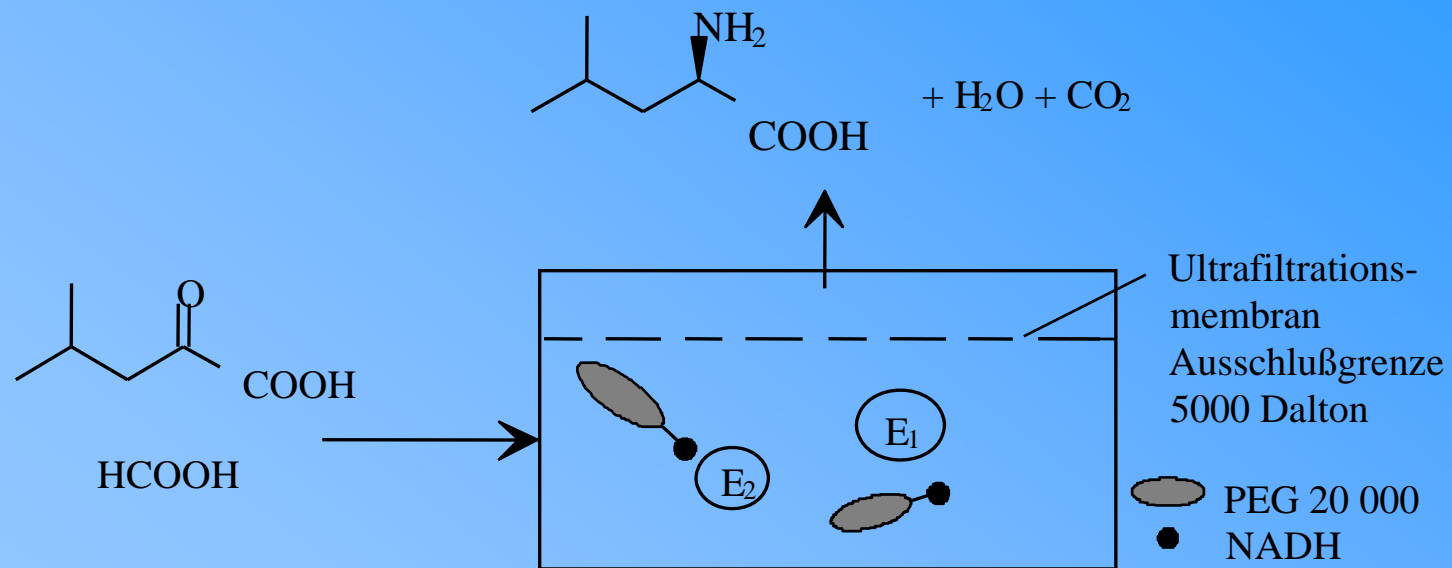






Enzym 1 z.B. **Leucindehydrogenase** (LeuDH)

