

Die Infrarotspektren kurzkettiger substituierter Carbonsäuren. II

**Die IR-Spektren von  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -Aminobuttersäure,  
 $\alpha$ -,  $\beta$ -Aminoisobuttersäure, Methionin,  
Aethionin, Methoxinin, Aethoxinin und Carnitin**

Von DIETRICH MÜCKE, GERHARD GEPPERT und LOTHAR KIPKE

Mit 10 Abbildungen

**Inhaltsübersicht**

Die Infrarotspektren von 10 Aminosäuren werden für den Bereich von 2 bis  $15\ \mu$  wiedergegeben und die Bandenzuordnungen besprochen. Besonders hingewiesen wird auf die Lage der charakteristischen Aminosäurebande in der Nähe von  $7,7\ \mu$  sowie auf die Verschiebung der NH-Deformationsschwingung der  $\text{NH}_2$ -Gruppe im Bereich zwischen  $4,6$  und  $5,0\ \mu$ .

Über die IR-Spektren von Aminobuttersäuren und ihren Derivaten liegen nur wenige Veröffentlichungen vor. Meist werden nur einige Charakteristika beschrieben. KOEGL u. Mitarb.<sup>1)</sup> haben in ihren umfassenden Untersuchungen 53 enantiomorphe  $\alpha$ -Aminosäure-Paare und ihre Racemate behandelt und auch die IR-Spektren der DL- und L- $\alpha$ -Amino-n-buttersäure veröffentlicht und besprochen. LEIFER und LIPPINCOTT<sup>2)</sup> berichten nur über typische Frequenzen der Aminobuttersäuren und erörtern die strukturellen Zusammenhänge. Die Natur der Aminosäuren in Lösungsmitteln mit niedrigen Dielektrizitätskonstanten hat BARROW<sup>3)</sup> untersucht.

Im SADTLER-Katalog<sup>4)</sup> und in der DMS-Kartei<sup>5)</sup> sind keine Aminobuttersäure-Spektren veröffentlicht. Über die IR-Spektren von Methoxinin, Aethoxinin, Aethionin und Carnitin finden sich im Schrifttum keine Angaben.

<sup>1)</sup> R. J. KOEGL u. Mitarb., Ann. of N. Y. Acad. of Science **69**, 94 (1957); J. Amer. chem. Soc. **77**, 5708 (1955).

<sup>2)</sup> A. LEIFER u. E. R. LIPPINCOTT, J. Amer. chem. Soc. **79**, 5098 (1957).

<sup>3)</sup> G. M. BARROW, J. Amer. chem. Soc. **80**, 86 (1958).

<sup>4)</sup> S. P. SADTLER and Son, Inc., Catalog of Infrared Spectrograms, Philadelphia.

<sup>5)</sup> DMS-Kartei, Verlag Chemie, Weinheim; Butterworth, London.

Die genaue Kenntnis der IR-Spektren ist einerseits für ihre Verwendbarkeit bei der Analyse unerlässlich, andererseits können vergleichende Untersuchungen der Spektren homologer Substanzen Aufschluß über strukturelle Besonderheiten geben. Wir untersuchten daher die IR-Spektren folgender Substanzen:

Nr.	Testsubstanz	Herkunft
I	DL- $\alpha$ -Aminobuttersäure	VEB Laborchemie, Apolda
II	DL- $\beta$ -Aminobuttersäure	Hoffmann-La Roche, Grenzach/Bad.
III	DL- $\gamma$ -Aminobuttersäure	Hoffmann-La Roche, Basel
IV	DL- $\alpha$ -Amino-iso-buttersäure	Hoffmann-La Roche, Basel
V	DL- $\beta$ -Amino-iso-buttersäure	Hoffmann-La Roche, Basel
VI	DL-Methionin	E. Merck AG., Darmstadt
VII	DL-Aethionin	Hoffmann-La Roche, Grenzach/Bad.
VIII	DL-Methoxinin	Hoffmann-La Roche, Grenzach/Bad.
IX	DL-Aethoxinin	Hoffmann-La Roche, Basel
X	DL-Carnitin <sup>6)</sup>	Hoffmann-La Roche, Basel

### Methodik

Die IR-Spektren wurden im Bereich von 2–15  $\mu$  mit einem Zweistrahl-IR-Spektralphotometer mit optischem Null-Abgleich<sup>7)</sup> aufgenommen. Die Substanzen wurden als KBr-Preßlinge (1 bzw. 2 mg Substanz, 0,7 g KBr, 15 mm Tablettendurchmesser) untersucht.

### Untersuchungsergebnisse und Diskussion

#### Substanz I: $\alpha$ -Aminobuttersäure

In der 3  $\mu$ -Region wird die für Aminosäuren charakteristische Absorption beobachtet. Die  $\text{NH}_3^+$ -Valenzschwingung verschmilzt mit den CH-Valenzschwingungen und ist nicht deutlich von diesen abtrennbar.

