

Chemische Apparatur

Zeitschrift für die Belange des Chemie-Ingenieurs
(Apparate-, Betriebs-, Werkstoff- und Korrosions-Fragen)

29. JAHRGANG

BERLIN, 25. NOVEMBER 1942

HEFT 22

Trennung eines Gasmisches durch fraktionierte Absorption in einem selektiven Lösungsmittel mit Rücklauf eines Teiles der leichter löslichen Komponente des Gasmisches¹.

Von G. Natta.

(Schluß von S. 309.)

2. Berechnung der kleinsten erforderlichen Menge an Lösungsmittel.

Im vorigen Abschnitt wurden die kleinsten notwendigen Mengen an Rücklauf berechnet, die erforderlich sind, um eine bestimmte Anreicherung einer der Komponenten einer Gasmischung zu erreichen, und im Grenzfall die Mengen, die benötigt werden, um beide Komponenten in reinem Zustande zu scheiden.

Wenn man die Menge des Rücklaufes kennt, so ist es möglich, die erforderliche Menge des Lösungsmittels zu bestimmen, denn die kleinste Menge an Lösungsmittel, die für die Fraktionierung nötig ist, muß so groß sein, daß sie auf eine entnommene Einheit der Komponente B eine Menge $B = R_f$ zu lösen vermag. Es ergibt sich:

$$Q = \frac{R_f}{p[\alpha x_f + \beta(1-x_f)]}$$

die für den Fall, daß B rein abgeschieden und $x_f = 0$ wird, sich vereinfacht zu $Q = \frac{R_f}{p\beta}$. Wenn man für R_f dessen Wert aus der Gl. (28) einsetzt, so erhält man

$$Q = \frac{\gamma}{p\beta(1-\gamma)(1-x_n)}$$

Wenn man Q nicht auf die Einheitsmenge der Komponente B in der zu trennenden Gasmischung bezieht, sondern auf die Einheitsmenge des Gasmisches, so erhält man:

$$Q' = Q(1-x_n) = \frac{\gamma}{p\beta(1-\gamma)} \quad (29)$$

die man auch schreiben kann

$$Q' = \frac{1}{p(\alpha-\beta)} \quad (29)$$

Es folgt daraus, daß die kleinste Menge an Lösungsmittel, die erforderlich ist, um eine Gasmischung in ihre beiden reinen Komponente durch Fraktionierung zu scheiden, unabhängig von der Zusammensetzung der Gasmischung ist, sie ist nur abhängig von Löslichkeitskoeffizienten α und β der beiden Komponenten.

Beispiele. Es soll die theoretisch erforderliche kleinste Menge des Rücklaufes R_z an Gas am untersten Boden der Anreicherungsäule und die Menge von R_f am oberen Ende der Erschöpfungssäule für verschiedene Werte von $\alpha/\beta = \gamma$ und für verschiedene Mischungsverhältnisse der zu trennenden Gasmischung berechnet werden. (Siehe vorstehende Tabelle.)

Die Werte von R_z und R_f werden mit den Gl. (2) und (28) berechnet. Nun soll noch abgeleitet werden, wie die kleinste Menge an Lösungsmittel, die erforderlich ist, um eine Menge V_0 der Gasmischung zu trennen, von γ abhängig ist. Es ergibt sich:

$$Q = \frac{V_0 \gamma}{\beta_p(1-\gamma)} = Q_b \frac{\gamma}{1-\gamma}$$

wenn mit Q_b die Menge an Lösungsmittel bedeutet, die notwendig ist, um beim Druck p ein Volumen V_0 der Komponente B in reinem Zustande zu lösen. — Wenn man dagegen für Q die Menge Q_a an Lösungsmittel, die nötig ist, um ein bestimmtes Volumen der leichter löslichen Komponente aufzulösen, einsetzt, so erhält man:

$$Q = \frac{V_0}{\alpha p(1-\gamma)} = Q_a \frac{1}{1-\gamma}$$

Daraus folgt, daß für Werte von γ nahe 1 sich Q einem Wert unendlich nähert. Für Werte von γ kleiner als 1 erhält man z. B.

