

Dritter Bericht der Deutschen Atomgewichts-Kommission*).

(Eingeg. 3.4. 1923.)

In ihrem vorjährigen Berichte glaubte die Kommission ihre Tätigkeit im allgemeinen auf die in der Berichtsperiode 1916–1920 erschienenen Abhandlungen beschränken zu sollen; sie ließ also mit einigen wenigen Ausnahmen diejenigen Zahlen der internationalen Tabelle von 1916 unberührt, die seit diesem Zeitpunkte keine neue Bearbeitung erfahren hatten. Infolge dieses Verzichtes weist aber die Tabelle von 1921 einige Unstimmigkeiten auf, die nunmehr beseitigt wurden. Sie betreffen die Atomgewichte des Argons, Kryptons und des Cers. Für Argon wurde der Wert 39,9 in 39,88 geändert. Die zweite Dezimalstelle ist durch zahlreiche übereinstimmende Dichtebestimmungen mit einer so großen Annäherung als genau anzusehen, daß die Abrundung auf eine Stelle nicht gerechtfertigt erscheint. Umgekehrt täuscht der bisher in die Tabelle aufgenommene Wert für Krypton, 82,92, der auf nur zwei Dichtebestimmungen von R. B. Moore (1908) beruht¹⁾, eine zu weitgehende Genauigkeit vor. Er wurde deshalb auf 82,9 abgerundet. Schließlich dürfte der Wert für das Cer, 140,25, vorläufig besser auf 140,2 zu kürzen sein. Brauner, dessen Arbeiten für die Aufnahme der Zahl 140,25 maßgebend gewesen sind, legte selbst auf die zweite Dezimale keinen entscheidenden

Praktische Atomgewichte.

Tabelle 1.

Ag	Silber	107,88	Mo	Molybdän	96,0
Al	Aluminium	27,1	N	Stickstoff	14,008
Ar	Argon	39,88	Na	Natrium	23,00
As	Arsen	74,96	Nb	Niobium	93,5
Au	Gold	197,2	Nd	Neodym	144,3
B	Bor	10,82	Ne	Neon	20,2
Ba	Barium	137,4	Ni	Nickel	58,68
Be	Beryllium	9,02	O	Sauerstoff	16,000
Bi	Wismut	209,0	Os	Osmium	190,9
Br	Brom	79,92	P	Phosphor	31,04
C	Kohlenstoff	12,00	Pb	Blei	207,2
Ca	Calcium	40,07	Pd	Palladium	106,7
Cd	Cadmium	112,4	Pr	Praseodym	140,9
Ce	Cerium	140,2	Pt	Platin	195,2
Cl	Chlor	35,46	Ra	Radium	226,0
Co	Kobalt	58,97	Rb	Rubidium	85,5
Cr	Chrom	52,0	Rh	Rhodium	102,9
Cs	Caesium	132,8	Ru	Ruthenium	101,7
Cu	Kupfer	63,57	S	Schwefel	32,07
Dy	Dysprosium	162,5	Sb	Antimon	121,8
Em	Emanation	222	Sc	Scandium	45,10
Er	Erbium	167,7	Se	Selen	79,2
Eu	Europium	152,0	Si	Silicium	28,3
F	Fluor	19,00	Sm	Samarium	150,4
Fe	Eisen	55,84	Sa	Zinn	118,7
Ga	Gallium	69,9	Sr	Strontrium	87,6
Gd	Gadolinium	157,3	Ta	Tantal	181,5
Ge	Germanium	72,5	Tb	Terbium	159,2
H	Wasserstoff	1,008	Te	Tellur	127,5
He	Helium	4,00	Th	Thorium	232,1
Hg	Quecksilber	200,6	Ti	Titan	48,1
Ho	Holmium	163,5	Tl	Bthalium	204,4
In	Indium	114,8	Tu	Thulium	169,4
Ir	Iridium	193,1	U	Uran	238,2
J	Jod	126,92	V	Vanadium	51,0
K	Kalium	39,10	W	Wolfram	184,0
Kr	Krypton	82,9	X	Xenon	130,2
La	Lanthan	139,0	Y	Yttrium	88,7
Li	Lithium	6,94	Yb	Ytterbium	173,5
Lu	Lutetium	175,0	Za	Zirk	65,37
Mg	Magnesium	24,32	Zr	Zirkonium	90,6

* Der Bericht, der hier nur im Auszuge veröffentlicht wird, ist vollständig in der Abt. A des Aprilheftes der Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. erschienen. Er enthält außer den beiden hier abgedruckten Tabellen, wie im vorigen Jahre (Ber. 55, A I—LXXXV [Juni 1922]), eine kritische Besprechung aller in der Zeit von 1921 bis Juli 1922 veröffentlichten Atomgewichtsbestimmungen. Die Mitglieder der Kommission sind: M. Bodenstein, O. Hahn, O. Höning-schmid (Vors.), R. J. Meyer.

