

Chromatogramme in fließendes Wasser während 3–4 h ausgewaschen. Sie werden nun auf Filterpapier abgepreßt und im Trockenschrank getrocknet. Die Flecke sind je nach Zuckermenge schwarzgrau bis schwarz, während das Papier nahezu farblos ist. Wenn sorgfältig gewässert wurde, d. h. alle Thiosulfat-Reste entfernt sind, sind die Chromatogramme unbegrenzt haltbar.

b) TTC: Unter Vermeidung von direkter Sonnenbestrahlung, möglichst in einem abgedunkelten Raum, werden die Papierbogen mit einer alkalischen Lösung von Triphenyl-tetrazoliumchlorid (2% TTC in Wasser, 1n NaOH, 1:1, v: v) wiederum beidseitig besprüht. Für ein Blatt von 42×50 cm wurden 38 ml TTC-Lösung verbraucht. Anschließend wird in den Dampfkasten eingehängt, in welchem durch Thermoregulation des im Wasser befindlichen Heizkörpers eine mit Wasserdampf gesättigte Atmosphäre von 75 °C erzeugt wird. In den zuckerhaltigen Flecken wird das TTC zum leuchtend roten Formazan reduziert, während das Papier in dieser Zeit sich nur schwach rot anfärbt. Es wird anschließend in warmer Luft von nicht mehr als 40 °C getrocknet. Bei allen Operationen ist jede starke oder länger dauernde Lichteinwirkung auf das Chromatogramm zu vermeiden.

Quantitative Auswertung

a) Das Chromatogramm wird in 5 cm breite Streifen geschnitten und nach dem Einlegen in die Transparenzlösung nach *Grassmann* und *Hannig* direkt photometriert. Die Extinktionen werden von Millimeter zu Millimeter abgelesen, auf Millimeterpapier aufgetragen und mit dem Planimeter ausgemessen. Bei gut ausgeführter Chromatographie ergeben sich symmetrische Glockenkurven. Um gute Proportionalität zwischen Zuckerkonzentration und Fläche zu erhalten, ist es besonders wichtig, daß das Chromatogramm so ausgeführt wird, daß die Silber-Flecke möglichst gleichmäßig rund sind und nicht an der der Startlinie zugewandten Seite Einbuchtungen aufweisen. Man erreicht dies durch vorherige sorgfältige Entsalzung der zu analysierenden Lösungen. Sie läßt sich durch Behandlung mit Ionenaustauschern (z. B. Amberlit IR 120 und IR 4B) erzielen. Zur Anlage der Eichkurven wurden Monosaccharide in steigenden Konzentrationen von 2–25, Disaccharide von 5–15 und Trisaccharide von 10–100 γ auf den Startpunkt aufgesetzt.

b) TTC-Methode: Aus dem getrockneten Chromatogramm werden zur Bestimmung des Blindwertes aus dem zuckerfreien Teil drei etwa den Formazan-Flecken entsprechende Papierstücke steigender Größe ausgeschnitten und mit der Analysenwaage gewogen, wobei wiederum der Raum abgedunkelt sein soll. Die den Zuckern entsprechenden Farbflecke werden ebenfalls ausgeschnitten und gewogen. Jedes Papierstück wird nun an den

Boden eines Reagenzglases gebracht und $\frac{1}{2}$ h mit 5 ml eines Gemisches von Pyridin und konz. Salzsäure (9:1, v: v) extrahiert, wobei man öfters umschüttelt. Nach dem Abgießen wird wiederum mit 5 ml frischen Lösungsmittels, dann nochmals mit derselben Menge extrahiert. Die vereinigten Lösungen werden auf 15 ml aufgefüllt und mit der Quecksilberlinie 546 mμ im Photometer Eppendorf kolorimetriert. Der dem Gewicht jedes Fleckes entsprechende Papierblindwert wird aus der Eichkurve der Blindwertbestimmungen entnommen und die Blindwertextinktion von den bei den Zuckerflecken gemessenen Extinktionen subtrahiert. Für die Eichkurven werden Mengen von 5–100 γ bei Monosacchariden, 10–200 γ bei Disacchariden und 13–300 γ bei Trisacchariden aufgetragen. Parallele Bestimmungen ergeben eine mittlere Schwankung von etwa 4%.

Quantitative Blutzuckerbestimmung mit TTC

0,1 ml Blut werden mit einer graduierten Blutzuckerpipette von 0,1 ml Inhalt zur Enteiweißung in einem Mikroreagenzglas von 1 cm Durchmesser und 4 cm Höhe zu 0,75 ml einer Alkohol-Chloroform-Mischung (4:1) gegeben. Das ausgefallene Eiweiß wird mit einem zu einer langen Spitze ausgezogenen Glasstäbchen gut zerkleinert und verrührt, sodann wird abzentrifugiert und noch 3 mal mit je 0,75 ml 90proz. Alkohol gewaschen.

Die Lösungen werden in einem kleinen Tablettengläschen (1,5 cm Durchmesser und 3,5 cm Höhe) mit flachem Boden, mit 0,5 ml eines Amberlitgemisches aus IR 4B und IR 120 (1:1) versetzt und bleiben ca. $\frac{1}{2}$ h unter öfterem Umrühren stehen. Sodann wird die Lösung vorsichtig, ohne den Amberlit aufzuwirbeln, in ein kleines Kristallisierschälchen (unterer Durchmesser 2 cm, oberer Durchmesser 4 cm, Höhe 2 cm) abgegossen. Der Amberlit wird anschließend 3 mal mit je 0,75 ml 90proz. Alkohol gewaschen und die Lösungen vereinigt. Diese bringt man nun im Vakuumexsiccator über Blaugel zur Trockene. Es ist zweckmäßig, nicht zu hohes Vakuum anzuwenden, da die Lösung sonst leicht verspritzt. Bei 50 mm Hg-Säule ist die Trocknung in ca. 3–4 h beendet. Der Rückstand wird mit 0,1 ml dest. Wasser durch Verrühren mit einem spitzen Glasstäbchen quantitativ aufgenommen. Er löst sich nicht klar, was aber die Bestimmung nicht beeinflusst. Man saugt nun 3 mal genau je 25 mm³ mit drei Blutzuckerpipetten auf und bringt diese Menge durch 2–3 maliges Auftragen quantitativ auf drei Startpunkte eines Chromatogramms. Dieses wird 36 h der chromatographischen Verteilung in n-Butanol-Eisessig-Wasser (4:1:5) unterworfen. Nach dieser Zeit wird das Blatt 30 min bei 80–90 °C getrocknet und nach der TTC-Methode ausgewertet.

Eingeg. am 17. August 1953 [A 528]

Wahl der Lösungsmittel für die Verteilung zwischen zwei flüssigen Phasen*)

Von Dipl.-Chem. F. A. v. METZSCH, Organisch-chemisches Institut der Universität Göttingen

Es werden die Anforderungen an Lösungsmittelgemische für die fraktionierte Verteilung zusammengestellt. In einer Tabelle werden etwa 400 begrenzt mischbare Paare wasserfreier organischer Lösungsmittel aufgeführt. In einer zweiten Tabelle wird eine Übersicht über 360 bereits in der Literatur beschriebene Systeme für Trennungen von organischen und anorganischen Stoffgemischen gegeben.

Bei Anwendung der fraktionierten Verteilung zur Trennung von Stoffgemischen gibt es im wesentlichen zwei Möglichkeiten zur Verbesserung des Trenneffektes:

- 1.) Vermehrung der Stufenzahl, über die der Verteilungsvorgang geführt wird,
- 2.) Auffindung eines selektiven Lösungsmittels bzw. eines Lösungsmittelpaares von hoher Trennwirkung.

Die Grundlagen der diskontinuierlichen multiplikativen Verteilung zwischen zwei flüssigen Phasen**) wurden

bereits ab 1944 von *Craig* und Mitarbb.^{1, 2)} behandelt und von *Rauen*³⁾ sowie von *Hecker*⁴⁾ weiter ausgeführt. Der Forderung nach einer möglichst hohen Stufenzahl wurde sowohl bei Laboratoriumsapparaturen^{5–7)} als auch bei halotechnischen^{8–10)} und technischen Apparaten¹¹⁾ Rechnung

¹⁾ L. C. Craig, J. biol. Chemistry 155, 519 [1944].

²⁾ B. Williamson u. L. C. Craig, J. biol. Chemistry 168, 687 [1947]. L. C. Craig u. O. W. Post, Analytic. Chem. 21, 500 [1949]; s. a. Fortschr. Chem. Forsch. 1, 320 [1949].

³⁾ M. Rauen u. W. Stamm, Chem.-Ing.-Techn. 21, 259 [1949].

⁴⁾ E. Hecker, Z. Naturforsch. 8b, 77 [1953].

⁵⁾ N. Grubhofer, Chem.-Ing.-Techn. 22, 209 [1950].

⁶⁾ L. C. Craig, Analytic. Chem. 22, 1346 [1950]. L. C. Craig, W. Hausmann, E. H. Ahrens u. E. Harfenist, Analytic. Chem. 23, 1236 [1951].

⁷⁾ F. A. v. Metzsch, Chem.-Ing.-Techn. 25, 66 [1953].

⁸⁾ I. D. A. Johnson u. A. Talbot sowie M. W. Kies u. P. L. Davis, ref. in Chem.-Ing.-Techn. 23, 524 [1951].

⁹⁾ W. Fischer u. O. Jüßermann, Chem.-Ing.-Techn. 23, 298 [1951].

¹⁰⁾ E. G. Scheibel u. A. E. Karr, Ind. Engng. Chem. 42, 1048 [1950] sowie R. Rometsch, Helv. chim. Acta 33, 185 [1950].

¹¹⁾ H. Eisenlohr, Chem.-Ing.-Techn. 23, 12 [1951].

*) Demnächst erscheint im Verlag Chemie:

E. Hecker, Gegenstromverteilung, worin besonders auch auf die Probleme der Lösungsmittelwahl eingegangen wird. Vorbestellungen an Verlag Chemie, GmbH., Weinheim/Bergstr.

**) Zur Nomenklatur der Verteilungsverfahren vgl. H. Hecker u. K. Allemann, diese Ztschr. im Druck.

getragen. Kaum behandelt wurden jedoch bis jetzt die Fragen, wie man die Lösungsmittel wählen muß, um das Löslichkeitsspektrum eines Mehrstoffgemisches mit genügender Schärfe auseinanderziehen zu können.

Anforderungen an die Lösungsmittel

Für alle Verteilungsverfahren müssen die Lösungsmittelpaare möglichst folgende Bedingungen erfüllen:

1.) Begrenzte Mischbarkeit ist für eine Phasentrennung Voraussetzung. Tab. 1 zeigt nicht mischbare oder begrenzt mischbare Systeme organischer Lösungsmittel. Durch Zusatz von wenigen Prozent Wasser kann bei vielen als mischbar bezeichneten Flüssigkeitspaaren eine Phasentrennung erreicht werden. Vor allem werden Alkohole und Säuren bei geringem Wasserzusatz aus ihren Lösungen in gesättigten Kohlenwasserstoffen und chlorierten Kohlenwasserstoffen abgeschieden¹²⁾. Tab. 2 gibt dafür viele Beispiele.

2.) Die Lösungsmittel dürfen die Substanzen nicht zersetzen. Dagegen ist eine reversible Reaktion (Komplexbildung, Additionsverbindung, Assoziation mit einem Lösungsmittel) oft erwünscht.

3.) Die Verteilungszahl eines Substanz-Gemisches soll möglichst nahe bei 1 oder wenigstens zwischen 0,5 und 2,0 liegen. Unter der Verteilungszahl (*distribution number* — mit *k*, *G* oder *E* bezeichnet) versteht man das Verhältnis der Substanzmengen in den beiden Phasen⁴⁾. Sie ist im Gegensatz zum Verteilungskoeffizienten (α , *K*, *D*) abhängig vom Volumenverhältnis der beiden Phasen. Es soll daher das Mischungsverhältnis des Lösungsmittelgemisches so stabil sein, daß durch die zu verteilenden Substanzen keine Volumenänderungen auftreten. Am sichersten und einfachsten kann man die Verteilungszahlen von Substanzen durch eine Probeverteilung in Reagenzgläsern oder in der sehr leicht erstellbaren Apparatur von Weygand¹³⁾ oder in der Mikroapparatur von Hecker^{13a)} ermitteln.

4.) Die Selektivität des Systems soll möglichst groß sein, d. h. der Quotient aus den Verteilungszahlen zweier Substanzen, den man als Trennfaktor β bezeichnet, soll möglichst groß sein. Bei $\beta = 1$ ist eine Trennung unmöglich. Craig konnte zwei Substanzen mit einem Trennfaktor von $\beta = 1,2$ bei Anwendung von über 2700 Stufen noch trennen¹⁴⁾. $\beta = 3$ ist z. Zt. die Grenze des technisch Auswertbaren¹⁵⁾.

Die Trennwirkung eines Lösungsmittelpaares ist um so größer, je mehr sich die beiden Lösungsmittel in ihrer Konstitution unterscheiden (Fähigkeit zur Bildung von Wasserstoff-Brücken, Polarität). So erzielt man gegen Wasser mit Äther ein viel weiter auseinandergezogenes Löslichkeitsspektrum als mit Butanol¹⁶⁾. (Äther kann für Wasserstoff-Brücken nur als Elektronen-Donator dienen, Butanol ist Acceptor und Donator zugleich und ist außerdem stärker polar). Der Vorteil der außerordentlich vielseitigen Anwendbarkeit des Butanols gegen wäßrige Lösungen bringt gleichzeitig geringe Selektivität mit sich. Die Nichtmischbarkeit von Lösungsmittelpaaren, die Jantzen¹⁷⁾ als Maß für die Trennwirkung ansah, kann als Anhalt dienen, jedoch zeigt z. B. Äther gegenüber dem viel weniger mit Wasser mischbaren Octylalkohol größere Trennwirkung¹⁸⁾.

