

Über die in ruhendem Kalkstickstoff bei Wasserzutritt auftretenden Höchsttemperaturen

Von Prof. Dr. H. H. FRANCK und Dr.-Ing. CARL FREITAG

Aus dem Centrallaboratorium der Bayerische Stickstoff-Werke Aktiengesellschaft, Berlin-Charlottenburg

Eingeg. 10. August 1939

In neuerer Zeit ist verschiedentlich¹⁾, u. zw. vorwiegend in versicherungsrechtlichem Zusammenhang, die Frage behandelt worden, ob Kalkstickstoff bei Wasserzutritt während der Lagerung sich u. U. so stark erhitzen kann, daß benachbarte brennbare Stoffe, wie Holz, Stroh, Sackleinwand u. dgl., sich entzünden, wie es bei unbeabsichtigter Ablösung von gebranntem Kalk gelegentlich beobachtet worden ist²⁾, ohne daß eine befriedigende klare Antwort auf diese Frage gefunden wurde.

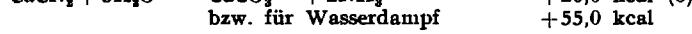
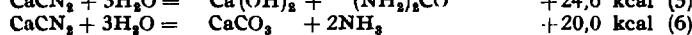
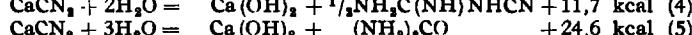
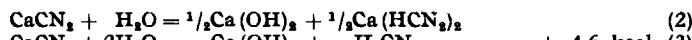
Diese Veröffentlichungen veranlaßten die nachstehenden Versuche über die bei Kalkstickstoff durch langsame Wasserzutritt erreichbaren Höchsttemperaturen, die über das beobachtete Ergebnis hinaus eine Grundlage geben für die Berechnung der im ungünstigsten Falle — bei adiabatischem Reaktionsverlauf — überhaupt denkbaren Höchsttemperaturen.

Versuchsteil:

Im Gegensatz zur Ablösung von gebranntem Kalk, die eine einfache chemische Reaktion ist:



ist die Hydrolyse des Calciumcyanamids ein recht verwickelter Vorgang, bei dem u. a. folgende Umsetzungen³⁾ stattfinden können:

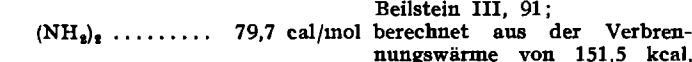
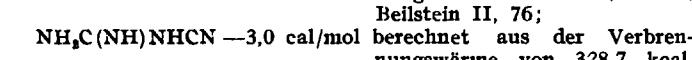
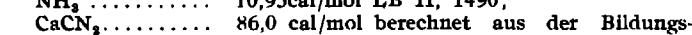
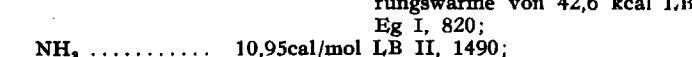
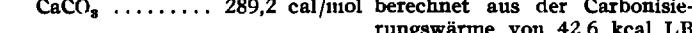
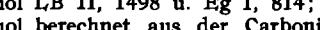
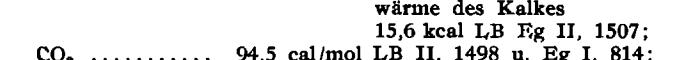
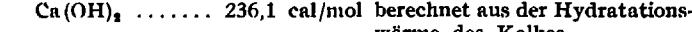
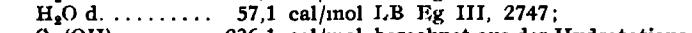
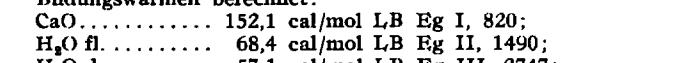


bzw. für Wasserdampf +55,0 kcal

¹⁾ H. Levecke, Brandgefahren durch gebrannten Kalk und kalkhaltige Düngemittel, Deutsche öffentlich rechtliche Versicherung 68, 152 [1938]. H. Freese, Erfahrungen bei der Regulierung von Schäden in der Carbiddustrie, Neumanns Z. Versicherungswes. 60, 1208, 1226 [1937]. Thüringische Landesbrandversicherungsanstalt in Gotha, Über Brandgefährdung durch gebrannten Kalk, kalkhaltige Düngemittel und Kalkstickstoff, Wbl. Landesbauernschaft Thüringen 19, 1310 [1938].

