

Die Ultravioletabsorption einiger aromatischer Kohlenwasserstoffe

(II. Mitteilung¹)

Mono-*n*-Alkylbenzole

Von

MAX PESTEMER und OTTO GÜBITZ

Aus dem Institut für theoretische und physikalische Chemie der Universität in Graz

(Mit 14 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Juli 1934)

Zweck der vorliegenden Arbeit war, einerseits den Einfluß eines substituierten *n*-Alkyles in Abhängigkeit von seiner Kettenlänge auf die Absorption von Benzol zu untersuchen, andererseits festzustellen, ob vielleicht mit steigender Kettenlänge eine Änderung des Lösungsmiteleinflusses auftritt. Dazu wurden die Extinktions-Wellenzahlkurven der Substanzreihe von Phenylmethan bis 1-Phenyl-*n*-Hexan sowohl im praktisch dipolomentfreien und chemisch inerten Hexan als auch in Methanol gemessen.

Die Aufnahmen wurden mit einem Quarzspektrographen nach der Sektorenmethode bei gleichzeitiger Aufnahme der Meß- und Vergleichsspektren ausgeführt. Als Lichtquelle diente eine kondensierte Funkenstrecke zwischen Tantal- oder Eisen-Nickel-Elektroden.

Die Reinigung der *Lösungsmittel* geschah in der für optische Messungen üblichen Weise. Es wurden sowohl die Ausgangsprodukte für die Substanzen als auch späterhin diese selbst durch mehrfaches Fraktionieren unter Beobachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln gereinigt. (Die Destillationsapparatur war samt Kolonne in einem Stück aus Jenaer Geräteglas gefertigt. Zur Weiterverarbeitung wurde stets nur eine Mittelfraktion des konstant siedenden Teiles genommen.)

Phenylmethan (Toluol) (Kahlbaum) wurde unter Zusatz von Schwefelsäure (100 Teile H₂SO₄ konz. + 8 Teile H₂O) 4 Stunden gerührt, mit Wasser gewaschen, über NaOH getrocknet und mit Natriumhydrat am Rückflußkühler gekocht. Nach mehrmaliger Destillation über Kolonnen wurde

¹ I. Mitteilung: M. PESTEMER und J. CECELSKY, Monatsh. Chem. 59, 1932, S. 113, bzw. Sitzb. Ak. Wiss. Wien (II b) 140, 1931, S. 541.

die bei 108° (unkorr.) konstant übergehende Fraktion zur Aufnahme verwendet.

Phenyläthan (Kahlbaum) wurde durch Kochen mit Natrium und mehrmaliges Fraktionieren gereinigt und die bei 133.5° (unkorr.) konstant übergehende Fraktion zur Aufnahme verwendet.

*1-Phenyl-n-propan*² wurde mittels der FITTIGSCHEN Synthese aus Brombenzol und *n*-Propylbromid bei Zugabe von Äther und Natrium in der Kälte dargestellt und die gereinigte, bei 158° (unkorr.) konstant übergehende Fraktion zur Aufnahme verwendet.

*1-Phenyl-n-butan*³ wurde in derselben Weise aus Brombenzol und *n*-Butylbromid dargestellt und die gereinigte und bei 179° (unkorr.) konstant übergehende Fraktion zur Aufnahme verwendet.

*1-Phenyl-n-pentan*⁴ wurde aus *n*-Butylbromid und Benzylchlorid in derselben Weise hergestellt und die gereinigte und bei 198.5° (unkorr.) konstant übergehende Hauptfraktion zur Aufnahme verwendet.

*1-Phenyl-n-hexan*⁵ wurde zum erstenmal nach der FITTIGSCHEN Synthese aus *n*-Pentylbromid, Natrium und Benzylchlorid bei Gegenwart von Äther in der Kälte dargestellt und die, nach der üblichen Reinigung, durch den konstanten Siedepunkt von 219° (unkorr.) identifizierte Fraktion zu den Messungen verwendet.

Alle Synthesen verliefen ohne Störungen, und die Ausbeuten waren, abgesehen von den Verlusten durch die Reinigungen, sehr gut.

Die Wiedergabe der Messungen erfolgt in Tab. 1—12 und in Fig. 3—14. Die Extinktions-Wellenzahlkurven der Grundsubstanz der Versuchsreihe, von Benzol (Fig. 1 und 2), wurden mit Werten von WOLF und HEROLD⁶ dargestellt. Es ist die Abhängigkeit der Wellenzahl $\nu = \frac{1}{\lambda}$ in Schwingungen je Millimeter von $\log \epsilon$ wiedergegeben. Die molare dekadische Absorptionskonstante ϵ ergibt sich aus der Beziehung $\log \frac{J_0}{J_D} = \epsilon \cdot c \cdot d$, worin J_0 und J_D die Intensität des eintretenden bzw. austretenden Lichtes, c die Konzentration in Molen je Liter und d die Schichtdicke in Zentimetern bedeuteten.