5.) Die Verteilungsisotherme soll möglichst geradlinig sein, d. h. der Verteilungskoeffizient soll möglichst unabhängig von der Konzentration sein. Das kann durch die Wahl von Lösungsmitteln, in denen keine Assoziationen stattfinden, und durch Arbeiten bei einem bestimmten p_H -Wert, bei dem die Assoziation zurückgedrängt wird, weitgehend erreicht werden. Craig¹⁹⁾ versetzte z. B. bei der Trennung von höheren Fettsäuren beide Phasen mit niedrigen Fettsäuren (Essigsäure). Dadurch wird einerseits die Dissoziation der zu verteilenden höheren Fettsäure in der polaren Phase zurückgedrängt, andererseits findet in der unpolaren Phase statt der unerwünschten Assoziation der Fettsäuren untereinander hauptsächlich eine Assoziation zwischen den höheren Fettsäuren und der in großem Überschuß angewendeten Essigsäure statt. Dadurch werden die Verteilungskoeffizienten der höheren Fettsäuren von der Konzentration unabhängiger.

6.) Die beiden Phasen sollen sich möglichst rasch gegeneinander absetzen. Dies ist durch den Dichteunterschied und die Anwesenheit von oberflächenaktiven Stoffen weitgehend bedingt.

7.) Die Substanz soll sich aus den einzelnen Phasen verlustlos und schonend aufarbeiten lassen. Das schränkt die Verwendung von Salzlösungen und hochsiedenden Lösungsmitteln ein²⁰⁾; oft kann man jedoch durch Zusätze (Ansäuern usw.) die Substanz vollständig in die leichter aufzuarbeitende Phase überführen.

Lösungsvermittler und Mischlösungsmittel

Bei schlechter Löslichkeit der aufzutrennenden Substanzgemische können Lösungsvermittler verwendet werden, z. B. langkettige Fettsäuren, langkettige Amine, bestimmte Proteine, bestimmte aromatische Sulfosäuren, aliphatische Sulfonsäuren sowie Alkylschwefelsäuren, Gallensalze, Purine und sulfosaure Farbstoffe (s. Beispiele in Tab. 2). Dabei wirken die freien Säuren bzw. freien Basen lösungsvermittelnd für die organische Phase, ihre Salze dagegen lösungsvermittelnd für die wäßrige Phase. Pufferlösungen können wegen des sich überlagernden Aussalzeffektes den Verteilungskoeffizienten in beiden Richtungen beeinflussen.

Vielfach kann man durch Anwendung von Mischlösungsmitteln, etwa der Mischung eines Alkohols mit einem Keton oder Ester, die Löslichkeit in einer Phase erhöhen. Glykol ist als gutes Lösungsmittel für Seifen bekannt. Bei Zusatz von kettenförmigen Kohlenwasserstoffen wird diese Lösungseigenschaft noch erhöht²¹⁾. Glykol bildet dann gewissermaßen das Lösungsmittel für die hydrophile Seite der Seifen, der Kohlenwasserstoff das Lösungsmittel für die hydrophobe.

Löslichkeitstheorien

Während bis vor wenigen Jahren die Polarität als ausschlaggebend für die Löslichkeit angesehen wurde, stimmen die neueren Arbeiten von Hildebrand²²⁾, Zellhoefer²³⁾, Ewell²⁴⁾, Francis²⁵⁾, Mecke²⁶⁾ und vor allem

¹²⁾ L. Sieg, Chem.-Ing.-Techn. 23, 112 [1951] sowie A. Silberberg u. W. Kuhn, Nature [London] 170, 450 [1952].

¹³⁾ F. Weygand, Chem.-Ing.-Techn. 22, 213 [1950].

^{13a)} E. Hecker, Chem.-Ing.-Techn. 25, 505 [1950].

¹⁴⁾ L. C. Craig, Analytic. Chem. 23, 1236 [1951].

¹⁵⁾ E. G. Scheibel, Ind. Engng. Chem., im Druck.

¹⁶⁾ R. Collander, Acta chem. scand. 4, 1085 [1950].

¹⁷⁾ E. Jantzen, DECHEMA-Monographie 48, Berlin 1932.

¹⁸⁾ R. Collander, Acta chem. scand. 5, 774 [1951].

¹⁹⁾ E. H. Ahrens u. L. C. Craig, J. biol. Chemistry 195, 299 [1952].

²⁰⁾ E. Hecker u. P. Karlson, Chem.-Ing.-Techn. 25, 397 [1953].

²¹⁾ J. Palit, J. Amer. chem. Soc. 69, 3120 [1947] und frühere Arbeiten.

²²⁾ J. H. Hildebrand: Solubilities of non-electrolytes, 3. Aufl., New York 1950.

²³⁾ G. F. Zellhoefer, M. J. Copley u. C. S. Marvel, J. Amer. chem. Soc. 60, 1337 [1938].

²⁴⁾ R. H. Ewell, J. M. Harrison u. L. Berg, Ind. Engng. Chem. 36, 871 [1944].

²⁵⁾ A. W. Francis, Ind. Engng. Chem. 36, 764, 1096 [1944].

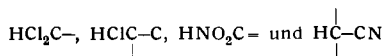
²⁶⁾ R. Mecke, Z. Elektrochem. 52, 269 [1948].

Collander^{16, 18, 27)} und Pearson²⁸⁾ darin überein, daß vorwiegend die Tendenz zur Bildung von Wasserstoffbrücken den Grad der Löslichkeit bestimmt.

Ewell, Harrison und Berg²⁴⁾ geben auf Grund der azeotropen Destillation folgende Reihe mit abnehmender Tendenz zur Bildung von H-Brücken an:



wobei es sich durchweg um starke H-Brücken handelt. $N \rightarrow HN$ und die Wasserstoffbrücken von O und N zu



sind schwach.

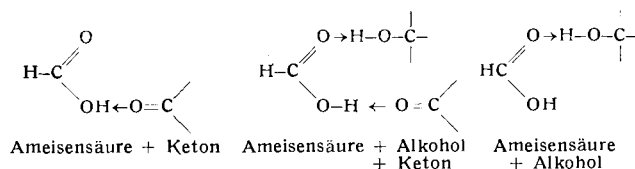
Marvel und Richards²⁹⁾ stellten bei Untersuchungen über Verteilungskoeffizienten von Mono- und Dicarbonsäuren zwischen wäßriger und organischer Phase folgende Reihenfolge auf (wachsender Verteilungskoeffizient zugunsten der organischen Phase):

Heptan	Methylisobutylketon
Tetrachlorkohlenstoff	Essigester
Benzol	Methylpropylketon
Chloroform	Methyläthylketon
Diisopropylketon	Cyclohexanon
Butylacetat	n-Butanol
Äthyläther	

Diese Reihe zeigt zunächst Lösungsmittel ohne Befähigung zur Bildung von H-Brücken und geht über Donator-Lösungsmittel bis zum Butanol, das sowohl Donator- als auch Acceptor-eigenschaften hat.

Wasser zeigt eine besonders starke Tendenz zur Bildung von H-Brücken und kann für Fremdstoffen sowohl als Elektronen-Acceptor als auch als Elektronen-Donator fungieren. Äther kann selbst intermolekular keine H-Brücken bilden, aber für zugemischte Substanzen als Donator wirken. Kohlenwasserstoffe in Äther-Wasser-Gemischen können zwar mit keinem der beiden Lösungsmittel H-Brücken eingehen, stören aber die energiereiche Eigenvernetzung des Wassers so, daß sie fast quantitativ in den unvernetzten Äther gedrückt werden. Verbindungen mit OH- oder NH-Gruppen werden sich je nach Energieinhalt ihrer H-Brücken mit Äther bzw. Wasser zwischen diesen beiden Lösungsmitteln verteilen. Vielfach müssen auch inter- oder intramolekulare H-Brücken bei den eingesetzten Substanzen selbst berücksichtigt werden. Auf diese Weise können Begleitsubstanzen lösungsvermittelnd wirken.

Pearson und Levine²⁸⁾ untersuchten die Verteilungskoeffizienten von Ameisensäure zwischen Wasser und zwei verschiedenen Donator- und Acceptor-Lösungsmitteln (Methylisobutylketon und Methylisobutylcarbinol) und erreichten durch Mischung der beiden organischen Lösungsmittel eine wesentliche Erhöhung des Verteilungskoeffizienten zugunsten der organischen Phase. Sie erklären diesen Mischlösungsmittel-Effekt durch die Möglichkeit zur Ausbildung aller Wasserstoff-Brücken.



²⁷⁾ R. Collander, Acta chem. scand. 3, 717 [1949].

²⁸⁾ D. E. Pearson u. M. Levine, J. org. Chemistry 17, 1352, 1355 [1952].

²⁹⁾ C. S. Marvel u. J. C. Richards, Analytic. Chem. 21, 1480 [1949].

Lösungsmittel für die Verteilung zwischen zwei flüssigen Phasen

Tab. 1 gibt einen Überblick über organische Lösungsmittel, die sich nicht vollständig miteinander mischen. Es sind auch Lösungsmittel mit aufgeführt, die wegen ihrer Viscosität, Reaktionsfähigkeit oder Zersetzlichkeit wenig für eine Craig-Verteilung**) in Frage kommen. Die Sauerstoff- oder CO₂-empfindlichen Lösungsmittel (Aldehyde, Amine) wird man in einer geschlossenen Apparatur⁷⁾ jedoch verwenden können.

Craig gibt nach steigender Dielektrizitäts-Konstante geordnet folgende Lösungsmittel für die Verteilung an:

Pentan	Isopropylacetat
Isopentan	Essigester
Hexan	Methylacetat
Heptan	Nitrobenzol
2,2,4-Trimethylpentan	Cyclohexanol
Cyclohexan	Amylalkohole
Cyclopentan	tert. Amylalkohol
Benzol	n-Butanol
Toluol	sec-Butanol
Äthylendichlorid	Propanol
Methylenchlorid	Äthylalkohol
Tetrachlorkohlenstoff	Methanol
Chloroform	Acetonitril
Schwefelkohlenstoff	Nitromethan
höhere Äther	Glykolmonomethyläther
Diisopropyläther	Pyridin
Diäthyläther	Morpholin
Furan	Anilin
Furfurol	Phenol
Thiophen	Eisessig
Methyläthylketon	Formamid
Methylcyclohexanon	Wasser
Aceton	HCl
Dioxan	H ₂ SO ₄
Amylacetat	Salzlösungen

Ternäre Gemische konnten aus tabellarischen Gründen nicht mit aufgenommen werden. Einige Beispiele findet man in Tab. 2. Im übrigen sei auf die „Unit Operations“ in den Januarheften der „Industrial Engineering Chemistry“ ab 1946 hingewiesen, die jährlich 10 bis 20 genauer untersuchte ternäre Systeme referieren.

Zunächst wird man noch bei der Wahl der Lösungsmittel auf empirische Befunde angewiesen sein. Die in Tabelle 2 zusammengestellten Beispiele von Verteilungen zwischen zwei flüssigen Phasen sollen eine Arbeitshilfe für diese Auswahl sein. Es ist bewußt von einer Zusammenfassung der Befunde abgesehen worden, weil jeder Schlußfolgerung viel Willkür innewohnt und die Zahl der Beispiele doch nicht ausreicht, um für die mannigfaltigen Substanzen Regeln aufzustellen.

Vorwiegend handelt es sich in Tabelle 2 um Anwendungsbeispiele der Craig-Verteilung. Es sind aber auch Beispiele mit aufgeführt, bei denen es sich um die Extraktion von Stoffen aus nativen oder industriellen Lösungsgemischen (z. B. Erdöl, Essigsäureabwässer) handelt, da diese Beispiele Hinweise auf die Spezifität einiger Lösungsmittel geben. Außerdem sind Arbeiten aufgenommen, die sich in Versuchsreihen mit den Verteilungskoeffizienten einer oder mehrerer Substanzen zwischen verschiedenen Lösungsmitteln befassen. Die Arbeiten von R. Collander, die systematische Übersichten über die Verteilungskoeffizienten von rd. 200 Substanzen zwischen Wasser und Äther²⁷⁾, Wasser und 2-Butanol¹⁶⁾ und Wasser und Octanol bzw. Oleylalkohol¹⁸⁾ geben, sind hier nicht berücksichtigt. Auch Arbeiten mit nur theoretischem Charakter sind nicht mit aufgeführt.

Tabelle 1. Begrenzt mischbare Paare organischer Lösungsmittel *)

[illegible]

*) Die Tabelle wurde auf Grund eigener Versuche sowie Angaben von S. Drury (Ind. Engng. Chem. 44, 2744 [1952]) und Angaben aus Beilstein: Handb. d. organ. Chem., aus J. D'Ans und E. Lax: Taschenb. f. Chemiker u. Physiker, sowie aus J. Mellan: Industrial Solvents, New York 1950, zusammengestellt. **) Lösungsmittel kristallisiert leicht aus. Dies kann durch geringen Wassorzusatz vermieden werden.

Zeichenerklärung:

x nicht mischbar oder nur begrenzt mischbar.

(-) begrenzt mischbar, starke Phasenverschiebung.

— bei Zimmertemperatur mischbar.