¹⁾ Soc. 93, 2181 [1908].

Wert, so daß sie ohne Schaden gestrichen werden kann, bis eine Neubestimmung größere Sicherheit schafft²⁾.

Ferner wurden in folgenden Fällen Änderungen der bisher gelgenden Atomgewichte auf Grund von Neubestimmungen vorgenommen: Beryllium: 9,02 statt 9,1, Bor: 10,82 statt 10,90, Thallium: 204,4 statt 204,0, Antimon: 121,8 statt 120,2. Schließlich ist die irrtümliche Zahl 4,0 für Helium in der Tabelle in 4,00 geändert worden.

Die chemischen Elemente und Atomarten in der Reihenfolge der Ordnungszahlen.

In Tabelle 2 sind vor allem entsprechend der schnellen Entwicklung, die die Elementuntersuchung nach den Methoden der „Kanalstrahlenanalyse“ genommen hat, eine ganze Reihe von Änderungen vorzunehmen.

Änderungen wurden durchgeführt beim Beryllium, Aluminium, Chlor, Calcium, Zink, Selen, Zinn, Antimon, Xenon, Protaktinium.

Beryllium scheint nach Untersuchungen von G. P. Thomson³⁾ eine einheitliche Atomart zu sein. Die neue, von der Ganzähligkeit nur unwesentlich abweichende Zahl 9,02 bildet eine willkommene Bestätigung dieses Befundes.

Desgleichen besteht das Aluminium nach Aston aus einer einzigen Atomart Al_{27}^{4} .

Beim Chlor ist nach dem gleichen Autor die früher mit Vorbehalt angegebene Atomart Cl_{39}^{4} zu streichen⁴⁾.

Calcium und Zink wurden von Dempster einer eingehenden Untersuchung unterworfen⁵⁾; Calcium enthält außer der Atomart Ca_{40}^{4} in sehr geringer Menge Ca_{44}^{4} , was mit dem praktischen Atomgewicht des Ca von 40,07 in guter Übereinstimmung ist.

Zink besteht aus 4 verschiedenen Isotopen mit den Atomgewichten 64, 66, 68, 70. Sehr komplexe Isotopenmischungen sind die Elemente Selen⁶⁾ und Zinn⁷⁾. Beim Selen wurden 6, beim Zinn sogar mindestens 7, wahrscheinlich 8 verschiedene Atomarten festgestellt.

Die Atomgewichte der Selen-Isotopen sind die folgenden:

74, 76, 77, 78, 80, 82
f c e b a d

Die darunterstehenden Buchstaben bedeuten die relative Stärke der Komponenten, wobei a die stärkste, f die schwächste bedeutet.

Bei den zahlreichen Isotopen des Zinns tritt insofern eine Merkwürdigkeit auf, als zwar die Differenzen in den Atomgewichten der einzelnen Glieder genau ganzzahlig sind, die Atomgewichte selbst aber von der Ganzähligkeit um 0,2–0,3 Einheiten abweichen scheinen. Unter diesem Vorbehalt werden als Atomgewichte der Zinn-Isotopen angegeben die Werte:

116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124
c f b e a h g d

Die Buchstaben haben wieder dieselbe Bedeutung wie oben.

Interessant ist das Resultat der Untersuchung des Antimons⁸⁾. Der bisherige viel zu niedrige Wert von 120,2 wird auch mittels des Massenspektrographen eindeutig als falsch erkannt; die zwei das Element Antimon zusammensetzenden Atomarten haben die Atomgewichte 121 und 123; also schon die niedrigere Komponente hat ein höheres Atomgewicht, als früher dem Mischelement zugeschrieben wurde. Auch beim Antimon scheinen, wie im Falle des Zinns, die Einzelatomgewichte außerhalb der Meßfehler von der Ganzähligkeit abzuweichen; die Atomgewichtsdifferenzen betragen zwei volle Einheiten.

