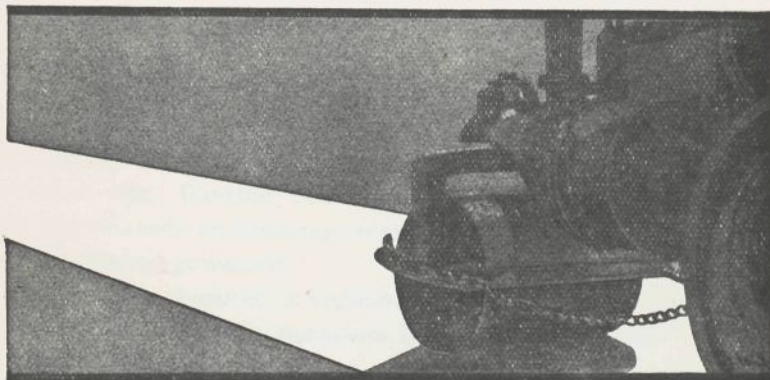


No. 156

20 - 2 - '37

PUBLICATIE
VAN DE
NEDERLANDSCH-INDISCHE
WEGENVEREENIGING

CENTRAAL PROEFSTATION EN STUDIE-
BUREAU OP WEGENGEBIED.



ONTSTAAN EN CONSTITUTIE VAN
ASPHALT-BITUMEN.

A.G. RIX & CO. BANDONE

THE
LIBRARY
OF THE
MUSEUM OF
ART AND
ARCHITECTURE
NEW YORK



THE
LIBRARY
OF THE
MUSEUM OF
ART AND
ARCHITECTURE
NEW YORK

ONTSTAAN EN CONSTITUTIE VAN ASPHALT-BITUMEN.

Het hier te geven overzicht van recente hypothesen inzake het ontstaan en de constitutie van het asphaltbitumen zal slechts kort zijn en wil dus geenszins aanspraak maken op volledigheid. Het heeft slechts ten doel om hen, die zich met de toepassing van het asphaltbitumen bezighouden, doch die wellicht niet goed bekend zijn met de chemie der bitumina, wat beter vertrouwd te maken met aard en samenstelling van hun materiaal.

Definities en nomenclatuur.

Geologisch behooren de bitumina tot de z.g. *biolieten*. Dit zijn gesteenten, die door *organismen* opgebouwd of uit hun resten gevormd zijn. Daartoe behooren o. a. ook nog de koraalriffen, diatomeeënaarde en humusgesteenten. Brandbare biolieten worden *kaustobiolieten* genoemd.

De bitumina kunnen in verband met hun ontstaanswijze worden verdeeld in: *minerale*, *pyrogene* en *biogene* bitumina.

Een mineraal-bitumen kan gasvormig, vloeibaar of vast zijn. Het wordt daardoor gekenmerkt, dat het geheel in zwavelkoolstof oplosbaar is en zonder ontleding smelt. Hiertoe behooren: aardgas, aardolie, aardwas, asphaltbitumen, asphalt en asphaltiet. Al deze stoffen bestaan in hoofdzaak uit *koolwaterstoffen*, dat zijn verbindingen van de elementen koolstof en waterstof; daarnaast bevatten zij dikwijls ook nog zuurstof, stikstof en zwavel in hoeveelheden, welke sterk uiteen kunnen lopen en in totaal tot ongeveer 10 % kunnen bedragen. Asphalt is een mengsel van asphaltbitumen met een fijn, doorgaans anorganisch poeder, dat niet in zwavelkoolstof oplost. Asphaltiet is een asphalt, dat bitumen van een hoog smeltpunt bevat.

Pyro-bitumina bestaan eveneens uit koolwaterstoffen, welke echter niet of slecht in zwavelkoolstof oplossen. Bij smelten heeft gedeeltelijke ontleding plaats, terwijl zij door pyrogene ontleding, d.i. ontleding door warmte, het z.g. pyrogeen-bitumen vormen. Dit laatste onderscheidt zich van mineraal-bitumen daardoor, dat het een niet onbelangrijk percentage koolwaterstoffen bevat van een geheel ander type.

In sommige planten en dieren komen stoffen voor, zooals de terpenen, die in chemische eigenschappen tot de bitumina gerekend kunnen worden.