Beim Vergleich der Absorptionskurven mit den Messungen anderer Autoren zeigt Phenylmethan in Hexan völlige Übereinstimmung mit dem von WOLF und HEROLD⁶ in Heptan aufgenommenen. Die Absorptionskurve von Phenyläthan wurde bisher

² R. FITTIG, C. SCHAEFFER und J. KÖNIG, Liebigs Ann. 149, 1869, S. 324.

³ L. BALBINO, Ber. D. ch. G. 10, 1877, S. 296.

⁴ J. SCHRAMM, Liebigs Ann. 218, 1883, S. 388.

⁵ Vgl. J. v. BRAUN und H. DEUTSCH, Ber. D. ch. G. 45, 1912, S. 2181; sowie P. SÁBATIER und A. MAILHE, Compt. rend. 158, 1914, S. 830.

⁶ K. L. WOLF und W. HEROLD, Z. physikal. Chem. (B) 13, 1931, S. 201 ff.

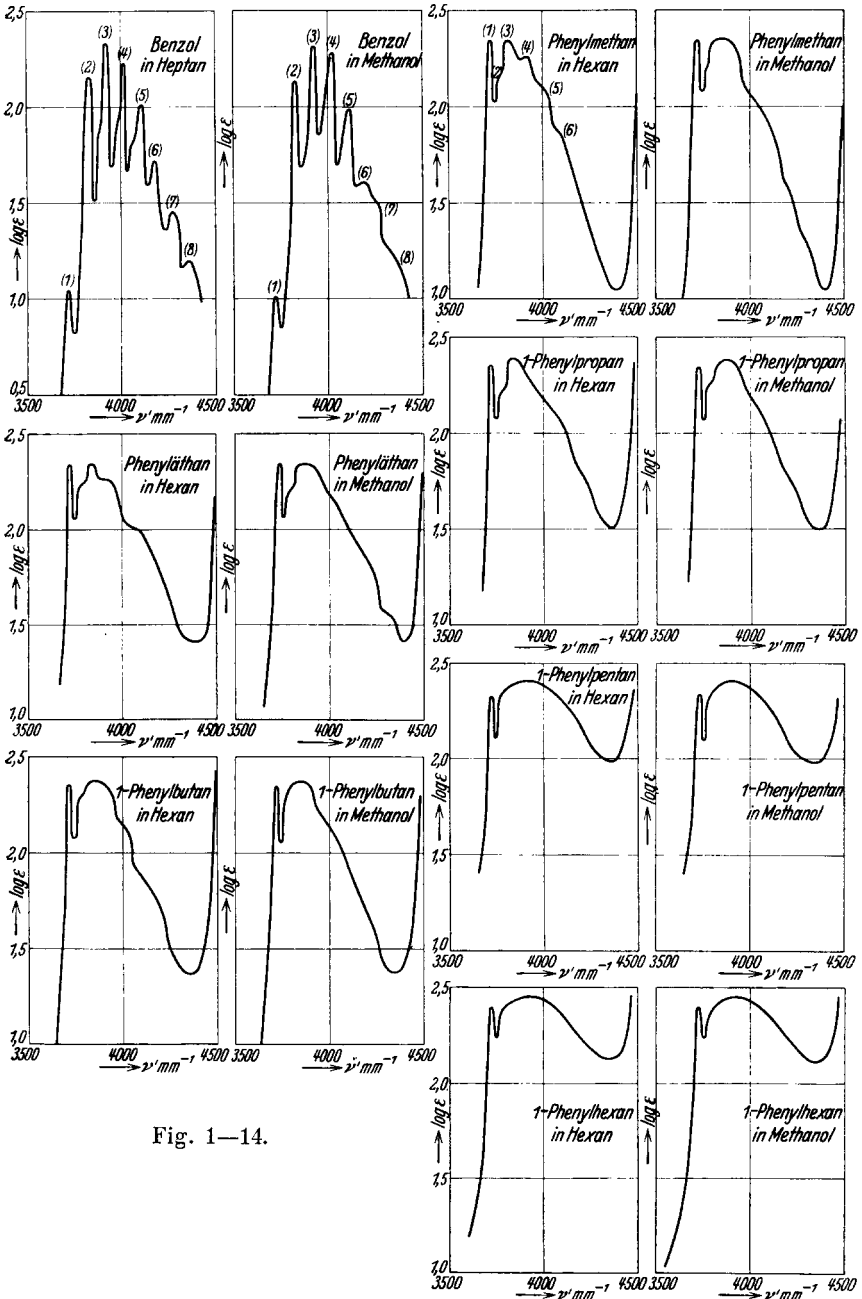
schon von RAMART-LUCAS⁷ in Äthanol gemessen, die Arbeit stand uns bisher noch nicht zum Vergleich zur Verfügung. Die Absorptionskurve von 1-Phenyl-*n*-propan in Hexan, die von HILLMERS und PAERSCH⁸ aufgenommen wurde, zeigt im allgemeinen mit unserer Übereinstimmung, nur daß bei unserer Kurve die Feinstruktur etwas stärker hervortritt. Neu gemessen sind von uns demnach: Phenylmethan in Methanol, Phenyläthan in Hexan, 1-Phenyl-*n*-propan in Methanol und 1-Phenyl-*n*-Butan, -*n*-Pentan und -*n*-Hexan in beiden Lösungsmitteln. Das Nachmessen der schon untersuchten Substanzen war notwendig, um durch einheitliche Meßmethodik eine bessere Vergleichbarkeit zu erzielen.

