

Konzentration im Verhältnis zu ihrer Viskosität elastischer sind als verdünnte Lösungen und Schmelzen, die einander entsprechen.

[*] Dr. H. Janeschitz-Kriegl
TNO Centraal Laboratorium
Delft/Holland, Julianalaan 134

[1] Zusammenarbeit: Kon. Shell Plastics Laboratorium und Centraal Laboratorium TNO.

Thermodynamische (maximale) Schmelzpunkte von oligomeren und polymeren Einstoff- und Mehrstoff-Systemen

Von H. G. Kilian[*]

Es werden Beziehungen für die thermodynamischen Gleichgewichtsschmelztemperaturen von oligomeren und polymeren Einstoffsystemen aus linearen, vollkommen stereoregulär aufgebauten Ketten angegeben. Die Ketten werden unter diesen Bedingungen stets gestreckt in Kristall-Lamellen derselben Dicke eingebaut (Molekülfaltung wird ausgeschlossen). Nach *Flory* und *Vrij* wird der Schmelzpunkt derartiger Systeme durch einen charakteristischen entropischen Zusatzterm mitbestimmt, der die nematische Durchmischung der Ketten bei sonst invariantem Kristallgitter erfaßt. Dieser Zusatzterm wird auch für eutektische, ideal athermische polymere Vielkomponentensysteme bedeutsam. Hier tritt er neben die Mischungsentropie, die sich durch die Mischung der verschiedenen langen Ketten in der Schmelze ergibt. Im vollkristallisierten Gleichgewichtszustand sind die verschiedenen langen Ketten des eutektischen Vielkomponentensystems nach Kettenlängen geordnet (und gestreckt) in Kristall-Lamellen eingebaut, die jeweils so lang wie die Ketten selbst sind.

Die Fraktionierung der verschiedenen langen Ketten während der Kristallisation kann allerdings oft nicht vollkommen realisiert werden. Man muß daher theoretisch eine bedingte Mischbarkeit der verschiedenen langen Ketten im festen Zustand sowie eine begrenzte nematische Translationsmöglichkeit der verschiedenen langen Ketten im Kristall zulassen. Diese Abweichungen vom oben skizzierten Gleichgewicht können am maximalen Schmelzpunkt genähert durch einen einzigen „inneren“ Parameter theoretisch erfaßt werden. Die bedingte Mischbarkeit im festen Zustand einschließlich der nematischen Translationsmöglichkeiten setzen den maximalen Schmelzpunkt im Vergleich zu dem des Gleichgewichtssystems herauf, weil die „summarische“ Schmelzentropie verringert wird.

Die Schmelztemperaturen mehrerer *n*-Paraffine, die maximalen Schmelztemperaturen mehrerer Fraktionen des linearen Polyäthylens (in denen keine Molekülfaltung auftritt) sowie die maximalen Schmelztemperaturen von quasi-eutektischen Copolymeren lassen sich mit Hilfe der diskutierten Beziehungen durchgehend mit einem unveränderten Satz phänomenologischer Konstanten quantitativ richtig beschreiben. Die polymeren Einstoffsysteme haben folgerichtig höhere Schmelzpunkte als die Mehrstoffsysteme, während die maximalen Schmelzpunkte der quasi-eutektischen Copolymeren mit statistischer Längenverteilung der kristallisierbaren Folgen höhere Schmelzpunktsdepressionen als die Fraktionen mit gauss-artiger Längenverteilung erkennen lassen.

[*] Doz. Dr. H.-G. Kilian
Institut für Polymere der Universität
355 Marburg, Marbacher Weg 15

Die Häufigkeitsverteilung der chemischen Zusammensetzung in binären Copolymerisaten

Von G. Markert[*]

Die Copolymerisationsgleichung nach *Mayo* gilt für jedes Mischungsverhältnis eines Monomerenpaares (definiert durch den Molenbruch), unabhängig von bereits entstandenem Copolymerisat.

Die Änderung der chemischen Zusammensetzung im momentan entstehenden Copolymerisat mit steigendem Umsatz

folgt also einer einzigen Kurve, unabhängig vom anfänglichen Mischungsverhältnis der Monomeren, das lediglich die Lage des Nullpunktes auf der Kurve bestimmt (der Ordinatenabschnitt zwischen Nullpunkt und Ende der Kurve entspricht jeweils 100 % Umsatz).

