

(MEDDELELSE FRA FINSEN-INSTITUTETS LABORATORIUM I KØBENHAVN)

UNDERSØGELSER OVER LYSETS VIRKNING PAA BLODFARVESTOFFER OG RØDE BLODLEGEMER SAMT OVER OPTISK SENSIBILISATION FOR DISSE LYSVIRKNINGER

AF

K. A. HASSELBALCH

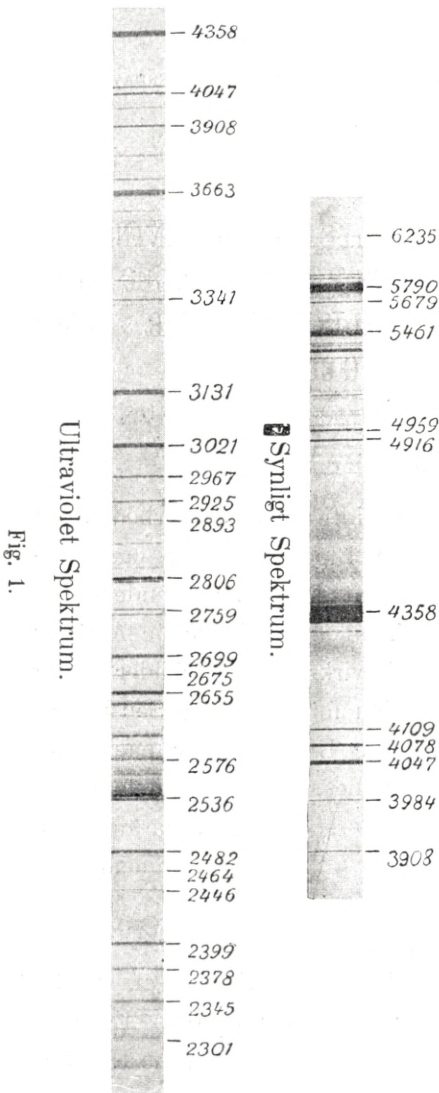
Det er overmaade lidet, der hidtil med Sikkerhed vides om Lysets Indvirkning paa Blodfarvestoffer og Blodlegemer. Grunden hertil er ikke at søge i manglende Interesse for dette Æmne, men deri, at først de sidste Aartiers hastige Udvikling af stærkt kemisk virksomme Lyskilder — og til en vis Grad Opdagelsen af den fotobiologiske Sensibilisation — har muliggjort saa kraftige Lysvirkninger paa Blod, at de har kunnet beskrives og maales. Thi, som det nedenfor skal vises, de synlige Lysstraalers Virkning paa de fleste Blodfarvestoffer og paa Blodlegemer er i sig selv omend paa viselig, saa dog ringe.

Mine Undersøgelser falder naturligt i 3 Grupper.

Med Udgangspunkt i min tidligere Paavisning af, at Bestraaling med ultravioletrigt Lys nedsætter Blodets Ævne til at optage og afgive Ilt, har jeg først i Afsnittet „Blodfarvestoffer“ fastslaaet Arten af og Betingelserne for denne saavel som for andre Lysvirkninger paa nogle forskellige Hæmoglobinderivater.

Dernæst har jeg i Afsnittet „Blodlegemer“ undersøgt

den af Andre fornylig erkendte hæmolyserende Virkning af Lys og Betingelserne for dens Indtræden.



Endelig er der under Titlen „Sensibilisation“ samlet en Del nye Iagttagelser over nogle fotobiologiske Sensibilisatorers Virkning paa Blodfarvestoffer og Blodlegemer og opstillet en Theori til deres Forklaring.

Forsøgsanordning.

Der er udelukkende arbejdet med friskt, defibrineret Oxeblood eller deraf fremstillede rensede Blodlegemer og Oxyhæmoglobinopløsninger.