Thöenes duidt deze verbindingen aan met den naam biogene-bitumina. De terpenen vormen een belangrijk bestanddeel der z.g. aetherische oliën.

Tenslotte worden alle bestanddeelen van organismen, waaruit in de natuur onder bepaalde omstandigheden bitumina gevormd kunnen worden, met den verzamelnaam *proto-bitumen* aangeduid.

Ontstaan.

Vragen wij ons af, hoe men er toe kwam om de grondstof, waaruit de natuurlijke bitumina ontstaan zijn, in hoofdzaak onder de *organismen* te zoeken, dan kan verwezen worden naar de zeer belangwekkende onderzoekingen van vele chemici van naam inzake de stoffen, welke in het bitumen blijken opgelost te zijn. Deze stoffen vormen de basis, waarop tenslotte de hypothese over het ontstaan der natuurlijke bitumina verder opgetrokken is.

Zoo werd o.a. de aanwezigheid aangetoond van: sterinen, vet-zuren, porphyrienen en diverse verbindingen van metalen, waaronder er enkele zijn, die tot de gewone begeleiders gerekend kunnen worden en wier aanwezigheid dus zoo karakteristiek is, dat zij zelfs voor de identificatie van een stof als bitumen dienst kunnen doen. Hiertoe behooren de vanadium-, nikkel- en molybdeenverbindingen, waarvan men weet, dat zij *door organismen in bepaalde organen*, b.v. in de lever, *geaccumuleerd* worden. Tot

de sterinen behooren o.a. cholesterine en phytosterine. Het eerste is een *dierlijk vet-bestanddeel*, terwijl het tweede een soortgelijke stof is, die zeer verbreid in het *plantenrijk* voorkomt. Porphyrinen zijn derivaten of afgeleiden van *chlorophyl* of *bladgroen* en haeminen, welke laatsten in den vorm van ijzer-verbindingen in *het bloed van de meeste organismen* worden aangetroffen. In tegenstelling hiermede bevatten sommige lagere zeedieren in deze verbindingen, in plaats van het ijzer, vanadium of koper.

Uit deze onderzoekingen blijkt dus wel het zeer sterke argument voor de onderstelling, dat bij de bitumen-vorming chlorophyl-houdende planten en dieren met een bloedsomloop in den regel hebben medegewerkt.

Om na te gaan, welke bestanddeelen daarvan tot bituminisatie aanleiding hebben kunnen geven, dienen wij in de eerste plaats te bedenken, dat vrijwel alle organismen in hoofdzaak bestaan uit *vetten*, *eiwitten* en *koolhydraten*. Het is duidelijk, dat het voor de hypothese over het ontstaan der natuurlijke bitumina uit organische sedimenten van groot belang zou zijn, indien door reacties in het laboratorium is aan te toonen, dat bovengenoemde stoffen inderdaad in bitumen zijn om te zetten. Hiertoe staan ons vier middelen ten dienste, welke of afzonderlijk, of gecombineerd, toegepast kunnen worden en welke ook in de natuur bitumen hebben kunnen doen ontstaan. Deze zijn:

- 1e. door inwerking van microben;
- 2e. door hydrolyse;
- 3e. door cracking; en
- 4e. door hydrogenatie.

Het ligt voor de hand om de mogelijkheid van bituminisatie door middel van microbiologische reacties het eerst in beschouwing te nemen. Immers, indien een organisme afsterft, valt het onmiddellijk ten prooi aan microben en andere organismen, die op doode materie leven. De vraag is echter of het mogelijk is het

bituminisatie-proces op vetten, eiwitten en koolhydraten geheel door tusschenkomst van microben te doen plaats hebben.