Eine derartige „allgemeine Umsatzkurve“ ist aber in der Praxis für eine generelle Darstellung des Copolymerisationsgeschehens ungeeignet. Die Häufigkeitsverteilung der chemischen Zusammensetzung ist einer Verallgemeinerung leichter zugänglich. Die auf das Häufigkeitsminimum bezogene allgemeine Häufigkeitskurve (für ein bestimmtes *r*-Parameterpaar) gestattet zusammen mit der Copolymerisationskurve das direkte Ablesen der Häufigkeitsverteilung in einem Copolymerisat mit jeder beliebigen Bruttozusammensetzung. Diese Art der Aufzeichnung ist für Monomerenpaare mit und ohne Azeotrop geeignet.

[*] Dr. G. Markert
Röhm & Haas GmbH.
61 Darmstadt, Mainzer Straße 42

Untersuchungen zum Fließverhalten von Polymeren in Abhängigkeit vom molekularen Aufbau

Von H. H. Meyer (Vortr.) und W. Ring[*]

Das Fließverhalten von Polymeren in der Schmelze und in konzentrierter Lösung wird vor allem bestimmt durch die Parameter Durchschnittsmolekulargewicht, Molekulargewichtsverteilung und Verzweigungsgrad. Zur Untersuchung dieser Zusammenhänge wurden Modellsubstanzen durch Polymerisation von Butadien in Benzol unter Verwendung von *n*-Butyllithium als Katalysator hergestellt. Die Umsetzung der „lebenden Polymeren“ mit Alkylchlorosilan oder SiCl_4 führte zu definiert verzweigten Makromolekülen.

Die reinen Substanzen sowie einige Mischungen wurden durch Lösungsviskosität, Osmometrie, Lichtstreuung und z.T. durch Gelpermeationschromatographie charakterisiert. Zur Bestimmung des Fließverhaltens in konzentrierter Lösung und in der Schmelze im Schergeschwindigkeitsbereich von etwa 10^{-3} bis 10^3 sec^{-1} diente das Weißenberg-Rheogoniometer. Neben den Tangentialspannungen wurden auch Normalspannungen gemessen. Die Ergebnisse stimmten weitgehend mit den Ergebnissen von *Kraus* und *Gruver*^[1] überein, jedoch fanden wir bis zu Molekulargewichten von $\bar{M}_w = 700000$ bei viersternverzweigten Produkten in 10-proz. Lösung einen parallelen Verlauf der Viskositäts-Molekulargewichtsgeraden (logarithmische Auftragung, Steigung 3,4) für lineares und viersternverzweigtes Polybutadien, wobei das verzweigte Polybutadien stets eine niedrigere Viskosität aufweist als ein lineares Polybutadien gleichen Molekulargewichts. Ein Überschneiden der beiden Kurvenäste bei hohen Molekulargewichten wird nicht beobachtet. Dieser Befund steht in Einklang mit einer kürzlich formulierten Theorie von *F. Bueche*.

Die experimentelle Bestimmung des Verhältnisses der Trägheitsradien *g* der verzweigten und linearen Polybutadiene aus der Lichtstreuung, aus den Viskositätsdaten in verdünnter Lösung (*Stockmayer* und *Fixman*) und aus den Viskositäten in konzentrierter Lösung (*F. Bueche*) führt zu einer guten Übereinstimmung mit berechneten Werten *g*.

[*] Dr. H. H. Meyer und Dr. W. Ring
Chemische Werke Hüls AG.
437 Marl

[1] *G. Kraus* u. *J.T. Gruver*, *J. Polymer Sci. A* 3, 105 (1965).

Zur Wirksamkeit der Gel-Permeations-Chromatographie

Von G. Meyerhoff[*]

Die Gel-Permeations-Chromatographie (GPC) hat sich in letzter Zeit zu einem sehr wichtigen Hilfsmittel zur Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung von Polymeren entwickelt. Mit dieser Methode erhält man den Zusammenhang