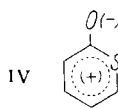
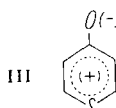
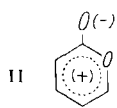


wir „Thialen“ nennen möchten. Über die Synthese des Thialens und des 1,2-Benzothialens aus Cyclopentanon-o-carbonsäureester berichten wir an anderer Stelle.

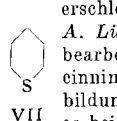
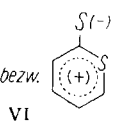
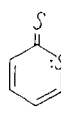
Tropon verhält sich als Bindeglied des ungesättigten Tropilidens und des nichtbenzoidaromatischen Tropolons überwiegend pseudoaromatisch<sup>1)</sup>.



Nun hat bereits 1951 R. D. Brown<sup>2)</sup> nach wellenmechanischen Berechnungen eine Übereinstimmung des Tropions mit der 6-Ring-Verbindung  $\gamma$ -Pyrone postuliert. Zum gleichen Ergebnis gelangten H. J. Dauben jr. und H. J. Ringold<sup>3)</sup> beim Vergleich der chemischen Eigenschaften.

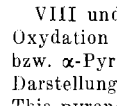
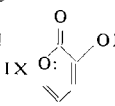
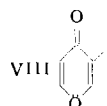
Wir konnten nun experimentell bestätigen, daß auch das  $\alpha$ -Pyrone (II) und die bisher unbekannten Thiapyrone (III und IV) dem Tropon gleichen. Bei den Mono- und Dibenzotropionen findet sich aus sterischen Gründen keine Übereinstimmung mit entsprechenden von uns dargestellten pseudo-Benzotropionen.

Der Carbonylsauerstoff des Tropions ist durch Schwefel austauschbar. Als beständiges quasi-Trophion (V) war das bisher unbekannte VI zu formulieren, das entspr. obiger Überlegung eine Mittelstellung zwischen den Tropionen und den von B. Böttcher<sup>4)</sup> erschlossenen und vor allem von A. Lüttringhaus und Mitarbb. bearbeiteten Trithion-System einnimmt. VI erwies sich als so bildungsfreudig und stabil, daß es bei thermischer Einwirkung



von Schwefel auf Thia-cyclohexan (VII) aus dem Reaktionskolben in tiefweinroten, wegen des polaren Charakters wasserlöslichen Nadeln sublimierte. Das Darstellungsverfahren ist verallgemeinerungsfähig.

Der Pseudo-Aromat  $\alpha$ -Tropolon ist ein Oxydationsprodukt des Tropions. Quasi- $\alpha$ -Tropolone sollten in den Verbindungen VIII und IX vorliegen.



VIII und IX erhielten wir durch Oxydation der Pseudo-Tropone  $\gamma$ - bzw.  $\alpha$ -Pyrone. Eine entsprechende Darstellung der Thiaoxyppyronen aus Thia-pyronen gelang infolge Sulfonbildung nicht. VIII ist als Pyromekonsäure und IX als Isobrenzschleimsäure schon seit langem bekannt. Nach unseren vergleichenden Betrachtungen verhalten sie sich tatsächlich in nahezu allen Reaktionen wie  $\alpha$ -Tropolon.

Eingegangen am 5. Juni 1957. [Z 476]

<sup>1)</sup> Vgl. Zusammenfassung: F. Šantavy, Chem. Technik 8, 316, 445, 512 [1956], Verlag Technik, Berlin; T. Nozoe, Fortsch. d. Chemie org. Naturstoffe, Springer-Verlag, Bd. XIII, 232 [1956]. — <sup>2)</sup> J. chem. Soc. [London] 1951, 2670. — <sup>3)</sup> J. Amer. chem. Soc. 73, 876 [1951]. — <sup>4)</sup> Vgl. B. Böttcher u. A. Lüttringhaus, Liebigs Ann. Chem. 557, 89 [1947].

## Kristallisation der $\beta$ -Galaktosidase aus *Escherichia coli*

Von Prof. Dr. K. WALLENFELS

und Dipl.-Chem. MARIE LUISE ZARNITZ

Chemisches Laboratorium der Universität Freiburg/Br.

Durch Studium der Wachstumsbedingungen von *E. coli* und der Extraktionsmethoden sowie die Ausarbeitung eines einfachen Reinigungsverfahrens konnte die  $\beta$ -Galaktosidase in guter Ausbeute kristallisiert gewonnen werden. Sie scheidet sich bei genügender Reinheit und einer Proteinkonzentration von etwa 25 mg/ml in regelmäßigen, dünnen, sechseckigen Plättchen bei einer Ammoniumsulfat-Konzentration vom Sättigungsgrad  $s = 0,3$  ab; je nach Ionenmilieu werden auch andere Formen beobachtet. Geht man von einer Kultur optimaler Aktivität einer konstitutiven Mutante aus, die nach einer Passage über reine Maltose in Bernsteinsäure-Medium gezüchtet wurde, so hat das reine Enzym die etwa 12,5-fache spezifische Aktivität wie das im zellfreien Extrakt enthaltene Gesamtprotein. Dieses stellt etwa 50 % der organischen Substanz des zellfreien Extrakts dar. Bei der konstitutiven Mutante ML 309 sind also etwa 8 % des Proteins und 4 % der organischen Substanz des zellfreien Extrakts  $\beta$ -Galaktosidaseprotein. Bei der adaptiven Mutante, die auf Lactose-Medium kultiviert wurde, ist nur 1,2 % des Gesamtproteins des Extrakts spezifisches Enzymprotein. Das reine Enzym hat eine Hydrolyseaktivität von 553  $\mu$  Mol Niphegal/mg Eiweiß/min und von 28,6  $\mu$  Mol Lactose/mg Eiweiß/min (Test-