Wanneer de verschillende elementen waaruit de bitumina zijn opgebouwd met name de koolstof, waterstof, zuurstof, stikstof en zwavel, quantitatief worden bepaald en deze cijfers vergeleken met de samenstelling der belangrijkste stoffen uit de lichamen der organismen, dan kan daarmee bij benadering een denkbeeld gevormd worden inzake de aard der reacties, welke bij bituminisatie moeten hebben plaats gehad. Opvallend is, dat de meeste stoffen een hooger gehalte aan *zuurstof* en *stikstof* bezitten dan de bitumina, zoodat eventueele bitumen-vorming daaruit gepaard gegaan moet zijn met verwijdering van vrij aanzienlijke hoeveelheden dezer elementen. Waar echter uit experimenteel onderzoek gebleken is, dat men door inwerking van microben op allerlei organische stoffen wel in staat is om een deel der zuurstof en stikstof daaruit te verwijderen, doch dat daarbij nimmer een andere koolwaterstof dan het gasvormige methaan verkregen is, volgt hieruit, dat microbiologische reacties slechts bij het begin van het bituminisatie-proces kunnen hebben plaats gevonden en dat verdere omzettingen veroorzaakt moeten zijn door andere reacties.

Het zelfde nu kan gezegd worden van de hydrolyse. Wanneer protobitumineuze sedimenten neerslaan bevatten zij doorgaans veel water, dat met de daarin opgeloste stoffen chemische reacties kan veroorzaken. Dit proces noemt men hydrolyse. Daardoor kunnen de stoffen dikwijls gesplitst worden in een deel, dat rijk is aan zuurstof, stikstof en zwavel en dat goed in water oplosbaar of gasvormig is en een deel, dat in hoofdzaak uit koolstof en waterstof bestaat en achterblijft.

Wasmund ontdekte echter het zeer merkwaardige verschijnsel, dat organische sedimenten onder water bewaard spoedig water verliezen en dus uitdrogen. Hieruit mogen wij derhalve concluderen, dat de rol, die de hydrolyse bij het bituminisatie-proces speelt, op den duur geleidelijk in belangrijkheid zal moeten afnemen. Niettemin blijft het toch zeer waarschijnlijk, dat in vroegere

geologische tijden alle sedimenten gedurende eenigen tijd aan den gecombineerden invloed van microbiologische reacties en hydrolyse zijn onderworpen geweest. Het eindproduct van deze omzettingen, dat door Engler *anabitumen* genoemd is, zal uiteraard reeds dicht bij het bitumen staan dan het protobitumen. Verdere omzetting van het anabitumen tot bitumen zou dan waarschijnlijk plaats gevonden kunnen hebben door cracking en hydrogenatie.

Onder cracking verstaat men in het algemeen een chemische ontleding, waarbij de moleculen van een stof, die een ingewikkelde structuur hebben, uiteen vallen in brokstukken van minder gecompliceerden bouw. Wij kunnen ook zeggen, dat bij cracking verbindingen van hogere orde uiteen vallen in verbindingen van lagere orde. Aanvankelijk meende men, dat cracking alleen maar kon plaats vinden, indien de temperatuur sterk werd opgevoerd. De beroemde proeven van Engler, waarbij vetten bij een temperatuur boven de 320°C in koolwaterstoffen werden omgezet, getuigen hiervan. Daardoor heeft langen tijd de overtuiging bestaan, dat aardolie slechts op deze wijze ontstaan zou kunnen zijn. Later vond men echter dat tegen Engler's opvatting overwegende bezwaren bestaan, doordat verschillende onderzoekers op duidelijke wijze aantoonden, dat van chemisch standpunt bezien, de aardolie in den regel niet anders dan bij lage temperatuur kan zijn gevormd. Zoo bewees b.v. Heim, dat het asphalt van Alais gevormd moest zijn bij een temperatuur niet hoger dan $20-25^{\circ}\text{C}$.

Het spreekt van zelf, dat men toen getracht heeft om crackingsverschijnselen in het leven te roepen bij belangrijk lagere temperaturen. Inderdaad is men hier tenslotte in geslaagd door aan het mengsel stoffen toe te voegen, die versnellend of regelend op de omzetting werken. Nellenstein, heeft op grond hiervan een theorie opgesteld, welke verband houdt met de dissociatie van koolwaterstoffen. Hierbij wordt aangenomen, dat bij de dissociatie van koolwaterstofmoleculen kleine groepen gevormd

worden, welke slechts één koolstof-atoom bevatten, terwijl grootere groepen achterblijven en door omlegging tot onverzadigde of cyclische verbindingen weer den molecuulvorm kunnen aannemen. Volgens de theorie van Nellenstein zou ook bij lage temperatuur de dissociatie optreden, zoodat men uit dien hoofde zelfs het bewaren van koolwaterstoffen bij kamertemperatuur als een langzame cracking zou kunnen beschouwen. Natuurlijk zal hiervan in den regel weinig te bemerken zijn, doch soms kan men waarnemen, dat weinig stabiele koolwaterstoffen reeds bij kamertemperatuur veranderingen ondergaan, waarbij sporen asphalt-bitumen kunnen optreden. Tevens is gebleken, dat deze reacties door zuurstof sterk versneld worden.