γ	0,8	0,75	0,66	0,5	0,333	0,25
$\frac{1}{1-\gamma}$	5,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,333
$\frac{\gamma}{1-\gamma}$	4,0	3,0	2,0	1,0	0,5	0,333

$\frac{1}{1-\gamma}$ bzw. $\frac{\gamma}{1-\gamma}$ sind die Faktoren, mit denen man die Mengen an Lösungsmittel Q_a bzw. Q_b , die notwendig sind, um ein bestimmtes Volumen der einen bzw. anderen reinen Komponente zu lösen, multiplizieren muß, um die Mengen zu erhalten, die erforderlich sind, um ein gleiches Volumen einer beliebigen Mischung der beiden Komponenten zu trennen, deren Löslichkeiten in dem in Frage kommenden Lösungsmittel sich zueinander gleich γ verhalten.

Die adiabatische Arbeitsweise.

Wenn man die Trennung der Gasmischung in einer thermisch isolierten Säule vornimmt, wird die Wärmeentwicklung im n -ten Boden beim Lösen einer bestimmten Menge der leichter löslichen Komponente nicht ausgeglichen durch den Wärmebedarf zur entsprechenden Verdampfung der weniger löslichen Komponente, da ihre verdampfende Menge kleiner ist.

γ	1:1,33		1:1,5		1:2		1:3	
	R_z	R_f	R_z	R_f	R_z	R_f	R_z	R_f
0,1	39,0	3,3	29,0	2,2	19,0	1,11	14,0	0,56
0,2	19,0	3,7	14,0	2,5	9,0	1,25	6,5	0,62
0,3	12,3	4,3	9,0	2,8	5,7	1,42	4,0	0,72
0,4	9,0	5,0	6,5	3,3	4,0	1,66	2,75	0,83
0,5	7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	2,0	1,0
0,6	5,7	7,5	4,0	5,0	2,3	2,5	1,50	1,25
0,7	4,7	10,0	3,3	6,7	1,86	3,33	1,13	1,67
0,8	4,0	15,0	2,7	10,0	1,50	5,0	0,87	2,50
0,9	3,4	30,0	2,3	20,0	1,22	10,0	0,67	5,0

Es folgt daher ganz allgemein:

$$\sigma'(v_{n+1}Y'_{n+1} - v_n Y'_n) > \sigma''(v_n Y''_n - v_{n+1} Y''_{n+1}),$$

in der σ' und σ'' die Lösungswärmen der beiden Gase sind. Daher steigt die Temperatur im fortlaufenden Betrieb vom Boden n zu dem darunterliegenden $n+1$ an.

Die Löslichkeitskoeffizienten α und β der Komponenten A und B sind nicht mehr konstant wie beim isothermen Prozeß, sondern ändern sich von Boden zu Boden.

Um die Zusammensetzung in den einzelnen Niveaus theoretisch ableiten zu können, muß man den Temperaturgang in der Säule und die Änderung der Löslichkeitskoeffizienten mit der Temperatur kennen. Bezeichnet man mit α , β und α' , β' die Löslichkeitskoeffizienten bei den Temperaturen T_n bzw. T_{n+1} , welche in den betreffenden Niveaus der Böden n und $n+1$ herrschen, wobei die Zusammensetzung der Gasphase bezeichnet wird durch die Konzentrationen x_n und x_{n+1} , und geht man von der Gl. (12) aus, so ergibt sich:

$$v_{n+1}(Y_{n+1} - x_{n+1}) = V_n(x_{n+1} - x_n) + v_n(Y_n - x_{n+1}).$$

Berücksichtigt man, daß

$$v_{n+1} = pQ[\alpha'x_{n+1} + \beta'(1-x_{n+1})] \\ = v_n + pQ[\alpha'x_{n+1} - \alpha x_n + \beta'(1-x_{n+1}) - \beta(1-x_n)]$$

ist, so erhält man durch Substitution und Zusammenfassung:

$$\frac{V_n}{v_n} = \frac{Y_{n+1} - Y_n}{x_{n+1} - x_n} + \frac{(\alpha - \beta)Y_{n+1} - x_{n+1}}{\alpha x_n + \beta(1-x_n)} \\ + \frac{[(\alpha' - \alpha)x_{n+1} + (\beta' - \beta)(1-x_{n+1})](Y_{n+1} - x_{n+1})}{\alpha x_n + \beta(1-x_n)(x_{n+1} - x_n)}$$

Die Lösung dieser Gleichung macht Schwierigkeiten, da α' und β' abhängig von der Temperatur am Boden $n+1$ sind, und weil die Temperatur außer von den physikalischen Konstanten der in Frage kommenden Stoffen (spezifische Wärmen der Gase und der Lösungen, Lösungswärmen) auch von den Werten von V_n und v_n abhängig ist.