bedingungen:  $1,332 \cdot 10^{-3}$  molar Niphegal bzw.  $1,332 \cdot 10^{-1}$  molar Lactose, m/30 K-Na-Phosphatpuffer pH 6,8,  $10^{-5}$  molar Manganacetat, 40 °C). Wir beobachten im rohen Extrakt etwa das gleiche Verhältnis der Aktivität für die Spaltung von Niphegal und Lactose wie beim kristallisierten Enzym. Dies steht im Gegensatz zur Mitteilung von Aladjem und Dubuoff<sup>1)</sup> über eine Auftrennung der beiden Aktivitäten. Das kristallisierte Enzym weist die gleiche transglykosidierende Wirkung auf wie der zellfreie Extrakt, wenn man Lösungen gleicher niphegal-spaltender Wirkung auf Lactose in Gegenwart von überschüssiger Glucose einwirken läßt. Es werden die gleichen Syntheseprodukte gebildet. Damit ist die Frage, ob Hydrolyse und Synthese durch Transglykosidierung mittels verschiedener oder des gleichen Enzyms bewirkt werden, eindeutig im früher vorgeschlagenen Sinne<sup>2)</sup> entschieden. Die  $\beta$ -Galaktosidase ist das erste kristallisierte Enzym von etwa 50 Enzymen, die in *E. coli* gefunden wurden und das erste kristallisierte glykosid- und oligosaccharid-spaltende Enzym. Das Protein ist auf Grund der bisherigen Versuche frei von Kohlenhydrat und anderen organischen Komponenten.

Herrn Dr. J. Monod, Institut Pasteur, danken wir für die Überlassung des *E. coli*-Stammes ML 309 und für wichtige Hinweise zur mikrobiologischen Arbeitstechnik. — Die Arbeit wurde durch eine großzügige Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

Eingegangen am 11. Juni 1957 [Z 479]

<sup>1)</sup> Aladjem u. Dubuoff, Fed. Proc. 15, 210 [1956]. — <sup>2)</sup> K. Wallenfels u. E. Berni, Liebigs Ann. Chem. 584, 63 [1953].

## Sulfon-Bildung bei Sulfurierung von Aromaten mit Chlorsulfonsäure

Von Prof. Dr. A. RIECHE

und Dipl.-Chem. WOLFGANG FISCHER

Institut für Technische Chemie der Universität Jena und Institut für organische Chemie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

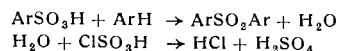
Als Nebenprodukte der Sulfurierung von Aromaten mit Chlorsulfonsäure entstehen Sulfone und unabhängig vom Reaktionsverlauf werden  $H_2O$  und  $HCl$  abgespalten. Gebildetes Wasser zersetzt noch vorhandene Chlorsulfonsäure. Allgemein wird bei Einwirkung von Chlorsulfonsäure auf Aromaten primär Sulfonsäure-Bildung<sup>1)</sup> angenommen. Die Sulfonsäuren sollen sich mit überschüssiger Chlorsulfonsäure zum Sulfochlorid umsetzen.

Zwischen dem im Reaktionsmedium vorliegenden Partnern sind mehrere Reaktionsmöglichkeiten zum Sulfon denkbar. Es wurden untersucht: a) Reaktion von Benzol und Chlorsulfonsäure ohne und bei Gegenwart von Benzolsulfosäure. — b) Reaktion zwischen Benzol und Benzolsulfosäure mit Benzolsulfochlorid als Kondensationsmittel. — c) Reaktion zwischen Benzol und Benzolsulfochlorid.

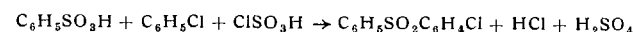
Die Komponenten wurden in Chloroform bei Zimmertemperatur umgesetzt. Die Menge des zugefügten Benzolsulfochlorids hat keinen Einfluß auf die Sulfon-Ausbeute. c ist daher unwahrscheinlich. Umsetzung von Benzol mit Benzolsulfosäure in Gegenwart von Benzolsulfochlorid findet ebenfalls nicht statt. Das spricht gegen Reaktionsschema b. Gibt man jedoch zu einem Gemisch von 1 Mol Benzol und 3 Mol Chlorsulfonsäure in Chloroform bei 20 °C wasserfreie Benzolsulfosäure, so steigt die Ausbeute an Diphenylsulfon:

Sulfosäure-Zusatz (Mol) ...	0	0,17	0,57
Sulfon-Ausbeute (%)			
(bezogen auf Benzol) .....	36,2	40,1	54,0

Dadurch wird Reaktion a wahrscheinlich:



Als weiterer Beweis für a kann die Bildung von 4-Chlorphenylphenylsulfon bei der Umsetzung von einem Mol Chlorbenzol, 2 Mol Benzolsulfosäure und 3 Mol  $\text{ClSO}_3\text{H}$  angesehen werden:



Diese Reaktion stellt gleichzeitig einen anscheinend noch nicht beschriebenen Bildungsweg für gemischte Sulfone dar. Die Ergebnisse entsprechen Erfahrungen bei der technischen Herstellung von Sulfochloriden aus Aromaten und Chlorsulfonsäure, wo man die Sulfon-Bildung dadurch hintanhält, daß man einen Aromaten-Überschuß im Reaktionsmedium vermeidet.

Eingegangen am 13. Juni 1957 [Z 482]

<sup>1)</sup> B. J. Jasnicky, Z. obsch. Chim. 23, 107 [1953]; A. A. Spryskow u. Mitarb., ebenda 21, 714, 1887 [1951].