desnähe die Infusion einer 10-procentigen Lösung das schon ganz erloschene Leben wieder zurückzurufen vermag.

6. Die Infusion einer dünnen Lösung von 0,6—0,75 pCt. setzt zwar in dem normalen Zustande des Thieres ebenso wie die von Wasser die Geschwindigkeit des Blutausflusses herab, aber ihre wiederbelebende Kraft bei Verblutung ist ausser Frage gestellt.

7. Ist vorher in die Gewebe des Körpers oder in die serösen Höhlen eine grössere Menge der dünnen Lösung eingeführt, so bewirkt eine Blutentziehung eine Steigerung der Geschwindigkeit.

8. Diese Beschleunigung fällt ebenso wie die durch die Infusion einer concentrirteren Lösung mit einer Verdünnung des Blutes zusammen, welche durch Aufnahme von Flüssigkeit in die Blutgefässe bewirkt wird; sie erfolgt aber langsamer und ist weniger beträchtlich.

Die mechanischen und die optischen Dichtigkeiten des Blutes, der Galle und der Milch, und der Wasserverdünnungen derselben.

Von

G. Valentin.

Diese Untersuchungen sollten zunächst die Frage beantworten, ob thierische Flüssigkeiten, die Schleim oder feste Körperchen als Gemengtheile enthalten, dieselben Beziehungen zwischen Eigenschwere und Brechungsverhältniss, wie man sie für eine Anzahl reiner Lösungen gefunden hat, darbieten oder nicht. Die an dem Blute gemachten Erfahrungen enthüllten noch eine auf den ersten Blick eigenthümliche Erscheinung, der eine weitere Bedeutung zukommen dürfte.

Ich suchte mir so frische Flüssigkeiten, als möglich, für jede erste der Prüfungsreihen zu verschaffen. Das geschlagene Blut war in zwei Fällen noch warm, als ich mich anschickte, seine Eigenschwere in unverdünntem Zustande zu bestimmen. Die Galle

wurde ungefähr eine bis anderthalb Stunden nach dem Tode des Oehsen und die Milch eben so kurze Zeit nach dem Melken der Kuh zum ersten Male untersucht.

Das 25 Cubikcentimeter fassende specifische Gewichtsfläschchen, das zur Ermittlung der Eigenschwere diente, gab 25,004 gr als Mittelwerth des Gewichtes des destillirten Wassers, das es bei 15° C. aufnahm. Ich machte immer drei Einzelbestimmungen einer jeden der untersuchten Flüssigkeiten, um eine wahrscheinliche Durchschnittszahl zu erhalten — eine Vorsicht, die mit Gemengtheilen vermischte Lösungen immer nöthig machen.

Zwei Geissler'sche Buretten mit Glashähnen, die sehr feine Ausflussröhren besaßen, dienten zu den Volumensbestimmungen der Milch und des zu deren Verdünnung genommenen destillirten Wassers. Da das geschlagene Blut und die schleimigte Galle den engen Ausgang des Hahnes zu verstopfen drohten, so nahm ich später für sie Fläschchen, die genau 25 Cubikcentimeter Rauminhalt bis zu einer Marke darboten. Die Mischung wurde jedes Mal durch fünf- bis zehnfaches Umkehren der Röhre, in der sie enthalten war, möglichst gleichartig gemacht. Ich wiederholte dieses vor jeder Einzelbestimmung der Eigenschwere und ehe ich die zur Ermittlung des Brechungsverhältnisses dienende Probe entnahm.

Die Untersuchungen des Blutes und der Galle wurden bei 20° bis 25° C. und die der Milch bei 20° bis 22° C. der Luft vorgenommen. Musste eine dieser Flüssigkeiten über Nacht des Vergleiches wegen stehen bleiben, so schützte ich sie möglichst vor Verdunstung durch Verkorken der enghalsigen Flasche oder der Röhre, in der sie sich befand.

Das Refractometer war so eingestellt, dass das zu den Verdünnungen gebrauchte destillirte Wasser 1,33448 als Durchschnittswerth aus zehn Einzelbestimmungen des Brechungsverhältnisses gab. Ich fuhr in der Regel mit dem Wasserzusatze so lange fort, bis die letzte Flüssigkeit einen Ablenkungscoefficienten darbot, der um weniger als eine Einheit der dritten Decimale den des Wassers übertraf.

A. Blut.**I. Noch warmes Kalbsblut.**

Versuchsnummer	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe	Mittel	Grenzwerthe	Mittel
1. Reines Blut	1,0518			
	1,0518	1,05167	1,3512	1,34964
	1,0514		1,3485	
2. 50 Volumenprocente Blut und 50 pCt. Wasser.	1,0254		1,3538	
	1,0254	1,02500	1,3525	1,35328
	1,0242			
3. 25 pCt. Blut und 75 pCt. Wasser.	1,0122		1,3442	
	1,0120	1,01207	1,3436	1,34396
	1,0120			
4. 12,5 pCt. Blut und 87,5 pCt. Wasser.	1,0056		1,3392	
	1,0054	1,00547	1,3388	1,33904
	1,0054			
5. 6,25 pCt. Blut und 93,75 pCt. Wasser.	1,00199		1,3367	
	1,00188	1,001917	1,3356	1,33610
	1,00188			
6. 3,125 pCt. Blut und 96,875 pCt. Wasser.	1,00068		1,3307	
	1,00016	1,000307	1,3352	1,33467
	1,00008			

II. Dasselbe Blut 24 Stunden später.

Indessen in einer verkorkten Flasche mit langem Halse und bis in diesen gefüllt aufbewahrt. Nicht faulig riechend.