Hydrogenatie heeft uit het oogpunt van bitumen-vorming gunstiger resultaten dan cracking. Onder hydrogenatie verstaat men de inwerking van waterstof onder zeer hoogen druk. Hierbij worden soortgelijke producten als bij cracking gevormd, terwijl de reactie ook bij lage temperatuur kan worden uitgevoerd, indien geschikte katalysatoren als nikkel en molybdeen daarbij gekozen worden. De hiervoor benoodigde waterstof kan bij de microbiologische reacties ontstaan zijn.

Tenslotte kunnen wij ons afvragen, met welke snelheid de bitumenvorming zich in de natuur voltrekt en of de in het laboratorium benoodigde temperatuur en tijd voor het bituminiseren der verschillende organische stoffen niet te veel van die in werkelijkheid afwijken.

Met zekerheid is bekend, dat er bitumina zijn, die in het tertiair gevormd zijn, zoodat de ouderdom hiervan niet hooger kan zijn dan eenige millioenen jaren en dus ook de omzetting niet langer geduurd kan hebben. Het spreekt vanzelf, dat in het laboratorium een dergelijke reactie slechts kan worden nagebootst door bij een belangrijk hogere temperatuur te werken. In den regel verloopt een reactie bij elke 10°C temperatuur-verhooging 2 à 3 maal zoo snel. Wanneer men dus vindt, dat voor de omzetting van eiwitten in asphaltbitumen bij 240°C een tijdsduur benoodigd

is van 12 uren, dan kan dit zelfde proces bij 40°C in de natuur 140 tot 5000000 jaren geduurd hebben. Hieruit blijkt dus wel, dat er overeenstemming bestaat tusschen de in het laboratorium gevonden tijden en die van de natuur.

Resumeerend kan dus inzake het ontstaan van de natuurlijke bitumina het navolgende worden gezegd:

- 1e. De grondstof voor alle natuurlijke bitumina bestaat uit afgestorven organismen, zoowel plantaardige als dierlijke materialen.
- 2e. Daar het mogelijk gebleken is om uit vetten, eiwitten en koolhydraten bij betrekkelijk lage temperatuur bitumen te doen ontstaan, kunnen al deze stoffen aan de bitumen-vorming hebben medegewerkt.
- 3e. Het eerste deel van deze omzetting kan door middel van microbiologische reacties en hydrolyse hebben plaats gevonden; het laatste deel had ongetwijfeld het karakter van een cracking, waarbij waterstof, die bij de microbiologische reacties ontstaan kan zijn, een gunstigen invloed kan uitoefenen op den aard van het reactie-product, terwijl anorganische katalysatoren de reactie hebben kunnen bevorderen.

Constitutie.

Op het gebied van de constitutie-bepaling van het asphaltbitumen is door Nellensteijn baanbrekend werk verricht. De hypothese van Nellensteijn, dat asphaltbitumen een *colloidaal stelsel* is, wordt thans vrijwel algemeen aanvaard. Wat verstaat men nu onder een colloidaal stelsel?

In het midden der 19e eeuw heeft de Engelsche scheikundige Thomas Graham de oplossingen bestudeerd van stoffen zoals lijm, gelatine, zetmeel en dergelijke. Hij werd daarbij getroffen door de groote mate, waarin deze oplossingen in hun gedrag afwijken van gewone oplossingen van stoffen als suiker, zouten

en andere. Deze bijzondere oplossingen noemde hij naar het Grieksche woord Kolla (lijm), *colloide* of *colloidale* oplossingen.