²⁾ M. Popp, Unter welchen Bedingungen bedeutet die Lagerung von Brannkalk eine Brandgefahr, Bodenkunde Pflanzenernährung 6, 119 [1937].

³⁾ Die Reaktionswärmen wurden unter Zugrundelegung folgender Bildungswärmen berechnet:



Die Bildungswärme des $\text{Ca}(\text{HCN})_2$ ist nicht bekannt.

Der Anteil jeder der Reaktionen 2—6 kann je nach den Reaktionsbedingungen verschieden sein, bis zum Überwiegen einer einzelnen. In geringem Maße kann aber die Hydrolyse des Kalkstickstoffs auch zur Bildung von Guanidin und Dicyandiamid führen; ferner können im Kalkstickstoff kleine Mengen Amelid, Melamin und andere Stickstoffverbindungen entstehen.

Außer der Bestimmung der Höchsttemperaturen, die durch die Hydrolyse des Kalkstickstoffs und die Ablösung des in ihm enthaltenen Kalkes hervorgerufen werden können, war daher zu untersuchen, in welchen Mengen die oben erwähnten Umsetzungsprodukte des Calciumcyanamids auftreten, um danach eine richtige Zuordnung der Wärmetwicklung vorzunehmen und zugleich um eine Grundlage für die Berechnung von Höchsttemperaturen zu gewinnen.

Benutzt wurde ein zylindrisches Gefäß aus Weißblech (100 mm Dmr., 140 mm Höhe), das zur Hemmung der Wärmeabgabe an die Umgebung, die sonst bei einem Kleinversuch unverhältnismäßig groß wäre, außen mit Asbest isoliert war. Dieses wurde mit 750 bis 800 g Kalkstickstoff gefüllt und in diesen in verschiedener Weise Wasser eingeführt.

So wie bei der Lagerung des Kalkstickstoffs in einer Scheune oder dergleichen etwa durch Undichtigkeit des Daches Wasser von oben auf den Kalkstickstoff fallen oder aber beim Abfließen auf dem Fußboden von unten zulaufen kann, wurde die Wasserzufluhr von oben oder von unten oder zugleich von oben und von unten vorgenommen. Nachdem beobachtet worden war, daß das zulaufende kalte Wasser sich jedesmal bis zu sichtbarer Dampfentwicklung erwärmt und dann auf weiteren Kalkstickstoff heiß einwirken kann, wurde zur Nachahmung der ungünstigsten denkbaren Bedingungen das zugeführte Wasser in einem siedenden Wasserbad vorgewärmt. Die Gleichmäßigkeit des Wasserzulaufs ließ sich nur unvollkommen gewährleisten, da am Einlauf in den Kalkstickstoff gelegentlich Verstopfungen auftreten. Es ist auch anzunehmen, daß die räumliche Verteilung des Wassers im Kalkstickstoff keineswegs immer regelmäßig war, doch wurde sie beim Zulauf von unten durch Einlegen eines Metalldrahtnetzes gefördert.

In Tab. 1 sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt, bei deren Beurteilung zu berücksichtigen ist, daß alle Ausgangsstoffe fein gepulvert waren, außer dem gebrannten Kalk in Versuch 1, der in Stücken von Bohnengröße zur Anwendung kam. Der weiße Kalkstickstoff⁴⁾ enthielt 56,4% Calciumcyanamid, 4,9% Calciumoxyd und 34,8% Calciumcarbonat; der verwendete schwarze Kalkstickstoff enthielt 65,2% Calciumcyanamid, 13,9% Calciumoxyd, 2,9% Calciumcarbonat und 12,9% freien Kohlenstoff. Die weiteren Verunreinigungen wurden vernachlässigt.