7. Reines Blut.				
	1,0558		1,3545	
	1,0523	1,05140	1,3537	1,35404
	1,0489			
8. 50 Volumenprocente Blut und 50 pCt. Wasser.				
	1,0282		1,3545	
	1,0280	1,02700	1,3537	1,35376
	1,0248			

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerte.	Mittel.
9.	25 pCt. Blut und 75 pCt. Wasser.			
	1,0118		1,3453	
	1,0118	1,01173	1,3442	1,34452
	1,0116			
10.	12,5 pCt. Blut und 87,5 pCt. Wasser.			
	1,0054		1,3380	
	1,0055	1,00537	1,3371	1,33742
	1,0053			
11.	6,25 pCt. Blut und 93,25 pCt. Wasser.			
	1,00184		1,3361	
	1,00181	1,00178	1,3353	1,33556
	1,00168			
12.	3,125 pCt. Blut und 96,875 pCt. Wasser.			
	1,00028		1,3348	
	1,00016	1,00019	1,3344	1,33462
	1,00012			

III. Noch warmes Schaafsblut.

13.	Reines Blut.			
	1,0412		1,3496	
	1,0410	1,04080	1,3484	1,34888
	1,0402			
14.	47 Volumenprocente Blut und 53 pCt. Wasser.			
	1,0248		1,3527	
	1,0247	1,02467	1,3517	1,35219
	1,0245			
15.	22,4 pCt. Blut und 77,6 pCt. Wasser.			
	1,0112		1,3434	
	1,011	1,01043	1,3415	1,34222
	1,090			
16.	11,2 pCt. Blut und 88,8 pCt. Wasser.			
	1,0047		1,3392	
	1,0047	1,00467	1,3385	1,33888
	1,0046			
17.	5,6 pCt. Blut und 94,4 pCt. Wasser.			
	1,00292		1,3378	
	1,00284	1,00287	1,3369	1,33740
	1,00284			

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerthe.	Mittel.
18.	2,8 pCt. Blut und 97,2 pCt. Wasser.			
	1,00126		1,3365	
	1,00118	1,00120	1,3362	1,33630
	1,00116			
19.	1,4 pCt. Blut und 98,6 pCt. Wasser.			
	1,00032		1,3355	
	1,00032	1,000247	1,3351	1,33532
	1,00010			
20.	0,7 pCt. Blut und 99,3 pCt. Wasser.			
	1,00008		1,3353	
	1,00008	1,00008	1,3344	1,33474
	1,00008			

Die Flüssigkeit Nr. 20 war noch stark roth gefärbt, löschte alle Farben des Spectrums eines Hoffmann'schen geraden Spectroskopes bis auf Roth in Dicken von 10 bis 25 Millimeter aus, gab die beiden Blutbänder in Schichten von 8 mm und verdunkelte dann den grössten Theil des übrigen Grün, das Blau und das Violett.

IV. Dasselbe Schafblut, 48 Stunden später.

Indessen in einer verkorkten, bis in den dünnen Hals derselben reichenden Menge aufbewahrt. Faulig riechend.

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerthe.	Mittel.
21.	Reines Blut.			
	1,0430		1,3495	
	1,0424	1,04223	1,3488	1,34912
	1,0413			
22.	50 Volumenprocente Blut und 50 pCt. Wasser.			
	1,0202		1,3488	
	1,0202	1,02010	1,3473	1,34794
	1,0199			
23.	25 pCt. Blut und 75 pCt. Wasser.			
	1,0094		1,3408	
	1,0094	1,00937	1,3402	1,34050
	1,0093			

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerte.	Mittel.
24.	12,5 pCt. Blut und 87,5 pCt. Wasser.			
	1,0038		1,3373	
	1,0038	1,00377	1,3365	1,33692
	1,0037			
25.	6,25 pCt. Blut und 93,75 pCt. Wasser.			
	1,0013		1,3362	
	1,0012	1,00123	1,3355	1,33584
	1,0012			
26.	3,125 pCt. Blut und 96,875 pCt. Wasser.			
	1,0004		1,3348	
	1,0004	1,00033	1,3344	1,33462
	1,0002			

V. Blut eines vor einer halben bis einer ganzen Stunde getödteten Schweines.

27.	Reines Blut.			
	1,0660		1,3538	
	1,0657	1,06570	1,3526	1,35310
	1,0654			
28.	83,3 Volumenprocente Blut und 16,7 pCt. Wasser.			
	1,0550		1,3556	
	1,0547	1,05413	1,3539	1,35470
	1,0527			
29.	71,4 pCt. Blut und 28,6 pCt. Wasser.			
	1,0468		1,3569	
	1,0466	1,04660	1,3553	1,35588
	1,0464			
30.	62,5 pCt. Blut und 37,5 pCt. Wasser.			
	1,0412		1,3606	
	1,0406	1,04080	1,3592	1,36008
	1,0406			
31.	55,6 pCt. Blut und 44,4 pCt. Wasser.			
	1,0364		1,3578	
	1,0363	1,03630	1,3572	1,35745
	1,0362			
32.	50 pCt. Blut und 50 pCt. Wasser.			
	1,0324		1,3549	
	1,0322	1,03160	1,3545	1,35476
	1,0302			

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerte.	Mittel.
33.	45,5 pCt. Blut und 54,5 pCt. Wasser.			
	1,0291		1,3532	
	1,0289	1,02890	1,3526	1,35300
	1,0287			
34.	33,3 pCt. Blut und 66,7 pCt. Wasser.			
	1,0210		1,3488	
	1,0209	1,02093	1,3476	1,34813
	1,0209			
35.	16,7 pCt. Blut und 83,3 pCt. Wasser.			
	1,0100		1,3412	
	1,0100	1,0100	1,3404	1,34066
	1,0100			
36.	8,4 pCt. Blut und 91,6 pCt. Wasser.			
	1,0042		1,3372	
	1,0040	1,00393	1,3363	1,33688
	1,0036			
37.	4,2 pCt. Blut und 95,8 pCt. Wasser.			
	1,0014		1,3356	
	1,0012	1,00123	1,3349	1,33530
	1,0011			
38.	2,1 pCt. Blut und 97,9 pCt. Wasser.			
	1,0001?	1,0001?	1,3347	1,33448
			1,3343	

VI. Dasselbe Schweinsblut, 24 Stunden später.

In einer mit engem Halse versehenen und bis zu diesem gefüllten und verkorkten Flasche indessen aufbewahrt. Sichtlich dunkler gefärbt, als in dem frischen Zustande. Faulig riechend.

