

F O R S Ö G

over

nogle faste Legemers Sammenhaeng,

eller

Adhæsions-Kraft til flydende Legemer,

ved

T H O M A S B U G G E,

Justitsraad.

Der er neppe nogen Kraft i Naturen, hvis Tilværelse med gyldigere Grunde kan bevises, end den tiltrækkende Kraft eller Altractionen. Man seer den tydeligen ved Vandets Stigen i Haarrörene, i Trekpapiret, igjennem Aske og igjennem Jord. Den er det, som bestemmer det stigende Vands hyperboliske Figur imellem tvende Glasplader, der med hinanden danne en liden Vinkel. Den foraarsager, at lette Glaskugler i Kar, som ej ere ganske fulde af Vand, bevege sig imod Siden af Glasset, og som drive Kuglerne til Midten af Glasset, naar det er ganske fuldt med Vand. Lord *Cavendish* har nyligen beviist, at store Masser af Blye tiltrække smaae Blykugler, som ere anbragte paa Enderne af en 8 Fods fiin Messingtraad; naar denne efter *Coulomb's* Maade er ophængt i en Klaverstreng, hvorved den erholder den frieste og letteste Bevegelighed.

At vor Jordklode selv og dens Bjerge have tiltrækkende Kræfter, have de franske Mathematikere, *Bouguer* og *de la Condamine* allerførst beviist ved Polhöjder og Stjerner's Zenith-

Distancer observeert Synden og Norden for de andiske eller de cordilleriske Bjerger. De fandt, at disse Bjergmasser havde trukket Lodet paa den astronomiske Quadrant til sig, og bragte det 7 Secunder ud fra sin rette verticale Stilling. Med fuldkomnere Instrumenter har Dr. *Maskelyne* fundet, at Bjerget *Shihallian* i Skotland har draget Loddet paa hans 12 Fods Sestor til sig, i alt 11 Secunder.

Dersom vi forlade vor lille Jord og igjennemvandre det umaadelige Himmelrum, da finde vi der umiskjendelige Spor af denne store Naturkraft. Maanen stræber at drage Oceanets Vande til sig; og foraarsager derved Flod og Ebbe. Hver Gang en Planet gaaer forbi en anden, virke deres tilbrækkende Kræfter gjensidigen paa hinanden; de forandre hinandens Gang, og foraarsage de i Astronomien saa kaldede Perturbationer. Jo nøjagtigere disse efter Theorien beregnes, desto nærmere stemme vore Beregninger over Planeternes Stæder med de virkelige Observationer.

Da Cometen, som lod sig see 1511, 1606, 1682, og hvis periodiske Gang omkring Solen er 75 til 76 Aar, gik os af Syne 1682, tog den sin Vej forbi Jupiter og Saturn, hvilke ved deres tiltrækkende Kræfter droge den til sig og forsinkede deres Gang. Den skarpsindige franske Mathematiker *Clairaut* beregnede, at denne Forsinkelse udgjorde omtrent 540 Dage, og at Kometen ikke burde komme igjen förend 1759 i April, hvilket paa nogle ubetydelige Dage nær, rigtigen indtraf.

Alt dette beviser, at Attractionens Herredömmе er stort og mægtigt i de ætheriske Regioner.

Alle Phænomenер paa Himlen og Jorden vise enstemmigen, at der er Attraction, at den er i Forhold med Masserne og tager af, som Quadraterne af Destancerne voxe. Aarsa-

gerne til Attræctionen kjende vi ej; der er allerede meget vundet, naar man kan naae et Leed højere op i Naturens sammenhængende Kjæde, omendskjønt vi ej kan indsee, hvorledes det Leed hænger sammen med de endnu længere borte værende Leed.