Für den Fall, daß die Komponente A in reinem Zustande abgeschieden werden soll, ist nur der Teil der ganzen Trennsäule zwischen dem Boden n und dem untersten Boden zu berücksichtigen. Wendet man für diesen Teil die obige Gleichung an, die für jeden beliebigen Teil gültig ist, so vereinfacht sich die Gleichung, weil $x_{n+1} = Y_{n+1} = 1$ wird. Setzt man für Y_n dessen Wert in Abhängigkeit von x_n ein, so folgt:

$$\frac{v_n}{V_n} = \frac{1 - \frac{x_n}{x_n + \gamma(1-x_n)}}{1 - x_n} = \frac{\gamma}{\gamma + x_n(1-\gamma)}$$

und $R = \frac{\gamma}{(1-\gamma)x_n}$. Diese Gleichung ist identisch mit der, die für einen isothermen Prozeß abgeleitet worden ist. — Um aber das Verhältnis V_z/v_z am untersten Boden der Säule berechnen zu können, und dies interessiert in der Praxis, muß man die unbekannte Änderung der Temperatur und die Änderung der Löslichkeit der beiden Komponenten in Abhängigkeit von der Temperatur berücksichtigen.

Die Gleichung der Wärmebilanz, aus der man die Änderung der Temperatur ableiten könnte, läßt sich in einer vereinfachten Form geben, wenn man annimmt, daß die Wärmeentwicklung im Boden n durch die Auflösung der Komponente A abzüglich der Wärmemenge, die zur Ausbreitung von B verbraucht wird, gleich sei der aufgenommenen Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Lösung, die vom Boden $n+1$ stammt, von der Temperatur T_{n+1} auf die Temperatur T_n zu erwärmen, abzüglich der Wärmemenge, welche die Gase bei ihrer Abkühlung von der Tem-

peratur T_{n+1} , die im Boden $n+1$ herrscht, auf die Temperatur T_n abgeben.

$$\sigma'(v_{n+1}Y_{n+1} + v_n Y_n) + \sigma''[v_{n+1}(1 - Y_{n+1}) - v_n(1 - Y_n)] \\ = (Qq + v_{n+1}s - V_n c)\Delta T, \quad (32)$$

in der q und s die spezifischen Wärmen des Lösungsmittels und der gelösten Stoffe sind, und c die spezifische Wärme der Gasphase. Hierbei wird vereinfachend angenommen, daß die spezifischen Wärmen der flüssigen sowie der Gasphase sich mit der Zusammensetzung nicht merklich ändern.

Falls man am Boden der Säule die reine Komponente A haben will, ist $x_n = 1$ und in der Gleichung der Wärmebilanz über die Veränderung der Konzentration der Komponente A von x_n bis x_z vereinfacht sich die Gleichung zu der folgenden:

$$\sigma\left(v_{n+1} - v_n \frac{x_n}{\gamma + x_n(1-\gamma)} - \sigma''v_n\left(1 - \frac{x_n}{\gamma + x_n(1-\gamma)}\right)\right) = Qq\Delta T. \quad (33)$$

Das zweite Glied ist vereinfacht worden, da $v_{n+1}s - V_n c$ gegen Qq vernachlässigt werden kann.

Wenn man für v_n und v_{n+1} ihre Werte in Abhängigkeit von Q einsetzt:

$$v_n = Q[\alpha x_n + \beta(1-x_n)],$$

$$v_{n+1} = Q[\alpha'x_{n+1} + \beta'(1-x_{n+1})],$$

so folgt:

$$\sigma'(\alpha' - \alpha x_n) - \sigma''(1 - x_n) = q\Delta T. \quad (34)$$

Um diese Gleichung aufzulösen, muß man σ' als Funktion von T ausdrücken, was möglich ist, wenn man die Lösungswärme σ' kennt. Denn

$$\alpha' = \alpha e^{-\frac{\sigma'\Delta T}{RT^2}};$$

durch Substitution und Logarithmieren erhält man:

$$-\Delta T = \frac{RT^2}{\sigma'} \ln \left(\frac{q\Delta T}{\sigma'\alpha} + \frac{\sigma''}{\sigma'} \beta(1-x_n) + \alpha x_n \right).$$

Diese Gleichung kann man auf graphischem Wege auswerten, wenn man für ΔT innerhalb der Klammer willkürliche Werte einsetzt und ΔT aus der Gl. (35) berechnet und in Abhängigkeit von diesen Werten aufträgt.