39.	Reines Blut.			
	1,0712		1,3732	
	1,0701	1,07043	1,3723	1,37278
	1,0700			
40.	62,5 pCt. Volumenprocente Blut und 37,5 pCt. Wasser.			
	1,0402		1,3615	
	1,0400	1,04033	1,3609	1,36120
	1,0399			
41.	50 pCt. Blut und 50 pCt. Wasser.			
	1,0322		1,3556	
	1,0322	1,03217	1,3548	1,35522
	1,0321			

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerte.	Mittel.
42.	25 pCt. Blut und 75 pCt. Wasser.			
	1,0152		1,3448	
	1,0063	1,0947	1,3445	1,34470
	1,0066			
43.	12,5 pCt. Blut und 87,5 pCt. Wasser.			
	1,0072		1,3398	
	1,0067	1,00687	1,3395	1,33962
	1,0067			
44.	6,25 pCt. Blut und 93,75 pCt. Wasser.			
	1,0026		1,3366	
	1,0024	1,00247	1,3362	1,33638
	1,0024			
45.	3,125 pCt. Blut und 96,875 pCt. Wasser.			
	1,0004		1,3348	
	1,0003	1,00033	1,3344	1,33460
	1,0003			

B. Galle.

VII. Unfiltrirte Ochsen-galle ein bis anderthalb Stunden nach dem Tode des Rindes. Dunkelbraun, Sehr schleimig.

46.	Reine Galle.			
	1,0304		1,3548	
	1,0300	1,02993	1,3544	1,35468
	1,0294			
47.	50 Volumenprocente Galle und 50 pCt. Wasser.			
	1,0142		1,3448	
	1,0141	1,01413	1,3442	1,34450
	1,0141			
48.	25 pCt. Galle und 75 pCt. Wasser.			
	1,0069		1,3392	
	1,0068	1,00677	1,3384	1,33870
	1,0066			
49.	12,5 pCt. Galle und 87,5 pCt. Wasser.			
	1,0039		1,3365	
	1,0038	1,00367	1,3363	1,33636
	1,0033			
50.	6,25 pCt. Galle und 93,75 pCt. Wasser.			
	1,0018		1,3349	
	1,0016	1,00160	1,3346	1,33476
	1,0014			

VIII. Dieselbe Galle filtrirt, aber dessenungeachtet schleimigt.
Noch am Tage des Todes des Thieres untersucht.

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerte.	Mittel.
51. Reine Galle.				
	1,0436		1,3546	
	1,0434	1,04334	1,3544	1,35434
	1,0433			
52. 50 Volumenprocente Galle und 50 pCt. Wasser.				
	1,0184		1,3455	
	1,0147	1,01583	1,3446	1,34516
	1,0144			
53. 25 pCt. Galle und 75 pCt. Wasser.				
	1,0070		1,3395	
	1,0067	1,00670	1,3393	1,33942
	1,0064			
54. 12,5 pCt. Galle und 87,5 pCt. Wasser.				
	1,0031		1,3366	
	1,0030	1,00300	1,3364	1,33656
	1,0029			
55. 6,25 pCt. Galle und 93,75 pCt. Wasser.				
	1,0011		1,3354	
	1,0010	1,00100	1,3352	1,33536
	1,0009			

IX. Noch warme Rindsgalle. Grün, wässriger und weniger schleimig, als die vorige.

56. Reine Galle.				
	1,0220		1,3493	
	1,0215	1,02167	1,3488	1,34908
	1,0215			
57. 50 Volumenprocente Galle und 50 pCt. Wasser.				
	1,0107		1,3416	
	1,0106	1,01053	1,3413	1,34144
	1,0103			
58. 25 pCt. Galle und 75 pCt. Wasser.				
	1,0001		1,3385	
	1,0054	1,00560	1,3778	1,33804
	1,0053			

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerthe.	Mittel.
59.	12,5 pCt. Galle und 87,5 pCt. Wasser.			
	1,0024		1,3367	
	1,0024	1,00237	1,3368	1,33648
	1,0023			
60.	6,25 pCt. Galle und 93,75 pCt. Wasser.			
	1,0008		1,3355	
	1,0007	1,0007	1,3346	1,33510
	1,0006			

C. Kuhmilch,

ein bis zwei Stunden nach dem Melken erhalten.