Diskussion der Resultate.

Aus den in Fig. 1—14 wiedergegebenen Kurven ist zu ersehen, daß sich die Alkylsubstitution am Benzolkern einmal in einer sprunghaften Extinktionsänderung der ersten Einzelbande (1) bei gleichbleibender Wellenzahl zu erkennen gibt, die bei Benzol im Maximum einen Extinktionskoeffizienten von $\log \epsilon = 1.04$, bei Methyl- bis *n*-Hexylbenzol jedoch einen Wert von $\log \epsilon = 2.33$ bis 2.40 aufweist. Weiters zeigen die Resultate, daß von der Feinstruktur der im U. V. zwischen $\nu' = 3680 \text{ mm}^{-1}$ und $\nu' = 4420 \text{ mm}^{-1}$ liegenden Benzolbande, die in 8 Einzelbanden (Fig. 1, 1—8) aufgelöst erscheint, die Einzelbanden 2—8 mit steigender Kettenlänge des *n*-Alkyls immer stärker verschwinden und bei 1-Phenyl-*n*-Pentan und 1-Phenyl-*n*-Hexan (Fig. 11, 12, 13, 14) nur mehr die erste Einzelbande (1) deutlich gesondert erscheint, während statt den 2.—8. Einzelbanden des Benzols nur eine einzige sehr breite vorhanden ist. Bezüglich des Lösungsmiteleinflusses zeigt es sich, daß der Einfluß des polaren Methanols, wie aus dem Vergleich der Absorptionskurven von Phenylmethan und Phenyläthan in Hexan mit denen in Methanol (Fig. 3, 4, 5, 6) hervorgeht, die Verschleifung der 2.—8. Einzelbanden weiterhin begünstigt, so daß Verschmelzung der Teilbanden 2—8 zu einer einzigen in Methanol gleichsam rascher vor sich geht als in Hexan. In bezug auf die Lage der Gesamtbande, im besonderen aber auch der ersten Teilbande ist jedoch kein merklicher Lösungsmiteleinfluß bei Übergang von Hexan auf Methanol festzustellen.

⁷ RAMART-LUCAS und F. SALMON LEGAGNEUR, Bull. soc. chim. (4) 51, 1932, S. 1069.

⁸ A. HILLMERS und E. PAERSCH, Z. physikal. Chem. (A) 161, 1932, S. 50.



Diese Ergebnisse lassen sich auf Grund der Theorie der alternierenden Polaritäten qualitativ richtig auslegen. Die Absorption des Benzols in dem betrachteten Wellenzahlbereich wird sicher durch einen Elektronensprung hervorgerufen, über dessen Frequenz sich mehrere Kernschwingungsfrequenzen überlagern, die dadurch die Auflösung in 8 Einzelbanden bewirken. Wie WOLF und HEROLD⁶ zeigen, liegt die Vermutung nahe, daß die Verschleifung zu mehreren oder einer breiten Bande infolge Substitution einer an sich nicht absorbierenden Gruppe begründet ist durch eine Polarisierung der Benzol-C-C-Bindung durch den polaren Substituenten derart, daß z. B. ein negativer Substituent in dem benachbarten C-Atom und in *m*-Stellung eine positive, in *o*- und *p*-Stellung eine negative Ladung in den aromatischen C-Atomen induziert. Durch eine solche Polarisierung der C-C-Bindungen im Benzolkern ist ein schärferes Hervortreten von Kernschwingungsteilbanden zu erwarten. Dies ist bei der Bande (1) auch der Fall, da deren Extinktion wesentlich erhöht wird. Die Banden 2—8 zeigen im Gegensatz hiezu schon beim Übergang von Benzol zu Methylbenzol eine wesentlich weniger ausgeprägte Erscheinungsform. Dies findet nach den genannten Autoren seine Erklärung darin, daß die Stärke der Polarisierung mit wachsender Entfernung der zu polarisierenden Bindung von dem Substituenten abnimmt, sich also mehrere nur wenig verschiedene Oszillationsfrequenzen überlagern und eine Verbreiterung der Teilbanden, also eine Verwaschung der Oszillationsfeinstruktur in der Absorptionskurve, bedingen. Sinngemäß muß diese Verschleifung eine noch weitergehende werden, wenn statt einer einfachen Methylgruppe Alkylketten substituiert werden, da sich ja deren Oszillationen denen des Benzolkernes in irgendeiner Form ebenfalls überlagern dürften und so zu einer Verschleifung Anlaß geben, u. zw. in Übereinstimmung mit dem Experiment in um so höherem Maße, je länger die Alkylkette ist. Charakteristisch ist, daß die im Gegensatz zu den anderen Teilbanden stark hervortretende und konstant bleibende erste Einzelbande auch keinem Lösungsmittelinfluß ausgesetzt, gegen die Wirkung umgebender Dipole also geschützt ist. Demnach darf man vielleicht mutmaßen, daß diese Teilbande durch Überlagerung einer Kernschwingung entsteht, die in unmittelbarer Nähe des Alkylsubstituenten vor sich geht, durch diesen einerseits stark beeinflußt, andererseits aber auch gegen die Wirkung polarer Lösungsmittelmoleküle abgeschirmt wird.