Adhæsion og Cohæsion, Vedhængning og Sammenhæng, ere Attræctionens Virkninger. Ved Adhæsion forstaaer man, at faste Legemer, som have berørt flydende, eller i dem have været neddyppede, blive vaade af dem, eller at de flydende hænge ved de faste. Det faste Legemes Overflade maae have tiltrukket det flydende Legemes fineste Dcel med en sterkere Kraft end de, med hvilken de selv hænge sammen. Naar ingen Adhæsion skeer, da tør man sikkert slutte, at det flydende Legemes Dele have havt en sterkere Sammenhæng med hinanden Indbyrdes, end det faste Legemes tiltrækkende Kraft har været. Af den Aarsag hænger Qviksölv ikke ved Glas og Jern; Vandet hænger ikke ved Tælle, Resina og saa videre. Derimod hænger Qviksölv sig ved Guld, Sölv, Kobber, Blye og Tin; og Vandet hænger næsten ved alle Substancer, som ej ere fitede eller med Olie besmurte. Heraf seer man Aarsagen til Vandets concave og Qviksölvets convexe Overflade i Kar, som ej ere fyldte til Breden. Endog Luften hænger sig ved de fleste Legemer, og ofte maae man foretage sig særskilte Behandlinger for at skaffe den vedhængende Luft bort, saaledes maae den ved Barometeres Forfærdigelse bortjages ved Qviksölvets Kaagning i Barometerröret.

Nogle Naturforskere have troet, at det var en almindelig Naturlov, at de flydende Legemer hænge sig med større Kraft ved et specifikt tungere fast Legeme, end ved et specifikt lettere fast Legeme. Denne Sætning modsiges af mangfoldige

Erfaringer. Blyet er tungere end Sölv, og dog hænger Qviksölv med større Kraft til Sölvet, end ved Blyet. Tinnets er lettere end Kober, og dog hænger Qviksölvet ved Tin med en Kraft, som er tre Gange større end den, hvormed det hænger ved Kober. Det er og meget naturligt, at Adhæsionskraften aldeles intet har at bestille, hverken med det flydende, ej heller med det faste Legemes specifikke Tyngder; men at det kommer an paa de tiltrækkende Kræfter; hvor denne Beslægtning eller Forvandtskab imellem det faste og det flydende Legeme findes, der skeer Adhæsion; og hvor den Aarsag enten mangler aldeles, eller er yderst svag, der kan ej heller Adhæsion finde Stæd.

Cohæsion eller Sammenhæng er en Følge af Attraktionen eller et Phænomen ved Attraktionen, at et Legemes Dele, som berøre hinanden, hænge saaledes sammen, at der udfordres en Kraft til at adskille disse Legemets Dele. Ved de faste er denne Delenes Sammenhæng meget betydelig; ved de flydende Legemer er den saa ringe, at en liden Deel af et flydende Legeme kan ved sin egen Tyngde rive sig ud fra de övrige flydende Dele og falde ned i Draaber.

Naar man betænker, at Attraction, saavel efter Theori, som efter meget sikre og omstændelige Forsög, tager til, som Quadraten af Distancen tager af, saa maae Attractionen, som i en enkelt Distance er $= 1$, i $\frac{1}{10}$ af Distancen være $= 100$, i $\frac{1}{100}$ Deel af Distancen være $= 10000$, og i en $\frac{1}{1000}$ Deel af Distancen være $= 1000000$, eller den maae virke med en Kraft, som er en Million Gang større end den, hvormed den virkede i den enkelte Distance. Naar man tillige betænker, at Cohæsionen selv foröges ved Beröringspunkternes forögede Antal, saa er det dog ikke saa aldeles ubegribeligt, at Lege-

mernes Dele kan hænge sammen med meget betydelige Kræfter. Netop dette er det som Kunsten efterligner ved Sammenliimning, Sammenskitten, Lodning, Svejsning, Forgylding, Forsølvning o. s. v.; man forøger Beröringspunkterne, og bringer de hinanden tiltrækkenbe Legemer saa nær inden for hinandens Virkekreds som muligt.

Det er ikke allene et Legemes ensartede Dele, som hænge sammen, med hinanden, og derved danne et Legeme i aggregat Tilstand; men det er endog særskilte og for sig bestaaende Legemer, saavel ensartede som uensartede Legemer, som yttre Cohæsiionskræfter imod hinanden. Et Exempel paa de ensartede Legemers Sammenhæng er de saakaldede Cohæsiionsplader. Et par Messingcirkler af 3 Tommers Diameter, som ikke er fiint afslebne eller polerede, hænge ved den blotte Beröring sammen med 4 Punds Kraft. Forøger man Beröringspunkterne ved at komme 2 Draaber Vand imellem dem, da hænge de sammen med 12 Pd.; kommer man Bomolie imellem dem, voxer Sammenhængen til 16 Pd.; og endeligen kommer man Grönsæbe imellem disse Plader, da lade de sig ikke adskille uden ved en Kraft af 34 Pund.