Den anvendte Lyskilde er KROMAYER'S Kvicksølvkvartslampe¹, hvis Lys skyldes glødende Kvicksølvdampe i et evacueret U-formet Rør af smeltet Kvarts. Lampen har i den givne Opstilling (s. n.) brændt med ca. 3,6 Amp. ved en Elektrodespænding af ca. 120 Volt. Det udsendte Lys er indenfor samme Forsøgsserie af en

overordentlig stor Konstans, hvorom Udfaldet af Belysningerne (s. n.) bærer Vidne, ligesaa vel som Resultaterne af de Løbe-

¹ Deutsche medicin. Wochenschr. 1906. Nr. 10.

Destruktionsundersøgelser, som S. og S. SCHMIDT-NIELSEN¹ har udført her paa Laboratoriet med den samme Opstilling.

Som det ses af Fig. 1, indeholder det anvendte Lys Straaler af Bølgebredder fra ca. $600\mu\mu$ til ca. $220\mu\mu$. Ved Anbringelse foran Lampens Kvartsvindue af henholdsvis almindeligt Glas og Uviolglas (planparallele Plader af 1,5 mm Tykkelse) er i nogle Forsøg de yderste ultraviolette Straaler affiltrerede. Det anvendte alm. Glas har tilbageholdt Straalerne fra ca.

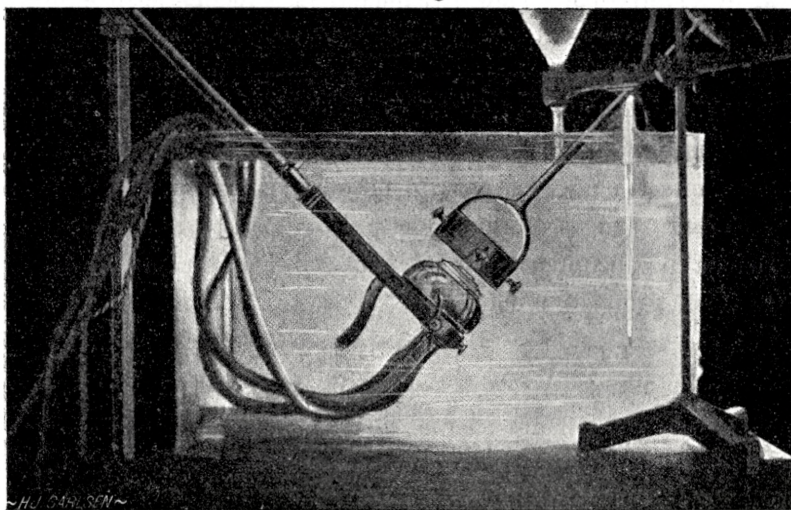


Fig. 2.

$310\mu\mu$ til ca. $220\mu\mu$, Uviolglasset kun fra ca. $250\mu\mu$ til ca. $220\mu\mu$.

Lampen er anbragt, som Fig. 2 viser, nedsænket i et Glasakvarium med rent og livlig cirkulerende Ledningsvand af Stuetemperatur; dens Kvartsvindues Plan danner med Horizontalen en Vinkel paa 45° . Gennem 2 af de 4 Kautschukslanger, der sees førende gennem Vandet ned til Lampen,

¹ S. SCHMIDT-NIELSEN: Om betingelserne for løpets destruktion af lys. Festskrift ved Indvielsen af Finsen-Institutets Klinik for indre Sygdomme. 1908. og S. u. S. SCHMIDT-NIELSEN: Quantitative Versuche ü. die Destruktion des Labs durch Licht. Z. f. physiol. Chemie 58. 1908.

passerer Ledningerne til Lampens Kviksøvelektroder, gennem de to andre Kølevand til og fra Lampen. I Axen af den gennem Kvartsvinduet udstraalende Lyskegle er Forsøgskamret fastgjort, 3 ctm fjærnet fra Lampen, i en Gaffel, der ved Elektromotor drejes om sin Axe ca. 40 Gange pr. Minut.

