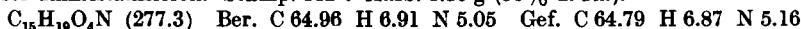


Stickstoff durchgeleitet und das entstehende Amin in der Vorlage mit n_{10} HCl gegen Phenolphthalein titriert. Im Verlaufe von 2 Stdn. konnten 92% an Amin nachgewiesen werden. Anschließend wurde das Lösungsmittel abgedampft und das Destillat mit einer wäsr. Bariumhydroxyd-Lösung versetzt. Es fiel ein starker Niederschlag an Bariumcarbonat aus, der sich in verd. Salzsäure unter Aufschäumen vollständig löste.

Zum Rückstand wurden 15 ccm Wasser gegeben. Es blieb eine wasserunlösliche Substanz zurück, die sich nicht in Äther aufnehmen ließ. Der Äther wurde über der wäsr. Lösung belassen, und beide Phasen wurden abfiltriert. Die Substanz lässt sich aus heißem Wasser umkristallisieren. Schmp. 112°. Ausb. 1.39 g (50% d.Th.).



288. Dieter Klamann*) und Helmuth Bertsch: Notiz über Darstellung, Eigenschaften und Alkylierung von *p*-Toluolsulfonamiden

[Aus dem Organisch-Chemischen Institut der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg]

(Eingegangen am 28. Mai 1956)

Günstige Darstellungsvorschriften der *p*-Toluolsulfonyl-Verbindungen einiger *p*-substituierter Aniline, *N*-Äthylaniline sowie einer Reihe heterocyclischer und hydratisierter heterocyclischer Basen werden mitgeteilt und die Produkte charakterisiert. Zur Stickstoff-Alkylierung sekundärer Sulfonamide erwiesen sich wiederum *p*-Toluolsulfonsäureester als besonders geeignet.

Zur Durchführung von systematischen Untersuchungen über nucleophile Austauschreaktionen am Sulfonylschwefel von Sulfonsäure-Verbindungen, über die in Kürze berichtet werden wird¹⁾, war es erforderlich, die *p*-Toluolsulfonyl-Derivate einer großen Zahl von Aminen darzustellen. Im folgenden soll über die bisher nicht beschriebenen Verbindungen sowie über Darstellungsmethoden und Stickstoff-Alkylierungen dieser und anderer Sulfonamide berichtet werden.

Die Umsetzung von Tosylchlorid mit Aminen in Gegenwart von Natronlauge und Aceton lieferte bei der Darstellung des *p*-Toluolsulfonsäure-*p*-chloranilids und des -*p*-anisidids nicht nur die Monosulfonamide in 78-proz. Ausbeute, sondern auch 8–12% der bisher nicht dargestellten Bis-[*p*-toluolsulfonyl]-Verbindungen (vergl. Tafel 1). Von den beiden isomorphen Formen des *p*-Chloranilids (Schmp. 95° bzw. 122°²⁾) erhielten wir stets die niedrigschmelzende^{2a)}.

*) Neue Anschrift: Institut für Technische Chemie der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg.

¹⁾ Vergl. hierzu: D. Klamann, Angew. Chem. 67, 719 [1955].

²⁾ J. Halberkann, Ber. dtsch. chem. Ges. 54, 1846 [1921]; F. H. S. Curd u. F. L. Rose, J. chem. Soc. [London] 1946, 734.

^{2a)} Zusatz b. d. Korr.: Bei Darstellungen des *p*-Anisidids und *p*-Chloranilids ohne Aceton (Einsatzmengen: 1 Mol Amin und 1.1 Mol Tosylchlorid) wurden die Bis-Verbindungen in wesentlich geringerem Ausmaß gebildet (*p*-Chloranilin: 87.7% d. Th. Mono- und 1.5% Bis-Verb.; *p*-Anisidin: 89.8% d. Th. Mono- und 0.6% Bis-Verb.). Beim *p*-Chloranilid entstand diesfalls ausschließlich die höherschmelzende Form.

Das bei gleicher Arbeitsweise in fast quantitativer Ausbeute erhaltene *N*-Äthyl-*p*-toluolsulfonsäure-*p*-toluidid schmolz in Übereinstimmung mit Angaben von O. N. Witt und D. Uerményi³⁾ bei 71°. Da von J. Halberkann⁴⁾ durch Alkylierung des *p*-Toluolsulfonsäure-*p*-toluidids mit Diäthylsulfat ein bei 51–52° schmelzendes *N*-Äthyl-*p*-toluidid erhalten worden ist, scheint auch hier – ähnlich wie beim *p*-Chlorderivat – eine Isomorphie vorzuliegen.