Man seer heraf, at alt som Beröringspunkterne ere forøgede, har og Sammenhængen taget til.

Det er ikke allene de ensartede, men endog de uensartede og heterogene faste Legemer, som have Sammenhæng med hinanden, men de faste Legemer yttre ligeledes merkelig Sammenhængskraft med de flydende Legemer. Saaledes har *Guiton—Morveau*, anstillet Forsög med Metalpladers Sammenhæng med Qviksölv. Han fandt at Guldets Sammenhæng med Qviksölv var allersterkest, og derefter de andre Metaller i følgende Orden: Sölv, Tin, Blye, Wismuth, Zink, Køber,

Antimonium, Jern og Kobolt. Man kunde maaskee indvende inod disse Forsög og de deraf uddragne Resultater, at Pladerne have været vel smaae, nemlig runde Plader af ikkun 1 Tommes Diameter; ej heller har han herved taget Qviksölvets Varme i Betragtning, hvilken jeg siden skal viise at have megen Indflydelse paa saadanne Forsög.

Jeg har anstillet nogle Forsög paa Glasskivers Sammenhæng med Vand, Qviksölv og Olie, og det er disse Forsög, hvilke jeg har den Ære at fremlægge for Selskabet; og paa det at man desto vissere kan bestemme deres Værdi og Paa-lidelighed, skal jeg korteligen berøre de Forsigtighedsregler, som jeg derved har sögt at følge.

- 1) Pladerne have alle havt en betydelig Störrelse af 86, af 36, af 16, af 9 og af 4 danske eller rhinlandske Qvadrattomme. Jeg har troet, at af alt for smaae Forsög ingen sikkre Slutninger kunde uddrages, og at man med langt større Vis-hed slutter fra det Store til det Lille, end fra det Lille til det Store.
- 2) Disse Plader have alle været Qvadrater, som kunde op-hænges midt over Diagonalernes Overskjæring ved fine Snore, som vare fæstede til Hjørnerne.
- 3) Med Omhue blev sorget for at disse Snore vare lige lange, og at Glaspladerne hængte horizontale, hvilket endog efter Valterpas blev undersøgt. De maatte nödvendigen være parallele med det flydende Legemes horizontale Overflade; da de i andet Fald hastigere og med mindre Kraft bleve revne fra paa den ene end paa den anden Side.
- 4) De vare nöje afvejede ved Mödvægter, hvilke bleve lagte i den en Skaal af en meget god hydrostatisk Ballance, imedens Glaspladen, hængende fra den anden Skaal, fuld-

kommen laae an paa det flydende Legemes Overflade.

- 5) Ved at lægge Lodder i den modsatte Skaal, for ved dem at rive Pladen fra det Flydendes Overflade, maae man ikkun lægge smaae Lodder af Gangen paa Vægtskaalene; thi i andet Fald erhoder man Sammenhængen mindre end den virkelig er. Den Sammenhæng som overvindes ved paa een Gang at lægge for Exempel 60 Gran paa Skaalen, kan undertiden udholde 70 til 80 Grans Tryk, naar man efterhaanden lægger 10 Gran paa Skaalen.
- 6) Saasnart Glaspladen begynder at adskille sig paa noget Stæd fra det flydendes Overflade, bör man give 4 til 5 Minuters Tid for at see om den paalagte Vægt ej kan adskille Sammenhængen og rive Pladen fra det flydende Legemes Overflade, hvilket meget ofte er Tilfældet. Ved for tidligen at paalægge nye Lodder, havde man fundet en for stor Sammenhængskraft.
- 7) Erfaring har lært mig, at Temperaturen af det flydende Legeme har megen Indflydelse paa Sammenhængskraften, og altsaa bör man, ved at paagyde varmt eller koldt, bestandigen holde det flydende til den Grad af Varme, under hvilken man vil anstille Forsögene.
- 8) Da saa mange smaae Omstændigheder kan forandre Forsögene, saa ere de Tal, som ere anførte i de efterfølgende Tabeller, Resultater ej af noget enkelt Forsög med et Middeltal af flere, og sædvanligen af 10 Forsög, bestemte efter Gran af en Nürnbergerstemplet Medicinal- eller Apothekervægt, hvilken er bekjendt nok iblant alle, og fiin nok til disse Forsög.