Graham constateerde, dat deze colloïdale oplossingen zeer langzaam diffundeeren, althans vergeleken met stoffen, die in z.g. „ware” oplossing verkeerden. Onder diffusie (althans in oplossingen) verstaat men de verspreiding van de opgeloste stof door het zuivere oplosmiddel, wanneer een laag daarvan op de oplossing gebracht wordt. Terwijl alle in ware oplossing verkerende stoffen in staat zijn om zoowel gewoon filtreer- als perkamentpapier te passeeren, worden de colloïdale stoffen door perkamentpapier tegengehouden. Daar de diffusie-snelheid afhankelijk blijkt te zijn van het aantal opgeloste deeltjes per volume-eenheid en van de grootte der diffundeerende moleculen, concludeerde Graham, dat de stof in colloïdale oplossing of in zeer gering „moleculen-aantal” aanwezig moet zijn, of uit zeer groote „moleculen” moet bestaan.

Intusschen zijn de meeste colloïde deeltjes toch niet zóó groot, dat zij onder het gewone microscoop, ook bij de sterkste vergrooting, gezien kunnen worden. Nochtans is er een verschijnsel, dat onmiddellijk het vermoeden doet rijzen, dat colloïdale oplossingen toch de opgeloste stof in een grovere verdeeling bevatten dan de ware oplossingen. Wanneer men door zuiver water of door een keukenzout-oplossing in water een lichtbundel laat gaan en men beziet daarbij deze oplossing loodrecht op de richting van den invallenden straal, dan kan men den loop van den straal ternauwernood volgen. Brengt men daarentegen een troebeling in de vloeistof teweeg, dan ziet men het beloop van den lichtstraal zeer duidelijk. Ditzelfde nu is het geval met alle colloïdale oplossingen. Dit verschijnsel van zijwaartsche verstrooiing draagt den naam van het „Tyndall-effect”. Het levert het principe, waarop de *ultramicroscopie* berust.

Het gewone microscoop in zijn grootste volmaaktheid bezit een beperkt „oplossend vermogen”; het is n.l. niet in staat deeltjes af te beelden, die veel kleiner zijn dan de golflengte van het

licht. Het ultramicroscop daarentegen kan dit wel, echter weer tot op een zekere grens. Een ultramicroscop is in principe niet anders dan een gewoon microscoop waarbij het te bekijken object (i.c. de vloeistof) krachtig verlicht worden door lichtstralen, die invallen loodrecht op de optische as van het microscoop. Wanneer men met een dergelijk instrument een ware oplossing beschouwt, zal men in het algemeen niets zien, tenzij er zich in de lichtbaan een deeltje bevindt, dat groot genoeg is om de lichtstraal zijdelings te verstrooien. Er ontstaat dan een z.g. interferentie-verschijnsel. Tegen een donkeren achtergrond zal men dan in dat geval het zijwaarts verstrooide licht van zoo'n deeltje waarnemen in den vorm van een helder lichtschijfje. Het is intusschen duidelijk, dat men in het ultramicroscop deeltjes, welke aanzienlijk kleiner zijn dan de golflengte van het licht, slechts in zooverre waarneemt, dat men de interferentie-beeldjes constateert, doch men bedenke wel, dat de vorm, grootte en kleur dezer beeldjes geen directe maatstaf zijn voor vorm, grootte en kleur van de deeltjes zelf.

Wanneer een colloïdale oplossing in het ultramicroscop bekeken wordt, ziet men in het algemeen heldere lichtschijfjes op een donkeren achtergrond. In het gewone microscoop ziet men niets. Intusschen geven de z.g. ware oplossingen ook in het ultramicroscop niets te zien of anders gezegd, de ware oplossingen geven in het ultramicroscop een „optisch leeg” beeld. Hieruit volgt dus, dat er een continue overgang bestaat van ware oplossingen naar colloïdale oplossingen en van deze naar de mechanische suspensies, van welke laatsten de deeltjes ook in het gewone microscoop duidelijk zichtbaar zijn. In dit verband onderscheidt men naar de verschillende graden van fijnheid, waarin de stof in een oplosmiddel *gedispergeerd* (verdeeld) kan zijn;

1e. de *micronen*, zichtbaar in het gewone microscoop en die een middellijn bezitten van $1 \mu - 100 \mu\mu^1$).