X. Erste Probe der Milch.

61.	Reine Milch.			
	1,0329		1,3592	
	1,0328	1,03270	1,3477	1,34843
	1,0324			
62.	49,6 Volumenprocente Milch und 50,4 pCt. Wasser.			
	1,0158		1,3413	
	1,0158	1,01567	1,3401	1,34087
	1,0154			
63.	24,7 pCt. Milch und 75,3 pCt. Wasser.			
	1,00784		1,3383	
	1,00780	1,00760	1,3364	1,33640
	1,00752			
64.	12,4 pCt. Milch und 87,6 pCt. Wasser.			
	1,0036		1,3358	
	1,0035	1,00353	1,3341	1,23471
	1,0035			
65.	6,2 pCt. Milch und 93,8 pCt. Wasser.			
	1,0014		1,3348	
	1,0012	1,00127	1,3341	1,33445
	1,0012			

XI. Andere Milch.

66.	Reine Milch.			
	1,0314		1,3491	
	1,0312	1,003123	1,3473	1,34833
	1,0311			

Versuchs- nummer.	Dichtigkeit.		Brechungsverhältniss.	
	Einzelwerthe.	Mittel.	Grenzwerthe.	Mittel.
67.	49,3 Volumenprocente Milch und 50,7 pCt. Wasser.			
	1,0148		1,3424	
	1,0148	1,01473	1,3418	1,34186
	1,0146			
68.	24,5 pCt. Milch und 75,5 pCt. Wasser.			
	1,0068		1,3383	
	1,0067	1,00660	1,3374	1,33784
	1,0066			
69.	12,2 pCt. Milch und 87,8 pCt. Wasser.			
	1,0028		1,3358	
	1,0028	1,00280	1,3353	1,335149
	1,0028			
70.	6,1 pCt. Milch und 93,9 pCt. Wasser.			
	1,0012		1,3357	
	1,0010	1,00103	1,3346	1,33500
	1,0009			

XIII. Andere Milch.

71.	Reine Milch.			
	1,0298		1,3515	
	1,0297	1,02973	1,3504	1,35086
	1,0297			
72.	59,3 Volumenprocente Milch und 40,7 pCt. Wasser.			
	1,0144		1,3424	
	1,0144	1,01417	1,3418	1,34209
	1,0137			
73.	29,2 pCt. Milch und 70,8 pCt. Wasser.			
	1,0067		1,3394	
	1,0066	1,00663	1,3384	1,33885
	1,0066			
74.	14,5 pCt. Milch und 85,5 pCt. Wasser.			
	1,0029		1,3373	
	1,0026	1,00257	1,3363	1,33676
	1,0022			
75.	7,2 pCt. Milch und 92,8 pCt. Wasser.			
	1,0011		1,3352	
	1,0008	1,00090	1,3344	1,33476
	1,0008.			

Diese Untersuchungen lehren:

1. Die an dem Harnе angestellten Beobachtungen ¹⁾ führten schon zu dem Schlusse, dass das Kochen und der hierdurch erzeugte Wasserverlust die Eigenschwere nachdrücklicher als das Brechungsverhältniss ändern. Dasselbe wiederholt sich für die Wasserdünnungen des Blutes, so dass auch die Eigenschwere desselben die Aenderungen kräftiger, als das Brechungsverhältniss anzeigt. Die Galle und die Milch bestätigten das Gleiche.

2. Die Eigenschwere und das Ablenkungsverhältniss sinken im Allgemeinen um so mehr, je grösser die Wasserprocente der Mischung werden. Beide wechseln in der Regel in gleichem Sinne. Der künstliche Zusatz einer wässerigen Eiweisslösung zu Menschenharn lieferte aber schon einen Fall in früheren Untersuchungen ²⁾, in welchem die Eigenschwere um 0,014 herunterging, während das Brechungsverhältniss um 0,0016 stieg. Das frische Blut zeigt diese entgegengesetzte Aenderung in verhältnissmässig bedeutenderem Grade, so lange nicht die Wasserverdünnung desselben eine gewisse Grenze überschritten hat.

Stellen wir nun zunächst die Zahlen, welche die ganz frischen, geschlagenen Blutmassen des Kalbes und des Schaafes gegeben haben, zusammen, so haben wir:

Blutart.	Versuchsnummer.	Zusammensetzung.	Eigenschwere.	Unterschied.	Brechungsverhältniss.	Unterschied.
Kalb	1	Reines Blut.	1,05167	—	1,34964	—
	2	50 % Blut und 50 % Wasser.	1,02500	— 0,02667	1,35328	+ 0,00364
	3	25 % Blut und 75 % Wasser.	1,01207	— 0,01293	1,34396	— 0,00932
Schaaf	13	Reines Blut.	1,04080	—	1,34888	—
	14	47 % Blut und 53 % Wasser.	1,02467	— 0,01613	1,35219	+ 0,00331
	15	22,4 % Blut und 77,6 % Wasser.	1,01043	— 0,01424	1,34222	— 0,00997

Während also die Eigenschwere durch die Verdünnung mit dem ungefähr gleichen Theile Wasser auf nahezu die Hälfte sank,

1) Dies Arch. Bd. XVII. S. 279.

2) a. a. O. S. 277. 279.

stieg das Ablenkungsverhältniss um $\frac{1}{448}$ der ursprünglichen Grösse. Es hatte aber wiederum einen kleineren Werth, wenn die Mischung $\frac{3}{4}$ ihres Rauminhaltes Wasser enthielt.

Da es sich unter diesen Verhältnissen fragte, bei welcher Verdünnung die grösste Erhöhung des Ablenkungsverhältnisses eintritt, so ging ich mit schwächeren Wasserzusätzen in dem Schweinsblute allmählig vorwärts. Es fand sich:

Blutart.	Versuchs- nummer.	Zusammen- setzung.	Eigen- schwere.	Unterschied.	Brechungs- verhältniss.	Unterschied.
Schwein	27	Reines Blut.	1,06570	—	1,35310	—
	28	83,3% Blut und 17% Wasser.	1,05413	— 0,01167	1,35470	+ 0,00160
	29	71,4% Blut und 28,6% Wasser.	1,04660	— 0,00753	1,35588	+ 0,00118
	30	62,5% Blut und 37,5% Wasser.	1,04080	— 0,00580	1,36008	+ 0,00420
	31	55,6% Blut und 44,4% Wasser.	1,03630	— 0,00450	1,35745	— 0,00263
	32	50% Blut und 50% Wasser.	1,03160	— 0,00470	1,35476	— 0,00269

Die grösste Zunahme des Brechungsverhältnisses, die 0,00698 oder $\frac{7}{1353}$, also ungefähr $\frac{1}{193}$ des ursprünglichen Werthes betrug, trat bei einer Wassermenge von 37,5 % oder etwas mehr als $\frac{1}{3}$ des Gehaltes an Wasser ein. 44,4 % oder beinahe $\frac{9}{20}$ führte schon zu einer merklichen Verkleinerung des Ablenkungsverhältnisses.