I. T a v l e.

Glaspladers Sammenhæng med Vand i Gran af
Apotheker - Vægt.

Glaspladens Indhold i Qvadrat Tomme.	Varme Grader af Reaumurs Thermometer.							
	4½	6	8	10	15	20	25	30
Speil Glas 86				2846			2520	
— — 36				1639	1610	1543	1466	1350
Grönt Glas 36	1201			1160	1023	1000	920	815
Speilglas A 16			560					
— B 16			809		800	735	675	650
— 9				302	292	273	250	
— 4				185	173			

II. T a v l e.

Glaspladers Sammenhæng med Qviksölv i Gran af Apo-
theker - Vægt.

Glaspladernes Ind- hold i Qvdr. Tom.	Varme Grader efter Reaumur.			
	9°	12	21°	27°
Speilglas 36	5720			4370
— A 16	2621			
— B 16	3016		1840	
— 9	1090			
— 4	626	570		

III. T a v l e.

Fortinnede og valsede Pladers Sammenhæng med Vand
i Gran af Apotheker-Vægt.

Blikpladernes Indhold i Qvadrat Tomme.	Varmegrader efter Reaumur.					
	4½	6½	15	20	25	30
Blikplade 36	1352	1330	1185	1132	1080	820
— 9	435	433	385	372	362	295

IV. T a v l e.

Glaspladers Sammenhæng med Bomolie i Gran af
Apotheker-Vægt.

Glaspladens Qvadrat Indhold i Tommer.	Varme efter Reaumur 9°
Grönt Glas 36	700
Speilglas 36	1250
— B 16	600
— 9	300

Af disse Experimenter kan udledes adskillige Resultater, hvilke saavidt jeg veed, dels ere nye og forhen ej have været bemærkede, dels modsige eller i det mindste anderledes modificere nogle af de hidtil antagne Cohæsiionslove.

- 1) Man har antaget, *Cohæsiionskraften er proportioneret med Berøringspunkterne, og altsaa, naar Pladerne ere lige glatte og vel slebne, med deres Overflader.*

Hr. *Achard* anfører, at han har fundet, at Glasskiver af 1, 2 og 3 Tommers Diameter have hængt fast til Vand med Kræfter, som paa det nærmeste forholde sig som Quadraterne af Diameterne, 1, 4 og 9, og følgerigen som Cirklernes Overflader.

Men næsten alle mine Forsög modsige denne Sætning. Naar man under 10° Temperatur gaaer ud fra Experimentet med den største Glasplade paa 86 Qvadrattommer, og beregner Cohæsionen med Vand for Speilglaspladen af 36 Qvadrat-Tommer, saa burde man finde dens Sammenhæng med lige varmt Vand at være 957 Gran; thi $86 : 2846 = 36 : X$, og man finder $X = 957$ beregnet efter Overfladens Forhold; men Forsögene efter den første Tavle have viist den virkelige Sammenhæng at være $= 1639$ Gran; og altsaa 682 Gran, eller omtrent $\frac{2}{3}$ større end den burde være af Overfladernes Forhold. Tages af den første Tavle Forsöget under 25 Graders Varme, da har Spejlpladen af 86 Qvd. Tom. hængt fast til Vandet med en Kraft af 2520 Gran, og $86 : 36 = 2520$ Gran : y ; og altsaa burde y eller Cohæsionen af den 36 Qv. Tommers Plade være $= 1055$ Gran, hvilken Sammenhæng Forsögene have viist at være 1466 Gran, og altsaa 411 Gran, eller omtrent $\frac{1}{4}$ større end efter Pladernes Forhold.