¹⁾ $1 \mu = 1 \text{ micron} = 0,001 \text{ mm.}$

$1 \mu\mu = 1 \text{ nannometer} = 0,000001 \text{ mm.}$

- 2e. de *ultramicronen*, onzichtbaar in het gewone microscoop, doch wel zichtbaar in het ultramicroscoop. De middellijn dezer deeltjes kan varieeren van $100\ \mu\mu$ — $10\ \mu\mu$.
- 3e. de *amicronen*, onzichtbaar zoowel in het gewone als in het ultramicroscoop met een middellijn van $1\ \mu\mu$ — $0,1\ \mu\mu$. Zij vormen de ware oplossingen of de z.g. moleculair disperse systemen.

Wij kunnen dus in het algemeen zeggen, dat suspensies grover dan overeenkomt met een middellijn van $1\ \mu$, gerekend kunnen worden tot de grof mechanische suspensies; dat vervolgens tusschen $1\ \mu$ — $1\ \mu\mu$ de dispersiteitsgraad der colloïdale systemen ligt en tusschen $1\ \mu\mu$ — $0,1\ \mu\mu$ die der ware oplossingen.

In 1827 merkte de Engelsche botanicus Robert Brown voor het eerst op, dat het in water gebrachte stuifmeel van zekere planten door een microscoop bekeken, niet geheel stil lag, doch een onregelmatige en trillende beweging uitvoerde. Hij meende aanvankelijk met een levensverschijnsel te doen te hebben. De latere onderzoekingen van o.a. Wiener en Gouy aan allerlei materialen zoowel uit de levende als uit de doode natuur wezen echter uit, dat het verschijnsel een *algemeene eigenschap* is van de stof, indien zij slechts in *fijn verdeelden toestand* verkeert.

In het ultramicroscoop is deze „*Brownsche beweging*” merkwaardig duidelijk te zien. Men verkrijgt daarbij den indruk datgene voor oogen te hebben, wat de kinetische gastheorie als onderstelling voorop heeft gesteld. Zoowel de micronen als de ultramicronen vertoonen de Brownsche beweging, doch uit den aard der zaak geven de laatstgenoemden een levendiger beeld te zien.

De colloïdale oplossingen worden onderscheiden in het *dispersiemiddel* of *medium* en de *gedispergeerde phase* of *micellen*.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk, dat de colloïdale oplossingen een *toestand* van de gedispergeerde stof weergeven en dat

er principieel geen reden is, om een stof een „colloid” te noemen, omdat in zekeren zin elke stof, mits voldoende fijn in een bepaald medium verdeeld, in colloidalen toestand verkeer kan. Het spreekt vanzelf dat een stof, die uit zich zelf in het medium oplost, d.w.z. daarin moleculairdispers verdeeld wordt, niet in colloidalen toestand daarin verkeer kan. Keukenzout b.v. lost in water op en een colloïdale oplossing van keukenzout in water behoort dus tot de onmogelijkheden. Maar in een organisch oplosmiddel zou men keukenzout zeer goed colloïdaal kunnen dispergeeren.

De colloïdale oplossingen zijn in twee hoofdtypen te onderscheiden, welke onderscheiding echter even weinig absoluut is als b.v. die tusschen de anorganische en organische chemie. Maar deze twee groepen, de *suspensoiden* en de *emulsoiden* vertoonen een zoo uiteenlopend gedrag, dat het werkelijk wenschelijk is een onderscheiding te maken.

De suspensoiden worden gevormd door colloïdale oplossingen zooals die van de metalen en zouten; de emulsoiden omvatten voornamelijk de eiwitten en hoogere koolhydraten.

Suspensoiden zijn zeer gevoelig voor toevoeging van bepaalde stoffen (electrolyten)¹⁾. Zeer geringe hoeveelheden daarvan zijn reeds voldoende om de colloïdale oplossing te doen *uitvlokken*, d.w.z. om de gedispergeerde phase zich in vlokken te doen afscheiden. In het ultramicroscop geven de suspensoiden doorgaans een goed gedifferentieerd beeld en tenslotte verschillen zij in enkele physische eigenschappen zeer weinig van het zuivere medium. Een colloïdale oplossing van goud in water (goudsol) b.v. bezit vrijwel dezelfde viscositeit en oppervlakte-spanning als het water.