Vergleichen wir hiermit die Werthe, welche dieselben Blutarten 24 oder 48 Stunden später geliefert haben, so werden sie uns den Schlüssel zur wahrscheinlichen Erklärung jener Eigenthümlichkeit des frischen Blutes liefern. Wir haben:

Blutart.	Versuchs- nummer.	Zeit nach dem Tode in Stunden.	Zusammen- setzung.	Eigen- schwere.	Unterschied.	Brechungs- verhältniss.	Unterschied.
Kalb	7	24	Reines Blut.	1,05140	—	1,35404	—
	8		50% Blut und 50% Wasser.	1,02700	— 0,02440	1,35376	— 0,00028
Schaaf	21	48	Reines Blut.	1,04223	—	1,34912	—
	22		50% Blut und 50% Wasser.	1,02010	— 0,02213	1,34794	— 0,00148

Blutart.	Versuchs- nummer.	Zeit nach dem Tode in Stunden.	Zusammen- setzung.	Eigen- schwere.	Unterschied.	Brechungs- verhältniss.	Unterschied.
Schwein	39	24	Reines Blut.	1,07043	—	1,37278	—
	40		62,5 % Blut und 37,5 % Wasser.	1,04033	— 0,03010	1,36120	— 0,01158
	41		50 % Blut und 50 % Wasser.	1,03217	— 0,00816	1,35522	— 0,00598

Stellen wir die in dieser Tabelle verzeichneten Werthe denen der letzten und der vorletzten gegenüber, so sehen wir, dass dieselben Verdünnungsgrade, welche das Brechungsverhältniss des frischen Blutes erhöhten, sie in dem 24 oder 48 Stunden alten Blute erniedrigen. Es ergibt sich ferner, dass das reine Blut ein grösseres Ablenkungsverhältniss als das noch frisch gebliebene nach ein bis zwei Tagen darbot. Wir haben in dieser Hinsicht:

Blutart.	Brechungsverhältniss.			
	Frisches Blut.	Blut		Erhöhung in dem älteren Blute.
		nach 24 Stunden.	nach 48 Stunden.	
Kalb	1,34964	1,35404		+ 0,00440
Schaaß	1,34888		1,34912	+ 0,00024
Schwein	1,35310	1,37278		+ 0,01968

Ein Zusatz von 50 % Wasser hatte das Brechungsverhältniss des ganz frischen Kalbsblutes um 0,00364 und den des Schaafsblutes um 0,00331 und ein solcher von 37,5 % Wasser den des Schweinsblutes um 0,00698 (letzteres als höchsten Werth) erhöht.

Alle diese Thatsachen erklären sich durch die Annahme, dass ein Auflösungsprocess in dem geschlagenen Blute in den ersten 24 Stunden und wahrscheinlich noch früher vor sich geht. Dieser Umstand vergrössert das Ablenkungsverhältniss. Die Eigenschwere wächst gleichzeitig mehr oder minder. Setzt man eine gewisse, bis zu einer bestimmten Grenze reichende Wassermenge dem ganz frischen Blute zu, so löst sich jener die Lichtbrechung verstärkende Körper auf. Das Brechungsverhältniss wächst, wenn auch die Eigenschwere bedeutend sinkt.

Die Vermuthung liegt nahe, dass diejenige Verbindung, welche diese Veränderungen bewirkt, das Hämoglobin oder der Farbstoff der Blutkörperchen sei. Diese sind aber noch in grösster Menge mikroskopisch nachweisbar, wenn das Ablenkungsverhältniss den höchsten Werth in dem älteren Blute erreicht hat. Die Zahlen, die das Schaafblut lieferte, scheinen anzudeuten, dass später eine Zersetzung der Blutmasse eintreten kann, durch welche das Brechungsverhältniss wiederum von seiner grössten Höhe heruntergeht. Diese Aenderungen der geschlagenen Blutmasse nach dem Tode müssen bei feineren physikalischen und chemischen Untersuchungen derselben berücksichtigt werden.

Frühere Beobachtungen¹⁾ ergaben schon, dass die Blutkörperchen einen nur sehr untergeordneten Einfluss auf das Brechungsverhältniss der Blutmasse ausüben. Die eben erläuterten That-sachen unterstützen dieses. Ist der die Brechung verstärkende Körper in den Blutkörperchen des frischen Blutes enthalten, so liesse sich nicht einsehen, weshalb es dann ein geringeres Ablenkungsverhältniss besitzt, als die ältere Blutmasse und erst die Auflösung ihn wirksam machen soll, wenn die Blutkörperchen einen entscheidenden Einfluss auf die Grösse der Lichtbrechung besässen.