Tafel I. Darstellung von *p*-Toluolsulfonamiden mit Hilfe von wäßriger Natronlauge in Acetonlösung

| <i>p</i> -Toluolsulfonyl-Verbindung vom | Einsatzmengen in Mol | | Ausbeute % d. Th. | Schmp. °C |
|--|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| | Amin | Tosyl- chlorid | | |
| <i>p</i> -Chloranilin <i>p</i> -Chloranilin (Bis-Verb.) | 0.05 | 0.055 | { 77.8 8.25 | 95–96 219–220.5 |
| <i>p</i> -Anisidin <i>p</i> -Anisidin (Bis-Verb.) | 0.05 | 0.055 | { 78.4 12.5 | 114 160–161 |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>p</i> -toluidin | 0.05 | 0.055 | 96.5 | 70.5–71 |
| Carbazol*) | 0.1 | 0.175 | 36 | 132–133 |
| Piperazin (<i>N,N'</i> -Bis-Verb.) | 0.058 | 0.128 | 48.5 | 296–298 |
| Piperidin | 0.05 | 0.055 | 97 | 103 |
| Dicyclohexylamin**) | 0.1 | 0.5 | 20 | 119–119.5 |

*) Mit 66-proz. wäßriger Kalilauge.

**) Ohne Acetonzusatz.

Die Angaben von Th. St. Stevens und St. H. Tucker⁵⁾ zur Darstellung des *N*-[*p*-Toluolsulfonyl]-carbazols sind dahingehend zu ergänzen, daß die Temperatur unbedingt unterhalb von 30° gehalten werden muß, da sonst fast ausschließlich Verseifung des Sulfochlorids erfolgt. Die Umsetzung von Carbazol mit Tosylchlorid in Gegenwart von α -Picolin als Lösungs- und Chlorwasserstoff bindendem Mittel führte ebenso wie die von Indol und Pyrrol nicht zum Sulfonamid.

Das *p*-Toluolsulfonsäure-pyrrolidid wurde dagegen mit Hilfe von α -Picolin in fast quantitativer Ausbeute gewonnen. Die übrigen auf diese Weise dargestellten Sulfonamide sind aus Tafel 2 ersichtlich. Beim *N*-[Pyridyl-(2)]-*p*-toluolsulfonamid ließ sich eine wesentliche Ausbeutesteigerung erzielen.

Zur Gewinnung tertiärer Sulfonamide aus den sekundären wurde die Alkylierung mit *p*-Toluolsulfonsäureestern herangezogen, die sich bereits früher ausgezeichnet bewährt hat⁶⁾. *N*-Äthyl-*p*-toluolsulfonsäure-*p*-anisidid, -toluidid und -chloranilid wurden auf diese Weise mit etwa 90-proz. Ausbeuten erhalten.

³⁾ Ber. dtsch. chem. Ges. **46**, 304 [1913].

⁴⁾ Ber. dtsch. chem. Ges. **54**, 1833 [1921].

⁵⁾ J. chem. Soc. [London] **128**, 2147 [1923] (vergl. auch 1926, 551 Anm.).

⁶⁾ D. Klamann, G. Hofbauer u. F. Drahowzal, Mh. Chem. **83**, 870 [1952]; vergl. Methoden der organ. Chemie (Houben-Weyl), 4. Aufl. 1955, Bd. IX, S. 617, 625, 678.

Tafel 2. Darstellung von *p*-Toluolsulfonamiden mit Hilfe von α -Picolin

| <i>p</i> -Toluolsulfonyl-Verbindung vom | Einsatzmengen | | | Ausbeute % d. Th. | Schmp. °C |
|---|---------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| | Amin Mol | Tosyl-chlorid Mol | α -Picolin ccm | | |
| Pyrrolidin | 0.10 | 0.11 | 30 | 91.8 | 121.5–123 |
| α -Amino-pyridin | 0.16 | 0.16 | 80 | 80.2 | 215–216 |
| Morpholin | 0.10 | 0.11 | 60 | 93.7 | 148 |
| Indolin | 0.042 | 0.046 | 30 | 81.5 | 100.5–101.5 |
| <i>p</i> -Nitranilin | 0.05 | 0.055 | 30 | 93.5 | 193 |
| Dicyclohexylamin | 0.02 | 0.022 | 5 | 7.0 | 119–119.5 |

Wegen der Schwerlöslichkeit des Natriumsalzes des *N*-[β -Naphthyl]-*p*-toluolsulfonamids in Wasser war es günstig, bei der Alkylierung mit Äthyl-*p*-toluolsulfonat in etwa 20-proz. alkoholischer Lösung zu arbeiten. Trotz Konzentrationsverminderung (1.65-proz. Natronlauge) wurde eine Ausbeute von 71% erreicht.