Af Forsøgskamre har jeg anvendt 2 Former:

1) det i Fig. 2 afbildede „store Kvartskammer“. Dette er et cylindrisk Kammer, der er sammensat af en 21 mm høj, forgyldt Nysølvring, 80 mm i Diameter, og 2 planparallele Kvartsplader, ligeledes 80 mm i Diameter, der med Kautschukpakninger ved Hjælp af stærke ringformede Metal-Fatninger er fastskruede paa Ringen, som Bund og Laag i en Æske. Kamret kan ved omhyggelig Anlægning af Pakningerne og fast Tilskruning holde for Kviksølvluftpumpens vacuum i Timer; i Forsøg med vacuum er dette Kammer iøvrigt altid nedsænket i Vand under Udpumpningen. Kamret kan fyldes og tømmes gennem 2 diametralt modsatte Metalrør, af hvilke det ene sees paa Fig. 2 aflukket med en Glashane med enkelt (eller dobbelt) Boring. Igennem disse Glashaner kan der tages Prøve af Blodet eller af den ovenstaaende Luft, ligesom dennes Tryk før og efter Belysningen kan aflæses paa et Manometer, hvormed Kamrets Indre bringes i Forbindelse. — Kamret rummer ca. 100 cm³; sædvanlig er der anvendt 25 cm³ Blod, af hvilke under Kamrets Rotation stadig skiftende Lag bredes ud over den mod Lampen vendende Kvartsrude; til Sikring af Blodets Blanding er der iøvrigt paa Ringens Inderside fastgjort 2 skeformede Skovle diametralt modsat hinanden; hver Gang en saadan Skovl passerer gennem Blodet under Kamrets Rotation, fyldes den med Blod, som den efter $\frac{1}{4}$ Omdrejning hælder ned over Kvartsruden. Ogsaa disse Skovle er forgyldte, saa at Blodet under Belysningen kun er i Berøring med Kvarts, Guld og to smalle Kanter af Kautschukpakningerne.

2) Det andet Forsøgskammer, den „lille Kvartscuvette“

(Fig. 3) blev bragt til Anvendelse, dels fordi det lettere og sikrere lod sig bruge til Forsøg i vacuum, dels fordi dets Form egner sig vel til spektroskopiske Undersøgelser i 2 Lagtykkelser: 5 mm og 25 mm. Dets Rumfang er ca. 3 cm³. Under Belysningen fastgjordes det i samme Stilling som det store Kvartskammer i den roterende Gaffel; paa Grund af denne Anbringelse, og da Cuvetten kun blev paafyldt med 2,5 cm³ Forsøgsvædske, blev ogsaa i dette Forsøgskammer det belyste

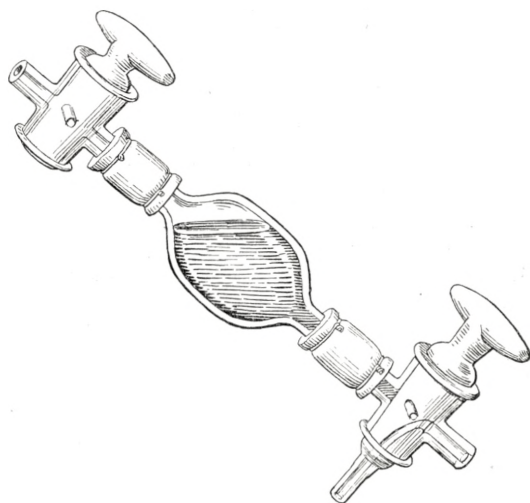


Fig. 3.

Lag stadig skiftet, omend næppe saa fuldstændig som i det store Kvartskammer. Der ligger megen Vægt paa denne Fornylse af det belyste Lag, fordi de virksomme yderste ultraviolette Straaler absorberes i ganske minimale Lagtykkelser af farvede Forsøgsvædske, saaat kun en Anordning som den her anvendte vil kunne tillade kvantitative Undersøgelser.