Tabelle 1

Versuch	Ausgangsstoff	Wassermenge cm ³	Dauer des Zuflusses min	Höchsttemperatur °C	Wasserzuflage
1	CaO (Stücke von 3×8 mm)	220	40	360*	von unten
2	CaO	440	95	370	von unten
3	schwarzer Kalkstickstoff	300	67	154	von unten
4	schwarzer Kalkstickstoff	250	55	107	von oben
5	schwarzer Kalkstickstoff	205	60	122	von oben
6	schwarzer Kalkstickstoff	240	80	130	und unten
7	schwarzer Kalkstickstoff	350	45	130	von oben
8	weißer Kalkstickstoff	290	60	110	und unten
9	weißer Kalkstickstoff	200	19**)	115	von unten
10	weißer Kalkstickstoff	200	25 + 45	105	von unten
11	weißer Kalkstickstoff	150	25 + 40	105	

* Bei 360° war das Thermometer noch in raschem Aufstieg, es mußte aber entfernt werden, da sein Meßbereich nicht höher reichte.

**) Der Wasserzufluß dauerte nur 19 min. die Höchsttemperatur war erst nach 50 min zu beobachten.

*) Aus Kalk, Ammoniak und Kohlenoxyd dargestellt nach der ungefähren Gleichung:



Aus den Versuchen ergibt sich eindeutig, daß Calciumoxyd zu einer außerordentlich viel größeren Wärmeentwicklung führt als schwarzer oder weißer Kalkstickstoff. Die mit Kalkstickstoff beobachteten Höchsttemperaturen sind noch nicht halb so hoch wie die mit Kalk erreichten und überschrittenen. Wenn auch die vorstehenden Versuche wegen der ungleichmäßigen Verteilung des Wassers und der Stellung des oder der Thermometer im Kalkstickstoff nicht jedesmal dieselbe Höchsttemperatur beobachten ließen, so ist andererseits durch die Anwendung von heißem Wasser dafür Sorge getragen, daß eine im Vergleich zu der in einem Kalkstickstofflager möglicherweise auftretenden Temperatur eher zu hohe als zu niedrige Temperaturen gemessen wurden.

Zusammenfassend ergibt sich also aus den Versuchen der Tabelle 1, daß beim Zusammentreffen von Kalkstickstoff mit Wasser auch bei weitgehender Verhinderung der Wärmeableitung Temperaturen über 160° nicht zu befürchten sind. Es ist also ausgeschlossen, daß Holz, Sackleinwand oder andere brennbare Stoffe, wie sie in einem Lagerraum für Kalkstickstoff vorkommen können, sich unter solchen Bedingungen lediglich durch die Einwirkung von Wasser auf Kalkstickstoff entzünden können.

Tabelle 2

Versuch Nr.	Ausgangssubstanz	Substanzmenge		Wasser- Menge cm³	Dauer des Zufusses min	Höchsttemperatur		Abgesp. NH₃-N g
		angew. g	reagiert g			%	beob. n. min	
12	weißer Kalkstickstoff	350	n. best.	150	45	119	45	0,987
13	weißer Kalkstickstoff	350	n. best.	200	45	127	45	n. best.
14	weißer Kalkstickstoff	350	n. best.	175	33	128	33	n. best.
15	schwarzer Kalkstickstoff	270	100	100	30	135	38	0,600
16	schwarzer Kalkstickstoff	etwa 290	n. best.	150	20	125	20	0,500
17	schwarzer Kalkstickstoff	294	280	200	28	131	28	0,875
18	schwarzer Kalkstickstoff	—	—	200	20	140	28	—
19	schwarzer Kalkstickstoff	—	—	200	(35)	143	35	—
20	schwarzer Kalkstickstoff	—	—	150	30	148	30	—
21	schwarzer Kalkstickstoff	—	—	150	27	150	27	—

Da aber die Asbestisolierung vielleicht eine für den kleinen Versuch immer noch bedeutende Wärmeabstrahlung ermöglichte, wurden einige Versuche in einem Dewargefäß von 50 mm lichtem Dmr. und 200 mm Innenhöhe ausgeführt.