-R, xR augenblickliche Reaktion beim Mischen.

xa, xb nicht mischbar oder nur begrenzt mischbar, nähere Angaben siehe Zusatztabelle a bzw. b.

-a, -b bei Zimmertemperatur mischbar, nähere Angaben siehe Zusatztablelle a bzw. b.

? Unstimmigkeiten in den Befunden, wahrscheinlich verursacht durch verschiedenen Reinheitsgrad der angewandten Lösungsmittel (Wassergehalt).

gleiches Lösungsmittel in senkrechter und waagerechter Spalte (Lösungsmittel sind nur dann in beiden Reihen aufgeführt, wenn sie in beiden Spalten zweiphasige Gemische zeigen. Die freien Folder der Tabelle wurden nicht untersucht, lassen sich aber in vielen Fällen voraussagen.

Mit folgenden Lösungsmitteln waren alle in der Tabelle aufgeführten Lösungsmittel vollständig mischbar: Aceton (außer Glycerin), Dioxan, Tetrahydrofuran, Pyridin, Piperidin, Chinolin (außer Wasser), Propionsäure, n-Butanol (außer Wasser), iso-Propylalkohol, Glykolmonomethyläther = „Methylcellosolve“ (außer Heptan und iso-Octan, vgl. Zusatztable 3).

Verteilungschromatographie als Vororientierung

Um einen Anhalt über die Zusammensetzung eines Stoffgemisches und die Möglichkeit seiner Auftrennung zu bekommen, kann man unter Zuhilfenahme eines Feststoffes mit nur schwachen Adsorptionseigenschaften (Cellulose, Papier) die folgende Art von Verteilungschromatographie zu orientierenden Versuchen verwenden³⁰⁾: Man trinkt oder besprüht den Festkörper mit einer Phase eines nicht mischbaren Lösungsmittelgemisches (im allgemeinen mit der stärker polaren Phase) und läßt die andere Phase darüber hinweglaufen. Dieses Verfahren ermöglicht die Verwendung von Lösungsvermittlern und Pufferlösungen in der stationären Phase und gibt zugleich einen Anhalt für die Auswahl eines Lösungsmittelpaares für die präparative *Craig*-Verteilung. Auch der umgekehrte Weg: die Nutzung der Lösungsmittelerfahrung aus einer *Craig*-Verteilung für eine Verteilung in einer mit stationärer Phase getränkten Cellulose-Säule wurde mehrfach beschritten.

Auch wenn man berücksichtigt, daß die Adsorptionskräfte des Festkörpers noch weit genug in die Flüssigkeiten hereinreichen, um den Verteilungskoeffizienten zu beein-

³⁰⁾ H. Brockmann u. P. Palt sowie H. Brockmann u. H. Gröne, Naturwiss. 40, 221, 222 [1953].

Zusatztab. a zu Tab. 1. Kritische Mischungstemperatur t_k und %-Gehalt des erstgenannten Lösungsmittels in den beiden Phasen zweier begrenzt mischbarer Flüssigkeiten. (Angaben aus *Landolt-Börnstein*: Physikalisch-chemische Tabellen)

Lösungsmittel	untere Phase	obere Phase	t_k °C
Hexan/Anilin	9%	90%	69°
Hexan/Methanol	34%	95%	34°
„/Nitrobenzol*			19°
Tetrachloräthylen/Äthylchlorhydrin			30°
„Acetonitril			13°
„Nitromethan			41°
n-Heptan/Äthylendiamin			108°
Methanol/Cyclohexan	4%	63%	46°
„/Tetrachlorsilan	1%	82%	78°
Äthylendiamin/Isopropyläther			36°
Acetanhydrid/Schwefelkohlenstoff	17%	41%	30°
„/Cyclohexan	8%	85%	52°
Chloressigsäure/o-Kresol*			37°
Acetamid*)Dimethylanilin			120°
„/Äthylalcalat			31°
„/Nitrobenzol			120°
Glykol/Anisol			134°
„/Dimethylanilin			171°
Hexachloräthan/Phenol			124°
„/Äthylalcalat			105°

*) In Tab. 1 nicht enthalten.

Zusatztab. d zu Tab. 1. Löslichkeit von halogenierten Kohlenwasserstoffen in verschiedenen Lösungsmitteln (nach *Copley, Zellhoefer und Marvel, J. Amer. chem. Soc.* 61, 3550 [1939])

Lösungsmittel	gelöste Substanz		
	CCl ₄ F (Kp 24°)	CHCl ₃ F	CH ₂ Cl ₂
Phenol	sehr niedrig	27%	21%
Äthylenglykol	1,5%	1%	
Trimethylenglykol	3,1%	1,1%	
Anilin	11%		
Triphenylphosphit*)			19,2%
Formamid		7,5%	6,2%
Acetamid*)	sehr niedrig	sehr niedrig	sehr niedrig

*) In Tab. 1 nicht enthalten.

flussen, erscheint es berechtigt, diese Methode der flüssig/flüssig-Verteilung zuzurechnen. Einige Beispiele dieser zweiphasigen Verteilungschromatographie sind in der Tabelle 2 mit eingeordnet; sie sind dadurch kenntlich, daß der verwendete Feststoff jeweils zusammen mit der flüssigen Phase erwähnt ist, mit der er vor Beginn der Verteilung getränkt wurde.

Schlußwort

Alle im Rahmen dieses Beitrags angeschnittenen Fragen konnten nur knapp wiedergegeben werden. Auch die Tabellen können keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, zumal Lösungsmittelfragen in fast allen Stichwortverzeichnissen unberücksichtigt bleiben. Für weitere Orientierung auf dem Gebiet der labormäßigen Extraktionsverfahren sei auf die eingangs bezeichnete Monographie*) hingewiesen. Für verfahrenstechnische Fragen sind die Arbeiten von *E. G. Scheibel* in „Industrial and Engineering Chemistry“ dienlich (eine Zusammenfassung erscheint dort demnächst). Die reichhaltigsten Angaben über Lösungsmittel findet man bei *I. Mellan* „Industrial Solvents“ New York 1950. Über die Theorie der Extraktion siehe *G. Kortüm* und *H. Buchholz-Meisenheimer*: „Die Theorie der Destillation und Extraktion von Flüssigkeiten“, Heidelberg 1952.

Herrn Priv.-Doz. Dr. R. Bock, Hoechst, verdanke ich die Auswahl der anorganischen Beispiele der Tabelle 2. Herrn Prof. Brockmann danke ich für die große Anteilnahme und Unterstützung, die er meiner Arbeit hat zuteil werden lassen.

Zusatztab. b zu Tab. 1. Kritische Mischungstemperatur t_k und %-Gehalt des erstgenannten Lösungsmittels in den beiden Phasen zweier begrenzt mischbarer Flüssigkeiten. (Angaben aus *International Critical Tables*, New York 1928 Vol. III S. 395)

Lösungsmittel	untere Phase	obere Phase	t_k °C
Schwefelkohlenstoff/Ameisensäure	4,5%	98%	36°
„/Methanol	57%	96%	24°
„/Äthylalkohol			63°
„/Nitromethan			73°
Ameisensäure/Tetrachlorkohlenstoff	3%	93%	
„/Benzol	10%	86%	
„/Toluol	10%	92%	
„/Xylol	8%	93%	
Äthylendiamin/iso-Octan			81°
Glycerin/Isoamylalkohol			287°
„/Dimethylanilin			96°
„/Aceton*)	9%	87%	

*) In Tab. 1 nicht enthalten.

Zusatztab. e zu Tab. 1. Kritische Mischungstemperaturen in °C (nach *A. W. Francis, Ind. Engng. Chem.* 36, 1096 [1944])

	Äthylenglykol	Trimethylenglykol	Propylenglykol	Diäthylenglykol	Äthanolamin	Diäthanolamin	Triäthanolamin
Benzol	180	22	90	92	103		155
Toluol	210	90		134	137		
m-Xylol		120		162			
Äthylbenzol		115		155	150		
Styrol		37		111	115		180
Tetralin	213	92		132	139	181	187

Zusatztable e zu Tab. 1. Kritische Mischungstemperaturen in °C (nach *A. W. Francis, Ind. Engng. Chem.* 36, 764 1096 [1944])

	Phenol	o-Kresol	Methanol	Äthylalkohol	Benzyl- alkohol	Furfuryl- alkohol	Äthylen- chlorhydrin	Furfurol	Benz- aldehyd	Eisessig	Monochlor- eisessigsäure	Acetonyl- aceton	Diäcton- alkohol	Acetessig- ester	Acetan- hydrin	Anilin	Acetonitril	Nitromethan	Glykolmono- methylether	β, β'-Di- äthylether
n-Hexan	51	5	35	-78	49	115	101	92	3	-5	137	59	10	32	59	69			28	11
n-Heptan	53	9	51	-60	60	115	108	95	3	10	137	68	8	43	68	70	84		48	15
iso-Octan	66	21	43	-70	73	122	113	101	16	6	66	72	4	43	66	80	81		46	19
Cyclohexan		-36	45		2	78	81	69	-22	6	52		-6	24	52	31	76	79	25	-11
Methylcyclohexan			47		14	93	89	76	-15	7	56		-5	26	56	41	78	90	36	-7
Dekalin			101			88	82				60			83	35	106		116		
1-Hepten			12		-8	76	74	56	-50		70	11	-32	-2	24	26			-10	
Diisobuten			0		15	79	72	62	-38	-37	27	31	-48	-2	27	36			-2	

Tabelle 2. Anwendungsbeispiele von Verteilungsmethoden unter bes. Berücksichtigung der verwendeten Lösungsmittelpaare