Angaaende methodiske Detailler se iøvrigt nedenfor under de enkelte Forsøgsrækker.

I. Blødfarvestoffer.

I et tidligere Arbejde¹ har jeg paa defibrineret Oxeblood undersøgt Virkningen af Bestraaling (med parallelt Lys fra en 25 Amp. Kulbuelampe) paa Blodets Iltbindingsævne og fundet, at dets Ævne til at optage og afgive Ilt derved indskrænkes en Del. Virkningen, der i sig selv var ringe i Sammenligning med de Virkninger, hvorom nærmere nedenfor, syntes oven i Købet til Dels at være af forbigaaende Natur. Da Methodiken i de omtalte Forsøg paa flere Maader var ret mangelfuld og navnlig ikke tillod Bestraaling ved lave Ilttryk, har jeg først gentaget disse Forsøg med den ovenfor beskrevne Forsøgsanordning, der bl. a. tillader Belysning under et vilkaarlig valgt Ilttryk.

Den nærmere Fremgangsmaade ved disse Forsøg var følgende:

I Forsøgene over Belysningens Indflydelse paa Blodets Iltbinding var varieret Ilttryk (store Kvartskammer) er der før Belysningen først ledet Luft af omtrent det ønskede Iltpartialtryk hen over de 25 cm³ Blod; dernæst har Kvartskamret med Indhold ved ca. 15 Min.'s Rotation i Vandbadet antaget dettes Temperatur, og Trykdifferencen mellem Luften over Blodet og Atmosfæren er udlignet (ved kortvarig Aabning af en af Hæerne ud til Atmosfæren eller til et Gasometer med den anvendte Iltblanding). Derpaa er Belysningen foretaget, idet en Skærm foran den i Forvejen tændte Lampe er fjærnet, og Kamrets Rotation genoptaget. Efter Belysningen er Rotationen fortsat til sikker Temperaturligevægt (2 Min.), Trykket i Kamrets Luft bestemt (Forbindelse tilvejebragt mellem et lille snævert Vandmanometer og Kamrets Indre); Kamret er taget op af Vandbadet og hurtigt fastgjort i et Stativ; der er dernæst først udtaget i en Kviksølvrecipient ca. 10 cm³ af de ca. 75 cm³ Luft over Blodet, umiddelbart derefter i en anden Kviksølvrecipient med Afløbsrør paa 1 mm Lysning ca. 10 cm³ af de 25 cm³ Blod; disse 10 cm³ Blod, hvis nøjagtige Volumen er bestemt ved Maaling eller Vejning af det udløbne Kviksølv, er dernæst overført i Kviksølvluftpumpens evacuerede Recipient og udpumpede. Luftprøverne er analyserede i et PETERSON'SK Apparat med pyrogallussurt Kali i Iltabsorptionspipetten. Som de fundne Kvælstofmængder angiver, har Nøjagtigheden været tilfredsstillende.

De angivne Luftmængder er omregnede til Volumenprocent ved 0°,

¹ K. A. HASSELBALCH: Ue. die Wirkung des Lichtes auf die Sauerstoffbindung des Blutes. Ups. Läk. Förhandl. XI. Suppl. (Festschr. für Hammarsten).

760 mm og Tørhed. De fysisk absorberede Luftmængder („Fys. abs.“) er beregnede under Forudsætning af, at Blodets Absorptionscoefficienter for N_2 og O_2 er lig Vandets. „ O_2 -diff.“, der i Tabellerne er fremhævet, betegner da under denne Forudsætning den til Hæmoglobinet bundne udpumpelige Ilt; „ N_2 -diff.“ giver — under samme Forudsætning — et Udtryk for den Nøjagtighed, hvormed der er arbejdet; det maa erindres, at alle Fejl ved Overføringer og Analyse opsummeres paa denne Størrelse, der altid er positiv. Spændingen af Luftarterne („Sp. mm“) er angivet i mm Hg. og er ret nøjagtig den før og under Belysningen tilstedeværende; thi Belysningen forandrer kun i rent forsvindende Grad paa Tryk- og Temperaturforholdene i Kamret.