Der Punkt der so gezogenen Kurve, der gleichweit von den zwei cartesianischen Achsen ist, ergibt die gesuchte Lösung.

Im allgemeinen ergibt ein sehr großes Q ein kleines ΔT und in einem solchen Fall nähert sich die Arbeitsweise der Trennsäule der isothermen Arbeit. Dies kann man mit genügender Annäherung, da q für nicht allzu komplexe organische Verbindungen mindestens 100—200 mal kleiner als σ ist, nur für sehr kleine Löslichkeiten annehmen, von wenigen Gewichtsprozenten, d. h. von Löslichkeiten, die auf ein Volum Lösungsmittel größenordnungsmäßig etwa das Zehnfache an Gasvolumen betragen.

Im Falle großer Löslichkeiten, z. B. von einigen zehn oder hundert Gasvolumen auf ein Volum Flüssigkeit, stellt sich eine merkliche Temperaturdifferenz von Boden zu Boden ein.

Beispiel: Es sei ein einfaches Beispiel von nicht allzu großer Löslichkeit gewählt, von Kohlenwasserstoffen, die ungefähr die gleiche Lösungswärme von 4500 cal/Mol haben, in einem organischen Lösungsmittel, dessen spezifische Wärme 18 cal/Mol °C beträgt. Es sei angenommen:

$$\alpha = 0,050 \text{ Mol/Mol}$$

$$\beta = 0,025 \text{ „}$$

$$T_n = 291^\circ \text{C}$$

ferner, daß das Gasgemisch aus gleichen Anteilen der beiden Komponenten bestehe ($x_n = 0,5$). Setzt man diese Werte

in die Gl. (35) ein und geht auf dekadische Logarithmen über, so hat man: $-\Delta T = 86,4 \log(0,08 \Delta T + 0,0375)$, woraus $T = 9,3^\circ$ folgt. Wenn die Säule thermisch vollkommen isoliert wäre, so würde die Temperatur, die am n -ten Boden 18° betragen soll, am untersten Boden der Säule auf 27° ansteigen. Tatsächlich ist der Temperaturanstieg kleiner als er nach Gl. (35) berechnet wird, und zwar um die kühlende Wirkung des Rücklaufes, wenn dieser mit tieferer Temperatur eingeführt wird, und zwar um den Betrag, der erforderlich ist, um den Rücklauf aufzuwärmen und um den Wärmeverbrauch, der bei seiner Aufsättigung mit Dämpfen des Lösungsmittels, wenn dieses einen merklichen Dampfdruck hat, erforderlich ist.

Kennt man den Temperaturanstieg vom Boden n zum Boden z , so kann man die Temperaturänderung von Boden n zu Boden z berechnen, wir wissen, daß

$$\frac{V_n}{v_n} = \frac{\gamma}{\gamma + x_n(1-\gamma)} \quad \text{und} \quad R_n = \frac{\gamma}{(1-\gamma)x_n} \quad (36)$$

Zur Feststellung des Rücklaufes am Boden z ist das Verhältnis V_z/v_z abzuleiten. — Da

$$v_n = pQ[\alpha_n x_n + \beta_n(1-x_n)],$$

$$v_z = pQ[\alpha_z x_z + \beta_z(1-x_z)],$$

und für $x_z = 1$ folgt $v_z = pQ\alpha_z$,

$$v_z = v_n \frac{\alpha_z}{\alpha_n x_n + \beta_n(1-x_n)} \quad (37)$$

Setzt man diesen Wert von v_z in die Gl. (5) ein $V_n + v_z = V_z + v_n$ erhält man

$$\frac{V_z}{v_z} = \frac{V_n - v_z - v_n}{v_z};$$

aus der durch Einsetzen der Werte für V_n und v_n , die sich aus Gl. (36) und (37) ergeben, folgt:

$$\frac{V_z}{v_z} = \frac{\alpha_z - (\alpha_n - \beta_n)x_n}{\alpha_z} \quad (38)$$