Tabelle 1.
Phenylmethan in Hexan.
($c = 0.06787$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$			
0.935	3639			
0.984	3644			
1.050	—		(Min. = 4385)	
1.059	3646		4354	4407
1.148	3654		4320	4436
1.358	3672		4244	4460
1.400	3674		4240	4463
1.566	3679		4185	4467
1.599	3684		4175	4471
1.619	3687		4170	4474
1.658	3690		4153	4474
1.690	3690		4146	4474
1.747	3690		4136	4478
1.800	3690		4123	4480
1.838	3691		4108	4483
1.866	3692		4085	4484
1.899	3699		4057	4485
1.943	3699		4047	4490
1.979	3701		4041	4490
2.016	3701		4040	4495
2.030	—	(Min. = 3745)	—	—
2.055	3704	3736	3758	4030
2.097	3708	3735	3759	4010
2.143	3710	3735	3766	3960
2.197	3710	3731	3790	3944
2.234	3711	3731	3798	3934
2.262	3715	3731	3798	3864
2.296	3715	3730	3798	3847
2.346	(Max. = 3720)	(Max. = 3815)		—

Tabelle 2.
Phenylmethan in Methanol.
($c = 0.03213$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$			
0.969	3645			
1.005	3645			
1.042	3645			
1.050	—		(Min. = 4395)	
1.081	3653		4357	4412
1.123	3653		4347	4422
1.169	3658		4335	4426
1.223	3662		4324	—

(Fortsetzung der Tabelle 2.)

log ε	ν' mm^{-1}			
1·260	3665		4309	4455
1·289	3665		4293	—
1·309	3665		4284	4462
1·321	3666		4283	4465
1·345	3670		4265	—
1·384	3671		4254	—
1·427	3671		4245	—
1·473	3673		4236	—
1·564	3673		4207	—
1·607	3677		4183	4476
1·644	3684		4171	4479
1·683	3685		4165	4483
1·725	3688		4152	4483
1·772	3691		4148	4483
1·872	3694		4119	4493
1·908	3694		4095	4499
1·944	3694		4086	4499
1·983	3694		4056	—
2·025	3697		4035	—
2·080	—	(Min. = 3750)	—	—
2·125	3705	3734	3764	3965
2·163	3707	3734	3764	3955
2·191	3707	3734	3768	3952
2·304	3714	3734	3796	3921
2·341	3715	3728	3812	3895
2·350	(Max. = 3720)	(Max. = 3850)	—	—

Tabelle 3.

Phenyläthan in Hexan.

 $(c = 0\cdot04257$ Mole i. L.).

log ε	ν' mm^{-1}			
1·191	3662			
1·355	3681			
1·390	—		(Min. = 4390)	
1·408	3681		4375	4408
1·446	3687		4319	4424
1·464	3688		4301	4426
1·507	3688		4291	4428
1·565	3692		4271	—
1·654	3696		4233	4460
1·745	3697		4183	—
1·754	3697		4170	4461
1·826	3703		4162	—
1·907	3706		4145	4472
2·007	3715		4071	—

(Fortsetzung der Tabelle 3.)

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$				
	—	(Min. = 3750)			—
2·055	—				
2·150	3718	3745	3767	3985	4479
2·186	3718	3745	3767	3973	4491
2·223	3718	3739	3776	3954	—
2·263	3718	3735	3815	3924	—
2·304	3728	3735	3817	3863	—
2·340	(Max. = 3730)		(Max. = 3835)		—

Tabelle 4.