Es zeigt sich, daß im Dewargefäß annähernd die gleichen Höchsttemperaturen beobachtet wurden wie in dem asbestisierten Weißblechgefäß. Es kann demnach als gesichertes Ergebnis angesehen werden, daß bei der Hydrolyse von weißem Kalkstickstoff die Temperatursteigerung durch die Reaktionswärme praktisch nicht über 120—125° geht. Bei schwarzem Kalkstickstoff kann dieser Temperaturanstieg 155° und vielleicht 160° erreichen, während gebrannter Kalk bei der Hydratation leicht zu Temperaturen von weit über 370° führt. Praktisch ist daher Kalkstickstoff (und noch mehr weißer Kalkstickstoff) als feuerungefährlich anzusehen, während die Kalklöschung bekanntlich u. U. schon einmal zur Entzündung leicht brenbarer Stoffe führen kann⁵.

Rechnerischer Teil.

Berechnet man aus den Wärmetönungen der Umsätze und den Molekularwärmēn⁶) der Reaktionsteilnehmer die Höchsttemperaturen für adiabatischen Verlauf, so ergeben sich für die mit 15,6 kcal exotherme Kalklöschung 600°, für die mit 24,6 kcal exotherme Verseifung von reinem Calciumcyanamid zu Harnstoff nur etwa 500° und für die mit 11,7 kcal exotherme Verseifung zu Dicyandiamid nur

⁵⁾ Die Molekularwärmēn wurden, soweit es möglich war, dem Temperaturbereich entsprechend eingesetzt. Zugrunde gelegt wurden folgende Daten: Für CaCO₃ die Angaben LB II, 1259, für Ca(OH)₂ die Angabe LB II, 1253 für 51°, die in Anlehnung an den Temperaturgang der Molekularwärme des CaCO₃ für den jeweiligen Temperaturbereich geschätzt wurde, für NH₃ die Tabelle LB Eg II, 1228, für Harnstoff die Zahl LB Eg III, 2290 für 298° abs. Die Molekularwärmēn für Dicyandiamid und freies Cyanamid mußten geschätzt werden.

rd. 270°. Diesen auf flüssiges Wasser bezogenen Zahlen steht die vollständige Verseifung des Calciumcyanamids nach Gleichung (6) gegenüber, die nicht ohne weiteres auf flüssiges Wasser bezogen werden kann — es ergäben sich hierfür etwa 450° —, da die Einwirkung von Dampf auf Calciumcyanamid sicher eintritt und für diesen Fall sich die Höchsttemperatur zu 1160° berechnet. Wegen der Dissoziation des Calciumcarbonats würde die Temperatur allerdings nicht über etwa 900° ansteigen können, doch würde der Wärmebeitrag dieser Reaktion unterhalb dieser Temperatur im Verhältnis zu den anderen groß sein.

Da über den Verlauf der Calciumcyanamidhydrolyse bei beschränktem Wasserzulauf im einzelnen keine bestimmten Annahmen gemacht werden können, sind den nachstehenden Berechnungen Analysen von Proben zugrunde gelegt, die in unseren Versuchen 11, 12, 15 und 17 an den Stellen der beobachteten Höchsttemperaturen entnommen wurden und die in Tab. 3 mit „oben“ bezeichnet sind. Die mit „unten“ bezeichneten Analysen entsprechen Proben aus der Nähe des Wasserzulaufes; sie sollen im Vergleich mit den anderen lediglich belegen, daß offenbar eine Stickstoffwanderung — vermutlich in gelöstem Zustand — stattgefunden hat, u. zw. beim weißen Kalkstickstoff in stärkerem Maße als beim schwarzen Kalkstickstoff. Eine Berücksichtigung dieses Umstandes in der Rechnung war jedoch nicht möglich.