Beim Xenon wurden zwei bisher als fraglich bezeichnete Isotopen Xe_{128} und Xe_{130} als sicher vorhanden festgestellt⁹⁾, außerdem zwei neue, äußerst schwache Komponenten vom At.-Gew. 124 und 126 aufgefunden¹⁰⁾, so daß das Xenon zurzeit das isotopenreichste Element vorstellt.

²⁾ In Aeggs Handbuch, III, 1, S. 193, bemerkt Brauner, die Zahl 140,25 sei ein Maximalwert; es sei möglich, daß das wahre Atomgewicht näher an der unteren Grenze 140,20 läge. Diese Annahme rechtfertigt es, nicht auf 140,3 abzurunden, sondern vorläufig 140,2 zu notieren.

³⁾ G. P. Thomson, Phil. Mag. 42, 857 [1921].

⁴⁾ F. W. Aston, Nature 110, 664 [1922].

⁵⁾ A. J. Dempster, Phys. Rev. 20, 631 [1922].

⁶⁾ F. W. Aston, Nature 109, 813 [1922].

⁷⁾ F. W. Aston, Nature 110, 732 [1922].

⁸⁾ F. W. Aston, Nature 109, 813 [1922].

⁹⁾ F. W. Aston, Nature 110, 664 [1922].

Tabelle 2.