Die Bande bei 4,70  $\mu$  wird von einigen Autoren (u. a. KOEGL und Mitarb.<sup>1)</sup>, RANDALL, FOWLER, FUSON, DANGL<sup>8)</sup> der  $\text{NH}$ -Valenzschwingung der  $\text{NH}_3^+$ -Gruppe zugeordnet. Auf Grund von Verschiebungen dieser Bande bei  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Aminobuttersäuren führen sie LEIFER und LIPPINCOTT<sup>2)</sup> auf die NH-Deformationsschwingung in der  $\text{NH}_3^+$ -Gruppe zurück. Die Verschiebung der Bande innerhalb der Substitutionsreihe hat ihre Ursache in der unterschiedlichen Größe des Ringes, der sich bei

<sup>6)</sup> DL-Carnitin von höchster Reinheit wurde uns freundlicherweise von Fräulein Dr. J. LORENZ (Physiol.-chem. Inst. der Univ. Leipzig) zur Verfügung gestellt; wir danken ihr für ihr Entgegenkommen.

<sup>7)</sup> G. GEPPERT, Z. exp. Technik d. Physik 5, 175 (1957).

<sup>8)</sup> H. M. RANDALL, R. G. FOWLER, N. FUSON and J. R. DANGL, Infrared Determination of organic structures, D. Van Nostrand Comp. Inc., Toronto, New York, London 1949.

der intramolekularen H-Bindung zwischen der COO-Gruppe und der  $\text{NH}_3^+$ -Gruppe ausbildet. Unsere Befunde können diese Deutung stützen.

Bei etwa  $6,10 \mu$  wird die Aminosäurebande I beobachtet, die wahrscheinlich der  $\text{NH}_3^+$ -Deformationsschwingung zugeordnet werden kann. Die sehr stark ausgeprägte Bande bei  $6,30 \mu$  ist der COO-Gruppe zuzuordnen. Demgegenüber ist die Ursache der Aminosäurebande II ( $6,60 \mu$ ) noch nicht völlig geklärt; da sie meist nur bei Vorliegen von  $\text{NH}_3^+$ -Aminosäuren beobachtet wird, kann sie wohl auch als  $\text{NH}_3^+$ -Deformationsschwingung ausgewertet werden.

Asymmetrische und symmetrische  $\text{CH}_3$ -Deformationsschwingungen werden bei  $6,82 \mu$  und  $6,98 \mu$  beobachtet. Eine symmetrische COO-Deformationsschwingung tritt bei  $7,10 \mu$  auf, während die Bande bei  $7,66 \mu$  als charakteristische Bande für Aminosäuren zugeordnet werden kann. Dagegen ist mit Sicherheit die Bande bei  $7,42 \mu$  einer  $\text{CH}_2$ -Wagging-Schwingung zuzuordnen; die benachbarte  $\text{CH}_3$ -Gruppe übt hier einen die Intensität erhöhenden Einfluß aus. Der  $\text{CH}_2$ -Bending-Schwingung bei  $7,96 \mu$  folgt bei  $8,72 \mu$  und  $9,05 \mu$  eine  $\text{CH}_3$ -Rocking-in-plane-Schwingung.

Die folgenden Banden sind Gerüst- und Kombinationsschwingungen mit der  $\text{CH}_3$ -Gruppe. Ebenfalls als Gerüstschwingung ( $\text{CH}_3$ - $\text{CH}_2$ -Gruppierung) ist die Bande bei  $13,25 \mu$  anzusprechen.

#### Substanz II: $\beta$ -Aminobuttersäure

Die  $3 \mu$ -Region zeigt die charakteristischen Banden. Gegenüber Substanz I ist die Bande bei  $4,70 \mu$  bereits deutlich auf  $4,6 \mu$  verschoben. Die folgenden Absorptionsmaxima ( $6,10 \mu$ ,  $6,32 \mu$ ,  $6,60 \mu$ ,  $6,92 \mu$ ,  $7,12 \mu$ ,  $7,38 \mu$ ) sind in gleicher Weise auch bei Substanz I zu finden.

Auffällig ist die Dislokation der charakteristischen Aminosäurebande; es bleibt fraglich, ob die Bande bei  $7,72 \mu$  ihr zugeordnet werden kann. Weitere Banden bei  $7,88 \mu$ ,  $8,35 \mu$  und  $8,75 \mu$  sind  $\text{CH}_3$ -Rocking-Schwingungen; Gerüstschwingungen liegen bei  $9,80 \mu$  und  $11,0 \mu$  vor. Die Absorption bei  $13,35 \mu$  ist sicher einer  $\text{CH}_2$ -C-Schwingung zuzuordnen.

#### Substanz III: $\gamma$ -Aminobuttersäure

Im Bereich von  $3 \mu$  zeigt sich die typische Aminosäure-Absorption. Die Bande bei  $4,65 \mu$  ist von mittlerer Intensität und zeigt eine Verschiebung gegenüber Substanz I und II. Die Aminosäurebanden I und II sowie die COO-Schwingung liegen etwa an der gleichen Stelle wie in Substanz I und II.