Infolge der Schwerlöslichkeit des genannten Natriumsalzes bereitete die Trennung von sekundärem und tertiärem Amid nach der Hinsberg-Methode große Schwierigkeiten; über eine für solche Fälle ausgearbeitete Modifizierung dieser Methode wird in Kürze berichtet¹).

p-Toluolsulfonsäure-*p*-nitranilid erwies sich als ziemlich schwer alkylierbar (vergl. Tafel 3). Bei Anwendung der doppelt molaren Menge Ester unter den im Versuchsteil beschriebenen Bedingungen konnten jedoch 83% des gewünschten *N*-Äthyl-*p*-toluolsulfonsäure-*p*-nitranilids erhalten werden.

Tafel 3. Alkylierung von *p*-Toluolsulfonamiden mit Äthyl-*p*-toluolsulfonat

| Dargestelltes <i>p</i> -Toluolsulfonamid | Einsatzmengen in Mol | | Ausbeute % d. Th. | Schmp. °C |
|--|----------------------|-------|-------------------|-----------|
| | Amid | Ester | | |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>N</i> -[β -naphthyl]-amid | 0.25 | 0.275 | 71.3 | 130–130.5 |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>p</i> -toluidid | 0.45 | 0.475 | 89.5 | 70.5–71 |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>p</i> -chloranilid | 0.037 | 0.037 | 90.5 | 103.5–104 |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>p</i> -anisidid | 0.037 | 0.037 | 88.5 | 96.5–97 |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>p</i> -nitranilid | 0.045 | 0.045 | 53.5 | 107 |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>p</i> -nitranilid | 0.021 | 0.042 | 82.3 | 107 |
| <i>N</i> -Äthyl- <i>N</i> -cyclohexylamid | 0.2 | 0.22 | 10.0 | 104–104.5 |

Die erschwerte Alkylierbarkeit des *p*-Nitranilids ist sicher auf die hier mögliche Ausbildung mesomerer Formen zurückzuführen, so daß als Sitz der negativen Ladung nicht ausschließlich der Amidstickstoff anzunehmen ist. Immerhin lassen sich auf diese Weise mit guten Ausbeuten *N*-Alkylderivate gewinnen, während die direkte Alkylierung von Nitroanilinen durch Einwirkung von *p*-Toluolsulfonsäureestern nicht möglich ist⁷⁾.

N-Cyclohexyl-*p*-toluolsulfonamid ließ sich mit *p*-Toluolsulfonaten noch schwerer alkylieren (vergl. Tafel 3). Die Umsetzung mit Cyclohexyl-*p*-toluolsulfonat unter gleichen Bedingungen gelang nicht.

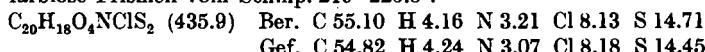
Die Darstellung des *N,N*-Dicyclohexyl-*p*-toluolsulfonamids aus dem Amin und Tosylchlorid war sowohl mit Hilfe von α -Picolin als auch mit wäßriger Natronlauge – allerdings in nur geringer Ausbeute – möglich (vergl. Tafel 1 und 2). In letzterem Fall wurde bei Anwesenheit von Benzol oder Aceton lediglich das Sulfochlorid verseift.

Hrn. Professor Dr. F. Nerdel danken wir für sein Interesse an unseren Untersuchungen. Der eine von uns (H. B.) dankt dem Deutschen Akademischen Austauschdienst für die Gewährung eines Stipendiums.

Beschreibung der Versuche⁸⁾

p-Toluolsulfonsäure-*p*-chloranilid: Zu 6.38 g (0.05 Mol) *p*-Chloranilin in 20 ccm Aceton wurden unter Röhren und Kühlen portionsweise 10.48 g (0.055 Mol) Tosylchlorid und nach Eintragen von etwa 5 g Chlorid 4.8 g (0.12 Mol) NaOH in 20 ccm Wasser zugegeben. Die Lauge wurde so zugetropft, daß nach Beendigung der Tosylchloridzugabe noch etwa die Hälfte zuzusetzen war. Nach Abklingen der exothermen Reaktion wurde 1½ Stdn. auf dem Wasserbad gerührt, in Wasser gegossen, Natronlauge zugesetzt, nach einem Stehenlassen vom Alkaliunlöslichen abfiltriert und das *p*-Chloranilid im Filtrat mit Salzsäure gefällt. Ausb. 10.95 g (77.8% d. Th.); Schmp. 95–96°.