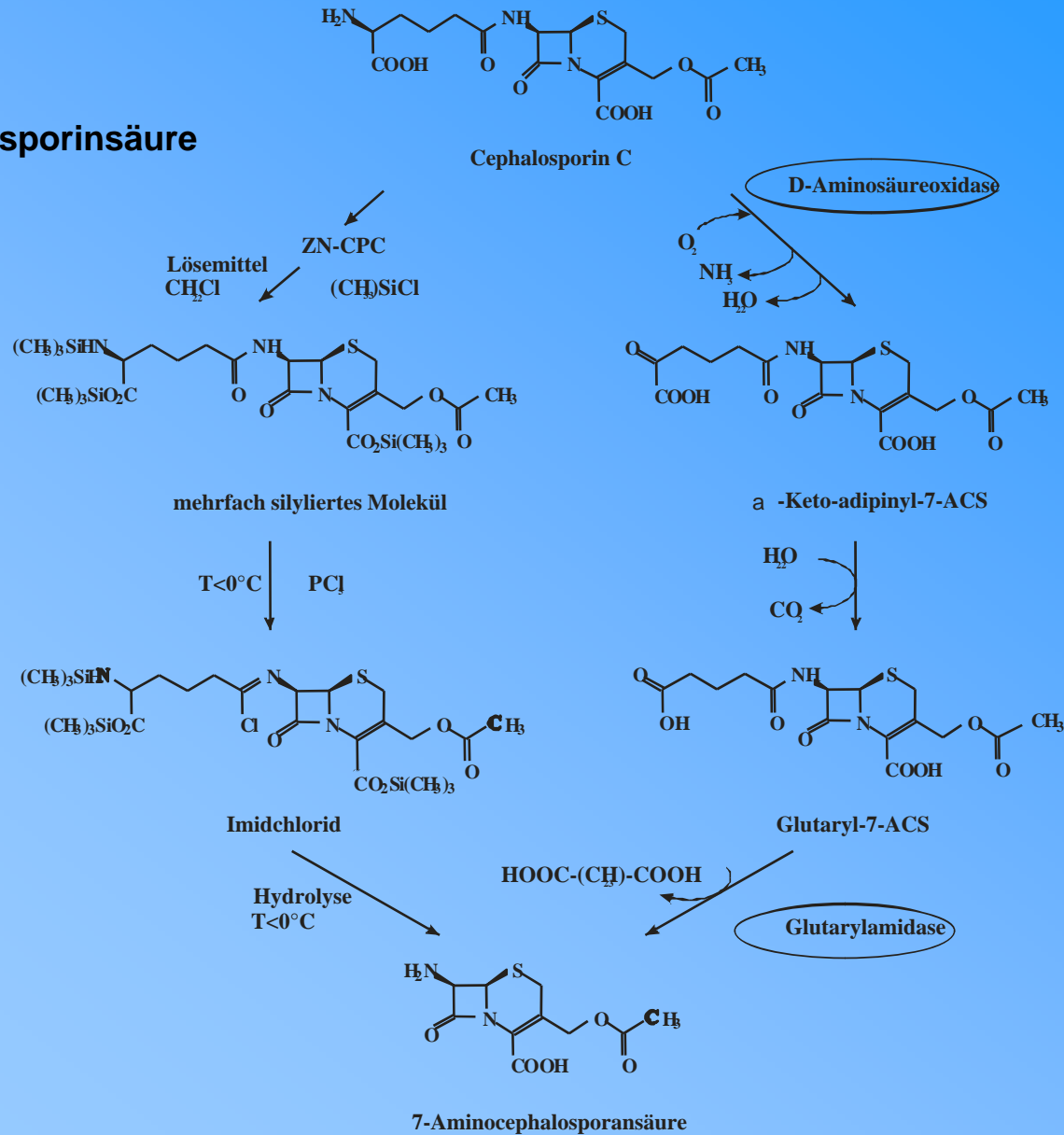
Enzym 2 z.B. **Formiatdehydrogenase** (FDH)