Bei  $7,05 \mu$  absorbiert die symmetrische  $\text{COO}^-$ -Schwingung, während die Bande bei  $7,22 \mu$  sicher einer  $\text{CH}_2$ -Deformationsschwingung zuzuordnen ist.

Die Bande bei  $7,51 \mu$  ist eine  $\text{CH}_2$ -Wagging- und bei  $7,82 \mu$  eine  $\text{CH}_2$ -Bending-Schwingung. Die Bande bei  $7,68 \mu$  ist als charakteristische Aminosäurebande anzusprechen. Die Banden im Bereich von  $9 \mu$  sind  $\text{CH}_2$ -Rocking- oder C-C-Stretching-Schwingungen zuzuordnen. Schwächere Banden finden sich noch bei  $11,38 \mu$  und  $11,60 \mu$ ; sie sind Ausdruck einer  $\text{COO}^-$ -Schwingung. Die Banden bei  $10,0 \mu$  und  $12,72 \mu$  entsprechen einer C-C-Schwingung in einer  $\text{CH}_2$ -Kette.

#### Substanz IV: $\alpha$ -Amino-iso-buttersäure

Bis  $6,65 \mu$  zeigt sich das charakteristische Aminosäurespektrum. In der  $4 \mu$ -Region ist eine Bande bei  $4,8 \mu$  registriert, die von mittlerer Intensität ist. Eine sehr intensive Bande bei  $6,87 \mu$  gehört zur  $\text{CH}_2$ -Deformationsschwingung und asymmetrischen  $\text{CH}_3$ -Deformationsschwingung, während die Absorption bei  $7,35 \mu$  einer symmetrischen  $\text{CH}_3$ -Deformationsschwingung entspricht. Dabei sollte noch erörtert werden, daß letztere Bande auch einer CH-Bending-Schwingung der  $\text{CH}_3$ -Gruppe zuzuordnen wäre. Die Bande bei  $7,12 \mu$  ist der symmetrischen  $\text{COO}^-$ -Schwingung zuzuordnen, während die Banden bei  $7,88$  und  $8,38 \mu$  auf die besondere Stellung der  $\text{CH}_3$ -Gruppen im Molekül Hinweise geben. Es ist noch zu diskutieren, ob die Bande bei  $7,77 \mu$  einer charakteristischen Aminosäurebande zugeordnet werden kann. Die Banden bei  $11,21 \mu$  und  $12,7 \mu$  sind  $\text{CH}_2$ -Gerüstschwingungen, und in ihrer Lage geben sie Hinweise auf die Isopropyl-Konfiguration. Ob die Bande bei  $10,6 \mu$  oder  $11,21 \mu$  eventuell auch einer  $\text{COO}^-$ -Schwingung zuzuordnen wäre, ist sehr fraglich.

#### Substanz V: $\beta$ -Amino-iso-buttersäure

Im  $3 \mu$ -Gebiet wird die charakteristische Aminosäure-Absorption beobachtet. Bei  $4,75 \mu$  tritt die NH-Deformationsschwingung der  $\text{NH}_3$ -Gruppe von schwächerer Intensität auf; Maxima bei  $6,12 \mu$  und  $6,55 \mu$  entsprechen den Aminosäurebanden I und II. Absorptionen bei  $6,40 \mu$  und  $7,05 \mu$  sind  $\text{COO}^-$ -Schwingungen zuzuordnen. Eine Bande bei  $7,28 \mu$  kann der C- $\text{CH}_3$ -Schwingung zugeordnet werden, während die Bande bei  $7,78 \mu$  eine Aminosäureschwingung ist. Die Absorption bei  $8,3 \mu$  entspricht wahrscheinlich einer  $\text{CH}_3$ -Rocking-Schwingung; für die Banden bei  $8,82 \mu$  und  $9,10 \mu$  trifft dies mit Sicherheit zu.

Die  $\text{COO}^-$ -Schwingung ist nicht genau zu lokalisieren; es bleibt zu erörtern, ob die Bande bei  $11,25 \mu$  oder bei  $11,88 \mu$  ihr zuzuschreiben ist. Die Gerüstschwingung der Isopropyl-Konfiguration liegt bei  $12,80 \mu$ .