Efter S. SCHMIDT-NIELSEN's Undersøgelser over Løbedestruktionen ved Lys (l. c.) kan denne Proces anslaaes til at foregaa ca. 10 Gange saa hurtig i Kviksølvkvarterlampens Lys som i focus af det ad modum FINSEN koncentrerede Lys fra en 50 Amp. \times 45 Volt Kulbuelampe. I Samklang hermed staar Resultatet af Forsøg 1,

Forsøg 1. ²²/₂ 08.

Anv. i hvert Forsøg 25 cm³ def. Oxeblood. Atm. Luft (ej analyseret) i store Kvarterkammer.

		Ialt	Fys. abs.	Diff.	Sp. mm
Bel. gen. Kvarter 60'	Vol. % CO_2	57,39	—	—	—
Tp. 15,55°. Anal. 9,3 cm ³	— O_2	7,26	0,68	6,58	ca. 150
	— N_2	1,62	1,35	0,27	- 570
Ubelyst 60' i Vandbad	— CO_2	54,25	—	—	—
Tp. 15,70°. Anal. 9,3 cm ³	— O_2	17,09	0,68	16,41	ca. 150
	— N_2	1,48	1,35	0,13	- 570

sammenholdt med de ubetydelige Udslag i mine tidligere Forsøg (l. c.). Belysning i 1 Time med Kviksølvkvarterlampen har nedsat Mængden af løst bunden Ilt fra 16,41 til 6,58 Vol. % eller med ca. 60 %.

Det belyste Blod havde en ejendommelig om Fosfor minde Lugt og var af mørk Chokoladefarve. Som det senere skal vises, skyldes denne Farve Methæmoglobin, men da Omdannelsen gaar endnu videre (s. n.), betegner jeg foreløbig den skete Ændring af Blodfarvestoffet som en „Destruktion“

af Oxyhæmoglobinet, idet dets biologisk fornemste Ævne, den at indgaa i en dissociabel Forbindelse med Ilt, er gaaet tabt ved Belysningen. Oxyhæmoglobinet er da i Forsøg 1 bleven „destrueret“ med 60 0/0.

Virksomhed af de forskellige Straalekvaliteter. Hvilken Grad af destruerende Virkning der er knyttet til de forskellige Spektralafsnit, oplyser det overensstemmende Resultat af Forsøgene 2 og 3.

Forsøg 2. ²⁴/₂ 08.

25 cm³ def. Oxeblood i Kamret. Atm. Luft.

		Ialt	Fys.abs.	Diff.	Sp.mm
a. Bel. gen. Kvarts 60'	Vol. 0/0 CO ₂	52,90	—	—	12,1
Tp. 15,2°. Anal. 9,6 cm ³	— O ₂	8,59	0,64	7,95	143,0
	— N ₂	1,60	1,36	0,24	579,1
b. Bel. gen. U-V-Glas 60'	— CO ₂	51,68	—	—	15,3
Tp. 15,2°. Anal. 9,65 cm ³	— O ₂	14,54	0,63	13,91	140,8
	— N ₂	1,50	1,36	0,14	578,1
c. Bel. gen. alm. Glas 60'	— CO ₂	47,11	—	—	11,8
Tp. 15,2°. Anal. 9,65 cm ³	— O ₂	18,02	0,68	17,34	150,9
	— N ₂	1,46	1,34	0,12	569,3
d. Ubelyst 60'	— CO ₂	46,41	—	—	13,3
Tp. 15,1°. Anal. 9,6 cm ³	— O ₂	18,13	0,68	17,45	149,7
	— N ₂	1,46	1,34	0,12	569,0