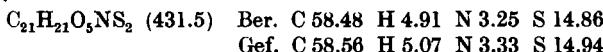
N,N-Bis-[*p*-toluolsulfonyl]-*p*-chloranilin: Aus dem alkaliunlöslichen Anteil vorstehenden Reaktionsproduktes nach Kristallisation aus Äthanol-Aceton; 1.8 g (8.25% d. Th.); farblose Prismen vom Schmp. 219–220.5°.



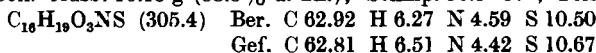
N-Äthyl-*p*-toluolsulfonsäure-*p*-chloranilid: Aus 10.57 g *p*-Toluolsulfonsäure-*p*-chloranilid, 7.5 g Äthyl-*p*-toluolsulfonat und 1.5 g NaOH (je 0.0375 Mol) in 15 ccm Wasser durch 3stdg. Röhren bei 100°, Auswaschen mit 20-proz. Natronlauge und Kristallisation aus Alkohol. Ausb. 10.52 g (90.5% d. Th.); Schmp. 103.5–104°.

p-Toluolsulfonsäure-*p*-anisidid: Aus 6.96 g (0.05 Mol) *p*-Anisidin in 30 ccm Aceton mit 10.48 g Tosylchlorid und 4.8 g NaOH in 20 ccm Wasser wie beim *p*-Chloranilid. Ausb. 10.85 g (78.4% d. Th.); Schmp. 114°.

N,N-Bis-[*p*-toluolsulfonyl]-*p*-anisidin: Aus dem Alkaliunlöslichen vorstehender Reaktion wie oben. 2.7 g (12.5% d. Th.); Schmp. 160–161°; perlmutterglänzende bräunliche Kristalle.



N-Äthyl-*p*-toluolsulfonsäure-*p*-anisidid: Aus 10.40 g (0.0375 Mol) *p*-Toluolsulfonsäure-*p*-anisidid, 7.5 g Äthyl-*p*-toluolsulfonat und 1.5 g NaOH in 15 ccm Wasser wie oben. Ausb. 10.13 g (88.5% d. Th.); Schmp. 96.5–97°; Prismen.



⁷⁾ Vergl. Methoden der organ. Chemie (Houben-Weyl), I. c.⁶⁾, S. 677.

⁸⁾ Teile der Dissertation. H. Bertsch, Technische Universität Berlin-Charlottenburg, 1955. – Alle Schmelzpunkte sind korrigiert.

N·[*p*-Toluolsulfonyl]-carbazol: 16.72 g (0.1 Mol) Carbazol und 33.4 g (0.175 Mol) Tosylchlorid wurden in 167 ccm warmem Aceton gelöst und die Lösung auf 20° gekühlt. Unter starkem Rühren wurden 42 ccm 66-proz. wäßrige Kalilauge (0.825 Mol KOH) zugetropft, die Temperatur durch Kühlung unterhalb von 30° gehalten und noch 2½ Stdn. ausgetragen. Nach Ausfällen mit Wasser, Waschen und Trocknen wurde mit 150 ccm kaltem Benzol extrahiert, das Lösungsmittel abdestilliert und der Rückstand zweimal aus Alkohol umkristallisiert: 11.53 g (36% d. Th.); Schmp. 132–133°.

N,N'-Bis-[*p*-toluolsulfonyl]-piperazin: 5 g (0.058 Mol) Piperazin und 24.4 g (0.128 Mol) Tosylchlorid wurden in 150 ccm Aceton unter Rühren langsam mit 5.12 g (0.128 Mol) NaOH in 20 ccm Wasser versetzt, leicht angewärmt und 1 Stde. gerührt. Nach Abdestillieren des Acetons wurde das Reaktionsprodukt einige Zeit mit 1000 ccm Wasser gerührt und filtriert. Das kaum gefärbte kristalline Produkt war in siedendem Isoamylalkohol, sek.-Butylalkohol, Dioxan, Tetrahydrofuran, Aceton und Äthanol schwer löslich, doch ließen sich beim Kochen mit Isoamylalkohol rotgefärbte Anteile ausziehen. Nach vollständiger Extraktion dieser Anteile wurde aus Dimethylformamid, das in der Hitze sehr gut löst, umkristallisiert. Ausb. an Reinprodukt: 11.1 g (48.5% d. Th.); Schmp. 296–298°⁹⁾.