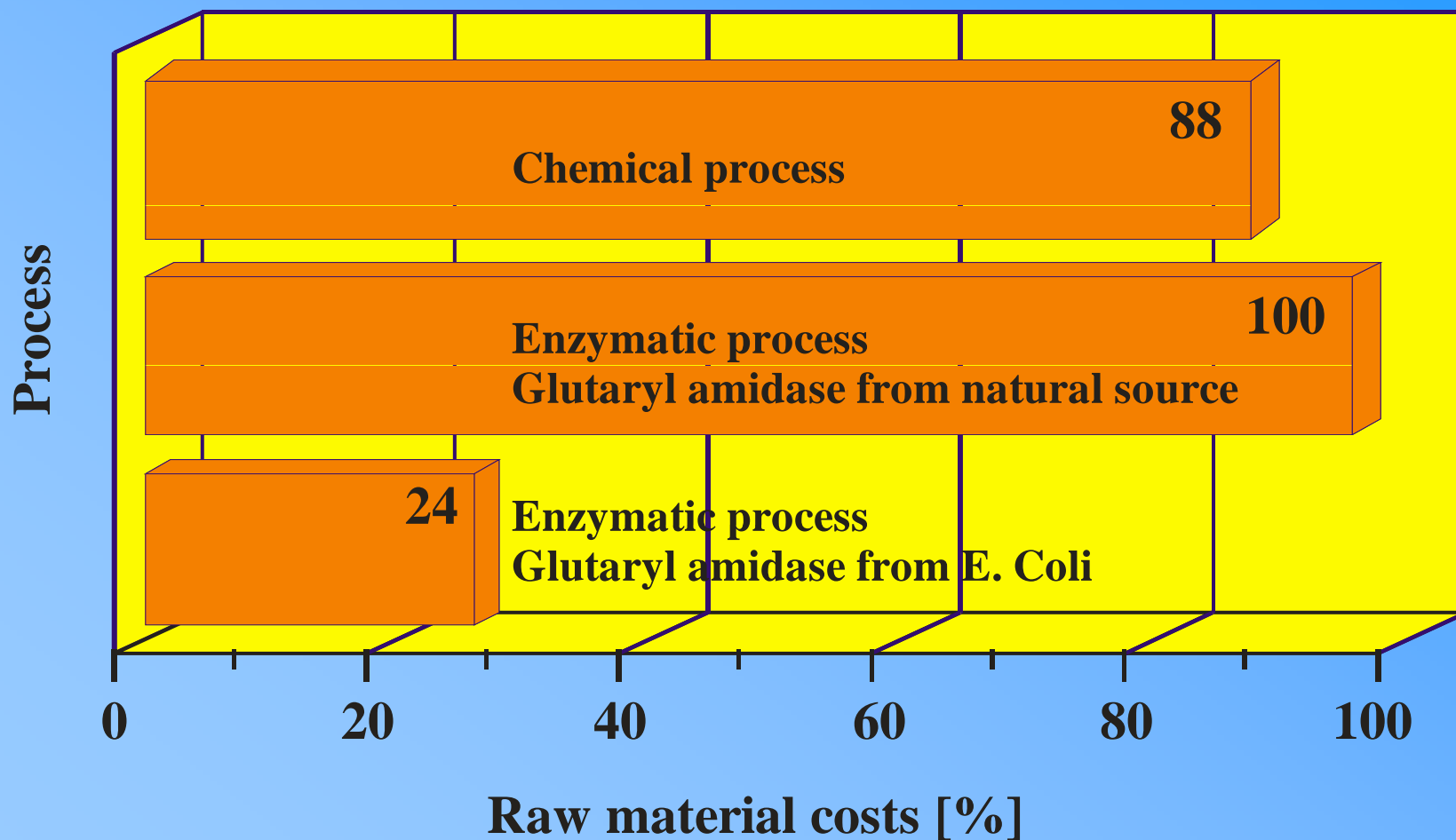
Herstellung von 7-Aminocephalosporinsäure