3. Nennen wir V_1 und V_2 die Volumina der beiden mit ein-ander gemischten Flüssigkeiten und V_3 den Rauminhalt der hierdurch erzeugten Mischung, S_1 , S_2 und S_3 ²⁾ die entsprechenden Eigenschweren und setzen voraus, dass das Gewicht der Mischung der Summe ihrer beiden Bestandtheile gleicht, so haben wir:

$$V_3 S_3 = V_1 S_1 + V_2 S_2 \quad (1)$$

Also

$$S_3 = \frac{V_1 S_1 + V_2 S_2}{V_3} \quad (2)$$

Findet keine Dichtigkeitsänderung statt, so muss $V_3 = V_1 + V_2$ sein, also

$$S_3 = \frac{V_1 S_1 + V_2 S_2}{V_1 + V_2} \quad (3)$$

1) Dies Arch. Bd. XIX. 1879. S. 98. 99.

2) Ich wähle hier und im Folgenden S statt des von den Physikern und Chemikern oft gebrauchten ρ , um jede Verwechselung mit Differentialen zu vermeiden.

Man hat hingegen eine Zu- oder Abnahme der Dichtigkeit, eine Condensation oder das Gegentheil derselben, einen positiven oder negativen Dichtigkeitswechsel, je nachdem:

$$V_3 \begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} V_1 + V_2.$$

Die eine Mischungsflüssigkeit war in unserem Falle destillirtes Wasser, das in einer Beindorf'schen Vorrichtung erhalten worden. 25 Cubikcentimeter derselben wogen, wie erwähnt, im Durchschnitt von zehn Einzelbestimmungen 25,004 gr bei + 15° C. Nimmt man den Rauminhalt des Wassers im Zustande seiner grössten Dichtigkeit oder bei + 4° C. als Einheit, so beträgt er bei + 15° C. nach Despritz 1,0008751. Die 25 Cubikcentimeter Wasser würden hiernach 25,0044 gr. bei + 4° C. gewogen haben. Die Annahme, dass ein Cubikcentimeter desselben einem Gramm entspricht, liefert unter diesen Verhältnissen so kleine Unterschiede, dass sie noch längst innerhalb der Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler liegen.

Setzen wir daher $S_2 = 1,00$, gibt (3)

$$S_3 = \frac{V_1 S_1 + V_2}{V_1 + V_2} \quad (4)$$

Ich befolgte in den meisten Verdünnungen des Blutes und der Galle den Grundsatz, dass ich gleiche Volumina der unmittelbar vorher verzeichneten Flüssigkeit und des Wassers mischte, dass also $V_1 = V_2$ war. Fand keine Dichtigkeitsänderung statt, so verwandelte sich hierdurch (4) in

$$S_3 = \frac{1}{2} (S_1 + 1) \quad (5)$$

wobei S_1 die Eigenschwere derjenigen Flüssigkeit bezeichnet, die nicht aus blossem destillirtem Wasser bestand. Stimmt die hiernach berechnete Dichtigkeit mit der gefundenen nicht überein, war diese vielmehr kleiner, so hatte man eine negative Dichtigkeitsänderung, eine Volumensvergrößerung in Folge der Mischung. Ist die Gleichung (5) anwendbar, so müssen die Decimalen der Eigenschwere einer folgenden Flüssigkeit oder Mischung der Hälfte der der vorhergehenden gleichen. Man wird finden, dass dieses in der Regel nicht zutraf, dass die berechnete Eigenschwere in den bei Weitem meisten Fällen grösser, als die gefundene ausfällt und die Ausnahmen, die besonders bei starken Verdünnungen vorkommen, wahrscheinlicher Weise auf Beobachtungsfehlern beruhen. Die Mischungen des Blutes (mit Ausnahme der unter Nro. 2 er-

wähnten Erscheinungen, die natürlich nicht hierhergezogen werden können), der Galle und der Milch mit Wasser liefern also als Regel einen negativen Dichtigkeitswechsel oder eine Zunahme des Rauminhaltes.

Um nicht zu weitläufig zu werden, verzeichne ich tabellarisch nur die Einzelwerthe je einer der mit jeder der drei Flüssigkeiten angestellten Versuchsreihen. Wir haben dann:

Flüssigkeit.	Zusammensetzung.	Versuchsnummer.	Dichtigkeit.		
			Be-rechnet.	Ge-funden.	Unterschied.
Kalb Frisches Blut.	50 % Blut und 50 % Wasser.	2	1,02588	1,02500	— 0,00088
	25 % Blut und 75 % Wasser.	3	1,01250	1,01207	— 0,00043
Kalb	12½ % Blut und 87,5 % Wasser.	4	1,00604	1,00547	— 0,00057
	6,25 % Blut und 93,75 % Wasser.	5	1,00274	1,00192	— 0,00082
	3,125 % Blut und 96,875 % Galle.	6	1,00096	1,00031	— 0,00065
	50 % frischer unfiltrirter Galle und 50 % Wasser.	47	1,01497	1,01413	— 0,00084
Ochse	25 % Galle und 75 % Blut.	48	1,00707	1,00677	— 0,00030
	12,5 % Galle und 87,5 % Blut.	49	1,00339	1,00367	+ 0,00028
	6,25 % Galle und 93,75 % Wasser.	50	1,00184	1,00160	— 0,00024
	49,6 % Milch und 50,4 % Wasser.	62	1,01622	1,01567	— 0,00095
Kuh	24,7 % Milch und 75,3 % Wasser.	63	1,00808	1,00760	— 0,00048
	12,4 % Milch und 87,6 % Wasser.	64	1,00105	1,00353	— 0,00052
	6,2 % Milch und 93,8 % Wasser.	65	1,00203	1,00127	— 0,00076

Die einzige Ausnahme, die Nr. 49 liefert, und der nicht immer regelmässige Gang der Abnahme mit dem Wachstume der Wasserverdünnung dürfte von Beobachtungsfehlern zu einem nicht geringen Theile herrühren, da die Unterschiede in der vierten Decimale der Eigenschwere liegen.