Phenyläthan in Methanol.

 ($c = 0\cdot03040$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$				
	—	(Min. = 4390)			—
1·066	3649				
1·297	3669				
1·369	3672				
1·415	—			(Min. = 4390)	
1·451	3674			4362	4428
1·550	3683			4320	4445
1·596	3687			4263	4447
1·668	3695			4255	4451
1·749	3695			4232	4458
1·849	3702			4185	4462
1·968	3706			4119	—
2·049	3710			4071	—
2·060	—	(Min. = 3750)		—	—
2·149	3711	3745	3767	4023	—
2·187	3714	3744	3775	3989	—
2·215	3717	3744	3803	3975	—
2·248	3717	3741	3819	3962	—
2·292	3718	3740	3819	3935	4490
2·328	3728	3733	3827	3925	4495
2·340	(Max. = 3730)		(Max. = 3875)		—

Tabelle 5.

 1-Phenyl-*n*-Propan in Hexan.

 ($c = 0\cdot02008$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$	
	—	—
1·174	3670	
1·247	3672	
1·328	3677	
1·428	3678	
1·478	3684	

(Fortsetzung der Tabelle 5.)

log ϵ	ν' mm^{-1}			

1·505	—			(Min. = 4360)
1·550	3686		4312	4392
1·632	3692		4260	4406
1·731	3699		4323	4429
1·849	3702		4162	—
1·977	3705		4129	—
2·075	—	(Min. = 3750)	—	—
2·096	3707	3737	3756	4070
2·188	3713	3737	3766	3985
2·277	3715	3728	3805	3920
2·355	(Max. = 3720)	—	—	—
2·368			3810	3875
2·390			(Max. = 3840)	—

Tabelle 6.

1-Phenyl-*n*-Propan in Methanol.

(c = 0,01011 Mole i. L.).

log ϵ	ν' mm^{-1}			

1·226	3661			
1·327	3667			
1·425	3676			
1·500	—			(Min. = 4360)
1·507	3682		4328	4382
1·583	3684		4280	—
1·674	3691		4240	—
1·725	3691		4226	—
1·811	3697		4172	—
1·886	3700		4143	—
1·929	3700		4128	—
2·065	—	(Min. = 3750)	—	—
2·074	3709	3745	3756	4065
2·109	3709	3743	3758	4044
2·146	3710	3735	3760	4025
2·185	3712	3735	3763	3999
2·227	3712	3735	3765	3970
2·274	3714	3735	3810	3960
2·327	3717	3734	3811	3941
2·345	(Max. = 3725)	—	—	—
2·365			3835	3910
2·380			(Max. = 3880)	—

Tabelle 7.

 1-Phenyl-*n*-Butan in Hexan.

 ($c = 0.01806$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$			

0.893	3650			
1.140	3651			
1.219	3654			
1.292	3657			
1.369	—		(Min. = 4355)	
1.373	3665		4329	4395
1.473	3671		4271	—
1.539	3681		4241	—
1.559	3686		4231	4433
1.814	3691		4151	4464
1.857	3699		4119	—
1.894	3699		4082	—
1.933	3699		4063	--
1.975	3699		4051	—
2.075	3708		4049	—
2.080	—	(Min. = 3747)	—	—
2.113	3709	3737	3757	4034
2.171	3709	3737	3757	4004
2.174	3709	3737	3763	3977
2.233	3709	3732	3764	3965
2.275	3709	3729	3770	3955
2.322	3712	3727	3805	3934
2.358	(Max. = 3720)	—	—	—
2.370		(Max. = 3850)	—	—

Tabelle 8.

 1-Phenyl-*n*-Butan in Methanol.

 ($c = 0.01880$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$			

0.914	3643			
1.003	3643			
1.123	3653			
1.202	3655			
1.275	3660			
1.356	3668			
1.370	—		(Min. = 4350)	
1.456	3678		4280	4410
1.522	3681		4273	4423
1.542	3683		4253	4430
1.617	3683		4233	4440
1.706	3686		4192	—
1.797	3692		4159	—

(Fortsetzung der Tabelle 8.)

log ϵ	ν' mm^{-1}			
1·805	3694		4153	—
1·840	3697		4143	—
1·877	3698		4120	4460
2·005	3705		4070	—
2·058	3705		4043	—
2·060	—	(Min. = 3749)	—	—
2·096	3706	3743	3758	4032
2·157	3709	3736	3764	3985
2·177	3709	3737	3763	3977
2·216	3709	3737	3767	3950
2·305	3715	3729	3781	3919
2·353	(Max. = 3725)	—	—	—
2·358			3806	3885
2·375			(Max. = 3835)	—
2·457				4499

Tabelle 9.