#### Substanz VI: Methionin

Diese Aminosäure weist bis  $6,62 \mu$  das typische Aminosäurespektrum auf. In der  $4 \mu$ -Region ist die Bande bei  $4,85 \mu$  zu erkennen. Weitere Banden sind bei  $7,00 \mu$  ( $\text{CH}_2$ -OH-Schwingung und asymmetrische  $\text{CH}_3$ -Schwingung) und bei  $7,12 \mu$  (symmetrische  $\text{CH}_3$ -Schwingung). Die Bande bei  $7,50 \mu$  ist die  $\text{CH}_3$ -Wagging-Schwingung. Eine Schulter bei  $7,60 \mu$  ist für die Aminosäuren charakteristisch; Banden bei  $7,88 \mu$  und  $8,22 \mu$  entsprechen  $\text{CH}_2$ -Bending-Schwingungen, und die Absorption bei  $8,68 \mu$  ist einer  $\text{CH}_3$ -Rocking-Schwingung zuzuordnen. Weitere Banden sind als Gerüst- und Kombinationsschwingungen zu werten; die C-S-Schwingung ist bei  $14,7 \mu$  zu beobachten.

#### Substanz VII Aethionin

Aethionin zeigt ein dem Methionin sehr ähnliches Spektrum. Jedoch zeigen sich deutlich Intensitätsunterschiede bei den Banden bei  $10,85 \mu$  und  $11,4 \mu$ , wobei letztere Bande noch etwa  $0,08 \mu$  nach kürzeren Wellenlängen verschoben ist. Das Gebiet von  $12,4 \mu$  weist deutliche Unterschiede zum Methionin auf. Die C-S-Schwingung wird bei  $14,55 \mu$  beobachtet.

#### Substanz VIII: Methoxinin

Bis zur Aminosäurebande II ( $6,65 \mu$ ) ist das Spektrum typisch für die Aminosäuren. In der  $4 \mu$ -Region findet sich die Bande bei  $4,9 \mu$ .

Bei  $6,98 \mu$  ist die  $\text{CH}_2$ -Schwingung, bei  $7,12 \mu$  die symmetrische  $\text{COO}^-$ -Schwingung und bei etwa  $7,20 \mu$  die  $\text{CH}_3$ -Deformationsschwingung zu beobachten, während die Bande bei  $7,5 \mu$  als eine  $\text{CH}_3$ -Deformationsschwingung gedeutet wird. Die Bande bei  $7,60 \mu$  ist eine charakteristische Aminosäurebande, während bei  $8,40 \mu$  die  $\text{CH}_3$ -Rocking-Schwingung beobachtet wird. Die C-O-C-Schwingung absorbiert sehr stark bei  $9,0 \mu$ . Die weiteren Banden sind als Gerüst- und Kombinationsschwingungen zu werten.

#### Substanz IX: Aethoxinin

Von  $3 \mu$  bis in den  $7 \mu$ -Bereich ist das Spektrum der Substanz IX identisch mit demjenigen der Substanz VIII. In der  $4 \mu$ -Region ist die Bande bei etwa  $5 \mu$  zu beobachten. Die  $\text{CH}_2$ -Schwingung findet sich bereits bei  $7,00 \mu$ ; die Bande bei  $7,05 \mu$  ist einer  $\text{CH}_3$ -Gruppe zuzuordnen.

Die Lage der COO<sup>-</sup>-Schwingung ist von 7,12  $\mu$  (Substanz VIII) auf 7,15  $\mu$  und die CH<sub>3</sub>-Schwingung von 7,20  $\mu$  (Substanz VIII) auf 7,24  $\mu$  verschoben. Die Absorption bei 7,5  $\mu$  ist auf eine CH<sub>3</sub>-Gruppe zurückzuführen. Die Bande bei 7,60  $\mu$  ist die charakteristische Aminosäureschwingung. Die C-O-C-Gruppierung kommt im Maximum bei 9,0  $\mu$  deutlich zum Ausdruck. Weitere Banden sind Gerüstschwingungen und zeigen deutliche Unterschiede.

### Substanz X: dl-Carnitin-HCl

In der 3  $\mu$ -Region wird bei 3,1  $\mu$  eine relativ breite OH-Bande registriert, die Schlüsse auf Assoziation im Molekül zuläßt. Die CH<sub>2</sub>-Valenzschwingungen liegen bei 3,55  $\mu$ .