Geheel anders is het met de emulsoiden gesteld. Deze hebben voor de uitvlokking veel grootere hoeveelheden electrolyt noodig; in het ultramicroscop neemt men slechts een diffusen lichtkegel

¹⁾ De electrische lading der deeltjes kan hier gevoegelijk buiten beschouwing gelaten blijven.

waar, terwijl vooral de viscositeit en de oppervlakte-spanning zeer afwijkend zijn van die van het medium. Einstein heeft den invloed van gesuspenderde deeltjes op de viscositeit van een vloeistof nagegaan. Hij kwam daarbij tot de conclusie, dat de procentueele viscositeits-toeneming tengevolge van de gedispergeerde deeltjes recht evenredig is met de grootte (volume) der deeltjes. Hieruit volgt dus, dat een emulsoide oplossing hare grootere viscositeit dan een suspensioide oplossing van dezelfde concentratie te danken moet hebben aan een belangrijk grooter volume der deeltjes. De vraag is dus, op welke manier een emulsoid-deeltje in staat is zijn volume te vergrooten. Daar is maar een antwoord op, n.l. dat het emulsoid-deeltje een aantal medium-moleculen naar zich toe getrokken en deze als een mantel om zich heen gegroepeerd heeft.

Het bewijs voor deze voorstellingswijze wordt door de navolgende proef geleverd. Wanneer men aan een colloïdale oplossing van agar in water een wateronttrekkende stof als alcohol toevoegt, dan bemerkt men, dat de oplossing haar oorspronkelijke emulsoid-eigenschappen plotseling verwisselt voor die van een suspensoid; de viscositeit wordt kleiner en nagenoeg gelijk aan die van het zuivere oplosmiddel; bovendien krijgen wij in het ultramicroscop een goed gedifferentieerd beeld te zien, hetgeen oorspronkelijk niet zoo was. Hieruit volgt dus, dat in het algemeen gezegd, een emulsoid een „gemediateerd” suspensoid is, hetgeen zeggen wil, dat een emulsoid-deeltje bestaat uit een suspensoid-kern met een mantel van medium-moleculen erom heen. Bestaat het medium uit water, dan spreekt men van „gehydrateerd” en de mantel noemt men dan in dit geval: „hydratie-mantel”.

Wij hebben reeds eerder opgemerkt, dat suspensioide deeltjes zeer gevoelig zijn voor bepaalde stoffen als electrolyten. Wanneer men aan een colloïdale oplossing van goud in water een zekere hoeveelheid electrolyt toevoegt, dan vlokt het goud uit. Heeft men echter van te voren aan het sol een uiterst kleine hoeveelheid

gelatine toegevoegd, dan blijkt de toevoeging van een gelijke hoeveelheid electrolyt het uitvlokkings-proces niet meer te kunnen bewerkstelligen. Het heeft er dus veel van, alsof de gelatine een „beschermende” werking uitoefent op het uitvlokken van het goud. Hoe moeten wij ons nu deze beschermende werking voorstellen?

Het gouddeeltje adsorbeert blijkbaar gelatine-deeltjes aan zijn oppervlak; diensgevolge wordt het gouddeeltje omgeven door gelatine-deeltjes, die zelf alle hun boven besproken water-mantel dragen, zoodat het gouddeeltje zóó goed beschermd is, dat bij botsing met andere deeltjes geen vereeniging tot grootere complexen kan plaats vinden. Het goudsol is dus op deze wijze *gestabiliseerd* door de gelatine.

Resumeerend kunnen wij dus aan het colloïdale stelsel: water-goudgelatine, onderscheiden: het medium, bestaande uit water (en gelatine) en de micellen, die gevormd worden door het suspensioide goud-deeltje, waaromheen een beschermende laag van gelatine, waarvan de deeltjes op hun beurt weer de bovenbesproken water-mantel dragen. Het geheel bezit dus een emulsoid-karakter.

Met het bovenstaande is getracht een beknopte, doch overzichtelijke uiteenzetting te geven van hetgeen onder een colloïdaal stelsel is te verstaan.

Nu men op grond van de onderzoekingen van Nellenstein aanneemt, dat asphaltbitumen een colloïdaal stelsel is, kunnen wij ons dus in verband daarmee al direct het navolgende beeld omtrent den bouw van het materiaal maken.

Te onderscheiden valt:

- 1e. het medium, dat een aardolie-karakter blijkt te bezitten; en
- 2e. de micellen, die volgens de meest gangbare meening bestaan uit koolstof-kernen met beschermende lichamen eromheen. Deze beschermende lichamen worden gevormd door harsachtige stoffen, welke ook een deel van het medium uitmaken.