1-Phenyl-*n*-Pentan in Hexan.

(c = 0·01316 Mole i. L.).

log ϵ	ν' mm^{-1}			
1·469	3653			
1·611	3682			
1·697	3685			
1·772	3690			
1·861	3693			
1·914	3695			
1·952	3700			
1·980	3700			
1·985	—		(Min. = 4350)	
2·013	3700		4304	4393
2·071	3703		4247	4417
2·113	3705		4225	4424
2·115	—	(Min. = 3745)	—	—
2·160	3707	3737	3756	4205
2·213	3709	3737	3756	4171
2·251	3714	3737	3757	4146
2·279	3714	3737	3758	4123
2·312	3718	3731	3762	4094
2·330	(Max. = 3723)	—	—	—
2·332			3770	4071
2·370			3807	4024
2·410			(Max. = 3900)	—

Tabelle 10.

 1-Phenyl-*n*-Pentan in Methanol.
 ($c = 0.0222$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$				
1.450	3654				
1.470	3658				
1.545	3673				
1.634	3684				
1.768	3695				
1.805	3699				
1.845	3699				
1.886	3699				
1.933	3702				
1.980	—			(Min. = 4351)	
1.986	3700		4332	4375	
2.069	3709		4212	—	
2.103	—	(Min. = 3747)	—	—	
2.105	3712	3737	3757	4188	—
2.144	3713	3737	3757	4169	4437
2.186	3713	3737	3759	4150	4438
2.233	3713	3737	3763	4119	—
2.286	3717	3735	3770	4086	—
2.324	3717	3735	3786	4048	4459
2.350	(Max. = 3720)	—	—	—	—
2.352			3809	4027	—
2.385			3827	3977	—
2.410			(Max. = 3900)	—	—

Tabelle 11.

 1-Phenyl-*n*-Hexan in Hexan.
 ($c = 0.01508$ Mole i. L.).

log ϵ	$\nu' \text{ mm}^{-1}$				
1.219	3603				
1.498	3652				
1.618	3668				
1.639	3672				
1.672	3674				
1.713	3684				
1.756	3685				
1.802	3687				
1.855	3691				
1.921	3692				
1.936	3694				
1.973	3699				
2.012	3700				
2.054	3702				
2.101	3704				

(Fortsetzung der Tabelle 11.)

$\log \varepsilon$	$\nu' \text{ mm}^{-1}$			
2·130	—			(Min. = 4350)
2·154	3707		4274	4413
2·201	3709		4226	4424
2·220	3710		4207	4431
2·237	3711		4194	4433
2·240	—	(Min. = 3750)	—	—
2·273	3713	3737	3761	4159 4439
2·312	3715	3737	3763	4133 4443
2·354	3716	3737	3770	4081 4452
2·400	(Max. = 3720)	—	—	—
2·401			3803	4051 4460
2·454			(Max. = 3925)	—
2·492				4461

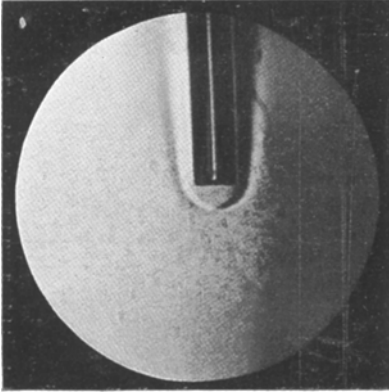
Tabelle 12.

1-Phenyl-*n*-Hexan in Methanol. $(c = 0\cdot01370 \text{ Mole i. L.})$

$\log \varepsilon$	$\nu' \text{ mm}^{-1}$			
1·052	3564			
1·261	3617			
1·376	3635			
1·540	3657			
1·594	3671			
1·755	3682			
1·798	3687			
1·844	3693			
1·897	3693			
1·963	3693			
2·015	3700			
2·054	3700			
2·096	3701			
2·115	—			(Min. = 4340)
2·143	3707		4281	4398
2·196	3707		4231	4419
2·234	3707		4192	4433
2·235	—	(Min. = 3750)	—	—
2·243	3711	3736	3763	4163 4435
2·262	3712	3736	3763	4163 4437
2·279	3713	3736	3766	4151 4439
2·295	3713	3736	3766	4153 4444
2·315	3713	3733	3765	4130 4453
2·345	3717	3728	3777	4093 4456
2·395	(Max. = 3720)	—	—	—
2·396			3803	4058 4457
2·450			(Max. = 3920)	—