Naar man betragter Blodets Indhold af udpumpelig Ilt som Maal for den tilstedeværende Oxyhæmoglobinmængde, har i Forsøg 2

Bestraaling med Lys:

$$600 - 220 \mu\mu \text{ destrueret } \frac{17,45 - 7,95}{17,45} \cdot 100 = 54,44 \text{ 0/0}$$

$$600 - 250 \mu\mu \text{ destrueret } \frac{17,45 - 13,91}{17,45} \cdot 100 = 20,29 \text{ 0/0}$$

$$600 - 310 \mu\mu \text{ destrueret } \frac{17,45 - 17,34}{17,45} \cdot 100 = 0,63 \text{ 0/0.}$$

Den destruktive Virkning af de synlige Straaler er altsaa i den givne Forsøgsanordning relativt ubetydelig; det er de ultraviolette Straaler, som næsten hele Virkningen skyldes, og da navnlig de yderste, med Bølgebredder 250—220 $\mu\mu$. Dog er Lysets destruktive Virkning paa Oxyhæmoglobinet ikke nær saa udelukkende bundet til Straalerne med Bølgebredder 250—220 $\mu\mu$, som Lysdestruktionen af Løbefermentet (SCHMIDT-NIELSEN, l. c.), der for de 96 % skyldes disse Straaler. Forholdet mellem Virkningen af Straaleområdet 600—220 $\mu\mu$ og 600—250 $\mu\mu$ er i Forsøg 2:

$$\frac{600 - 220\mu\mu}{600 - 250\mu\mu} = \frac{54,44}{20,29} = 2,68.$$

Det tilsvarende Forhold ved Lysdestruktionen af Løbeferment er ca. 25.

Forsøg 3. ^{27/2} 08.

I alle Tilfælde 25 cm³ def. Oxeblood i store Kvartskammer.

Atm. Luft (ej anal.). Vandbadet mindre klart.

		Ialt	Fys.abs.	Diff.	Sp.mm
a. Bel. gen. alm. Glas 60'	Vol. % CO ₂	48,08	—	—	—
Tp. 15,2°.	Anal. 9,9 cm ³	—	O ₂ 19,06	0,68	18,38 ca. 150
		—	N ₂ 1,56	1,35	0,21 ca. 570
b. Bel. gen. U-V-Glas 63'	—	CO ₂ 50,66	—	—	—
Tp. 15,1°.	Anal. 9,7 cm ³	—	O ₂ 16,28	0,63	15,65 ca. 140
		—	N ₂ 1,35	1,35	0 ca. 580
c. Bel. gen. Kvarts 63'	—	CO ₂ 48,18	—	—	—
Tp. 15,2°.	Anal. 9,75 cm ³	—	O ₂ 11,22	0,63	10,59 ca. 140
		—	N ₂ 1,53	1,36	0,17 ca. 580
d. Ubelyst 63'	—	CO ₂ 49,18	—	—	—
Tp. 15,2°.	Anal. 9,9 cm ³	—	O ₂ 19,28	0,68	18,60 ca. 150
		—	N ₂ 1,61	1,35	0,26 ca. 570

Destruktionen, der er lidt ringere end i Forsøg 2, formodentlig paa Grund af det mindre gennemsigtige Vand i Akvariet, fordeler sig paa de forskellige spektrale Gebeter som følger:

Bestraaling med Lys 600—220 $\mu\mu$	destruerer	43,07 %
— — — 600—250 $\mu\mu$	—	15,86 %
— — — 600—310 $\mu\mu$	—	1,18 %.

Forholdet mellem Virkningsgraden af det samlede Lys og det gennem Uviolglas filtrerede er næsten nøjagtig som i Forsøg 2,

$$\frac{600 - 220\mu\mu}{600 - 250\mu\mu} = \frac{43,07}{15,86} = 2,72.$$

Virkingen af det gennem alm. Glas filtrerede Lys er noget større end i Forsøg 2, men Virkningerne er i begge Tilfælde saa smaa, at Forskellen kan skyldes Iagttagelsesfejl. At det paagældende Straaleomraade — 600 — 310 $\mu\mu$ — virkelig har en oxyhæmoglobindestruerende Virkning, der træder meget stærkere frem ved svagere Koncentrationer af Blodfarvestoffet, vises i senere Forsøg.