Hoewel de disperse phase, de asphaltbitumen-micel dus, koolstof bevat, heeft het geheel toch een emulsoid-karakter, daar de suspensioide eigenschappen door de beschermende lichamen gemaskeerd worden.

Dat de colloïde deeltjes koolstof-kernen bevatten, meent Nellenstein aangetoond te hebben door oxydatie met kaliumpermanganaat in neutrale oplossing. De koolstof wordt daarbij omgezet in stoffen, die in ammoniakale oplossing met barium-chloride karakteristieke geelachtige vlokkige neerslagen geven. Deze zelfde neerslagen ontstaan ook, wanneer b.v. grafiet op dezelfde wijze geoxydeerd wordt.

Al naar de omstandigheden, kunnen de colloïde deeltjes van het asphaltbitumen beter of minder goed beschermd zijn; door toevoeging van stoffen, die een lagere oppervlakte-spanning hebben dan het oorspronkelijke stelsel, kan men deze deeltjes voor een kleiner of grooter deel tot uitvlokkung brengen. Het neerslag, dat op deze wijze verkregen wordt en dat dus bestaat uit koolstof-kernen met de harsachtige beschermende lichamen eromheen, noemt men *asphaltenen*. Als uitvlokkings-middelen komen in aanmerking: aether, petroleum-aether en normaal-benzine. Beide laatste zijn benzine-fracties, het eerste een fractie kokend van 40-60°C en het laatste een fractie kokend van 60-80°C. De asphaltenen zijn dus dat deel van het asphaltbitumen, dat onder standaard-condities door de genoemde reagentia tot uitvlokkung kan worden gebracht.

De aanwezigheid van de harsachtige beschermende lichamen in het medium kan worden aangetoond door de scheidingsmethode van Pöll. Daartoe wordt asphaltbitumen eerst opgelost in petroleum-aether en nadat de asphaltenen neergeslagen en gefiltreerd zijn, wordt het filtraat zoolang met bleekarde uitgeschud, totdat de oplossing helder geel gekleurd is. Deze gele oplossing blijkt na indamping van het petroleum-aether de aardolie-achtige bestanddeelen van het medium te bevatten. De harsachtige bestanddeelen blijken geadsorbeerd te zijn in de bleek-

aarde en kunnen daaruit gewonnen worden door uitschudden met chloroform.

Uit al het voorgaande blijkt tenslotte, dat de aanwezigheid van asphaltbitumen als volgt kwalitatief kan worden aangetoond.

- 1e. volgens de definitie moet asphaltbitumen in zwavelkoolstof oplossen.
- 2e. de oplossing moet de karakteristieke eigenschappen van colloïdale oplossingen vertoonen, zooals het Tyndall-effect.
- 3e. de colloïde deeltjes moeten met het ultramicroscop zichtbaar gemaakt kunnen worden en dan een Brownsche beweging vertoonen.
- 4e. de oppervlakte-spanning van het product moet 24-26 dyne/cm bedragen; door stoffen van lagere oppervlakte-spanning wordt een uitvloeking veroorzaakt.
- 5e. het product is een bruine tot zwarte, kleverige, plastische en ductiele massa met karakteristieke bindende eigenschappen.

Résumé

Asphaltbitumen is een oleosol, waarbij zich in een aardolie-achtig medium deeltjes bevinden, die bestaan uit colloïdale koolstof, beschermd door lichamen, die uit verbindingen van koolstof, waterstof en eventueel andere elementen bestaan.

Als terzake te raadplegen literatuur wordt o.a. genoemd:

Ostwald: *Die Welt der vernachlässigten Dimensionen.*

Wedekind: *Kolloidchemie* — Sammlung Goeschel 897.

Liesegang: *Kolloidchemie* — Wissenschaftliche Forschungsberichte.

Nellensteyn en Loman: *Asfaltbitumen en Teer.*

D. Thöenes: *Het ontstaan van asfaltbitumen.*

Dr. H. Pöll.: *Über Erdölasphalte* — Petroleum 1932,

Dr. H. R. Kruyt: *Inleiding tot de physische chemie.*