TAFEL III

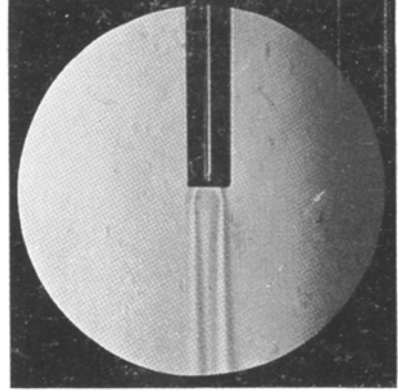
Fig. 1. Steigende HD-HD Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380.$

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung $n_D^{20} = 1.3380.$

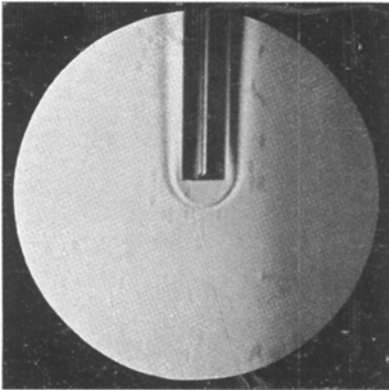
Fig. 2. Fallende DH—DH Schliere.



Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung $n_D^{20} = 1.3380.$

Standprobe: wässrige Glukose-
lösung $n_D^{20} = 1.3380.$

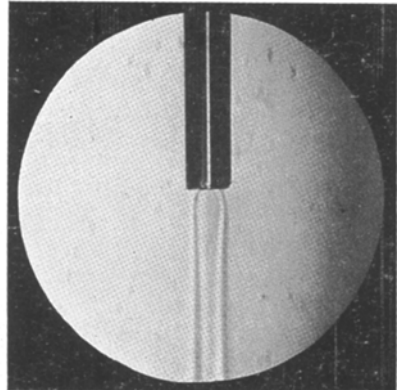
Fig. 3. Steigende HDh—dHD Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380.$

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung $n_D^{20} = 1.3385.$

Fig. 4. Fallende DHD—hDH Schliere.

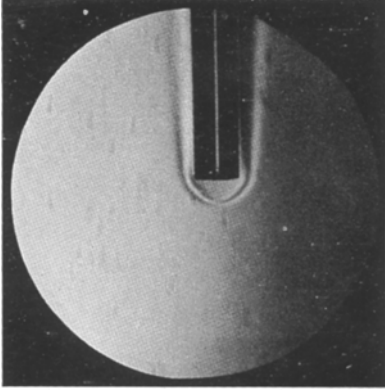


Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung: $n_D^{20} = 1.3385.$

Standprobe: wässrige Glukose-
lösung $n_D^{20} = 1.3380.$

TAFEL IV

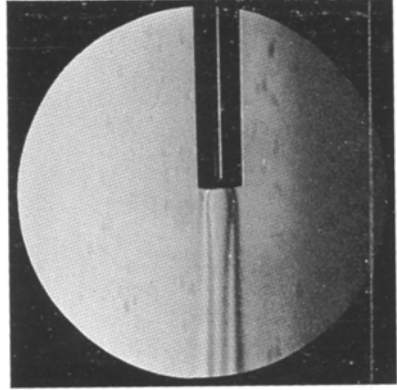
Fig. 5. Steigende HDH—DHD Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380.$

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung $n_D^{20} = 1.3395.$

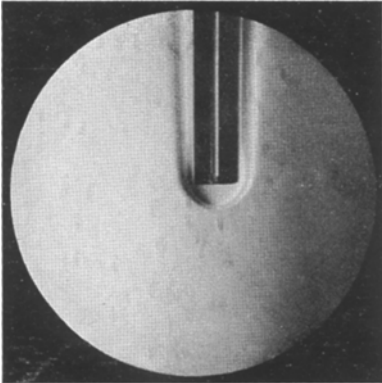
Fig. 6. Fallende DHD—HDH Schliere.



Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung $n_D^{20} = 1.3395.$

Standprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380.$

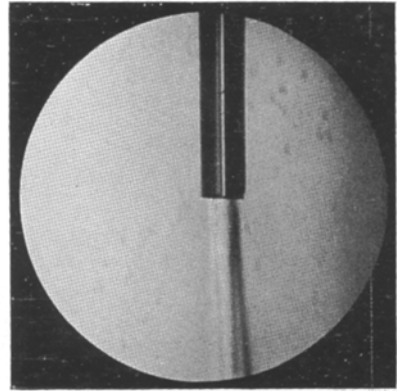
Fig. 7. Steigende HdH—DhD Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380.$

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung $n_D^{20} = 1.3400.$

Fig. 8. Fallende DhD—HdH Schliere.