Bedenkt man, dass wir es hier mit Mengungen von reinen Flüssigkeiten mit ungelösten Gebilden, wie dem Schleime, oder den Blutkörperchen, oder mit Körpern, die dem Einflusse des Wassers so gut als gänzlich widerstehen, wie den Milchkörperchen zu thun haben, so verdünnt die hinzugesetzte Wassermenge wesentlich nur die vorhandene Lösung, also einen blossen Theil der

Gesammtmasse. Sie tritt also in einer verhältnissmässig grösseren Menge hinzu und drückt deshalb die Eigenschwere herab.

4. Ich setzte die Wasserverdünnung fort, bis das Brechungsverhältniss der Mischung dem des Wassers oder dem Werthe 1,33448 nahe kam. Stellen wir uns die hierher gehörenden Zahlen übersichtlich zusammen, so erhalten wir:

Thier.	Zusammensetzung.	Versuchsnummer.	Brechungsverhältniss.	Unterschied von dem Brechungsverhältniss des Wassers.
Kalb	3,125 % frischen Blutes.	6	1,33467	+ 0,00019
	3,125 % des 24 Stunden alten Blutes.	11	1,33462	+ 0,00014
Schaaf	0,7 % des frischen Blutes.	20	1,33474	+ 0,00026
	3,125 % des 48 Stunden alten Blutes.	26	1,33462	+ 0,00014
Schwein	2,1 % des frischen Blutes.	38	1,33448	+ 0,00000
	3,125 % des 24 Stunden alten Blutes.	45	1,33460	+ 0,00012
Ochse	6,25 % frischer Galle.	50	1,33476	+ 0,00028
	6,25 % derselben filtrirten Galle.	55	1,33536	+ 0,00088
Kuh	6,25 % frischer Galle.	60	1,33510	+ 0,00062
	6,2 % Milch.	65	1,33445	— 0,00003
	6,1 % Milch.	70	1,33500	+ 0,00052
	7,2 % Milch.	75	1,33476	+ 0,00028

Diese Werthe bestätigen von Neuem, dass das Brechungsverhältniss eine weniger empfindliche Eigenschaft, als z. B. die Eigenschwere oder die Blutbänder, bilden. Das Brechungsverhältniss des frischen Schaafblutes näherte sich erst bei weniger als 1 % dem des Wassers nur bis auf drei Einheiten der dritten Decimale.

5. Die Ausflusslehre oder die Newton'sche Emanationstheorie des Lichtes führt zu dem Ausdrucke $\frac{n^2-1}{s}$ bei der Darstellung der Wirkung des Snell'schen Brechungsgesetzes ¹⁾, wenn n das Brechungsverhältniss und s die Eigenschwere oder die mechanische Dichtigkeit bezeichnet. Man nannte daher den Werth $\frac{n^2-1}{s}$ das specifische Brechungsvermögen. Biot und Arago nahmen an, dass

1) Siehe z. B. J. C. E. Schmidt, Lehrbuch der analytischen Optik. Göttingen. 1834. S. 318—320, oder die Herleitung in J. C. Poggendorff, Geschichte der Physik. Leipzig 1879. S. 684. 685.

das Product desselben und des Gewichtes einer tropfbar flüssigen Mischung der Summe der ähnlichen Producte der einzelnen Bestandtheile gleiche. Beschränkt man sich auf die Mengung zweier Flüssigkeiten und nennt n_1 und n_2 deren Brechungsverhältnisse, s_1 und s_2 deren Eigenschwere, p_1 und p_2 die Gewichte derselben, während n_3 , s_3 und p_3 dieselbe Bedeutung für die Mischung haben, so erhält man hiernach:

$$\frac{n_3^2 - 1}{s_3} \cdot p_3 = \frac{n_1^2 - 1}{s_1} p_1 + \frac{n_2^2 - 1}{s_2} \cdot p_2 \quad (1)$$

Diese Gleichung lässt sich vereinfachen, wenn man von jeder etwaigen Dichtigkeitsänderung absieht und darauf verzichtet, das specifische Brechungsvermögen in der Formel vorkommen zu lassen. Da das Gewicht $p = v \cdot s$ ist, wenn v den Rauminhalt bezeichnet, so verwandelt sich (1), indem $v_3 = v_1 + v_2$ ist, in:

$$n_3 = \left[1 + \frac{(n_1^2 - 1) v_1 + (n_2^2 - 1) v_2}{v_1 + v_2} \right]^{1/2} \quad (2)$$

da $v_3 = v_1 + v_2$, wenn kein Dichtigkeitswechsel in Folge der Mischung eintritt. Nun ist für unsern Fall $n_2 = 1,33448$, wir erhalten daher:

$$n_3 = \left[1 + \frac{(n_1^2 - 1) v_1 + 0,78084 v_2}{v_1 + v_2} \right]^{1/2} \quad (3)$$

Wird, wie in vielen der hier dargestellten Versuche, $v_1 = v_2$, so geht (3) über in:

$$n_3 = \left[1 + \frac{n_1^2 - 0,21916}{2} \right]^{1/2} \quad (4)$$

Will man sich mit einer blossen Annäherung begnügen, so gibt die binomische Entwicklung von (4), wenn man mit dem zweiten Gliede abbricht:

$$n_3 = 1 + \frac{n_1^2 - 0,2916}{4} \quad (5)$$

Landolt¹⁾ wählte den leichter zu berechnenden Werth $\frac{n-1}{s}$ statt $\frac{n^2-1}{s}$ in (1) und fand dabei, dass die berechneten und die gefundenen Grössen der Ablenkungsverhältnisse der Mischungen einer Reihe meist ternärer organischen Flüssigkeiten (Weingeist,

1) H. Landolt in Poggendorffs Annalen. Bd. 123. Leipzig 1864. S. 622. 624.