Jeg har lagt Sammenhængskraften af 36 Qvadrat Tom. Speilglas med Vand til Grund, og deraf, efter Overfladens Forhold beregnet Sammenhængskraften under 10 og 15 Graders Temperatur, og sammenlignet den med den Sammenhæng, som Forsögene virkelig have viist, saaledes som følgende Tavle udviser:

Speilglas Pladernes Indhold i Qvadrat Tomme.	beregnet	observert	Forskjel.	beregnet	observert	Forskjel.
	Sammen- hæng.	Sammen- hæng.		Sammen- hæng.	Sammen- hæng.	
	15 Graders Temperatur.			10 Grader Temperatur.		
36		1639			1610	
B 16	728	809	+ 81	715	800	+ 85
9	410	302	- 108	402	292	- 110
4	159	185	+ 26	179	173	- 6

Man seer af disse Sammenligninger den Besynderlighed, at Glaspladen af 16 Qvadrat Tommer har havt en større Sammenhæng, nemlig 81 Gran, og at Glaspladen af 9 Qvadrat Tommer har havt en meget mindre Sammenhæng, nemlig 108 Gran, end de, beregnet efter Forsøgene mod den 36 Qvadrat Tommes Plade, burde at have.

Ved at lægge i den anden Tavle Forsøget med Speilplader af 36 Qvadrat Tomme til Grund, hvis Sammenhæng med Qviksölv var = 5720 Gran, har jeg beregnet Sammenhængen med de andre Plader efter Overfladernes Størrelse, og sammenlignet dem med de observerte saaledes som følgende Tavle udviser:

Speilglas Pladernes Qvadrat Ind- hold.	Temperatur.		9° Forskjel
	beregnet Sammen- hæng	observert Sammen- hæng	
36		5720	
A 16	2545	2621	+ 76
B 16	2545	3016	+ 471
9	1630	1090	- 540
4	637	626	- 11

Disse Sammenligninger af Sammenhæng med Qviksölv viser det samme som Sammenligning af Sammenhæng med Vand, at Pladen B af 16 Qvadrat Tomme har havt 471 Grans større Sammenhæng, og Pladen af 9 Qvadrat Tomme har havt 540 Grans mindre Sammenhæng med Qviksølvet, end den efter sin Overflade burde have havt; man synes berettiget til at slutte, at Glasset i Pladen B af 16 Qvadrat Tommer, har en meget større Cohætion, tiltrækkende Kraft, end Pladen af 9 Qvadrat-Tommer, saavel mod Vand som mod Qviksölv. Forsøgene i den fjerde Tavle vise det samme Phænomen ved Sammenhængen med Bomolie.

Forsøgene med de fortinnede og valsede Jernplader vise ligeledes at Cohætions-Kraften ikke staaer i Forhold med Overfladerne, uagtet de brugte Plader vare udskaarne af en og samme, og altsaa paa ens Maade fortinnede, og valsede lige glatte Plader. Jeg har lagt Forsøgene med den 36 Qvadrat Tommers Plade til Grund, og deraf beregnet Sammenhængen for den 9 Qvadrat Tommers Plade, hvilken da burde være fjerde Deel af den større Plades Sammenhæng. Jeg indbefatter disse Beregninger og Sammenligninger med den observerte og virkeligen befundne Sammenhæng i følgende Tabelle:

Temperatur.	Blikplade af 36 Qvd. Tom. obs. Samm.	Blikplade af 9 Qvad. Tomme.		
		beregnete Sammenh.	observerte Sammenhæng	Forskjel.
4 $\frac{1}{2}$	1352	338	435	+ 97
6 $\frac{1}{2}$	1330	332	433	+ 101
15	1185	296	385	+ 89
20	1132	283	373	+ 90
25	1080	270	373	+ 103
30	820	205	295	+ 90

Man seer af ovenstaaende Tavle at Blikpladen af 9 Quadrattomme bestandigen igjennem alle Temperaturer har havt ved Middeltal 96 Grans stærkere Sammenhæng med Vandet end den efter sin Overflade burde at have. Den største Forskjel har været 103 Gran, og den mindste 89 Gran, hvilket nok som beviser, at alle disse Forsøg have været anstillede med den fornødne Fiinhed og Nøjagtighed.

Af alt foregaaende uddrages da den endelige Slutning, 1) *at det vel i Almindelighed er rigtigt at Cohæsionen forøges ved Beröringspunkternes Mængde, men at den aldeles ikke staaer i en geometrisk Forhold med Overfladen, og at den sædvanligen ved de mindre Flader er stærkere end den efter Overfladernes Størrelse burde at være.*

Forsøgene i den fjerde Tavle med Bomolie, bekræfte alle i det foregaaende anførte Slutninger.