Reaktionshastighed. Med den her anvendte Forsøgsanordning bringes der ved Kvartskamrets Rotation til Stadighed nye Blodlegemer frem til Belysning. En saadan Anordning er som nævnt nødvendig ved kvantitative Undersøgelser af denne Art, fordi de virksomste Straaler absorberes i minimale Lagtykkelser af Blodet. Hvis nu denne Vekslen af belyst Overflade foregaar regelmæssig i den Forstand, at den modtagne Lysenergi for hvert enkelt Blodlegeme i Kvartskamret er nøjagtig proportional med Bestraalingstiden, og hvis den fundne Destruktion beror paa en direkte Lysvirkning og ikke paa Dannelsen af eet eller andet Stof, der efter Udbredning i Vædsken sekundært betinger Destruktionen, saa er det naturligt at antage, at den af Lyset pr. Tidsenhed destruerede Oxyhæmoglobinmængde er proportional med den til enhver Tid tilstedeværende. Under disse Forudsætninger vil Destruktionen i Forhold til Belysningstiden forløbe efter følgende Formel (a = oprindelig Oxyhb.-mængde, x = den efter Tiden t destruerede Oxyhb.-mængde, k en konstant)

$$\frac{dx}{dt} = k(a - x).$$

Forsøg 4 er anstillet for at prøve Berettigelsen af denne Formel. I hver af Forsøgets Bestemmelser, der angaar Belysning med det ufiltrerede Lys i varierede Tider, er k udregnet af ovenstaaende Formel under Anvendelse af dekadiske Logarithmer; (de fundne Værdier af k skulde altsaa korrekt multipliceres med $\log. \text{ nat. } 10 = 2,30259$).

Forsøg 4. $\frac{5}{3}$ 08.I alle Tilfælde 15 cm³ def. Oxeblood i store Kvartskammer.

Atm. Luft. Bel. gen. Kvarts.

		I alt	Fys. abs.	Diff.	Sp. mm
a. Bel. 46'.	Vol. % CO_2	50,50	—	—	10,3
Tp. 15,4°. Anal. 10,45 cm ³	— O_2	8,72	0,67	8,05	146,7
	— N_2	1,66	1,37	0,29	588,0
	$k = 0,00749$				
b. Bel. 15'.	— CO_2	48,79	—	—	13,8
Tp. 15,4°. Anal. 10,25 cm ³	— O_2	14,73	0,66	14,07	144,9
	— N_2	1,63	1,37	0,26	589,3
	$k = 0,00679$				
c. Bel. 92'.	— CO_2	50,44	—	—	9,2
Tp. 15,4°. Anal. 10,0 cm ³	— O_2	5,06	0,65	4,41	142,1
	— N_2	1,67	1,38	0,29	592,7
	$k = 0,00658$				
d. Bel. 30'.	— CO_2	50,86	—	—	13,2
Tp. 15,3°. Anal. 10,3 cm ³	— O_2	12,44	0,63	11,81	139,0
	— N_2	1,49	1,39	0,10	593,8
	$k = 0,00593$				
e. Ubel. 65'.	— CO_2	45,52	—	—	11,8
Tp. 15,4°. Anal. 10,35 cm ³	— O_2	18,46	0,67	17,79	146,6
	— N_2	1,70	1,37	0,33	588,6

De enkelte Bestemmelser i Forsøg 4 er udførte i den angivne Orden. Det viser sig, at Reaktionskonstanten k uden Hensyn til Belysningens Varighed er aftagende fra *a* til *d*. Denne Omstændighed kan enten forklares ved, at det formodede

Afhængighedsforhold til Belysningstiden ikke eksisterer, eller snarere ved en systematisk Forsøgsfejl. En saadan Fejl er nu i Forsøg 4 let at paavise: det er ved alle 4 Belysninger den samme Rude i Kvartskamret, der har været vendt frem mod Lyset, og i Protokollen er noteret: den belyste Rude viser sig efter Forsøget uklar af Udfældninger i omtrent hele sin Udstrækning.