Der Rückfluß R_z ist somit

$$R_z = \frac{V_z}{v_z - V_z},$$

$$R_z = \frac{\alpha_z - (\alpha_n - \beta_n)x_n}{\alpha_z} \cdot \frac{\alpha_z}{\alpha_z - (\alpha_n - \beta_n)x_n} = \frac{\alpha_z - (\alpha - \beta)x_n}{(\alpha - \beta)x_n} = \frac{\alpha_z}{(\alpha - \beta)x_n} - 1 \quad (39)$$

Man kann hieraus folgern, daß bei adiabatischer Arbeitsweise der kleinste erforderliche Rücklauf, um eine vollständige Trennung zu erzielen, etwas kleiner als bei isothermer Arbeitsweise ist.

Beispiel: Es sei auf das vorherige Beispiel der fraktionierten Trennung einer Mischung zweier Gase mit $\gamma = 0,5$, $\sigma' = \sigma'' = 4500$ zurückgegriffen.

Bei der adiabatischen Arbeitsweise wird ΔT zwischen dem n -ten Boden und dem Boden z gleich $9,3^\circ$, wenn die spezifische Wärme des Lösungsmittels $18 \text{ cal/Mol } ^\circ\text{C}$ ist. Man kann dann α_z in Abhängigkeit von T berechnen:

$$\log \frac{\alpha_z}{\alpha} = \frac{-\sigma'}{2,3 \cdot R \cdot T_1 \cdot T_2} (T_1 - T_2).$$

Setzt man die obigen Werte ein, so erhält man $\alpha = 1,39 \alpha_z$ und

$$R_z = \frac{\alpha}{1,39 \cdot 0,5 \cdot \alpha \cdot x_n} - 1 = 1,88.$$

Der kleinste erforderliche Rücklauf ist also wesentlich kleiner als im Falle eines isothermen Prozesses, bei dem für $\gamma = 0,5$ und $x_n = 0,5$ R_z gleich 3 berechnet wurde.

Bei den bisherigen Berechnungen ist vorausgesetzt worden, daß der Trennvorgang bei konstantem Druck verläuft. Das ist bei Trennsäulen, die mit (Raschig-) Ringen gefüllt sind, genügend genau erfüllt. Diese eignen sich

gut für das Verfahren zum Unterschied zu den Destillationsverfahren, bei denen sich Trennsäulen mit Böden besser bewähren, und dies deshalb, weil das Verhältnis der jeweiligen Volumen der flüssigen zur Gasphase in unserem Falle wesentlich größer als in Destillationskolonnen ist, was die Anwendung der Trennsäulen mit Ringfüllung begünstigt.

Bei der Anwendung von Trennsäulen mit Glockenböden ergibt sich eine merkliche Zunahme des Druckes nach dem Boden der Säule zu. Dieser Druckzunahme entspricht eine Zunahme der Löslichkeit der zu trennenden Gase im Lösungsmittel. Diese kann gegebenenfalls ungefähr die Abnahme der Löslichkeit durch die Temperaturzunahme beim adiabatischen Arbeiten ausgleichen. — In diesen Fällen kann man daher für Überschlagsrechnungen bei Bodenkolonnen, die thermisch isoliert sind, dieselben theoretischen Ableitungen anwenden, die für einen isothermen Prozeß bei konstantem Druck angewandt worden sind.

In einer zweiten Mitteilung soll die Methode zur Berechnung der theoretischen Bodenzahl angegeben werden, die in einer Trennsäule erforderlich sind, um einen gewünschten Trennungsgrad zu erreichen.

Zusammenfassung.

Es wird ein neues kontinuierlich arbeitendes Trennverfahren zur Fraktionierung eines Gemisches von zwei Gasen beschrieben, bei dem eine selektiv lösende Flüssigkeit angewandt wird. Es ist gekennzeichnet durch die Anwendung einer Trennsäule (mit Böden oder mit Füllkörpern), die bei fortlaufender Arbeit oben mit dem Lösungsmittel gespeist wird, das mit dem weniger löslichen Gas B gesättigt ist und die an einem unteren Boden einen Rücklauf des leichter löslichen Gases A erhält, das man durch Entgasen des Lösungsmittels gewonnen hat, während das zu trennende Gemisch einem mittleren Boden zugeführt wird. Der untere Teil der Säule, unter dem Zufuhrpunkt ist die Anreicherungssäule für die leichter lösliche Komponente, während der obere Teil als Erschöpfungssäule wirkt.