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = p_H -Werte		Literatur	Bemerkungen
A. Organische Chemie				
1. Stickstoff-freie Antibiotica				
Rubromycin	Wasser + Dioxan + Benzin (2:12:3)		<i>Brockmann u. Renneberg, Naturwiss. 40, 59 [1953].</i>	
Actinorhodin	Formamid auf Papier	Benzol + Dioxan + Eisessig (2:0 bis 1:0 bis 1) n-Butanol	<i>Brockmann u. Hieronymus, demnächst Chem. Ber.</i>	
Despeptido-Actinomycin	Phosphatp. 8,0		<i>Brockmann u. Grubhofer, Naturwiss. 37, 494 [1950].</i>	
Mycomycin (Polyinsäure)	2% Phosphatp. 7,0	Chloroform	<i>Celmer u. Salomons, J. Amer. chem. Soc. 74, 3838 [1952].</i>	Nachw. Einheitlichk.
2. Antibiotica ohne Polypeptidkette				
Penicilline	2 m-Phosphatp. 4,8	Äther	<i>Craig u. a., J. biol. Chemistry 168, 665 [1947]; sowie Behrens u. a., ebenda 175, 771 [1948].</i>	Triäthylammonsalz Fällung
Penicillin	1 bis 3 m-Phosphatp. 4,0 bis 5,1	Essigester bzw. Äther, Chloroform, Furan, Isopropyläther Methylamylacetat	<i>Barry, Sato u. Craig, J. biol. Chemistry 174, 209 [1948].</i>	
Penicillin K	m-Phosphatp. 5,2 bis 6,7		<i>Bartels u. Dolliver, J. Amer. chem. Soc. 72, 11 [1950].</i>	App., techn. Isolierg. von Penicillin
Penicillin	wäßr. H_2SO_4	Butyl- bzw. Amylacetat	<i>H. Eisenlohr, Chem. Ing. Techn. 23, 12 [1951].</i>	„Luwesta-Solvent-Extraktor“, techn. Isolierg. Radioanalyse
C^{14} -Penicillin	Pufferlsg. auf Silicagel	Chloroform	<i>Martin, Berkly, Godzeski u. a. J. biol. Chemistry 203, 239 [1953]</i>	Trenng.
Rhomomycin A und B	Phosphatpuffer 7,5 Phosphatp. 4,8 HCl p_H 3,0	n-Butanol n-Butanol + Äther (1:1) n-Butanol + Äther (1:2-3) n-Butanol	<i>Brockmann, Bauer u. Borchers, Chem. Ber. 84, 700 [1951]; 86, 262 [1953].</i>	
Rhomomycine	0,066 m-Phosphp. 5,8 auf Papier		<i>Brockmann u. Patt, Naturwiss. 40, 221 [1953].</i>	App., Zweiphasige Ringchromatogr.
Streptomycin	5% Toluolsulfosäure	Butanol	<i>Titus u. Fried, J. biol. Chemistry 168, 393 [1947]; 174, 57 [1948].</i>	
Streptomycine	0,5 m-Phosphatp. 8,8	15% Laurinsäure in techn. Amylalkohol („Pentanol“)	<i>O'Keeffe u. Dolliver, J. Amer. chem. Soc. 71, 2452 [1949].</i>	Lösungsvermittler. Auftrenng.
Streptomycine	0,5 m-Boratp. 7,3 + 0,5% KCl	5% Stearinsäure in Pentanol	<i>E. A. Swart, J. Amer. chem. Soc. 71, 2942 [1949].</i>	Lösungsvermittler. Identität
Streptomycin	0,5 m- $NaHCO_3$ + 1% $NaCl$	5% Stearinsäure in Pentanol	<i>Plaut u. McCormack, J. Amer. chem. Soc. 71, 2264 [1949].</i>	Lösungsvermittler
Chloramphenicol	0,2 m-Phosphatp. 6,7	Heptan + iso-Amylalkohol (79:21)	<i>Glazko, Dill u. Rebstock, J. biol. Chemistry 183, 684 [1950].</i>	Isolierg. u. Nachw. i. Harn
Neomycin	wäßr. Toluolsulfosäure	Butanol	<i>Folkers u. Mitarb., J. Amer. chem. Soc. 71, 2596 [1949].</i>	
Neomycin	Boratp. 7,6	5% Stearinsäure in Pentanol	<i>Swart u. Lechevalier, J. Amer. chem. Soc. 73, 3253 [1951].</i>	Reinigg., Identität
Neomycin	2,5% Äthylbuttersaures Na	n-Butanol	<i>B. E. Beach u. a., J. Amer. chem. Soc. 73, 2794, 2797 [1951].</i>	
Xanthomycin A und B	Pufferlösung 4,4	Chloroform	<i>Thorn u. Petersen, J. biol. Chemistry 176, 413 [1948]</i>	Reineckeat-Fällg.
Xanthomycinähnliches Antibiotikum	1 m-Phosphatp. 6,2	Essigester	<i>Mold u. Bartz, J. Amer. chem. Soc. 72, 1847 [1950].</i>	Reineckeat-Fällg.
3. Antibiotica mit ausgesprochenem Peptid-Charakter				
Licheniformin	wäßr. HCl	Phenol	<i>Callow u. Work, Biochemic. J. 51, 558 [1952].</i>	Verteilungsstudien
Subtilin	wäßr. Piperidin Wasser	n-Butanol n- bzw. sec-Butanol	<i>Brink, Mayfield u. Folkers, J. Amer. chem. Soc. 73, 330 [1951].</i>	
Gramicidin	76% Methanol	Chloroform + Benzol (1:1)	<i>Gregory u. Craig, J. biol. Chemistry 182, 839 [1948].</i>	
DNP-Gramicidin-S-Dekapeptid	0,01 n- HCl + Methanol (7:23)	Benzol + Chloroform (20:10)	<i>Battersby u. Craig, J. Amer. chem. Soc. 73, 1887 [1951].</i>	Molgewichtentscheid
Polypeptin	0,25 n- HCl bzw. 0,14 n- HCl	sec-Butanol + Isopropyläther (2:1)	<i>Hausmann u. Craig, J. biol. Chemistry 198, 405 [1952].</i>	
DNP-Polypeptin	0,1 n- HCl	sec-Butanol + Isopropyläther (2:1)	— ebenda.	Molgewichtentscheid
Bacitracin A	2% HCl 5% Ammonacetat in 1% NH_4OH	Phenol sec-Butanol + n-Propanol (2:1)	<i>Craig, Hausmann u. Weisinger, J. biol. Chemistry 175, 483 [1948]; 199, 865 [1952]; 200, 765 [1953].</i>	
Aminosäuren des Bacitracins A	5% HCl	tert. Amylalkohol	— ebenda.	Trenng., Analyse
DNP-Bacitracin A	3% Essigsäure	sec-Butanol	— ebenda.	Molgewichtentscheid
Bacitracin B	3% Essigsäure	sec-Butanol		
Ayfrivin, Bacitracin	1 m-Phosphatp. 6,9 bis 7,1 3% Essigsäure	Butanol + Amylalk. (1:4) sec-Butanol	<i>Craig, Weisinger u. Hausmann, J. biol. Chemistry 199, 259 [1952].</i>	Identität
Bacitracin	0,05 m-Kaliumphosphat 7,0 Wasser	Amylalkohol + n-Butanol (4:1) Methylenchlorid	<i>C. Newton u. Abraham, Biochemic. J. 47, 257 [1950].</i>	
Amicetin (Actinomyceten-antibiot.)			<i>Newton u. Abraham, Biochemic. J. 53, 597 [1953]</i>	
Resistomycin (Actinomyceten-antibiot.)	Pufferlsg. 11,3	Äther	<i>de Boer, Caron u. Himan, J. Amer. chem. Soc. 75, 499 [1953]</i>	
Actinomycin C	5,6% HCl 30% Harnstoff	Äther n-Dibutyläther + Methylbutyläther (29:71) n-Dibutyläther	<i>G. Schmidt-Kastner, Dissert. Göttingen 1952</i>	Isolierg. aus Kultur-extrakt
Actinomycin C	10% Naphthalin-1,6-disulfons. Na auf Papier		<i>Brockmann u. Pfennig, Naturwiss. 39, 429 [1952]; Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 292, 80 [1953].</i>	
Actinomycin X	1,5% Naphthalin- β -sulfonsaures Na	Methylbutyläther	<i>Brockmann u. Gröne, Naturwiss. 40, 222 [1953].</i>	zweiphasige Ringchromatographie
Tyrocidin A	0,1 n- HCl	Methanol + Chloroform + Benzol (20 bis 23:20:0 bis 10)	<i>Brockmann u. Gröne, Naturwiss. 40, 224 [1953].</i>	Isolierg. u. Reinigg.
Aminosäuren aus Tyrocidin	5% HCl	tert. Amylalkohol	<i>Battersby u. Craig, J. Amer. chem. Soc. 74, 4019 [1952].</i>	Trenng., Analyse
DNP-Tyrocidin A	0,1 n- HCl + Methanol + Chloroform + Benzol (7:23:10:20)		<i>Battersby u. Craig, J. Amer. chem. Soc. 74, 4023 [1952].</i>	Molgewichtentscheid

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = pH -Werte		Literatur	Bemerkungen
4. Aminosäuren, Peptide und Proteine (s. a. die unter Antibiotica aufgeführten peptidhaltigen Stoffe)				
Aminosäuren	5% HCl	n-Butanol	L. C. Craig, Analytic. Chem. 22, 1346 [1950].	
Aminosäuren	5% HCl Wasser	n- bzw. sec-Butanol n-Butanol	Hausmann u. Craig, J. biol. Chemistry 198, 405 [1952]; s. a. C. W. Hirs, ibid. 195, 681 [1949].	
Aminosäuren aus Gramicidin	17% Essigsäure	n-Butanol	A. T. James, Biochemic. J. 50, 114 [1952].	
Trenng. Arginin und Argininmethylester	15% Na-acetat	5% Laurinsäure in n-Butanol	Rauen, Stamm u. Felix, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 292, 109 [1953]	
Acylaminosäuren	Phosphatpuffer	Essigester	Kenner u. Stedman, J. Chem. Soc. [London] 1952, 2069	
DNP-Aminosäuren	verd. NH_4OH bzw. Acetatp. od. Phosphatp. Wasser	n-Butanol bzw. Essigester	D. W. Woolley, J. biol. Chemistry 199, 563 [1949].	
Benzoylthreonin		Äther	D. E. Elliot, Biochemic. J. 45, 429 [1949].	
Benzolazo-anilinoformyl-aminosäuren	0,066 m-Phosphatp. 5,2 bis 8,0 gesätt. NH_4Cl + $NaNO_3$ 60% K_2CO_3 3% KH_2PO_4 Wasser	Äther Äther bzw. Butyläther Essigester Amyläther Tetrachlorkohlenstoff u. a. m.	Zeile u. Oetzel bzw. W. Krukenberg, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 284, 1 bzw. 19 [1949].	Verteilungsstudien
Pipsyl-Aminosäuren	0,2 n-HCl	Chloroform	Velick u. Udenfried, J. biol. Chemistry 190, 721 [1951].	
Pipsylpeptide	0,2 n-HCl	Chloroform bzw. CCl_4 bzw. Äther, Dichloräthan od. Essigester	M. Levy, J. biol. Chemistry 199, 563 [1952]; sowie Keston, Udenfried u. Cannan, J. Amer. chem. Soc. 71, 249 [1949].	Analyse auf Grund v. Radioaktivität. Mit p-Jodphenylsulfosäure gekuppelte Aminosäuren
Synthet. Carbobenzoxy-di- u. tripeptide	0,2 n-NaOH Acetatpuffer	n-Butanol Essigester	G. W. Kenner, Chemistry & Industry 1951, 15.	
Protamine	15% Na-Acetat	5% Laurinsäure in n-Butanol	W. Stamm, diese Ztschr. 65, 91 [1953].	
Clupein (Protamin)	7% NH_4OH in 30% Ammoniumacetat	iso-Butanol	Felix, Rauen u. Stamm, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 286, 199 [1951].	Verteilungsstudien
Clupein, Salmin, Iridin als Sulfate oder Methylesterhydrochloride	15% Na-acetat	5% Laurinsäure in n-Butanol	Rauen, Stamm u. Felix, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 292, 101 [1953].	
Insulin u. a. Proteine	0,28 m-Phosphp. 7,6 1,3 m-Phosphp. 7,6 auf silanbehandeltem Papier	Glykolmonobutyläther Glykolmonobutyläther + Glykolmonoäthyläther (1:2)	R. R. Porter, Biochemic. J. 53, 320 [1953].	
Serum-Proteine	konz. Ammoniumsulfat	Äthylalkohol bzw. Aceton	P. Decker, Intern. biochem. Kongr., Paris 1952	Eiskühlung, Zentrifugieren Auftrennung ohne Denaturierung Verteilungsstudien
Casein-Proteine	0,05 n-NaOH pH 6,5 bis 9,0 Wasser	Phenol + Äthylalkohol	R. Signer, diese Ztschr. 65, 349 [1953].	
Albumin, Globulin, Clupein, Gelatine, Diketopiperazin	20% Essigsäure	Phenol + Butanol (1:1) Phenol	Grassmann u. Deffner, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 293, 89 [1953].	
5. Amine, Amide				
Diäthylamin	Wasser	Toluol	Morello u. Beckmann, Ind. Engng. Chem. 42, 1078 [1950]; 41, 2853 [1949].	
Trenng. prim. u. sek. Amine	Wasser	Kohlenwasserstoffe	USP. 2527017.	
Trenng. v. prim., sek. u. tert. Aminen aus Antimalaria-Basen	Pufferlösungen	n-Butanol	Titus, Mighton, Craig u. a., J. org. Chemistry 13, 39 [1948].	Verteilungsstudien
Trenng. v. Mono- u. Dimethylanilin	Citratpuffer	Cyclohexan	Golumbic u. Goldbach, J. Amer. chem. Soc. 73, 3966 [1951].	
Trenng. v. Mono- und Dimethylanilin	Reaktionsmischg.	$HN(C_2H_5)_2$	Chem. Engng. News 28, 1766 [1950].	
Anilin	Wasser	Benzol bzw. Methylcyclohexan bzw. n-Heptan	Griswold, Chew u. Klecka, Ind. Engng. Chem. 42, 1246 [1950].	Verteilungsstudien
Trenng. v. Aminen verschied. Basizität	Pufferlösung	org. Lösungsmittel	Japan. Pat. 172 914.	
Auftrenng. v. D,L-2-Naphtholbenzylamin in die opt. Antipoden	Phenol auf Papier	13% bzw. 40% wäfr. Weinsäure	Bonino u. Carassiti, Nature [London] 167, 569 [1951].	
Methadone (= Amidon)	0,67 m-Acetatp. 3,3	Äthylendichlorid	E. L. Way u. a., J. pharmacol. exp. Therapeut. 101, 249 [1950].	Isolierg. aus Harn
Trenng. v. Nikotinamid u. Benzamid	Wasser	Essigester	E. Hecker, Chem. Ing. Techn. 25, 505 [1953].	Mikroapparatur
Adrenalin s. biol. Faktoren Nitrilanilin s. Nitro-Verb. Cyanamid s. Verschiedenes				
6. Peptidartige Hormone				
Insulin (s. a. unter 4)	wäfr. Dichloressigsäure	sec-Butanol	Craig u. Harfenist, J. Amer. chem. Soc. 73, 377 [1951]; 74, 3087, 3083 [1952].	Einheitlichkeit Molegewichtsentscheid
Vasopressin	0,02 bis 0,3 m-Toluolsulfosäure	n-Butanol	Turner, Pierce u. duVigneaud, J. biol. Chemistry 191, 25 [1951].	Reinigung u. Aminosäurebestimmung
Hypophysenextrakt	0,05% Essigsäure bzw. 0,001 m-Pyridin bzw. 0,1 m-Triäthylamin bzw. 0,01 bis 0,1 m- NH_4OH 0,05% Essigsäure	sec-Butanol	Livermore u. duVigneaud, J. biol. Chemistry 180, 365 [1949].	Isolierung des Oxytocins
Aminosäuren des Oxytocins		sec-Butanol	Pierce u. duVigneaud, J. biol. Chemistry 186, 80 [1950].	
Oxydationsprodukte des Oxytocins	0,05% Essigsäure	sec-Butanol	Mueller, Pierce, Davoll u. a., J. biol. Chemistry 191, 309 [1951].	
Desulfuriertes Oxytocin	Wasser	sec-Butanol	R. A. Turner, J. biol. Chemistry 193, 359 [1951].	
Oxytocin	0,01 m- NH_4OH 0,05% Essigsäure	sec-Butanol	Pierce, Gordon u. duVigneaud, J. biol. Chemistry 199, 929 [1952].	weitere Anreicherung
Adrenocorticotropes Hormon (ACTH)	Wasser	sec-Butanol Phenol + wechselnde Mengen Äther	J. B. Lesh, Science [New York] 112, 43 [1950].	Anreicherung
Corticotropin	0,05 m-Pikrinsäure 0,05 m-Sulfosalicylsäure	sec-Butanol sec-Butanol	Payne, Raben u. Astwood, J. biol. Chemistry 187, 719 [1950].	Abtrenng. u. Reinigg.
Corticotropin B	0,5% Trichloressigsäure	sec-Butanol	Kuehl, Brink u. Folkers, J. Amer. chem. Soc. 75, 1955 [1953].	Reinigung