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	„Praktisches Atomgewicht“	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	„Einzelatomgewicht ¹⁰⁾ “, soweit bisher festgestellt	Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	„Praktisches Atomgewicht“	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	„Einzel-Atomgewicht, soweit bisher festgestellt.“
1	H	Wasserstoff . . .	1,008	Wasserstoff	H	1,008	41	Nb	Niobium . .	93,5			
2	He	Helium . . .	4,00	Helium	He	4,0	42	Mo	Molybdän . .	96,0			
3	Li	Lithium . . .	6,94	Lithium ₆		6,0 b	43	—	—	—			
				Lithium ₇		7,0 a	44	Ru	Ruthenium . .	101,7			
4	Be	Beryllium . .	9,02	Beryllium	Be	9,0	45	Rh	Rhodium . .	102,9			
5	B	Bor	10,82	Bor ₁₀		10,0 b	46	Pd	Palladium . .	106,7			
				Bor ₁₁		11,0 a	47	Ag	Silber	107,88			
6	C	Kohlenstoff . .	12,00	Kohlenstoff	C	12,0	48	Cd	Cadmium . .	112,4			
7	N	Stickstoff . .	14,008	Stickstoff	N	14,0	49	In	Indium . . .	114,8			
8	O	Sauerstoff . .	16,000	Sauerstoff	O	16,000	50	Sn	Zinn	118,7	Zinn ₁₁₆	116 c	
9	F	Fluor	19,00	Fluor	F	19,0					Zinn ₁₁₇	117 f	
10	Ne	Neon	20,2	Neon ₂₀		20 a					Zinn ₁₁₈	118 b	
				Neon ₂₁ ?		21 ?					Zinn ₁₁₉	119 e	
				Neon ₂₂ ?		22 b					Zinn ₁₂₀	120 a	
11	Na	Natrium . . .	23,00	Natrium	Na	23					Zinn ₁₂₁ ?	121 h ?	
12	Mg	Magnesium . .	24,32	Magnesium ₂₄		24 a	51	Sb	Antimon . .	121,8	Zinn ₁₂₂	122 g	
				Magnesium ₂₅		25 b					Zinn ₁₂₃	123 b	
				Magnesium ₂₆		26 c							
13	Al	Aluminium . .	27,1	Aluminium	Al	27	52	Te	Tellur	127,5			
14	Si	Silicium . . .	28,3	Silicium ₂₈		28,0 a	53	J	Jod	126,92	Jod	J	127
				Silicium ₂₉		29,0 b	54	X	Xenon	130,2	Xenon ₁₂₄		124
				Silicium ₃₀ ?		30,0 ?					Xenon ₁₂₆		126
15	P	Phosphor . . .	31,04	Phosphor	P	31,0					Xenon ₁₂₈		128
16	S	Schwefel . . .	32,07	Schwefel	S	32,0					Xenon ₁₂₉		129 a
17	Cl	Chlor	35,46	Chlor ₃₅		35,0 a					Xenon ₁₃₀		130
				Chlor ₃₇		37,0 b					Xenon ₁₃₁		131 c
18	Ar	Argon	39,88	Argon ₃₆		36,0 b					Xenon ₁₃₂		132 b
				Argon ₄₀		40,0 a					Xenon ₁₃₄		134 d
19	K	Kalium	39,10	Kalium ₃₉ ¹¹⁾		39 a					Xenon ₁₃₆		136 e
20	Ca	Calcium	40,07	Calcium ₄₀		40 a	55	Cs	Cäsium	132,8	Cäsium	Cs	133
				Calcium ₄₄		44 b	56	Ba	Barium	137,4			
21	Sc	Scandium . . .	45,10				57	La	Lanthan	139,0			
22	Ti	Titan	48,1				58	Ce	Cer	140,2			
23	V	Vanadium . . .	51,0				59	Pr	Praseodym . .	140,9			
24	Cr	Chrom	52,0				60	Nd	N-ndym	144,3			
25	Mn	Mangan	54,93				61	—	—	—			
26	Fe	Eisen	55,84				62	Sm	Samarium . . .	150,4			
27	Co	Kobalt	58,97				63	Eu	Europium . . .	152,0			
28	Ni	Nickel	58,68	Nickel ₅₈		58 a	64	Gd	Gadolinium . . .	157,3			
				Nickel ₆₀		60 b	65	Tb	Terbium	159,2			
29	Cu	Kupfer	63,57	Zink ₆₄		64 a	66	Dy	Dysprosium . . .	162,5			
30	Zn	Zink	65,37	Zink ₆₆		66 b	67	Ho	Holmium	163,5			
				Zink ₆₈		68 c	68	Er	Erbium	167,7			
				Zink ₇₀		70 d	69	Tu	Thulium	169,4			
31	Ga	Gallium	69,9				70	Yb	Ytterbium	173,5			
32	Ge	Germanium . . .	72,5				71	Lu	Lutetium	175,0			
33	As	Arsen	74,96	Arsen	As	75,0	72	Hf	Hafnium ¹¹⁾ . . .	—			
34	Se	Selen	79,2	Selen ₇₄		74 f	73	Ta	Tantal	181,5			
				Selen ₇₆		76 c	74	W	Wolfram	184,0			
				Selen ₇₇		77 e	75	—	—	—			
				Selen ₇₈		78 b	76	Os	Osmium	190,9			
				Selen ₈₀		80 a	77	Ir	Iridium	193,1			
				Selen ₈₂		82 d	78	Pt	Platin	195,2			
35	Br	Brom	79,92	Brom ₇₉		79,0 a	79	Au	Gold	197,2			
				Brom ₈₁		81,0 b	80	Hg	Quecksilber	200,6	Quecksilber _{197—200}	197—200 (noch nicht aufgelöst)	
36	Kr	Krypton	82,9	Krypton ₇₈		78,0 f					Quecksilber ₂₀₂	202	
				Krypton ₈₀		80,0 e				Quecksilber ₂₀₄	204		
				Krypton ₈₂		82,0 c	81	Tl	Thallium	204,4			
				Krypton ₈₃		83,0 d							
				Krypton ₈₄		84,0 a	82	Pb	Blei	207,2			
37	Rb	Rubidium . . .	85,5	Rubidium ₈₅ ¹²⁾		85 a							
				Rubidium ₈₇		87 b	83	Bi	Wismut	209,0			
38	Sr	Strontium . . .	87,6										
39	Y	Ytrium	88,7										
40	Zr	Zirkonium . . .	90,6										

¹⁰⁾ Die Bestimmung der „Einzel-Atomgewichte“ bis zum Quecksilber geschah nach den Methoden der „Kanalstrahlen-Analyse“. Die Buchstabenindices bei den Einzelatomgewichten geben nach Aston die relative Beteiligung der betr. Atomart in dem Mischemlement an (a = stärkste, b = schwächere Komponente usw.).

Die kursiv gedruckten Elemente und Atomarten sind radioaktiv; die kursiv gedruckten Atomgewichte sind auf Grund feststehender genetischer Zusammenhänge berechnet, die eingeklammerte kursiven Zahlen sind hypothetisch.

¹¹⁾ Es ist nicht entschieden, ob b-ide oder nur eine der beiden Atomarten des Kaliums radioaktiv sind. Dasselbe gilt für Rubidium.

¹²⁾ Vgl. Anm. beim Kalium.

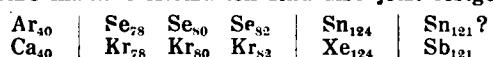
¹³⁾ Bei der Korrektur eingefügt.