N,N-Dicyclohexyl-*p*-toluolsulfonamid: a) 3.63 g (0.02 Mol) Dicyclohexylamin und 4.19 g (0.022 Mol) Tosylchlorid wurden in 5 ccm α -Picolin unter öfterem Umschütteln 8 Tage bei Raumtemperatur stehengelassen. Zur Verseifung nicht umgesetzten Tosylchlorids wurde mit einigen Tropfen Wasser geschüttelt, mit verd. Salzsäure versetzt und in Wasser gegossen. Schmp. 119–119.5° (aus 80-proz. Alkohol); Ausb. 7% d. Theorie.

b) 18.13 g (0.1 Mol) Dicyclohexylamin wurden z. B. in einer tiefen Reibschale unter Rühren mit 38 g (0.2 Mol) Tosylchlorid und 90 ccm 10-proz. Natronlauge portionsweise so versetzt, daß die Lauge immer in knappem Überschuß war. Nach einigem Rühren erstarrte das Reaktionsgemisch jeweils, wurde zerrieben, mit Lauge und Tosylchlorid versetzt, abermals bis zum Erstarren gerührt usw. Dieser Vorgang wurde in immer größeren Zeitsäulen wiederholt, bis im Laufe von etwa 48 Stdn. insgesamt 0.5 Mol Tosylchlorid und 0.55 Mol NaOH in 220 ccm Wasser zugesetzt worden waren. Das Reaktionsprodukt wurde nach Ansäubern mit Salzsäure und Filtration zur Entfernung vorhandenen Dicyclohexylamin-hydrochlorids, das durch Lauge nur schwer zersetzbar ist, mit starker Natronlauge ausgekocht, alkalisch filtriert, mit Wasser und verd. Essigsäure gewaschen und aus Äthanol umkristallisiert: 6.71 g (20% d. Th., bez. auf Dicyclohexylamin); Schmp. 119–119.5°. Eine Steigerung des Tosylchloridüberschusses auf die doppelte Menge brachte bei gleicher Arbeitsweise keine nennenswerte Ausbeutesteigerung.

N·[*p*-Toluolsulfonyl]-pyrrolidin: Aus 7.11 g (0.1 Mol) Pyrrolidin in 30 ccm α -Picolin und 20.96 g (0.11 Mol) Tosylchlorid. Ausb. 20.7 g (91.8% d. Th.); Schmp. 121.5–123° (aus Alkohol). Die Kristallisation aus Alkohol muß gestört werden, da sonst riesige Nadeln wachsen, die viel Äthanol einschließen.

C₁₁H₁₅O₂NS (225.3) Ber. C 58.63 H 6.71 N 6.22 S 14.23
Gef. C 58.64 H 6.72 N 6.09 S 14.01

N·[*p*-Toluolsulfonyl]-indolin: Aus 5.05 g (0.0423 Mol) Indolin in 30 ccm α -Picolin und 8.86 g (0.0465 Mol) Tosylchlorid: 11.15 g (81.5% d. Th.); Schmp. 100.5 bis 101.5° (aus Alkohol)¹⁰⁾.

N·Äthyl-*N*·[β -naphthyl]-*p*-toluolsulfonamid: Aus 74.34 g (0.25 Mol) *N*·[β -Naphthyl]-*p*-toluolsulfonamid, 55 g (0.275 Mol) Äthyl-*p*-toluolsulfonat und 11 g (0.275 Mol) NaOH in 700 ccm 21-proz. Äthanol bei 2stdg. Kochen unter Rühren. Das Rohprodukt wurde mit einer warmen Lösung von 6% NaOH in 30-proz. Alkohol

⁹⁾ C. B. Pollard u. B. Sue Gray, J. Amer. chem. Soc. 75, 491 [1953]: Schmp. 295.3 bis 296.3°.

¹⁰⁾ G. M. Bennett u. M. M. Hafez, J. chem. Soc. [London] 1941, 287: Schmp. 99°.

weitgehend vom β -Naphthylamid befreit. Ausb. 58 g (71.3% d. Th.); Schmp. 130 bis 130.5° (aus Alkohol)¹¹⁾.