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = pH-Werte	Literatur	Bemerkungen
7. Steroide, Steroidhormone			
Östrogene aus Harn	Na ₂ CO ₃ -Lösung	Benzol	Bachman u. Pettit, J. biol. Chemistry 138, 689 [1941].
Östrogene	0,3 m-Na ₂ CO ₃ bzw. 0,1 bis 1 n-NaOH	Äther, Isopropyläther, Butyläther, Butanol	A. Mather, J. biol. Chemistry 144, 617 [1942].
Östrogene	1,5 n-H ₂ SO ₄ verd. NaOH	Äther	Engel u. Slaunwhite, J. biol. Chemistry 185, 255 [1950].
	50% Methanol	Toluol	s. a. ebenda 191, 621 [1951].
	50% Äthylalkohol	Tetrachlorkohlenstoff	
	50% Äthylalkohol	Essigester + Cyclohexan (1:1)	
	60% Methanol	Essigester + Chloroform (2:3)	
	60% Methanol	Essigester + Chloroform (1:9) u. andere Systeme	
Phenole und Östrogene aus Harn	Propylenglykol a. Papier	Benzol	R. J. Boscott, Biochemic. J. 48, XLVII [1951].
	Äthylenglykol a. Papier	Äthylendichlorid	
	Glycerin a. Papier	Aceton u. a.	
	Caprylalkohol a. Papier	10% K ₂ CO ₃	
		10% KHCO ₃	
Östrogene	Formamid a. Papier	Dichlorbenzol bzw. Methylchlorid bzw. Cyclohexan	L. A. Axelrod, J. biol. Chemistry 201, 59 [1953].
Steroide	70% Methanol	CCl ₄ + Chloroform (3:2)	H. Teufel, ref. E. Hecker, Z. Naturforsch. 8b, 78 [1953].
Steroide	Propylenglykol auf Papier	Benzol + Cyclohexan (1:1)	D. Kochakian, J. biol. Chemistry 199, 607 [1952].
3β-Acetoxy-13-epi-androstanon-17, 3β-Acetoxy-13-isoandrostanon-17	80% Methanol	Benzin Kp 140°	E. Hecker, Chem. Ing. Techn. 25, 505 [1953].
Steroid unbek. Konstitution	75% Methanol	CCl ₄ + Chloroform (1:1)	E. Hecker, Chem. Ing. Techn. 25, 505 [1953].
50 α-Ketosteroide	Propylenglykol auf Papier	Ligroin bzw. (Methyl)-cyclohexan bzw. Benzol bzw. Toluol	K. Savard, J. biol. Chemistry 202, 475 [1953].
	Äthylenglykolmonophenyläther auf Papier	Ligroin bzw. Heptan	
Corticosteroide	Formamid bzw. Propylenglykol auf Papier	Benzol bzw. Toluol	Zaffaroni u. Burton, Science (New York) 111, 6 [1950].
Hydroxy-17-corticosteron	Formamid bzw. Propylenglykol auf Papier	Benzol bzw. Toluol	Reich, Nelson, u. Zaffaroni, J. biol. Chemistry 187, 411 [1950].
Steroide	gleiche Systeme	Benzol bzw. Toluol	Burton, Zaffaroni u. Keulmann, J. biol. Chemistry 188, 763 [1951].
Steroide	Chloroform auf siliciumisiertem Papier	wäßr. Äthylalkohol	Kritchevski u. Tiselius, Science [New York] 114, 299 [1951].
Trenng. schwach polarer Steroide	Äthylenglykolmonophenyläther auf Papier	Heptan bzw. Hexan bzw. Ligroin, Cyclohexan oder Dekalin	Neher u. Wettstein, Helv. Chim. Acta 35, 276 [1952].
Zahlreiche 17-Ketosteroide	Glykolmonophenyläther od. Propylenglykol a. Papier	n-Heptan	Rubin, Dorfman u. Pincus, J. biol. Chemistry 203, 629 [1953].
Progesteron aus Placenta	70% Methanol	Petroläther	Pearlman u. Cerreo, J. biol. Chemistry 198, 80 [1952].
Adrenocorticotrope Hormone (C ₁₉ O ₂ und C ₂₁ O ₂ bis C ₂₁ O ₆ -Steroide und ihre Acetate)	Formamid bzw. Propylenglykol auf Papier	Cyclohexan bzw. Benzol bzw. Toluol bzw. Chloroform	A. Zaffaroni, Recent Progress in Hormon Research, Vol. VIII, 1953.
Extrakt aus Nebenniere	Propylenglykol auf Cellulose	Toluol	Baker, Dobson u. Stroud, Nature [London] 163, 114 [1951].
			siehe auch Hofmann u. Staudinger, Naturwiss. 38, 213 [1951].
Extrakt aus Nebennierenrinde	Wasser	sec-Butanol	Voigt u. Schröder, Naturwiss. 40, 485 [1953].
Sterin-Glukoside	Formamid a. Papier	Benzol + Chloroform	Schindler u. Reichstein, Helv. chim. Acta 34, 108 [1951].
Sterin-Glnkoside	Formamid	Chloroform	K. Allemann, Dissert. Bern 1953
Sarmentogenin (Steroidaglykon)	Wasser	n-Butanol	gem. frdl. Mitt. Prof. Signer
Cholesterin	Methanol	n-Heptan	Callow, Metkile u. Taylor, Chemistry & Industry 1951, 336.
Cholesterin	80% Äthylalkohol	n-Heptan	R. Romelsch, Helv. chim. Acta 33, 185 [1950].
Trenng. v. Cholesterin, Ergosterin u. Sitosterin	Methanol bzw. Acetonitril	CS ₂ bzw. Pentan, Hexan oder Heptan	Abell, Levy, Brodie u. Kendall, J. biol. Chemistry 195, 357 [1952].
Gallensäuren	0,5 m-Na-Taurocholat	3% Eisessig i. sec-Butanol	Cornish, Archibald, Murphy u. Evans, Ind. Engng. Chem. 26, 397 [1934].
	97,5% Essigsäure	n-Heptan	Ahrens u. Craig, J. biol. Chemistry 195, 763 [1952].
	60% Essigsäure	Isopropyläther + n-Heptan (15 bis 17: 5 bis 3)	
	10% Essigsäure	n-Butanol + n-Heptan (3:7)	
	54% Ameisensäure auf Papier	n-Butanol	
8. Vitamine, Enzyme, biologische Faktoren			
Biotin	Wasser	n-Butanol	Bowden u. Petersen, J. biol. Chemistry 178, 533 [1948].
Vergleich Vit. B ₁₂ mit Kükenwachstumsfaktor	0,5% HCl in 3% Essigsäure	30% Phenol in n-Butanol	Cobs, Carlson, Miller u. a., J. biol. Chemistry 182, 727 [1950].
Vergleich Pantothenensäure mit Coenzym-A-Aktivität	0,05% KCl	Phenol	I. B. Neilds, J. biol. Chemistry 185, 341 [1950].
Vergleich Citrovorumfaktor mit Folsäure-Aktivität	Pufferlösung 2,0	n-Butanol	H. B. Broquist, J. biol. Chemistry 185, 399 [1950].
Brenztraubensäure-Oxydationsfaktor	0,2 m-Phosphatp. 6,5 HCl pH 2	Äther	Gunsalus, Struglie u. O'Keeffe, J. biol. Chemistry 194, 863 [1952].
Orobranche-Keimfaktor	Wasser + Aceton + tert. Butanol + Petroläther (2:4:4:5)	Äther	Brown, Greenwood u. a., Biochemic. J. 52, 571 [1952].
Abbauprodukte d. Folsäure (Pteridinaldehyd, Xanthopterin, Pteridincarbonsäure)	1% NaCl in 0,02 n-HCl	n-Butanol	Rauen u. Waldmann, Experientia 6, 387 [1950] sowie Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 286, 180 [1951].
Erythropterin aus Mycobact. lacticola	0,05 bis 0,1 n-HCl	n-Butanol	Tschesche u. Vesler, Chem. Ber. 86, 456 [1953].
Ribonuclease	30% (NH ₄) ₂ SO ₄	Glykolmonoäthyläther	R. R. Porter, Biochemic. J. 53, 324 [1953].
Tocopherole	Methanol	iso-Octan	Rosenkrantz, Milhorat u. a., J. biol. Chemistry 192, 9 [1951].

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = pH-Werte		Literatur	Bemerkungen
Carotin aus Chlorophyll-konzentraten	konz. wäßr. Lösungen	Propan	USP 2 511 824.	Apparatur
Vitamine A, D, E	Methanol bzw. Acetonitril bzw. Äthylendiamin	CS ₂ bzw. Pentan bzw. Hexan, Heptan oder Trimethylpentan	Cornish, Archibald, Murphy u. Evans, Ind. Engng. Chem. 26, 397 [1934].	
Cozymase	0,05 % KCl	Phenol + Äther (9 : 1)	Hogeboom u. Barry, J. biol. Chemistry 176, 935 [1948].	
Trenng. v. Adrenalin u. Noradrenalin	0,02 n-HCl	Phenol	Bergstrom, v. Euler u. Hamberg, Acta physiol. scand. 20, 101 [1950].	
Adrenalinextrakt	Propylenglykol auf Cellulose	Toluol	Zaffaroni u. Burton, J. biol. Chemistry 193, 749, 769 [1951];	Abtrennung aus Pflanzenextrakt, Verteilungsstudien, Lösungsvermittler
	Formamid auf Cellulose	Cyclohexan	sowie R. B. Burton, J. biol. Chemistry 188, 567 [1951].	
	Formamid auf Cellulose	Methanol + Benzol (1 : 1)		
9. Zucker, Glykoside				
Trenng. v. Glukose u. Fruktose	Wasser	versch. Carbonylverb. z. B. Cyclohexanon	Tink u. Neish, Chem. Abstr. 46, 428 [1952].	
Zucker, Zuckeralkohole, Glycerin u. Glykole	Wasser	n-Butyraldehyd	Tink u. Neish, Chem. Abstr. 46, 428 [1952].	
Di-, Tri- und Tetramethylglukose	Wasser auf Silicagel	Chloroform	D. J. Bell, J. Chem. Soc. [London] 1944, 473.	
Zucker und methylierte Zucker	Butanol a. Cellulose	1 % wäßr. NH ₄ OH	Hough, Jones u. Wadman, Nature [London] 162, 448 [1948].	
Glykoside aus Uzara-Wurzel	Wasser + Äthylalkohol + Chloroform (1:1:1)		Tschesche u. Bralhe, Chem. Ber. 85, 1049 [1952].	
Gitorin, Glykosid aus <i>Digitalis lanata</i>	Wasser + Äthylalkohol + Chloroform (1:0,834:1)		Tschesche, Grimmer u. Neuwald, Chem. Ber. 85, 1104 [1952].	
Glykoside, Aglykone	Formamid	Benzol	E. Heftmann, J. biol. Chemistry 194, 704 [1952].	
Desoxyribosenucleoside	Propylenglykol	Toluol	L.-A. Manson, J. biol. Chemistry 193, 545 [1951].	
	10 % Harnstoff auf Papier	Butanol	USP 2 537 510, 2 548 588.	
Tannin	wäßr. Lösung	Essigester		
Phosphorsäureester	HCl- bzw. Citronensäurep. pH verschieden	Alkohole von Butanol bis Octanol	Plaut, Kubi u. Lardi, J. biol. Chemistry 184, 234 [1950].	
Heparin (Polyschwefelsäure-ester e. Polysaccharides)	Puffer 6,5	2,5 % Laurylamin in iso-Amylalkohol	O'Keeffe, Russo-Alesi u. a., J. Amer. chem. Soc. 71, 1517 [1949].	
<i>Sarmentogenin</i> s. <i>Sterioide</i> <i>Rhodomycin</i> s. <i>Antibiotica</i>	Adenyl-thiomethyl-pentose und Desoxyriboside von Purinen s. <i>Purin-Abkömmlinge</i>			
10. Purinabkömmlinge				
Nucleinsäurepurine	m-Phosphatp. 6,5	n-Butanol	Flavin u. Graff, J. biol. Chemistry 191, 57 [1951].	Isolierung
Purine, Pyrimidine	m-Phosphatp. 6,5	n-Butanol	Tinker u. Brown, J. biol. Chemistry 173, 585 [1948].	
Trenng. v. Adenin u. Guanin	0,1 m-Phosphatp. 6,9 bis 9,5	n-Butanol + iso-Propylalkohol (3 : 2)	Furst, Roll u. Brown, J. biol. Chemistry 183, 258 [1950].	Isolierung aus Harn
8-Azguanin	m-Phosphatp. 4,5	n-Butanol	H. G. Mandel, J. biol. Chemistry 193, 63 [1951].	
Chlorguanin	m-Phosphatp. 6,6	tert. Butanol	N. N. Crouse, J. org. Chemistry 16, 492 [1951].	
Desoxyriboside von Purinen	Phosphat- bzw. Boratp. 8,7	Äthylendichlorid	F. Weygand, Z. Naturforschg. 6b, 130 [1951].	Apparatur
	Wasser	Butanol	Weygand, Junk u. Leber, Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 291, 191 [1952].	
Adenyl-thiomethyl-pentose	Wasser	Butanol	J. T. Park, J. biol. Chemistry 194, 882 [1952].	
Uridin-5-phosphat	0,1 m-Sulfatp. 1,5	Phenol	Bacher u. Allen, J. biol. Chemistry 188, 59 [1951].	Trennung u. Analyse
Nucleotide	0,1 m-Phosphatp. 7,1 + 1 % NaCl	n-Butanol	O. A. Bessey u. a., J. biol. Chemistry 180, 757 [1949].	
Riboflavin-Nucleotide	Trichloressigsäure + Phosphatp.	Benzylalkohol	Hogeboom u. Barry, J. biol. Chemistry 176, 935 [1948].	
Diphosphopyridin-Nucleotide	Wasser	Phenol + Chloroform (7 : 3)	Velick, Hayes u. Harting, J. biol. Chemistry 203, 530 [1953].	Radioanalyse
³² P-Diphosphopyridin-nucleotid	Wasser	Phenol + CHCl ₃	E. Maynert, J. biol. Chemistry 195, 393 [1952].	
Barbitursäure-Derivate	Wasser	Essigester + Äther		
11. Alkaloide				
Trenng. v. Hyoscin u. Hyoscyamin	Chloroform auf Glaspulver	wäßr. Pufferlösung 9,0	Partridge u. Chilton, Nature [London] 167, 79 [1951].	Isolierung aus Harn u. Trennung
Cinechona-Alkaloide	m-Phosphatp. 0,6 m-Boratp.	iso-Amylalkohol	Brodie, Baer u. Craig, J. biol. Chemistry 188, 567 [1951].	
Cinechonaalkaloidmetabolite	Pufferlösung 6,6	Heptan		
Veratrumalkaloide	2 m-Acet. 5,5	Butanol + Cyclohexan (3 : 7)	Fried, White u. Winterstein, J. Amer. chem. Soc. 71, 3260 [1949]; 72, 4621 [1950].	Isolierung
		Benzol	M. Beroza, Anal. Chem. 22, 1507 [1950]; J. Amer. chem. Soc. 73, 3656 [1951].	
			M. Beroza, J. Amer. chem. Soc. 75, 2136 [1953].	
Trenng. v. Wilforin u. Wilfordin	1 % HCl	Äther	Goularel, Janot, Mirza u. Prelog, Helv. chim. Acta 36, 337 [1953].	eingesetzt 12 g in 50 cm ³ -Apparatur nach Grubhofer!
Wilforzin	2 % HCl	36,7 % Benzol in Hexan	Schöpf u. Kauffmann, private Mitteilung.	
	4 % HCl	Benzol		
Trenng. v. Corynanthein und Dihydrocorynanthein	2 % HCl	Hexan + Benzol (4 : 6)		Trennung v. H ₂ O
Trenng. v. über 18 Nebenalkaloiden aus <i>Lobelia inflata</i>	Citratpuff. 4,1	Äther	Gettler, Sunshine n. Irving, Analytic. Chem. 23, 779 [1951].	
Alkaloid-Helianthate	0,1 n-HCl mit NaCl-Zusätzen	Chloroform	Feinstein, Hannan u. McCabe, Ind. Engng. Chem. 43, 1402 [1951].	
Tabak-Alkaloid	Wasser	Benzol bzw. CHCl ₃	Griffin, Philips u. Claffey, Ind. Engng. Chem. 44, 274 [1952]; 42, 166 [1950].	
Nikotin	Aluminiumsulfatlösung	Äthylendichlorid		
	Wasser	Benzin Kp 200°		
<i>Nikotinamid</i> s. <i>Amide</i> ; s. auch <i>Glykoside</i>				
12. Pyridine, Chinoline				
Chinoline, Pyridine	Citrat-Phosphatp. 3,4 bis 4,0	Cyclohexan bzw. Chloroform	Golumbic u. Orchin, J. Amer. chem. Soc. 72, 4145 [1950].	Verteilungsstudien
14 versch. Chinoline aus Teer	Wasser verd. HCl	Äther bzw. Benzol	E. Jantzen, Dechema-Monographie 48, Berlin 1932 S. 82ff.	