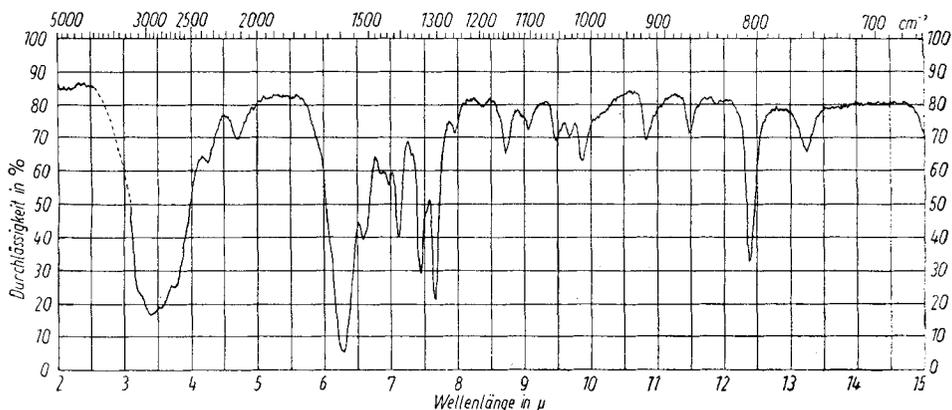


Abb. 1. DL- $\alpha$ -Aminobuttersäure

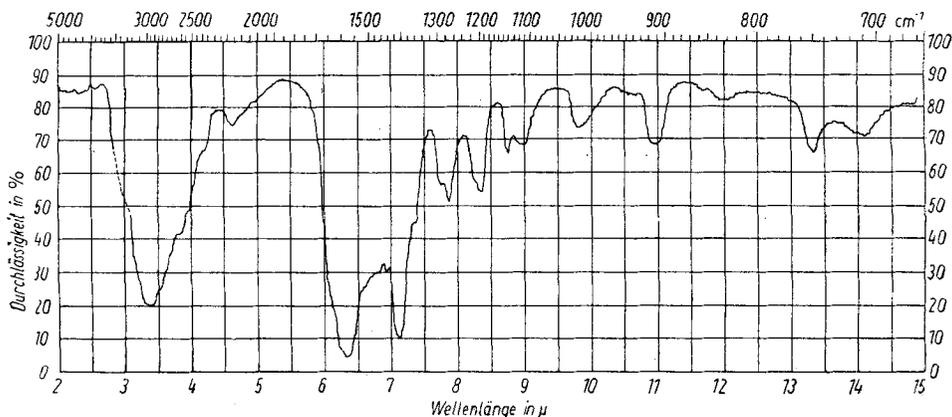


Abb. 2. DL- $\beta$ -Aminobuttersäure

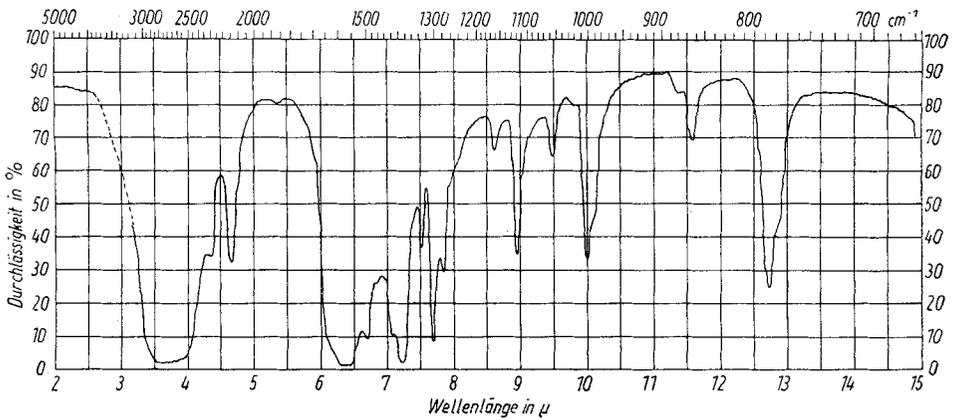


Abb. 3. DL- $\gamma$ -Aminobuttersäure

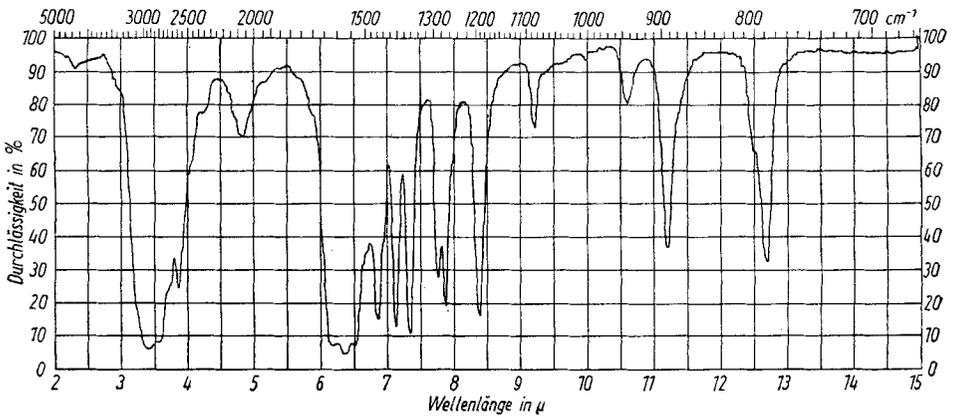


Abb. 4. DL- $\alpha$ -Aminoisobuttersäure

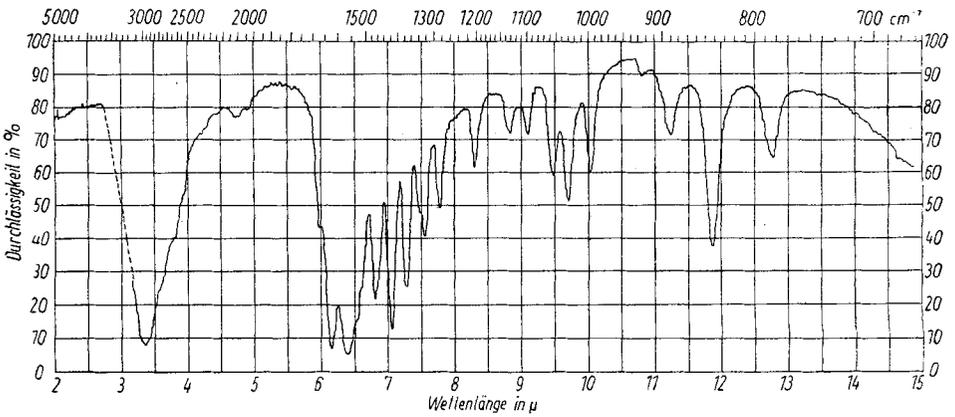


Abb. 5. DL- $\beta$ -Aminoisobuttersäure

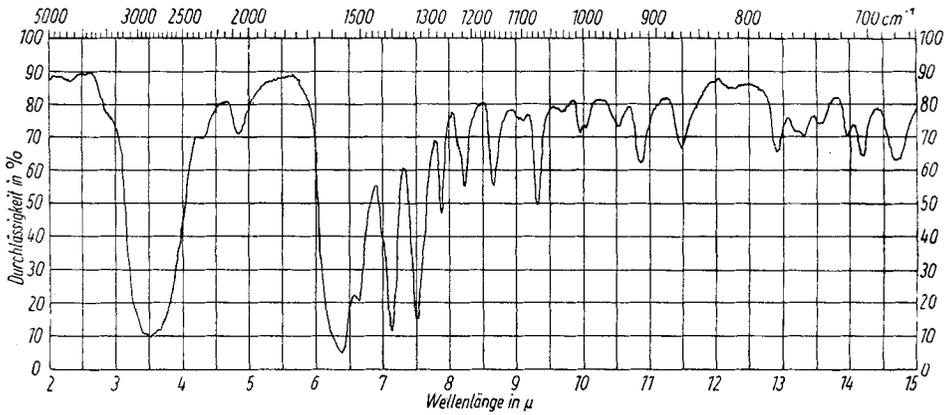


Abb. 6. DL-Methionin

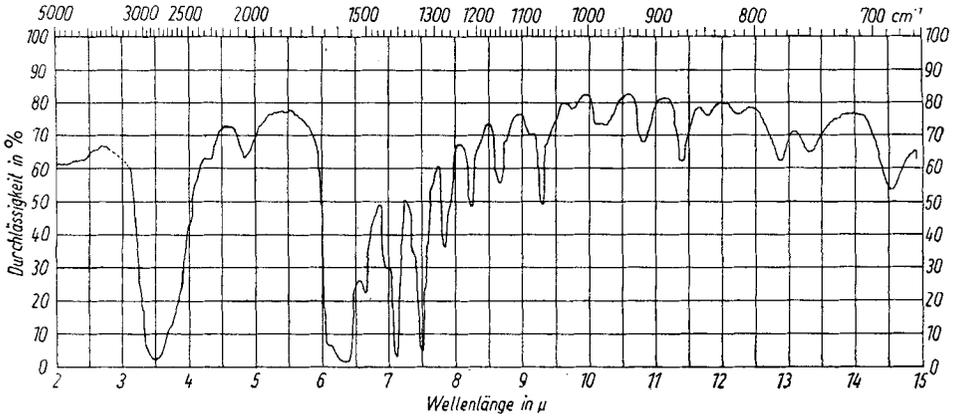


Abb. 7. DL-Aethionin

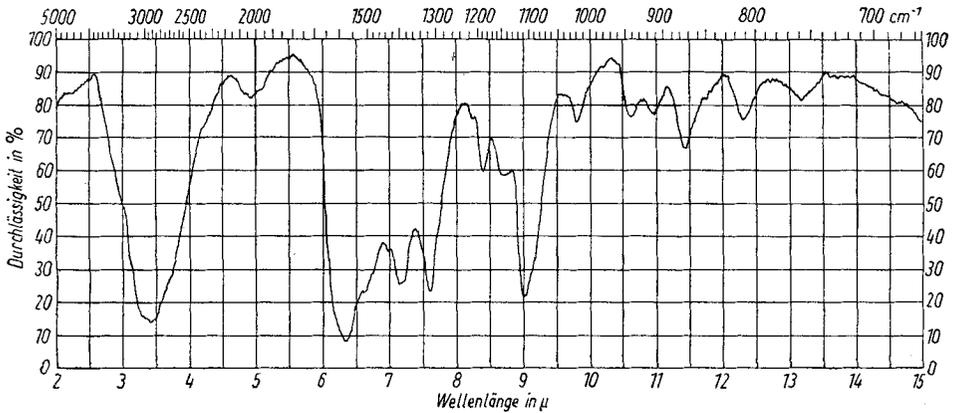


Abb. 8. DL-Methoxinin

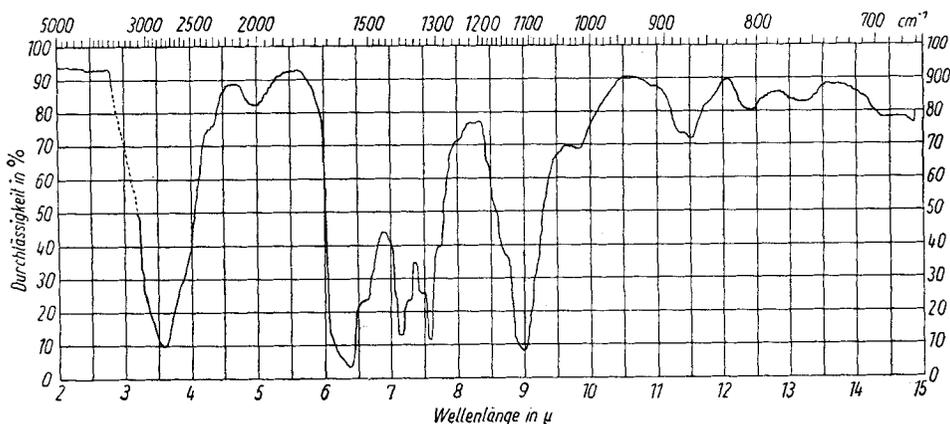