Dieser Prozeß erlaubt es, im Gegensatz zu den älteren Absorptionsprozessen ein Gasgemisch in seine reinen Bestandteile zu scheiden, auch wenn das Lösungsmittel nur wenig selektiv löst, falls man größere Mengen an Lösungsmittel und an Rücklauf anwendet als die, welche zumindest sich aus dem bekannten Zustandsdiagramm des ternären Systems A - B -Lösungsmittel als erforderlich ergeben. Für den Fall, daß der Dampfdruck des Lösungsmittels vernachlässigt werden kann, wurde die Berechnung für die kleinste theoretisch erforderliche Menge an Rücklauf abgeleitet, um eine bestimmte Anreicherung zu erzielen und für die Menge an Rücklauf, die benötigt wird, um beide Bestandteile rein abzuscheiden, sowohl für den Fall, daß der Prozeß isotherm wie auch für den, daß er adiabatisch geführt wird.

Im ersten isothermen Fall ist ausgehend von einer Mischung der Zusammensetzung x_n bei Arbeit bei konstantem Druck und um beide Gase in reinem Zustande zu gewinnen, eine kleinste Rücklaufmenge R_z des Gases A am Boden der Anreicherungssäule erforderlich:

$$R_z = \frac{1}{(1-\gamma)x_n} - 1,$$

wobei γ das Verhältnis β/α der Löslichkeit von B zu der von A ist. Am obersten Boden des Anreicherungsteiles ist demnach der Gasrücklauf

$$R_n = \frac{\gamma}{(1-\gamma)x_n}$$

Am unteren Ende des Erschöpfungsteiles ist der Rücklauf an gelöstem B

$$R_{m+1} = \frac{\gamma + (1-\gamma)x_{m+1}}{(1-\gamma)(1-x_{m+1})}$$

Am obersten Boden ist dann der kleinste erforderliche Rücklauf der weniger löslichen Komponente als Lösung

$$R_r = \frac{\gamma}{(1-\gamma)(1-x_n)}$$

wobei, falls das zu scheidende Gasgemisch in den Boden n eingeführt wird, $x = x_{m+1}$ ist.

Es wurde auch die Menge an Lösungsmittel, die für die Trennung erforderlich ist, abgeleitet in Abhängigkeit des Rücklaufes

$$Q = \frac{R_r}{p[\alpha x_f + \beta(1-x_f)]}$$

die, für den Fall, daß die Komponente B rein abgeschieden wird ($x_f = 0$) zu

$$Q = \frac{R_r}{p\beta} = \frac{\gamma}{p\beta(1-\gamma)(1-x_n)}$$

wird. Bezieht man die Menge Q an Lösungsmittel statt auf die Mengeneinheit des Bestandteiles B, auf die zu trennende Menge des Gemisches, so hat man

$$Q' = \frac{1}{p(\alpha - \beta)}$$

Die kleinste Menge an Lösungsmittel, die erforderlich ist, um ein binäres Gemisch in seine Komponenten zu trennen, ist demnach unabhängig von der Zusammensetzung des Gemisches und ist nur von dessen Menge und von den Löslichkeitskoeffizienten α und β seiner Komponenten abhängig.

Die Gleichungen gelten für jeden Druck, wenn die in Frage kommenden Gase dem Henryschen Gesetz folgen.

Auch für den Fall eines adiabatisch geführten Prozesses werden Gleichungen erhalten, aus welchen sich die kleinsten erforderlichen Rücklaufmengen ergeben, wenn man die Lösungswärmen σ' und σ'' der zwei Gase als unabhängig von der Konzentration annimmt. — Für den Rücklauf am unteren Boden der Säule gilt:

$$R_z = \frac{\alpha_z}{(\alpha - \beta)x_n} - 1,$$

wobei α_z und α die Löslichkeiten von A bei den Temperaturen T_z und T_n bedeuten, die in den Böden z und n herrschen.