N-Äthyl-*p*-toluolsulfonsäure-*p*-nitranilid: a) 13.15 g (0.045 Mol) *p*-Toluolsulfonsäure-*p*-nitranilid in 18 ccm 10-proz. Natronlauge und 9.0 g (0.045 Mol) *p*-Toluolsulfonsäure-äthylester lieferten bei 3stdg. Kochen unter Röhren 7.71 g (53.5% d. Th.) *N*-Äthyl-*p*-nitranilid vom Schmp. 107°. Aus dem Filtrat wurden durch Ansäuern 6.0 g nicht umgesetztes Nitranilid (45.5% des Einsatzes) rückgewonnen.

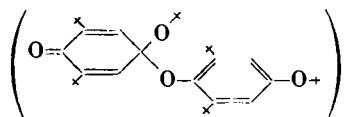
b) 6.14 g (0.021 Mol) *p*-Toluolsulfonsäure-*p*-nitranilid wurden in 8 ccm 10.5-proz. Natronlauge gelöst, mit 8.4 g (0.042 Mol) *p*-Toluolsulfonsäure-äthylester unter Röhren 1 Stde. im Wasserbad erhitzt, mit weiteren 8 ccm Lauge versetzt, abermals 2 Stdn. erhitzt und wie vorstehend aufgearbeitet. Ausb. 5.53 g (82.3% d. Th.); Schmp. 107°; schwachgelbe Prismen aus Alkohol.

N-Äthyl-*N*-cyclohexyl-*p*-toluolsulfonamid: Aus einer Lösung von 50.67 g (0.2 Mol) *N*-Cyclohexyl-*p*-toluolsulfonamid in 170 ccm 23-proz. alkoholischer Na-tronlauge mit 8 g NaOH und 44 g (0.22 Mol) Äthyl-*p*-toluolsulfonat. Nach ähnlicher Aufarbeitung wie beim *N*-Äthyl-*N*-[β -naphthyl]-*p*-toluolsulfonamid wurde das Rohprodukt bis zur Schmp.-Konstanz aus Äthanol umkristallisiert. Ausb. etwa 10% d. Th.; Schmp. 104–104.5°.

$C_{15}H_{23}O_2NS$ (281.4) Ber. C 64.02 H 8.24 N 4.98 S 11.39
Gef. C 63.90 H 8.27 N 5.05 S 11.58

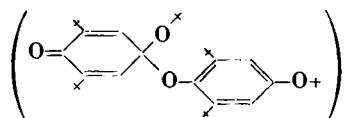
Berichtigungen

Jahrg. 89 [1956], Heft 7, S. 1744, Mitte, lies:



im Stuart-Briegleb-Kalottenmodell in
einer Stellung gerade noch möglich

statt



im Stuart-Briegleb-Kalottenmodell
nicht mehr darstellbar!

E. Müller, K. Ley, W. Schmidhuber

Jahrg. 89 [1956], Heft 5, S. 1103, lies:

$$k = e^{\frac{-\Delta E}{h} T} e^{\frac{\Delta S}{R}} e^{-E_{exp}/RT} \quad \text{statt} \quad k = e^{\frac{-\Delta E}{h} T} e^{\frac{\Delta S}{R}} e^{-E_{exp}/RT}$$

¹¹⁾ N. G. Buu-Hoi u. Mitarbb., Bull. Soc. chim. France 1947, 128: Schmp. 128°.

© Verlag Chemie, GmbH. 1956

Verantwortlich für den Inhalt: Prof. Dr. Rudolf Criegee, Karlsruhe. Redaktion: Dr. Wilhelm Merz, München.
Verantwortlich für den Anzeigenteil: W. Thiel, Verlag Chemie, GmbH. (Geschäftsführer Eduard Kreuzhage),
Weinheim/Bergstr.; Druck: Druckerei Winter, Heidelberg.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere die der Übersetzung. Kein Teil dieser Zeitschrift darf in irgendeiner Form — durch Photokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren — ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert werden. — All rights reserved (including those of translations into foreign languages). No part of this issue may be reproduced in any form, by photoprint, microfilm, or any other means, without written permission from the publishers. — Preis jährlich DM 100.—; Einzelheft DM 8.50. Abbestellungen nur bis spätestens 6 Wochen vor Ablauf eines Halbjahres. Gerichtsstand und Erfüllungsort Weinheim/Bergstr. Lieferung erfolgt auf Rechnung und Gefahr des Empfängers.