Abb. 9. DL-Aethoxinin

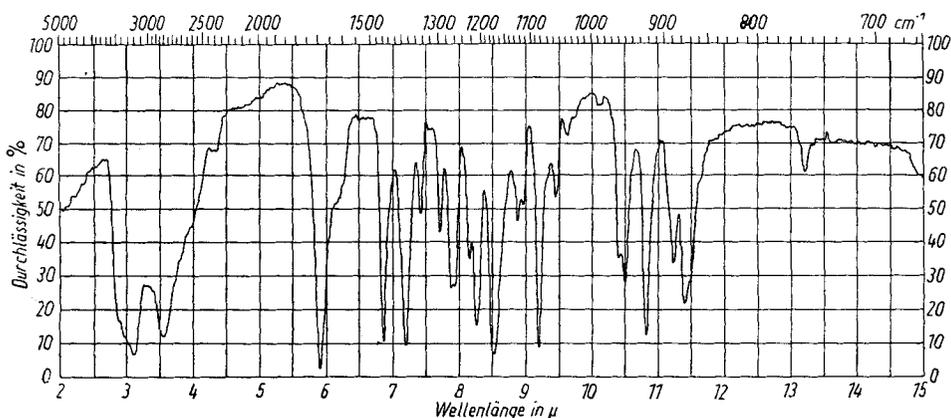


Abb. 10. DL-Carnitin-HCl

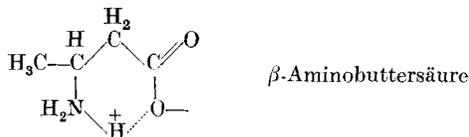
Bei  $5,90 \mu$  wird die  $C=O$ -Valenzschwingung der  $COOH$ -Gruppe beobachtet, die sich aber bei der freien Base infolge Vorliegens einer  $COO^-$ -Gruppe bedeutend nach größeren Wellenlängen verschiebt. Die Flanke dieser Bande bei etwa  $6,15 \mu$  kann von Wasserspuren verursacht sein. Die Banden  $6,85 \mu$ ,  $7,20 \mu$ ,  $7,42 \mu$  sind  $CH$ -Deformationsschwingungen, bei denen die große Intensität der symmetrischen  $CH_3$ -Deformationsschwingung erwartet wurde. Die  $>CH-OH$ -Schwingung absorbiert bei  $8,52 \mu$ , wobei noch zu diskutieren wäre, ob die Banden bei  $8,15 \mu$  und  $8,25 \mu$  den gleichen Ursprung haben.

### Diskussion

In der  $3 \mu$ -Region werden keine besonderen Abweichungen gegenüber den bisher in der Literatur veröffentlichten Daten beobachtet. Die Ver-

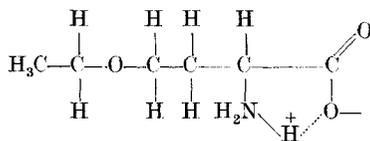
breiterung der Bande in der  $3\ \mu$ -Region deutet auf zahlreiche H-Brückenbindungen. In der Region zwischen  $4,5\ \mu$  und  $5,0\ \mu$  können wir die Annahme von LEIFER und LIPPINCOTT<sup>2)</sup> bestätigen, daß es sich bei der Schwingung eher um eine NH-Deformationsschwingung der  $\text{NH}_3$ -Gruppe handelt, als um eine NH-Valenzschwingung.