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel, %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = pH -Werte	Literatur	Bemerkungen
Chinolinbasen aus Erdöl	1,5 n-HCl	Petroläther	Apparatur
Antimalariabasen	Citratp.	Isopropyläther	
Plasmochin	2 m-Phosphatp. 5,3	Cyclohexan	Einheitlichkeit
Plasmochin, Atebrin	Citratp. 4,3 2 m-Phosphatp. 5,5 bis 6,5	Äther Chloroform bzw. Cyclohexan bzw. Isopropyläther	Einheitlichkeit
Pamaquin	Citratp. 5,1 bis 5,3	Isopropyläther	
Abbauprodukte d. 4-Amino-chinolin-Antimalariamittel	2 m-Phosphatp. 3 % NH_4OH	Chloroform - n-Butanol	
Chinolin	0,75 n-Essigsäure	Äther	Isolierung aus Harn
<i>Diphosphopyridin-nucleotide s. Purin-Abkömmlinge</i>			
13. Porphyrine			
Porphyrene	0,1 n-HCl	Äther bzw. Aceton + Äther bzw. Tetrahydrofuran + Äther	Trenng. v. Hämatop., Deuterop. u. Mesoporphyrin
Ferriprotoporphyrin	0,1 m-Boratp. 9,6	n-Butanol	
Porphyrene	1 % HCl	Äther	Trenng. v. Phylloporph. u. Vinylphylloporph.
14. Carbonsäuren			
Nied. Carbonsäuren	Wasser	versch. org. Lösungsmittel	Verteilungskoeff.
Trenng. v. Mineralsäuren u. organ. Säuren	Wasser	5 % Methylendioctylamin in Chloroform	Quant. Methode
Extrakt. org. Säuren aus Wasser	Wasser	Tri-n-butylphosphat	
Extrakt. aliph. Säuren aus Wasser	Wasser	Isophoron, cycl. KW, Kresol	
Extrakt. v. Fettsäuren aus Wasser	Wasser	Methyläthylketon + Isopropyläther	
Trenng. gesätt. u. ungesätt. Säuren	Tributylphosphat stark polare Lösungsmittel	Benzol Kohlenwasserstoffe	
Extrakt. org. Säuren aus KW	wäßr. Äthanolamin	Kohlenwasserstoffe	
Extrakt. v. Milchsäure aus Gärungsflüssigkeit	wäßr. Lösung	tert. Amine in Chloroform	
Salicylsäure	0,2 m-Citratp.	n-Amylalkohol	Isolierung aus Harn
p-Aminobenzoesäure	Acetatp. 3,4	n-Amylalkohol bzw. Essigester	
Benzoesäure	92 % Methanol	Tetrachlorkohlenstoff	
Trenng. v. Benzoesäure u. Naphthoesäure	80 % Methanol	n-Hexan + Benzol (1 : 1)	Isolierung aus Harn
Essigsäure	Wasser	Essigester + Cyclohexan + Äthanol (1 : 1 : 1)	
Essigsäure, Propionsäure	Wasser	Butanol	
<i>weitere Angaben für Essigsäure s. Verschiedenes</i>			
β -Nitropropionsäure	2 m- NaH_2PO_4	Äther	
iso-Buttersäure u. Propionsäure aus Niere	2,2 m-Phosphatp. 5,2 bis 5,8	Isopropyläther	
Flüchtige Säuren	Phosphatp. auf Infusorienerde (Celite)	Chloroform + Butanol	
Säuren d. Citronensäurecyclus	verd. H_2SO_4 auf Silicagel	Chloroform + 4 % tert. Amylalkohol	
Fettsäuren aus Penicillinhydrolyse	konz. H_2SO_4 auf Infusorienerde (Celite)	Benzol	
10 versch. Mono-, Di- u. Polycarbonsäuren	Wasser	10 versch. Lösungsmittel, s. Text	Theoret. Betrachtgg.
Dicarbonsäuren	Wasser	Amylalkohol	
Ameisensäure u. versch. nied. Carbonsäuren	Wasser	Ketone u. Carbinole	
Nied. Säuren aus biolog. Material	0,5 n- H_2SO_4 auf Infusorienerde (Celite 545)	Butanol + $CHCl_3$ bzw. Äther	Theoret. Betrachtgg. s. Text
Extr. v. nied. Säuren	Reakt. Gemische	Derivate d. Tetrahydrofurans	
Dicarbonsäuren, Essigs., Milchs.	verd. H_2SO_4	Äther	Verteilungsstudien
Dicarbonsäuren, Milchsäure	Wasser	Methylal	
Verteilg. Koeff. zahlr. Säuren	Wasser	Äther bzw. Isopropyläther	
Trenng. v. n-Capron und n-Heptylsäure			
Fettsäuren	Wasser auf Silicagel	$CHCl_3$ + 5 % Butanol	
Fettsäuren	2,2 m-Phosphatp. 5,2	Isopropyläther	
Fettsäuren	Formamid + Methanol + Eisessig (1 : 1 : 1)	n-Heptan	
Fettsäuren C_8-C_{18}	m-Phosphatp. 7,7 0,5 m-Phosphatp. 7,7 Methanol + Formamid (1 : 1)	Isopropyläther n-Heptan iso-Octan	200stufiger Glasapp., grundlegende Arbeit

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = p-Werte		Literatur	Bemerkungen
Höh. Fettsäuren	97,5% Essigsäure Eisessig, Formamid, Methanol, Acetonitril, Glycolmonomethyläther in versch. Mischungsverhältnissen	n-Heptan iso-Octan	Akrens u. Craig, J. biol. Chemistry 195, 299 [1952].	
Höh. Fettsäuren (C ₁₂ –C ₁₈) Ungesätt. C ₁₈ -Fettsäuren	Dekalin auf Papier 90% Methanol auf Infusorienerde	wäfr. Methanol Petroläther	C. Finean, Biochemie. J. 45, XXXIX [1953]. Bumpus, Taylor u. Strong, J. Amer. chem. Soc. 72, 264 [1951].	
Trenng. Ölsäure u. Stearinsäure	95% Methanol	Tetrachlorkohlenstoff bzw. Petroläther	P. Decker, private Mitteilg. E. Hecker, unveröff. Versuche.	
Stearinsäure, Palmitinsäure, Myristin-, Öl-, Elaidinsäure	94% Methanol	iso-Octan	E. Hecker, Chem. Ing. Techn. 25, 505 [1953].	Mikroapparatur
Diphenylsäure	20% Methanol	Chloroform		
Folinsäure, Pantothenäure s. Vitamine, Enzyme; Teersäuren, Chlorogensäuren s. Phenole Gallensäuren s. Steroide; Barbitursäure, Nucleinsäuren s. Purinabkömmlinge; Mycomycin (Polyinsäure) s. Antibiotica; Ketosäuren, s. Ketone				
15. Aldehyde, Ketone				
Extraktion Ketone aus KW	wäfr. H ₂ SO ₄ od. H ₃ PO ₄	Kohlenwasserstoffe	FP 940 550	
Ketone	Wasser od. wäfr. Alkohol	Kohlenwasserstoffe	USP 2487 124.	
Trenng. Butanol und Methylbutylketon	Wasser	Lösungsmittelgemisch	USP 2568 522.	
Trenng. v. ungesättigten und gesättigten Aldehyden	wäfr. Phosphorsäure	Kohlenwasserstoffe	USP 2574 935.	
Abtrng. v. Alkoholen, Ketonen u. Aldehyden aus KW	wäfr. Bisulfit-Seifen-Lösg.	Kohlenwasserstoffe	USP 2568 517.	
Trenng. Aldehyde u. Ketone	NaHSO ₃ -Lösung	Kohlenwasserstoffe	USP 2 555 553.	
Trenng. v. Benzophenon u. Phenanthren	67% Methanol	Ligroin Kp 125°	Craig, Golumbic, Mighon u. a., J. biol. Chemistry 161, 321 [1945].	Grundlegende Arbeit
Placentaketone	70% Methanol	Petroläther	W. H. Pearlman, J. biol. Chemistry 198, 81 [1952].	
Hydrazone v. Ketosäuren	0,5 m-NH ₄ OH	n-Butanol + Äthylalkohol (1:1)	M. F. S. El Hawary, Biochemie. J. 53, 342 [1953].	
2,4-Dinitrophenylhydrazon v. Acetoacetat	m-Phosphatp. 5,5	Benzol	E. P. Kennedy, J. biol. Chemistry 199, 420 [1951].	
Ketosteroide s. Steroide Pteridinaldehyd s. biol. Faktoren				
16. Fette, Lipide				
Phospholipine	85% Äthylalkohol	Petroläther	J. A. Lovern, Biochemie. J. 51, 464 [1952].	Trennung
Phospholipide aus Sojabohnen	95% Methanol	Hexan	Scholfield, Dutton u. a., J. Amer. Oil Chemists' Soc. 25, 368 [1948] sowie Scholfield u. McGuire, ebenda 27, 352 [1950].	Lecithin, Cephalin, Inositolphosphatid
Phosphatide aus Leinsamen	90% Äthylalkohol	Hexan	McGuire u. Earle, J. Amer. Oil Chemists' Soc. 28, 328 [1951].	
Phospholipide	Aceton + Äthylalkohol + Wasser (20:10:3)	Petroläther Kp 40 bis 60	J. Olley, Biochem. u. Biophysica Acta 10, 493 [1953].	Erdnuß-Phospholip. Sojalecithin
Fettsäureester	Latex auf Papier	Methanol	X. Boldingh, Experientia 4, 270 [1948].	
Oxydationsprodukte des Methyl-linoleats	80% Äthylalkohol	Pentan + Hexan	Cannon, Zilch, Burket u. Dutton, J. Amer. Oil Chemists' Soc. 29, 447 [1952]; ref.: Fette u. Seifen 55, 130 [1953].	
Lipidoxydationsprodukte (Ester, Aldehyde)	80% Äthylalkohol	Hexan	Zilch u. Dutton, Analytic. Chem. 23, 775 [1951].	
Technische Monoglyceride	wäfr. Methanol	Hexan	Gras u. Feuge, J. Amer. Oil Chemists' Soc. 28, 1 [1951].	
Sojabohnenöl	Furfurol bzw. Nitroparaffine	Hexan	Dutton, Lancaster u. Brekke, J. Amer. Oil Chemists' Soc. 27, 25 [1950].	Reinigung
Pflanzenöl aus Hafer	Fermentierungslauge	Dichloräthan	Chem. Abstr. 46, 5782 [1952]; (russ. Lit.).	
17. Phenole				
Phenole	Phthalatp. 5,0	CCl ₄	Warszowski u. Schantz, Analytic. Chem. 20, 951 [1948].	Verteilungsstudien
Trenng. v. 14 versch. Phenolen	0,5 m-Phosphatp. 6,7 bis 11,0	Cyclohexan bzw. Benzol	Golumbic u. Orchin, J. Amer. chem. Soc. 72, 2624, 2627 [1949]; 72, 1939 [1950].	Verteilungsstudien
Phenole aus Asphalt (Teersäuren)	0,5 m-Phosphatp. 12,5 24% KOH in 80% Methanol	Benzol	C. Golumbic, J. Amer. chem. Soc. 73, 1567 [1951].	Verteilungsstudien
Phenol aus Abwässern	Wasser	Benzol Gemisch aliphat. Ester z. B. Butylacetat („Phenosolvan“)	A. Dierichs, Chemiker-Ztg. 66, 288 [1942]; DRP. 760 862; DRP. 760 626; siehe auch P. W. Sherwood, Ind. Chim. Belge 17, 449 [1953]; sowie USP 2 445 825.	Phenosolvanverfahren
Extrakt. v. Phenolen aus Schwelwasser	Wasser	Phenosolvan	H. Munderloh, Erdöl und Kohle 4, 177 [1951].	
Extrakt. v. Teersäuren	70% Methanol	Mineralöl	Neuwerth, Hofmann u. Kelly, Ind. Engng. Chem. 43, 1689 [1951].	
Phenole aus Teer	Wasser (heiß) Wasser (kalt)	höhere KW Phenosolvan	A. Dierichs, Chemische Technik 2, 79 [1950].	
Phenol, Kresol, Butylphenol, β-Naphthol	wäfr. Methanol	Methylnaphthalin bzw. Hexadecan bzw. 2,2,4-Trimethylpentan	Pruett, Walsh u. Desai, Ind. Engng. Chem. 42, 1210 [1950].	Verteilungskoeff.
Phenole aus Teeröl	37% Triäthylenglykol bzw. Glycerin	Kohlenwasserstoffe Kp 170 bis 200°	A. P. C. Cumming, J. appl. Chem. 3, 98 [1953]; ref.: Brennstoffchemie 34, 284 [1953].	
Trenng. v. m- u. p-Kresol	n-NaOH	Benzol	C. A. Walker, Ind. Engng. Chem. 42, 1226 [1950].	Verteilung von 10 proz. Lösungen
Trenng. v. Phenol und Naphthalin	Alkohole	Teeröl	Franz. Pat. 965 438.	
Chlorierte o-Kresole	Methanol + n-H ₂ SO ₄ (9:1) auf Silicagel	Petroläther	Freeman, Gardner u. Pound, J. appl. Chem. 3, 160 [1953].	Trenng. d. Isomeren
Trenng. d. Bausteine d. DHP-Lignins (Coniferylalk.)	Wasser + Methanol + Butanol + Petroläther (4:2,5:4:3)		Freudenberg u. Schüller, private Mitteilung.	
Trenng. d. Lignine	0,1 bis 0,5 n-NaOH in 50% Äthylalkohol	Chloroform	C. Schuerch, J. Amer. chem. Soc. 72, 3838 [1950].	Nachweis im Boden
Dichlorphenoxyessigsäure	Phosphatp. 7,0	Tributylphosphat	Warszowski u. Schantz, Analytic. Chem. 22, 460 [1950].	Isolierung aus Bataten
Chlorogensäure	2 m-Phosphatp. 3,8 bis 6,3	Essigester	Rudkin u. Nelson, J. Amer. chem. Soc. 69, 1470 [1947].	Isolierung aus Kaffee
iso-Chlorogensäure	2 m-Phosphatp. 4,7 bis 5,2	Butylacetat	Barnes, Feldman u. White, J. Amer. chem. Soc. 72, 4187 [1950].	
Nitrophenole s. Nitro-Verbindungen				