Aether, Amylalcobol, Aethylalcobol, Essigsäure, Buttersäure, Schwefelkohlenstoff) befriedigend stimmten. E. Forster¹⁾ bestätigte das Gleiche für eine ausgedehnte Anzahl von Lösungen fester Körper (Bromnatrium, Glaubersalz, Natriumnitrat, Borax, Bittersalz, Chlorbaryum, Kalialaun, Kaliumbichromat, Bleinitrat, Silbernitrat).

Nimmt man demgemäss statt (1):

$$\frac{n_3 - 1}{s_3} p_3 = \frac{n_1 - 1}{s_1} p_1 + \frac{n_2 - 1}{s_2} p_2 \quad (6)$$

so wird (2) zu:

$$n_3 = 1 + \frac{(n_1 - 1) v_1 + (n_2 - 1) v_2}{v_1 + v_2} \quad (7)$$

Diese für tropfbare Flüssigkeiten aufgestellte Gleichung (7) würde mit derjenigen stimmen, welche Biot und Arago und später Dulong²⁾ für Gasmischungen, deren Bestandtheile keine chemische Verbindung eingehen, annahmen, wenn man das Volumen mit der Masse, also einer dem Gewichte proportionalen Grösse vertauschte.

Wird $v_1 = v_2$, so folgt aus (7)

$$n_3 = \frac{n_1 + n_2}{2} \quad (8)$$

d. h. das Brechungsverhältniss der Mischung gleicht dem arithmetischen Mittel der Brechungsverhältnisse der beiden gemischten Flüssigkeiten. Schon dieses einfache und naturgemässe Ergebniss macht es wahrscheinlich, dass die Gleichung (6) den Erscheinungen mindestens eben so gut als (1) entspricht, ein Schluss, den die Erfahrung, wie wir sogleich sehen werden, bestätigt.

Ist der eine Mischungsbestandtheil destillirtes Wasser von dem Ablenkungsverhältnisse 1,33448, so wird (7) zu:

$$n_3 = 1 + \frac{(n - 1) v_1 + 0,33448 v_2}{v_1 + v_2} \quad (9)$$

und für den Fall $v_1 = v_2$ zu:

$$n_3 = 0,66724 + \frac{n_1}{2} \quad (10)$$

1) E. Forster, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem specifischen Brechungsvermögen und der Concentration von Salzlösungen. Bern 1878. S. 27—38.

2) Siehe z. B. A. Beer, Einleitung in die höhere Optik. Braunschweig 1853. S. S. 35.

Wir wollen nur die je vier ersten hierher gehörenden Bestimmungen des Blutes, der Galle und der Milch zu dem Vergleiche zwischen Rechnung und Erfahrung benutzen, um nicht zu weitläufig zu werden. Die zwölf Bestimmungen reichen schon zur Rechtfertigung der Hauptschlüsse, die wir ziehen werden, hin.

Man findet:

Versuchs- numm.	Zusammen- setzung.	Brechungsverhältniss.				
		Ge- funden.	Berechnet nach dem Ausdrucke von			
			Biot und Arago.	Unterschied.	Landolt.	Unterschied.
3	25 % frischen Kalbsblutes.	1,34396	1,34393	— 0,00004	1,34388	— 0,00008
4	12,5 % desselb.	1,33904	1,33925	+ 0,00021	1,33922	+ 0,00018
5	6,2 % desselben.	1,33610	1,33676	+ 0,00066	1,33529	— 0,00081
6	3,125 % desselb.	1,33467	1,33529	+ 0,00062	1,33458	— 0,00009
47	50 % Galle.	1,34450	1,34462	+ 0,00012	1,34458	+ 0,00008
48	25 % derselben.	1,33870	1,33950	+ 0,00080	1,33949	+ 0,00079
49	12,5 % derselb.	1,33636	1,33660	+ 0,00024	1,33660	+ 0,00024
50	6,25 % derselb.	1,33476	1,33540	+ 0,00064	1,33542	+ 0,00066
62	49,6 % Milch.	1,34087	1,34152	+ 0,00065	1,34139	+ 0,00052
63	24,7 % derselb.	1,33640	1,33606	+ 0,00034	1,33606	+ 0,00034
64	12,4 % derselb.	1,33471	1,33473	+ 0,00002	1,33462	+ 0,00009
65	6,2 % derselben.	1,33445	1,33459	+ 0,00014	1,33459	+ 0,00014

Wir sehen hieraus, dass beide Berechnungsarten nahezu die gleichen Ergebnisse lieferten, was sich auch theoretisch erklärt, wenn man bedenkt, dass die Werthe der hier behandelten Brechungsverhältnisse zwischen 1,33 und 1,36 liegen. Man wird aber die Landolt'sche Ausdrucksweise und bei Gleichheit der Volumina das aus ihr folgende arithmetische Mittel vorziehen, weil diese Rechnung leichter und kürzer ist.

Die Unterschiede zwischen Berechnung und Beobachtung liegen zwischen 0,00002 und 0,00081 nach den Formeln von Biot und Arago und zwischen 0,00008 und 0,00081 nach denen von Landolt. Sie erreichen also nie eine Einheit der dritten Decimale des Brechungsverhältnisses, was der möglichen Genauigkeit der Refractometerbeobachtungen entspricht. Wenn die Rechnung fast immer etwas höhere Werthe als die Erfahrung gibt und hierdurch auf eine beständige Fehlerquelle hinweist, so dürfte dieses denselben Grund haben, wie er oben für die ähnliche Erscheinung, welche die Eigenschwere darbietet, dargestellt worden.