Die  $\beta$ -Aminosäuren bilden über H-Brücken stabile 6-Ringe, die die Frequenz der NH-Schwingung erhöhen.



Die 5- und 7-Ringe sind instabiler, und die Absorption der NH-Deformationsschwingung der  $\text{NH}_3^+$ -Gruppe tritt bei größeren Wellenlängen auf.

Wir beobachteten bei  $\beta$ -Aminobuttersäure mit  $4,6\ \mu$  die niedrigste Wellenlänge bei den von uns untersuchten Verbindungen. Die weiteren Substanzen zeigen diese Absorption bei größeren Wellenlängen. Sicher hat dann auch die so substituierte Seitenkette am Ring einen Einfluß auf die Frequenz der Schwingung. So absorbiert das Aethoxinin, das man sich als 5-Ring mit einer relativ großen Seitenkette vorstellen kann, bei der größten Wellenlänge.



Während die Intensität der NH-Deformationsschwingung der  $\text{NH}_3^-$ -Gruppe bei  $\alpha$ - und  $\beta$ -Aminobuttersäuren etwa gleich stark ist, beobachteten wir bei  $\gamma$ -Aminobuttersäure eine nicht geklärte erhebliche Intensitätserhöhung.

NH-Deformationsschwingungen der  $\text{NH}_3$ -Gruppe:

Substanz	I	$4,70\ \mu$	Substanz	VI	$4,85\ \mu$
	II	$4,60\ \mu!!$		VII	$4,85\ \mu$
	III	$4,65\ \mu$		VIII	$4,90\ \mu$
	IV ( $\alpha$ -iso)	$4,80\ \mu$		IX	$4,95-5,0\ \mu$
	V ( $\beta$ -iso)	$4,75\ \mu$			

Die Aminosäurebande I wird oft in der Literatur (so auch von LEIFER und LIPPINCOTT) als Zuordnung zu einer  $\text{NH}_3$ -Deformationsschwingung bezweifelt, weil sie in vielen Fällen fehlt. Wir konnten sie an einigen Substanzen oft auch nur als Schulter deuten. So ist zunächst bei den Substanzen I, II, III der Nachweis dieser Bande sehr schwer zu führen.

Jedoch läßt die Bandenform die Vermutung zu, daß sie bei den von uns untersuchten Aminosäuren vorhanden ist. Als verhältnismäßig lagekonstant können die COO<sup>-</sup>-Schwingung und die Aminosäurebande II bezeichnet werden, die bei den von uns untersuchten Substanzen keine größeren Verschiebungen aufweisen. Schwankungen zeigte jedoch die symmetrische COO<sup>-</sup>-Schwingung, die im Bereich von etwa 7,05  $\mu$  bis 7,15  $\mu$  beobachtet wurde. Die CH-Deformationsschwingungen konnten aus Vergleichen mit bereits bekannten Daten aus der Literatur erörtert und analysiert werden. Ab 7,5  $\mu$  zeigen die Substanzen meist ein unterschiedliches Spektrum. Auch Homologe besitzen in diesem Gebiet Bandenunterschiede, die eine deutliche Differenzierung solcher Substanzen mittels des IR-Spektrums gestatten.

Die für Aminosäuren charakteristische Bande ist oft großen Schwankungen in Intensität und Lage unterworfen, so daß es oft schwerfällt, diese Bande genau zu analysieren.

Für die für die Thioaminosäuren charakteristische C-S-Schwingung wurde von uns versuchsweise die Bande bei etwa 14,5–14,7  $\mu$  vorgeschlagen; es besteht aber die Möglichkeit, daß diese Schwingung erst bei noch größeren Wellenlängen absorbiert. Als für die Carboxo-Aminosäuren charakteristische C-O-C-Schwingung kann mit Sicherheit die Bande bei 9,0  $\mu$  bezeichnet werden.

Beim Carnitin-HCl wird eine typische Säurefrequenz beobachtet, die sich bei der freien Base um etwa 0,4  $\mu$  nach größeren Wellenlängen infolge Vorliegens einer COO<sup>-</sup>-Gruppe verschiebt.

Die OH-Gruppe am  $\beta$ -C-Atom ist mit ihrer Wellenlänge bei etwa 8,5  $\mu$  sicher charakterisiert, so daß kein Zweifel bestehen konnte, daß die OH-Gruppe an anderer Stelle substituiert wäre. Ob die OH-Gruppe inter- oder intramolekulare H-Brückenbindungen eingeht, kann aus der Verbreiterung der OH-Bande bei 3,1  $\mu$  geschlossen werden. Jedoch ist der endgültige Beweis für derartige Behauptungen aus vorliegendem Spektrum nicht zu klären.

*Rostock, Physiol.-chem. Institut der Universität und  
Leipzig, Institut für Verfahrenstechnik der organischen Chemie der  
Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.*

Bei der Redaktion eingegangen am 8. März 1960.