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = pH -Werte	Literatur	Bemerkungen
18. Chinone, Naphthodianthrene, Anthrachinon-Derivate			
Biflorin (Chinon aus <i>Capraria biflora</i>)	90 % Methanol	Petroläther + Chloroform (4:1)	Reindarstellung
Chinol	Wasser	Äther	Verteilungskoeff.
Extrakt. Hydrochinon a. Teer	Wasser	Dimethoxybenzol	Trennfaktor, Volumenfaktor
Anthrachinon-carbonsäure-ester	90 bis 100 % Methanol	Heptan + Benzol + Cyclohexan (10:1-2:0-10)	
Polyoxyanthrachinone	2 m-K ₂ HPO ₄	Äther	Einheitlichkeit
Hypericin	50 % Glykolmonomethyl-äther	Essigester + Petroläther + Butanol (3:0,12:0,03)	
Pseudohypericoderhydro-dianthron	50 % Glykolmonomethyl-äther	Essigester + Petroläther + Butanol (2:0,04:0,02)	Isolierung
Abtrenng. v. nativem Hypericin von Begleitstoffen	60 % Methanol	Chloroform	
Hypericinmethyläther	90 % Methanol	Ligroin Kp 70 bis 120° + Benzol (1:1)	
Fagopyrin	50 % Glykolmonomethyl-äther	Essigester + Butanol (19:1)	
Fagopyrin	Formamid + 0,25 m-K ₂ HPO ₄ auf Papier	Butylacetat	
19. Kohlenwasserstoffe (KW)			
Aromat. KW vom Typ des Chrysens und des Cyclopentenphenanthrens	Nitromethan	Pentan	Sehr brauchbares System
Polynucleare KW	Aufschwemmung v. Brockmanns Al ₂ O ₃	Cyclohexan	
Polyeyclen	80 % Äthylalkohol	Cyclohexan	Feste Phase in Verteilungsapparatur!! Ausgedehnte Studien der Verteilungskoeffizienten
	98 % Essigsäure	Cyclohexan	
	80 % Essigsäure	Benzol	
	87 % Äthylalkohol	iso-Octan	
	Anilin	n-Heptan	
	Anilin	Petroläther	
Trenng. v. n-Heptan u. Methylcyclohexan	Phenol + Kresol	Propan	
Abtrenng. aromat. KW u. Naphthensäuren aus Mineralöl	Furfurol	Ligroin	
Trenng. v. Butadien u. Isobuten	Nitrile	KW-Gemisch	
Abtrenng. v. aromat. KW aus Erdöl	AlCl ₃ -Aromatenkomplexe	KW-Gemisch	
Extrakt. v. Aromaten aus KW	β -Oxypropionitril bzw. Anilin, Äthylchlorhydrin, Glykolmonomethyläther	Octan bzw. Dekalin	
Heptan, Butylen, Butadien, Trenng. gesätt. u. ungesätt. KW	20 % NH ₄ OH bzw. 25 % Äthylenglykol	Petroleum	
Abtrenng. Toluol aus Erdöl	84 % Äthylendiamin	Benzol-Hexan-Gemisch	
Trenng. Benzol v. Hexan	Anilin	Kohlenwasserstoffe	
Montanwachs	perfluorierte aliphat. Carbonsäuren (C < 8)	KW-Mischung	
Trenng. versch. Kohlenw.	NH ₄ OH bzw. Methylamin	KW-Mischung	
Extraktion von KW mit Thiosulfonsäureestern (RSO ₂ -SR')	Alkalisalze v. Carbonsäuren	Kohlenwasserstoffe	
Oxydationsprodukte v. KW	Acetonitril	Kohlenwasserstoffe	
Für die Abtrennung von Oxydationsprodukten unbestimmter Art aus KW werden zahlreiche Lösungsmittel genannt (meist Patente)	40 bis 60 % H ₂ SO ₄ bzw. H ₃ PO ₄	Petroläther bzw. CCl ₄ bzw. Toluol	
Azulene	Paraffin auf Papier	80 % Äthylalkohol	
Azulene aus Kamille	Äthylalkohol	Pentan	
Terpene	Methanol	Benzin	
Sesquiterpene			
Trenng. v. Phenanthren u. Benzophenon s. Ketone			
Abtrenng. von Reaktionsprodukten von KW s. Verschiedenes			
20. Nitroverbindungen			
Trenng. v. o- u. p-Nitrochlorbenzol	85 % Methanol	Petroläther	Verteilung von 50 proz. Lösungen!
Trenng. v. o- u. p-Nitrophenol sowie o- u. p-Nitranilin	Chloroform auf Glaspulver	Wasser	
Abtrenng. nitrierter KW von nicht umgesetzten KW	Nitromethan	Benzin Kp 130°	
Nitropropionsäure s. Säuren			
21. Verschiedenes			
Versch. Stoffe	Wasser	CHCl ₃ bzw. Benzol	Verteilungskoeff. Vgl. absolute u. relative Löslichk. Fluoralk. in HF löslicher
Trenng. Fluoralkane u. Perfluoralkane	wasserfreies HF	Reaktionsmischung	
Trenng. Äthanol u. Propanol	Wasser	Xylol	
Äthanol/Methyläthylketon	Wasser	Paraffinöl	
Entwässern v. Essigsäure		Methylisobutylketon	
Entwässern v. Essigsäure		Ester u. Ketone	
Essigsäure/Aceton	Wasser	o-Xylol	halbtechn. Apparat
Äthylalkohol/Wasser	Glykol	Isobutylketon	
	Glykol	Methyl-n-amyketon	
Äthanol/Wasser	Wasser	o-Xylol	
Essigsäure/Wasser	Wasser	3-Heptanol	
Entwässern v. Tetrahydrofuran	Wasser	3-Heptanol	
		Glycerin	

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = pH-Werte	Literatur	Bemerkungen
Trenng. v. m- u. p-Xylol Kohlensulfoxid (COS)	SO ₂ wäßr. Äthanolamin	Pentan Kohlenwasserstoffe	USP 2 562 068. USP 2 594 311.
Trenng. der stärker ungesättigten Verbindungen von weniger ungesättigten	aromat. KW, chlorierte KW Ester, Äther, Aldehyde	Perfluorierte KW	Schwed. Pat. 132 138; Chem. Abstr. 46, 1310 [1952].
Gemisch zur Erhöhg. saurer org. Stoffe i. d. oberen Phase	0,5% Citronensäure	5% C ₁₈ -Amin in n-Hexanol	G. W. E. Plaut, J. Amer. chem. Soc. 71, 2264 [1949].
Gemisch zur Erhöhg. bas.-org. Stoffe i. d. oberen Phase	Wasser	n-Butanol + Stearinsäure	G. W. E. Plaut, J. Amer. chem. Soc. 71, 2264 [1949].
Gut regelbares System für in Wasser und Petroläther unlösliche Substanzen	wäßr. Methanol	Butanol + Petroläther	P. Decker, private Mitteilung.
Natürliche Harze	Benzin Kp 180–200° auf Papier	75% wäßr. iso-Propanol	Mills u. Werner, Nature [London] 169, 1064 [1952].
Farbstoffe aus Baumharz	Diäthylenglykolmono-äthyläther	Benzin Kp 130°	USP 2 573 454; USP 2 560 876.
Azofarbstoffe	Methanol	n-Heptan	R. Rometsch, Helv. chim. Acta 33, 185 [1950].
Alkylsulfate, Alkylarylsulfonate u. ä. oberflächenakt. Stoffe	4% Na ₂ CO ₃	n-Butanol	Müller, Baum u. Ponsford, J. appl. Chem. 1, 523 [1951].
Anreicherung v. KW-Sulfaten u. -sulfonaten	NaCl-Lösung	Cyclohexanol	USP 2 522 212.
Trenng. neutraler Oxydationsprodukte	Triäthylaminäthylsulfonat	Kohlenwasserstoffe	USP 2 522 616.
Trenng. Cyanamid u. Polymere Polythene (engl. Kunstharz)	Wasser Sirupartiges Polymerisat	Essigester bzw. Butanol Toluol	Brit. Pat. 636 600. Desreux u. Spiegels, Bull. Soc. chim. Belgique 59, 476 [1950].
Selektive Extrakt. v. Äthylenchlorhydrin	wäßr. Lösung	versch. Ester u. Ketone	C. Weizmann, J. Soc. Ind. [London] 67, 203 [1948].
Zusammenstellung technischer Extraktionsbeispiele	und halotechnischer		Morello u. Poffenberger, Ind. Engng. Chem. 42, 1026 [1950].
Oxydationsprod. v. Na-Salzen organ. Säuren	wäßr. Äthylalkohol	Pentan	USP 2 516 127.
Unverseifbare Verbindungen aus Tallölseifen	Wasser	Benzin Kp 130° Benzin Kp 130°	USP 2 516 940. USP 2 530 809.
Reinigg. einwertiger Alkohole von öligen Verunreinigg.	Wasser	Isopropyläther	USP 2 510 806.
Schwefelhaltige flüssige Verb. aus Teer	Acetonitril	höhere Kohlenwasserstoffe	USP 2 515 928.
Abtrenng. eblorierter KW von Paraffinen	Carbonsäuren	Kohlenwasserstoffe	USP 2 531 361.
Chinol	Wasser	Äther	R. A. Robinson, J. chem. Soc. [London] 1952, 253.
Hexachloreyclohexan DDT	Acetanhydrid auf Papier	n-Hexan bzw. Petroläther	Moyimhan u. Ocolla, Chemistry & Industry 1951, 407.
DDT-Analoge	Vaseline auf Papier	1,5% NH ₄ OH in 80% Äthylalkohol	Winteringham, Harrison u. Bridges, Nature [London] 166, 999 [1950].