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	„Praktisches Atomgewicht“	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	„Einzelatomgewicht“, soweit bisher festgestellt
84	Po	Polonium . . .		Polonium (Radium F) Aktinium C' Thorium C' Radium C' Aktinium A Thorium A Radium A	Po(RaF) Ac C' Th C' Ra C' Ac A Th A Ra A	210 (210) 212 214 (214) 216 218
85	—	—	—			
86	Em	Emanation . . .	222	Aktinium-Emanation Thorium-Emanation Radium-Emanation	Ac Em Th Em Ra Em	(218) 220 222 ¹³⁾
87	—	—	—			
88	Ra	Radium	226,0	Aktinium X Thorium X Radium Mesothorium I	Ac X Th X Ra Ms Th ₁	(222) 224 226,0 228
89	Ac	Aktinium		Aktinium Mesothorium 2	Ac Ms Th ₂	(226) 228
90	Th	Thorium	232,1	Radioaktinium Radiothorium Inium Uran Y Uran X ₁	Ra Ac Ra Th Io UY UX ₁	(226) 228 230 ¹⁴⁾ (230) 234
91	Pa	Protaktinium		Protaktinium Uran X ₂ Uran Z	Pa UX ₂ UZ	(230) 234 234
92	U	Uran	238,2	Uran II Uran I	U II UI	234 238

Durch die neuen, oben mitgeteilten Befunde am Calcium, Selen, Zinn und Xenon wurden nun auch bei den gewöhnlichen chemischen Elementen sogenannte „isobare Atomarten“ nachgewiesen. Isobare Atomarten sind solche, die bei verschiedener Ordnungszahl, also verschiedenen chemischen Eigenschaften gleiches Atomgewicht besitzen.

Unter den radioaktiven Atomarten sind solche Isobaren seit langem bekannt. Sie kommen überall da vor, wo ein Radioelement sich durch Emission eines β -Strahls in ein Zerfallsprodukt mit einer um 1 Einheit höheren Ordnungszahl bei gleichbleibendem Atomgewicht umwandelt.

Als isobare inaktive Atomarten sind also jetzt festgestellt:



Die einzige Veränderung bei den radioaktiven Atomarten besteht in der Aufnahme des neuen Protaktinium-Isotops Uran Z, dessen Eigenschaften und Stellung zu den übrigen Radioelementen eindeutig aufgeklärt wurden¹⁵⁾.

Die Tabelle entspricht dem Stande der Forschung am 1. Januar 1923.

M. Bodenstein, O. Hahn,
O. Höngschmid (Vors.), R. J. Meyer.
[A. 70.]

Bericht über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie der synthetischen Süßstoffe und verwandten Verbindungen im Jahre 1922.

Von WALTHER HERZOG, Wien.

Aus dem wissenschaftlichen Laboratorium der „Vereinigten Chemischen Fabriken“, Wien XXI.

(Eingeg. 16./2. 1923.)

Auch das vorliegende Berichtsjahr ist, was das Saccharin Gebiet anlangt, als produktiv zu bezeichnen. Den meisten Raum beanspruchen allerdings die mehr oder minder glücklichen Versuche einer Verwertung

¹³⁾ Der Wert wurde durch direkte Dichtebestimmung innerhalb der Versuchsfehler bestätigt.

¹⁴⁾ Der Wert wurde durch experimentelle Atomgewichtsbestimmung eines Ionium-Thorium-Gemisches gestützt.

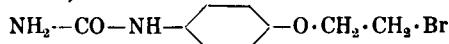
¹⁵⁾ O. Hahn, B. 54, 1131 [1921]; Ph. Ch. 103, 461 [1923].

der abfallenden Nebenprodukte der Saccharinfabrikation, vornehmlich des p-Toluolsulfochlorids und seiner Derivate.

Daß das auf relativ engere Grenzen beschränkte Dulcin schlechter abgeschnitten hat als sein erfolgreicher Konkurrent, ist nicht verwunderlich.

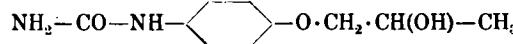
I. Dulcin.

In einer „Untersuchungen über die Geschmacksveränderung des Süßstoffes Dulcin (p-Phenetolcarbamid) infolge chemischer Eingriffe bzw. über die Süßkraft von Derivaten des p-Oxyphenylharnstoffes“ betitelten Arbeit versucht C. Speckan¹⁾ vergeblich durch Derivierung des Dulcins zu neuen wertvollen Süßstoffen zu gelangen. Von den neuen Abkömmlingen zeigt nur das β -Brom-p-Phenetolcarbamid (Schmelzp. 162–164°):



aus p-Oxyphenylharnstoff und Äthylenbromid in alkoholischer Lösung in Gegenwart von Natrium-Alkoholat erhalten, noch einen stark süßen, dem Dulcin aber nachstehenden Geschmack.