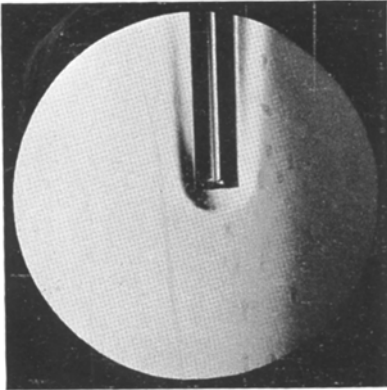


Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
lösung $n_D^{20} = 1.3400.$

Standprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380.$

TAFEL V

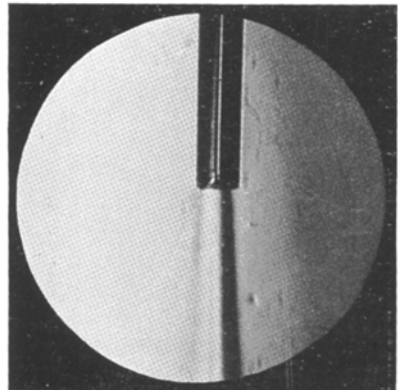
Fig. 9. Steigende H—D (—) Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3405$.

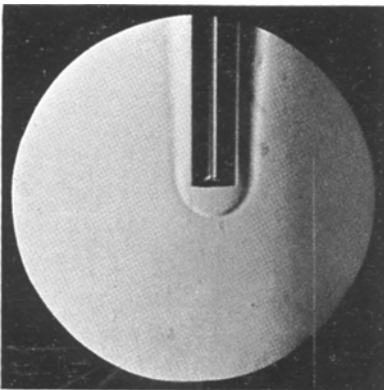
Fig. 10. Fallende D—H (+) Schliere.



Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3405$.

Standprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.

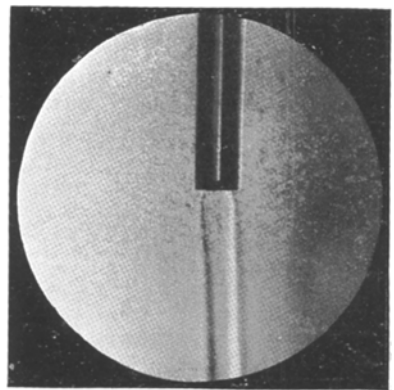
Fig. 11. Steigende HD—HD Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3375$.

Fig. 12. Fallende DH—DH Schliere.

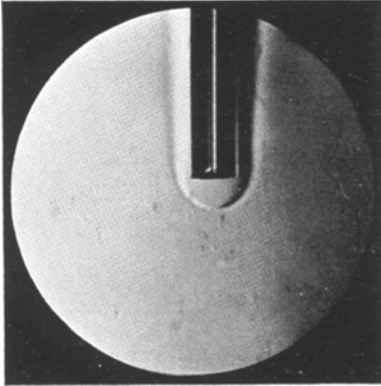


Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3375$.

Standprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.

TAFEL VI

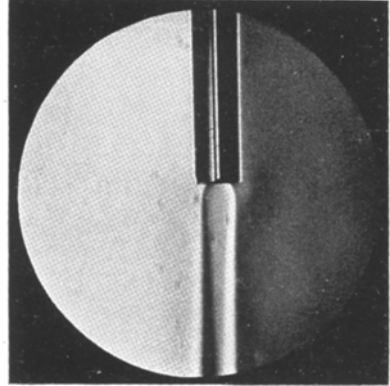
Fig. 13. Steigende hD—Hd Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3370$.

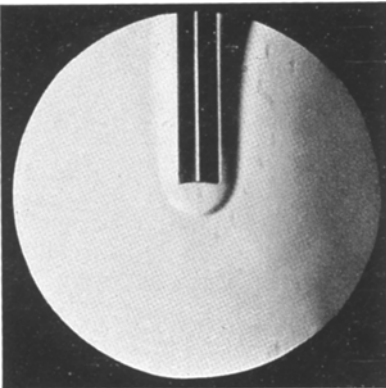
Fig. 14. Fallende dH—Dh Schliere.



Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3370$

Standprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.

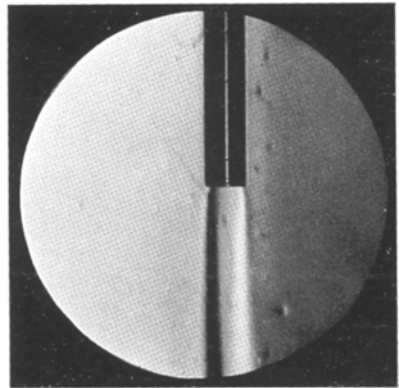
Fig. 15. Steigende D—H (+) Schliere.



Fließprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.

Standprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3360$

Fig. 16. Fallende H—D (—) Schliere.



Fließprobe: wässrige Natriumnitrat-
 lösung $n_D^{20} = 1.3360$.

Standprobe: wässrige Glukoselösung
 $n_D^{20} = 1.3380$.