B. Anorganische Chemie**22. Freie Halogene**

Chlor	wäßr. Lösung	CCl ₄	A. A. Jakowkin, Z. physik. Chem. 29, 613 [1899].
Brom	wäßr. Lösung	Äther	M. Balard, Ann. Chim. Physique 32, 327 [1826].
Brom	wäßr. Lösung	CCl ₄	W. Herz u. a., Z. Elektrochem. 16, 871 [1910].
Brom, Jod	wäßr. Lösung	CS ₂	Berthelot u. Jungfleisch, Ann. Chim. Physique (4) 26, [1872].
Jod	wäßr. Lösung	Amylalkohol	Herz u. Fischer, Ber. dtsh. chem. Ges. 37, 4746 [1904].
Jod	wäßr. Lösung	Chloroform	Hantzsch u. Vogt, Z. physik. Chem. 38, 705 [1901].

23. Chloride, Bromide, Jodide

Versch. Chloride	wäßr. HCl	Äther	F. Mylius u. Mitarb., Z. anorg. allg. Chem. 70, 203 [1911]; Ber. dtsh. chem. Ges. 44, 1315 [1911].	
AuCl ₃	2 n-HBr	Essigester bzw. Isopropyläther	McBryde u. Yoe, Analytic. Chem. 20, 1094 [1948]; Xylander u. Garvin, Chem. Engng. Progr. 47, 186 [1952].	Trennung v. Fe u. Pt
FeCl ₃	wäßr. HCl	Äther	J. W. Rothe, Mitt. kgl. techn. Versuchsanst. Berlin 10, 132 [1892].	
FeCl ₃	6 n-HCl	Isopropyläther	Dodson, Forney u. Swift, J. Amer. chem. Soc. 58, 2573 [1936].	
FeCl ₃ , GaCl ₃	chloridgesättigte HCl	Äther	Nachtrieb u. Fryzell, J. Amer. chem. Soc. 70, 3552 [1948].	
FeCl ₃	HCl	Isopropyläther	Myers u. Metzler, J. Amer. chem. Soc. 72, 3767, 3772 [1950].	
FeCl ₃	7 n-HCl	Dichloräthyläther	Azelrod u. Swift, J. Amer. chem. Soc. 62, 33 [1940].	
GaCl ₃ (Abtrenng. v. versch. Elementen)	6 n-HCl	Äther	E. H. Swift, J. Amer. chem. Soc. 46, 2375 [1924].	Abtrennung von versch. Elementen
HgCl ₂ , HCN, Fe(SCN) ₃	Wasser	Äther, Benzol, Toluol	Hantzsch u. Sebald, Z. physik. Chem. 30, 258 [1899].	
Mo ^{VI} -Chlorid	wäßr. HCl	Äther	A. A. Blair, J. Amer. chem. Soc. 30, 1229 [1908].	Abtrennung v. Fe u. V
Trenng. v. Sb ^{III} u. Sb ^V	2 bis 10 n-HCl	Äther bzw. Isopropyläther	Edwards u. Voigt, Analytic. Chem. 21, 1204 [1949].	
Trenng. v. Co ^{II} u. Ni ^{II}	HCl bzw. CaCl ₂ -Lösung	Caprylalkohol	Garwin u. Hixson, Ind. Engng. Chem. 41, 2298, 2309 [1948].	
Ti ^{III} -Chlorid u. a.	wäßr. HCl	Äther	Noyes, Bray u. Spear, J. Amer. chem. Soc. 30, 481 [1908].	
Bromide: Au ^{III} , Hg ^{II} , Zn, Cu ^{II} , Ti ^{III} , In, Ga, Sn ^{II} , Sn ^{IV} , As ^{III} , Sb ^{III} , Sb ^V , Fe ^{III} , Mo ^{VI} , Se ^{IV} ; 1 bis 6 n-HBr		Äther	Bock, Kusche u. Bock, Z. analyt. Chem. 138, 167 [1953].	Verteilungsstudien
HgJ ₂ u. a.	wäßr. Lösung	CCl ₄ , CS ₂	H. M. Dawson, J. chem. Soc. [London] 95, 870 [1909].	
BiJ ₃	0,1 n-Säure	Amylacetat + Essigester	Johnson u. Kwan, Analytic. Chem. 23, 651 [1951].	
PbJ ₂	5% HCl, Jodid-Überschuß	Methylisopropylketon	P. W. West u. Mitarb., Analytica chim. Acta [Amsterdam] 6, 406, 488 [1952].	

Substanz bzw. Substanzklasse	Lösungsmittelphasen, links das stärker polare Lösungsmittel. %-Angaben betr. wäßrige Lösungen. Zahlen hinter Pufferlösungen = pH -Werte		Literatur	Bemerkungen
24. Rhodanide				
Mo-Rhodanid	wäßr. Lösung	Äther	C. D. Braun, Z. analyt. Chem. 2, 37 [1867].	
Co-Rhodanid	wäßr. Lösung	Äther	H. W. Vogel, Ber. dtsch. chem. Ges. 12, 2314 [1879].	
Trenng. Ni/Co sowie Ni/Zn über Rhodanide	wäßr. Lösung	Äther, Amylalkohol	Rosenheim u. Huldshinsky, Ber. dtsch. chem. Ges. 34, 2050, 3913 [1901].	
Versch. Rhodanide	wäßr. NH_4SCN	Äther	Fischer u. Bock, Z. anorg. allg. Chem. 249, 146 [1942].	Trenng. Sc (+ Al, Fe) von Selt. Erd., Zr, Hf, Th, Mn Mikroanalyse
Versch. Rhodanide	konz. NH_4SCN -Lösung	Butylacetat	C. C. Miller, J. chem. Soc. [London] 1947, 1347.	
Zr- u. Hf-Rhodanide (Trenng.)	NH_4SCN , 0,6 n-HCl	Äther	Fischer, Chalybäus u. Zumbusch, Z. anorg. allg. Chem. 255, 79, 277 [1947].	
Versch. Rhodanide	versch. Rhodanidkonz., 0,5 n-HCl	Äther	R. Bock, Z. analyt. Chem. 133, 110 [1951].	Be, Co, Zn, Al, Sc, Ga, In, Fe, Ti^{III} , Ti^{IV} , V, Sn, Mo, U
25. Nitrate				
Salpetersäure	Wasser	Äther	F. Jüttner, Z. physik. Chem. 38, 74 [1901].	
Uranylnitrat, ZnJ_2 , CdJ_2	Wasser	Äther	O. Guempel, Bull. Soc. chim. Belgique 38, 443 [1929]; s. auch T. R. Scott, Analyst 74, 486 [1929].	
Uranylinitrat	1 bis 2 n- HNO_3 in gesätt. NH_4NO_3	Äther	Norstrom u. Sillen, Svensk. kem. Tidskr. 60, 227 [1948].	
Uranylinitrat	70% Ammoniumnitrat-lösung in 10% HNO_3	Äther	Hecht u. Grünwald, Mikrochemie 30, 279 [1943]; L. C. Rodden, Analytic. Chem. 21, 327 [1949]; Lindh, Rinniger u. a., Svensk. kem. Tidskr. 61, 180, 189 [1949].	
Ce^{IV} - u. Th-Nitrat aus RaAc	10 n- HNO_3	Äther	L. Imre, Z. anorg. allg. Chem. 164, 214; 166, 1 [1927].	
Seltene Erd-Nitrate	wäßr. Lösung	Äther	Fischer, Dietz u. Jüßermann, DRP 752865; Naturwiss. 25, 348 [1937].	
Seltene Erden	Wasser	n-Hexanol	Templeton u. Daly, J. Amer. chem. Soc. 71, 2187 [1949]; 73, 3998 [1951].	
Pu-Nitrat	wäßr. Lösung	Äther, Nitromethan	B. G. Harvey u. a., J. chem. Soc. [London] 1947, 1010.	
Seltene Erden	Ammoniumrhodanid-Lösung	1-Pentanol, Butanol	G. F. Asselin u. a., J. phys. Colloid Chem. 54, 640 [1950].	
Thoriumnitrat	wäßr. Lösung	versch. Ester	Templeton, Rothschild u. Hall, J. phys. Colloid Chem. 53, 838 [1949].	
Thoriumnitrat	3% HNO_3	Mesityloxyd	Banks u. Byrd, Analytic. Chem. 25, 416 [1953].	
Ce^{IV} -nitrat	Nitratlösung	Tri-butylphosphat	J. C. Warf, J. Amer. chem. Soc. 71, 3257 [1949].	
Cernitrat (Trenng. v. La)	5 bis 6 n- HNO_3	versch. Lösungsmittel	A. W. Wyllie, J. chem. Soc. [London] 1951, 1474.	
Verschiedene Nitrate	1 bis 8 n- HNO_3	versch. Äther, Methylisobutylketon, Nitromethan	R. Bock u. E. Bock, Z. anorg. allg. Chem. 263, 146 [1950].	Ce^{IV} , Th, Au^{III} , Sc, U, Zr
26. Organische Metallkomplexe				
Dithizonverbindungen	wäßr. Lösungen versch. pH	CCl_4	H. Fischer, diese Ztschr. 47, 685 [1934]; 50, 919 [1937].	
Dithizonverbindungen	Pufferlösungen pH 4 bis 13	CCl_4 , Chlorbenzol, Chloroform	Irving, Williams J. chem. Soc. [London] 1949, 1841, 1847.	
versch. Oxinverbindungen	wäßr. Lösung	8-Oxychinolin in Chloroform	Th. Moeller, Analytic. Chem. 15, 316 [1943].	
8-Oxychinolin-Metallkomplexe	Wasser	Chloroform	Gentry u. Sherrington, Analyst 75, 17 [1950].	
Trenng. Ga- u. Th-Oxinate	wäßr. Lösung pH 3,1 bis 3,8	Chloroform bzw. Iso-propyläther	Moeller u. Cohen, Analytic. Chem. 22, 686 [1950].	
Metallloxinate	wäßr. Lösung versch. pH	Chloroform	Gorbach u. Pohl, Mikrochemie 38, 258 [1951].	
Trennung Fe u. V	wäßr. Lösung pH 3,5 bis 4,5 bzw. 9,4	8-Oxychinolin in Chloroform	N. A. Talviti, Analytic. Chem. 25, 604 [1953].	
Actiniumsalze	wäßr. Lösung	Thenoyl-trifluoracetone in Benzol	F. Hagemann, J. Amer. chem. Soc. 72, 768 [1950].	
Trenng. Zr u. Hf	wäßr. Lösung	Trifluoracetyl-aceton in Benzol	Schulz u. Larsen, J. Amer. chem. Soc. 72, 3610 [1950].	
Cupferron-Verbindungen	wässr. Lösung versch. pH	Äther, Essigester, Methyläthylketon, Alkohole, Chloroform, Benzol, Toluol	Furman, Mason u. Pekola, Analytic. Chem. 21, 1325 [1949]; s. a.: Sandell u. Cummings, Analytic. Chem. 21, 1356 [1949].	
oder: Metallsalze	wäßr. Lösung versch. pH	org. Lösungsmittel + Cupferron		
Re^{VII}	wäßr. Lösung	Tetraphenylphosphoniumchlorid in Äther	S. Tribalat, Analytica chim. Acta [Amsterdam] 3, 113 [1949].	
Acetylacetonate	$NaHCO_3$ -Lösung	CCl_4	E. Abrahamczik, diese Ztschr. 61, 96 [1949].	
Diäthylthiocarbamate	Ammoniumnitrat-Lösung	Äther	Willmott u. Raymond, Analyst 75, 24 [1950].	
Phosphomolybdänsäure	n- H_2SO_4	iso-Butanol	Berenblum u. Chain, Biochemie. J. 32, 295 [1938].	
	wäßr. Lösung	Äther	E. Drechsel, Ber. dtsch. chem. Ges. 20, 1152 [1887].	
Trenng. Dichromat/Vanadat	salzsaure Lösung	Methylisobutylketon u. weitere 70 Lösungsmittel	Weinhardt u. Hixon, Ind. Engng. Chem. 43, 1676 [1951].	eingehende Verteilungsstudien
Borsäure	salzsaure Lösung	Äther	Parthel u. Rose, Ber. dtsch. chem. Ges. 34, 3611 [1901].	
Borsäure	Wasser	Amylalkohol	Griffin u. v. Snafl, Ind. Engng. Chem. (Anal. Ed.) 8, 358 [1936].	
Osmiumtetroxyd	Wasser bzw. 0,25 n-NaOH	CCl_4	Tschugaeff u. Lukashuk, Z. anorg. allg. Chem. 172, 223 [1928].	
Abtrenng. v. Radioisotopen von nicht aktiven Elementen	ausführliche Literaturübersicht		Garrison u. Hamilton, Chem. Rev. 49, 237 [1951].	
Literaturübersicht über den neusten Stand anorganischer Extraktionsanwendungen			G. H. Morrison, Analytic. Chem. 22, 1388 [1950].	

Eingeg. am 3. Juni 1953 [A 518]