Einen schwach süßlichen Geschmack weist noch das β -Oxypropyl-p-Oxyphenylcarbamid (p-Ureidophenoxy-Oxypropyläther), Schmelzp. 176°, auf:

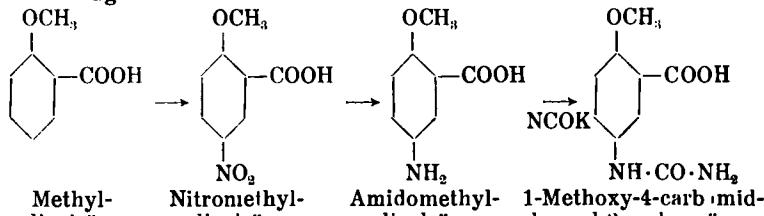


Der Ersatz der Äthoxygruppe des Dulcins durch andere Substituenten führt aber ausnahmslos zur völligen Austilgung seines süßen Geschmackes.

„Abkömmlinge des Dulcins“ stellen Robert Behrend und Paul Herrmann^{1a)} zu dem Zwecke her, um den Einfluß der erfolgten Abwandlung auf die Süßkraft des Dulcins festzustellen.

Von diesen neu dargestellten Verbindungen erwiesen sich aber nur die Natriumsalze der 1-Methoxy-4-carbamidbenzol-2-carbonsäure oder 1-Äthoxy-4-carbamidbenzol-2-carbonsäure von schwach süßlichem Geschmack.

Die Synthese dieser Verbindungen ergibt sich aus folgender Formulierung:



Der Ersatz der Carbamidgruppe in den angeführten Verbindungen durch die Thiocarbamidgruppe sowie des Benzolkernes im Dulcin durch den Naphthalinkern ist aber mit völligem Verlust des süßen Geschmackes verbunden.

Eine mikrochemische Reaktion des Dulcins²⁾, der offenbar die Reaktion von Thoms und Nettesheimer³⁾ zugrunde liegt, beschreiben G. Denigès und E. Tourron. Löst man nämlich einige Kriställchen Dulcin in einem Tropfen Salpetersäure (1,39) und verdünnt mit Wasser, so fallen orange- bis ziegelrote Kristalle des p-Äthoxynitrophenylharnstoffes aus, die sich unter dem Mikroskop durch ihre harnsäureähnliche Struktur auszeichnen. Mit verdünnter Salpetersäure erhält man dieselbe Verbindung ohne intermediäre Lösung.

II. Saccharin und Derivate.

Im Hinblick auf das schlechte Ergebnis der elektrochemischen Oxydation von o-Toluolsulfamid in alkalischer Lösung nach D.R.P. 85491 von Heyden, Radebeul, wobei Saccharin nur in Spuren entstehen soll, haben Fr. Fichter und H. Löwe⁴⁾ die elektrochemische Synthese des Saccharins auch in anderen Medien versucht. Während nun die elektrochemische Oxydation in schwefelsaurer Lösung gleichfalls zu sehr schlechten Ergebnissen führte, lieferte die Oxydation im ammoniakalischen Milieu schon eine Saccharinausbeute von 43,7%.

Beim Arbeiten in Sodalösung (2 n) wurde nun unter Einhaltung bestimmter Bedingungen (12 Volt, 2 Ampère, anodische Stromdichte 0,04 Ampère pro Quadratzentimeter, kräftiges Rühren, Platinanode und Bleikathode) nach dem Ansäuern des Elektrolyten fast chemisch reines Saccharin in einer Ausbeute von über 75% der Theorie erhalten. Dieses Verfahren, das auch in bicarbonatalkalischer Lösung und in Gegenwart von Katalysatoren, wie Mangan-, Cer- oder Bleisalzen oder

¹⁾ Ber. d. Deutsch. Pharm. Ges. 32, 83–107.

^{1a)} Ann. 429, 163–174.

²⁾ C. r. d. Acad. des Sciences 173, 1184–86.

³⁾ Ber. d. Deutsch. Pharm. Ges. 30, 227–50.

⁴⁾ Helv. Chim. Acta 5, 60–69.