Da Guanidin in keinem Falle nachzuweisen war, kann die Differenz zwischen der Summe der Einzelstickstoffwerte (Cyanamid- und Dicyandiamidstickstoff) und dem Gesamtstickstoffwert in erster Annäherung als Harnstickstoff angenommen werden. Die Hinzurechnung der aus Tab. 2 entnommenen Ammoniakstickstoffwerte ergibt korrigierte Gesamtstickstoffzahlen, auf die die einzelnen Stickstoffformen in der weiteren Rechnung bezogen sind.

Tabelle 3

	Weißer Kalkstickstoff		Schwarzer Kalkstickstoff	
	Versuch 11 oben unten	Versuch 12 oben unten	Versuch 15 oben unten	Versuch 17 oben unten
ON ₃ -N %	10,5	0,9	8,7	0,6
Dicyandiamid-N	10,5	2,1	17,3	5,6
Iösl. Gea-N	21,0	3,0	26,0	6,2
22,4	5,1	27,7	6,5	21,6
Harnstoff-N	1,4	—	1,7	—
—	—	—	1,7	—
NH ₃ -N	0,3	—	0,3	—
—	—	—	0,7	—
Iösl. Gea-N korrigiert ..	22,7	—	28,0	—
—	—	—	22,3	—
—	—	—	22,0	—

Danach ergibt sich für die Stellen der beobachteten Höchsttemperaturen folgende Verteilung des Stickstoffs auf die einzelnen Hydrolyseprodukte:

Tabelle 4

	Weißer Kalkstickstoff		Schwarzer Kalkstickstoff	
	Versuch 11	Versuch 12	Versuch 15	Versuch 17
ON ₃ -N %	46,4	31,1	47,1	40,9
Dicyandiamid-N	46,1	61,8	42,2	46,4
Harnstoff-N	6,2	6,0	7,6	10,9
NH ₃ -N	1,8	1,1	3,1	1,8
Iösl. Gea-N korrigiert	100,0	100,0	100,0	100,0

Unter Zugrundelegung der Hydrolysegrade, wie sie aus den Zahlen der Tabelle 4 hervorgehen, ergeben sich für reines Calciumcyanamid (Σ 1) und für CaO-haltiges CaCN₂ (Σ 2) folgende Wärmeentwicklungen:

Tabelle 5

Reaktion	Wärmetönung kcal	Wärmeentwicklung in cal. Nach den Hydrolysegraden der Versuche			
		11	12	15	17
3	4,6	2133	1430	2166	1881
4	11,7	5395	7285	4940	5429
5	24,6	1525	1476	1889	2682
6	55,0	715	605	1704	990
Σ 1	—	9768	10746	10679	10982
1	15,6	1980	1930	4750	4760
Σ 2	—	11698	12676	15429	15732
Mol CaO je Mol CaON ₃ , vgl. S. 629	—	0,1287	0,1287	0,3045	0,3045

Die von den Reaktionsprodukten je Grad aufgenommenen Wärmemengen ergeben sich für reines Calciumcyanamid (S 1) bzw. für den verwendeten weißen und schwarzen Kalkstickstoff (S 2) wie folgt:

Tabelle 6

Vorpr.	Mol. wärme Cal/°	Nach Vers. Molz. Cal/°		Nach Vers. Molz. Cal/°		Nach Vers. Molz. Cal/°		Nach Vers. Molz. Cal/°	
		11	12	15	17				
Ca(OH) ₂	23,8	0,987	23,50	0,989	23,53	0,989	23,07	0,982	23,88
CaCO ₃	23,0	0,013	0,90	0,011	0,26	0,031	0,72	0,018	0,42
H ₂ ON ₄	20,0	0,464	9,28	0,311	6,22	0,471	9,42	0,400	8,18
Dicyandiamid	40,0	0,280	9,22	0,009	12,36	0,211	8,44	0,292	10,48
Harnstoff	22,4	0,062	1,89	0,060	1,34	0,076	1,70	0,109	2,44
NH ₃ -N	9,5	0,026	0,25	0,022	0,21	0,062	0,50	0,086	0,34
S 1	—	—	49,94	—	49,92	—	48,94	—	45,24
Ca(OH) ₂	23,8	0,124	2,95	0,124	2,95	0,805	7,28	0,305	7,28
CaCO ₃	23,2	0,494	11,46	0,494	11,46	0,088	0,84	0,080	0,84
freier O	3,0	—	—	—	—	1,814	3,94	1,814	3,94
S 2	—	—	58,85	—	58,88	—	56,98	—	57,28

Die Quotienten $\Sigma 1:S1$ ergeben die bei adiabatischem Reaktionsablauf für die verschiedenen Hydrolysegrade zu erwartenden Höchsttemperaturen für reines Calciumcyanamid, die Quotienten $\Sigma 2:S2$ entsprechend die Höchsttemperaturen, die bei adiabatischer Hydrolyse im weißen und schwarzen Kalkstickstoff der verwendeten Zusammensetzung (unter Vernachlässigung der Verunreinigungen) zu erwarten sind.

Tabelle 7

Für adiabatische Hydrolyse	Höchsttemperatur nach Versuch				
	11	12	15	17	Mittelwert
von reinem CaON ₄	222	244	243	243	238
von weißem Kalkstickstoff	201	216	—	—	211
von schwarzem Kalkstickstoff	—	—	276	275	275

Die Rechnung ergibt also, daß bei adiabatischem Verlauf reines Calciumcyanamid eine Höchsttemperatur bewirkt, die nicht unwesentlich über der mit 180—200° ange nommenen²⁾ Temperatur liegt, bei der die Brandgefahr beginnt. Auch ein sehr hoher Gehalt an CaCO₃, wie ihn der verwendete weiße Kalkstickstoff hatte, senkt die Höchsttemperatur nur verhältnismäßig wenig, während der freie Kalk des schwarzen Kalkstickstoffs eine wesentliche Steigerung der Höchsttemperatur bewirkt.

Wenn auch der Wert der vorstehenden näherungsweisen Rechnung, in der mehrere geschätzte Daten verwendet werden müssen, nicht überschätzt werden darf und die berechneten Temperaturen praktisch unter keinen Umständen erreichbar sind, so zeigen die Ergebnisse doch wieder den großen Abstand, den reines Calciumcyanamid,

weißer und schwarzer Kalkstickstoff hinsichtlich der adiabatischen Höchsttemperatur gegenüber der Kalklöschung mit 600° haben. Andererseits wird aus dem Vergleich mit der experimentell beobachteten Höchsttemperatur erkennbar, daß der Wärmeableitung durch den Kalkstickstoff selbst und wahrscheinlich auch durch Verdampfen des überschüssigen Wassers in diesem Zusammenhang doch eine sehr erhebliche und vom Gesichtspunkt der Brandgefahr entscheidende Bedeutung zukommt.

Zusammenfassung.

Es werden in zwei Versuchsreihen im asbestisolierten Metallgefäß und im Dewargefäß die Höchsttemperaturen beobachtet, die bei langsamem Zulauf von — größtenteils auf ~ 100° vorgewärmtem — Wasser zu weißem und schwarzem Kalkstickstoff und zu gebranntem Kalk auftreten. Dabei wurde gefunden, daß bei der Hydrolyse von weißen Kalkstickstoff mit 19,9% N die Temperatur höchstens bis 120—125° ansteigt, bei der Hydrolyse von schwarzem Kalkstickstoff mit 23,7% N auf 150—160°, wogegen mit gebranntem Kalk 370—400° erreicht wurden.