Chemisches Verfahren

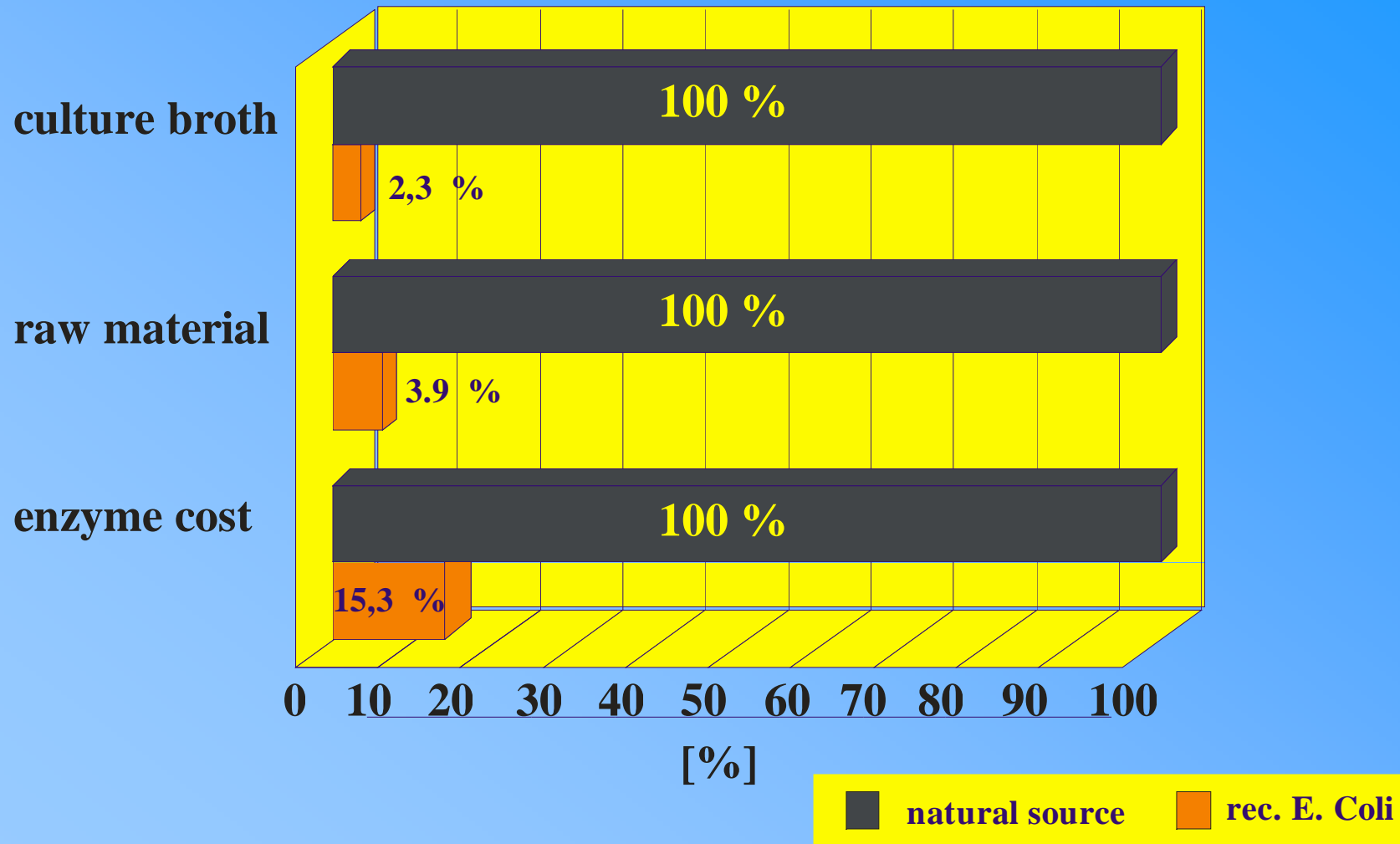
Enzymatisches Verfahren



Vergleich der Kosten der Ausgangsmaterialien



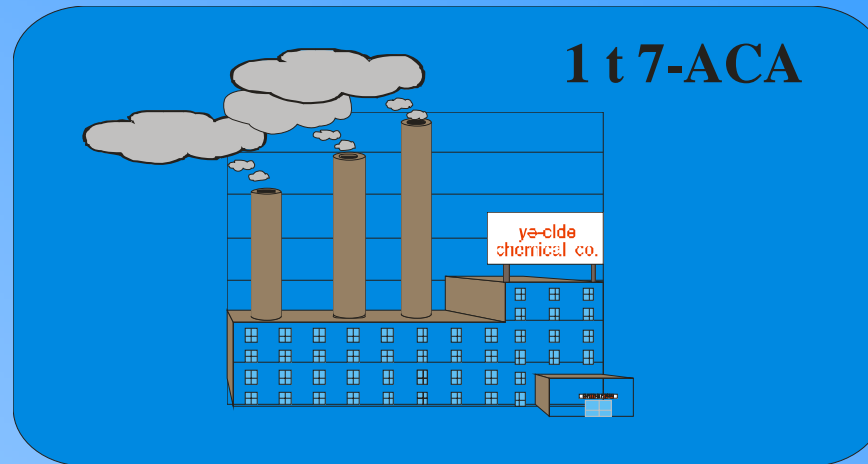
Herstellung der Glutarylamidase



Vergleich der Verfahren

waste per t 7-ACA	Zinc as ZnNH_4PO_4	waste to be incinerated	waste water	emission
chemical process	1.8 t	31 t	0.1 t COD	7.5 kg
enzymatic process	0.0 t	1 t	1.7 t COD	1 kg

Abfallmengen



Chemischer Prozeß



31 t

Enzymatischer Prozeß



0,3 t