Den Glasplade, som i Tavlerne over Forsøgene er anført under Navn af *grønt* Glas af 36 Quadrattomme Indhold, er blot Vinduesglas; det er ikke slebet og altsaa meget mindre jevnt og glat end Speilglas-Pladerne, og Beröringspunkterne meget ferre; og derfor er dens Cohæsion i alle Tilfælde befunden at være meget mindre; saasom til Vand af 10 Graders Varme, har den ikkun været forenet med en Kraft 1160 Gran, da Spejlglas Pladen af lige Størrelse har hængt ved Vandet med en Kraft 1639 Gran. Til Bomolie var den grønne Glasplades Cohæsion ikkun 700 Gran, men Speilglaspladens Cohæsion var 1250 Gran.

2. Den anden Sætning, som synes at være mærkelig ved disse Undersøgelser, *er at ej alt Glas har samme Cohæsion med Vand.* I det foregaaende er det viist, at *Speilglaspladen B* af 16 Quadrattomme har en meget større Cohæsiionskraft med

Vandet end Speilglaspladen af 9 Quadrattomme. Paa det at man med destostörre Vished kunde oversee forskjellige Glaspladers forskjellige Cohæsiionskræfter, har jeg af forskjllige Speilglasskiver ladet forfærdige tvende Glasplader A og B, begge af 16 Quadrattommer Overflade. Med Vand af 8 Graders Varme, var Cohæsiionen af A = 560 Gran; men af B = 809 Gran. Ved Qviksölv af 9 Graders Varme var Cohæsiionen af A = 2621 Gran og af B = 3016 Gran. I begge Tilfælde har Spejlglaspladen B yttret den störste Cohæsiionskraft, som uden Tvivl har sin Grund i dens större Tæthed.

3. Naar det flydende Legeme har samme Temperatur, saa har den samme Speilglasplade havt stærkest Cohæsiion med Qviksölv, saa med Vand og tilsidst med Olie; saasom ved 9 Graders Varme har Cohæsiionen

været for Speilglaspladen B af 16 Quadrattom. Overflade	
med Qviksölv	3016 Gran.
med Vand	803 Gran.
med Bomolie	600 Gran.

Aarsagen hertil synes at være, at det flydende Legeme af den største Tæthed har havt flere Berörings-Punkter at frembyde, ved hvilke Sammenhængen kunde virke.

4. Vandets Cohæsiion med fortinnet Jern har været mindre end Vandets Cohæsiion med Glas saavel i varmere som koldt Vand, saasom: Spejlglaspladen af 36 Quadrat Tommers Overflade har, ved Vand af 15 Graders Varme hængt med en Kraft af 1610 Gran, men Blikpladen af samme Störrelse ikkun med én Kraft af 1185 Gran.

5. Forsögenes Uoverensstemmelse førte mig i Begyndelsen i vilde Rede, indtil jeg opdagede, at Forskjellen i Resultaterne blot havde sin Grund i det flydende Legemes for-

skjellige Temperatur. Jeg anstillede da Forsögene med Vand varmet til forskjellige Grader fra 5 til 30 Grader af Reaumur's Thermometer.

Alle disse Forsög have da eensstemmigen viist, at jo koldere Vandet eller Qviksölvet er, desto stærkere bliver Cohæsionen med Glasset, og jo varmere det flydende er, jo svagere bliver Cohæsionen med Glasset. Saaledes har Speilglaspladen af 86 Qvadrattommers Overflade hængt ved Vand af 10 Graders Varme med 2846 Gran, men ved Vand af 25 Graders Varme med 2520 Gran. Blikpladen af 36 Qvadrattommer har hængt ved Vand af $4\frac{1}{2}$ Grad Varme med 1352 Gran, men ved 25 Graders Varme med 1080 Gran. Det synes at Cohæsionen tager af i et stærkere Forhold end den, efter hvilken Varmen voxer. Aarsagen til den formindskede Cohæsion ved den forögede Varme er uden Tvivl, at Varmen har udvidet det flydende Legeme og derved gjort Porerne, Aabningerne og Mellemmrummene imellem det flydende Legemes Dele større, og saaledes ved at formindske Beröringspunkternes Antal tillige formindsket Cohæsionen.



... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