Die unter Annahme einiger Vereinfachungen für adiabatischen Reaktionsverlauf berechneten Höchsttemperaturen liegen zwar erheblich höher als die experimentell beobachteten, jedoch sind die für weißen und schwarzen Kalkstickstoff sich ergebenden Temperaturen ebenfalls nur ein Drittel bis halb so hoch wie die für die Kalklöschung berechnete Temperatur.

Für praktisch vorkommende Verhältnisse ist daher mit einer Entzündungsmöglichkeit nicht zu rechnen, wenn die Vorschriften zur Verhütung von Brandgefahren wenigstens so weit eingehalten werden, daß die Anwesenheit ausgesprochener Zündüberträger ausgeschlossen wird. Solche Zündüberträger können sein: Nitrate (etwa bei unzulässigen Düngemittelvermischungen, nitratgetränktes Holz u. dgl. (durch eine frühere Einwirkung z. B. von Nitratdüngemitteln), ölgetränktes Putzwolle und entsprechende andere Stoffe, deren besonders leichte Entzündlichkeit aber auch ohne Kalkstickstoff eine Brandursache werden kann. Ein sich nachteilig auswirkender Gehalt des Kalkstickstoffs an Calciumcarbid oder Calciumphosphid, die mit Wasser Acetylen bzw. Phosphorwasserstoff entwickeln und dadurch als Zündüberträger wirken könnten, ist bei der heutigen Vollkommenheit der technischen Herstellung und bei den bestehenden gesetzlichen Vorschriften ausgeschlossen.

[A. 71.]

Schwankungen der Jodmenge der Luft in Mitteleuropa, deren Ursachen und deren Bedeutung für den Jodgehalt unserer Nahrung (Auszug*)

Von Dr. phil. et Dipl. agr. H. CAUER

Aus dem Hygienischen Institut der Reichshauptstadt im Hauptgesundheitsamt, Direktor Dr. Th. Sütterlin

Eingeg. 9. September 1939

Nach chemisch-klimatischen Untersuchungen im ersten Drittel des Jahrhunderts reichte das atmosphärische Jod (im Mittel 0,5—0,6 γ/m³ damals in den meisten Gebieten Deutschlands aus, um über Assimilation und Tau denjenigen Jodgehalt der Nahrungspflanzen sicherzustellen, der zur Erhaltung des Jodgeleichgewichtes bei Tier und Mensch notwendig ist. Jodluftanalysen der letzten Jahre ergeben aber, daß wir heute durch ein starkes Absinken der Luftjodmengen einer vor 10 Jahren nicht zu erwartenden

neuen Lage gegenüberstehen. Die Wichtigkeit der Erhaltung des Jodgeleichgewichtes bei der Gravidität u. a. und damit für die Sicherung eines gesunden, wehrhaften Nachwuchses erfordert daher eine Prüfung der Höhe des Jodgehaltes der Atmosphäre in den verschiedenen Gebieten des Großdeutschen Reiches unter Beachtung des Wettergeschehens und ebenso eine Untersuchung, welche Pflanzen und Tiere als Jodsammler in Betracht kommen. Zu diesem Zweck wurden zunächst die in der Literatur¹⁾ niedergelegten 166 Luftanalysen von Heymann, Amsterdam, Th. v. Fellenberg, Bern, Jesser u. Thomae, Stuttgart, Wagner, Gangl, Bad Goisern, Reichart, Tatra, ausgewertet und durch 23 unveröffentlichte Analysen, die Prof. W. Deckert, Hamburg, in dankenswerter Weise zur Verfügung stellte, er-

*) Die ausführliche Arbeit erscheint als „Beitrag zu der Zeitschrift des Vereins Deutscher Chemiker Nr. 34“ und hat einen Umsatz von 16 Seiten, einschl. 53 Abbildungen. Bei Vorausbestellung bis zum 6. November 1939 Sonderpreis von RM. 2,70 statt RM. 3,60. Zu bestellen durch den Verlag Chemie, Berlin W 35, Wojschstr. 37. — Bestellschein im Anzeigenteil.

¹⁾ Die Literaturangaben finden sich im Beiheft.