Dieser Rücklauf ist demnach kleiner, als der, welcher zur gleichen Trennung beim isothermen Prozeß erforderlich ist, da $\alpha_z < \alpha$ ist.

Es wird auch die Gleichung für die Berechnung des Temperaturgradienten in der Säule abgeleitet.

Das Verfahren ist mit bestem Erfolg zur Trennung von gasförmigen ungesättigten Kohlenwasserstoffen, deren Siedepunkte nur um ein Grad voneinander abweichen, angewandt worden, deren Trennung durch fraktionierte Destillation Schwierigkeiten bereiten würde, die zu vergleichen sind mit denen, die sich zur fraktionierten Trennung durch Destillation von zwei Isotopen von mittlerem Atomgewicht ergeben würden.

Institut für technische Chemie an der königlich Technischen Hochschule und Forschungsstätte für Chemische Technologie des Nationalen Forschungsrates.

Milano, 20. Januar 1942.

Leistungssteigerung und Werkstoffumstellung im Armaturenbau.

Von Dr. Hermann Hendinger, Berlin.

Es wird eine Übersicht über die Anordnungen, Normblätter usw. gegeben, die der Leistungssteigerung und Werkstoffumstellung im Armaturenbau dienen.

Die gewaltige Zunahme der deutschen Rüstungsproduktion verlangt mehr denn je auf allen Gebieten der Kriegsbedarferzeugung und der als kriegswichtig anerkannten industriellen Fertigung die höchste Leistungssteigerung durch weitgehende Vereinheitlichung der Typen. Diese muß vor allem das im letzten Weltkrieg begonnene Normenwerk der deutschen Industrie nach technischen, arbeitseinsatzmäßigen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten sinn- und planvoll erweitern und — wenn auch in teilweise kriegsbedingten Grenzen — seiner Vollendung näherbringen. Zugleich erweist sich in der Rohstoffbewirtschaftung die bereits durch den Vierjahresplan eingeleitete Heranziehung von inländischen Austauschwerkstoffen, wie Eisen, Zink usw., an Stelle von aus dem Ausland einzuführenden Metallen immer mehr als unumgänglich notwendig.

Auf dem außerordentlich umfangreichen Gebiet der Armaturenindustrie haben seit geraumer Zeit vor allem die Technischen Ausschüsse der Fachgruppe Armaturen und Maschinenteile hinsichtlich der Typenvereinheitlichung und Werkstoffumstellung wertvolle Vorarbeiten geleistet, die ihren Niederschlag in einer Reihe von Anordnungen des Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion gefunden haben. Im Zuge der vom Reichsminister für Bewaffnung und Munition eingeleiteten Rationalisierungsmaßnahmen hat nunmehr der Sonderring Armaturen und dessen Untergliederungen die Fortführung dieser Ar-

beiten in wesentlich erweitertem Umfang und mit verstärktem Nachdruck übernommen.

A. Leistungssteigerung im Armaturenbau.

Im Interesse der nach dem Kriegsverlauf erforderlichen äußersten Leistungssteigerung sind bis jetzt folgende Anordnungen des Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion zur Typenvereinheitlichung bei den verschiedenen Armaturengattungen ergangen:

I. Groß- und Dampfarmaturen.

1. Anordnung zur Vereinheitlichung von Groß- und Dampfarmaturen vom 26. Oktober 1940 (Reichsanz. Nr. 257) mit zwei Zusatzanordnungen, nämlich

a) Anordnung vom 29. Januar 1941 betr. 1. Nachtrag zur Anordnung zur Vereinheitlichung von Groß- und Dampfarmaturen und

b) Zweite Zusatzanordnung zur Vereinheitlichung von Groß- und Dampfarmaturen vom 10. Juli 1942 (Reichsanz. Nr. 174, mit Druckfehlerberichtigung in Nr. 180).

Diese Anordnung beseitigt die technisch nicht bedingten Ausführungen, insbesondere die Vielzahl der früheren sogenannten Kundenausführungen der Groß- und Dampfarmaturen. In der zweiten Zusatzanordnung werden die technisch notwendigen Ausführungen weiter beschränkt bzw. bisher nicht erfaßte Gebiete geordnet. Außerdem werden für wichtige Gebiete, z. B. Schieber mit eingezogenen Querschnitten, einwandfreie Ausführungsrichtlinien festgelegt.