DREYER og HANSEN¹ har fornylig paavist, at ultraviolet Lys bevirker Udfældning af Albuminstoffer, og MEISLING² har fundet, at Gelatine, ogsaa uden Tilsætning af kemiske Agentier, størkner under ultraviolet Bestraaling. Der er altsaa intet overraskende i, at de belyste Blodportioner i Forsøg 4 har afsat et gradvist voksende Lag af Udfældninger paa den belyste Rude; selv om dette Lag ved Afslutningen af Forsøget ganske vist kun præsenterede sig som en let, mælket Uklarhed, har det været tilstrækkeligt til at bevirke de stadig faldende Reaktionshastigheder i Bestemmelserne *a-d*.

At denne Forklaring er rigtig, viser Forsøg 5, hvor den nævnte Fejl er delvist elimineret derved, at Belysningen i enhver af Forsøgets Bestemmelser er foretaget gennem blank pudset Kvartsrude.

Forsøg 5. ⁷/₃ 08.

I alle Tilfælde 15 cm³ Blod i store Kvartskammer.

Atm. Luft. Bel. gen. Kvarts.

		I alt	Fys. abs.	Diff.	Sp. mm
a. Bel. 30'.	Vol. ⁰ / ₁₀₀ CO ₂	50,37	—	—	14,1
Tp. 15,1°. Anal. 9,75 cm ³	— O ₂	10,12	0,67	9,45	146,3
	— N ₂	1,65	1,38	0,27	585,6

$$k = 0,00868$$

¹ G. DREYER et O. HANSEN: Sur la coagulation des albumines par l'action de la lumière ultraviolette et du radium. Comptes rendus. CXLV. 1907.

² AAGE A. MEISLING: Recherches sur la sensibilité des colloïdes à la lumière.

Ac. roy. des scienc. et des lettres de Danemark. Extr. d. bull. 1908.

		I alt	Fys. abs.	Diff.	Sp. mm
b. Bel. 45'.	Vol. % CO_2	52,76	—	—	14,7
Tp. 15,0°. Anal. 10,2 cm ³	— O_2	7,22	0,63	6,59	137,3
	— N_2	1,53	1,38	0,15	588,0
	$k = 0,00926$				
c. Bel. 100'.	— CO_2	49,59	—	—	12,2
Tp. 15,0°. Anal. 10,0 cm ³	— O_2	2,90	0,64	2,26	139,9
	— N_2	1,54	1,37	0,17	581,9
	$k = 0,00882$				
d. Bel. 15'.	— CO_2	47,35	—	—	12,7
Tp. 15,2°. Anal. 9,6 cm ³	— O_2	13,60	0,66	12,94	142,7
	— N_2	1,51	1,37	0,14	584,6
	$k = 0,00826$				
e. Ubelyst 60'.	— CO_2	44,71	—	—	11,9
Tp. 15,0°. Anal. 9,8 cm ³	— O_2	17,87	0,66	17,21	144,2
	— N_2	1,53	1,37	0,16	584,9

Enkeltbestemmelserne i Forsøg 5 er foretagne i den angivne Orden. Reaktionskonstanterne svinger, som man vil se, forholdsvis ubetydelig om 0,00875 som Gennemsnit;

$$k_{30} = 0,00868$$

$$k_{45} = 0,00926$$

$$k_{100} = 0,00882$$

$$k_{15} = 0,00826$$

Gennemsnit 0,00875

Hvis man ud fra denne gennemsnitlige Reaktionshastighed beregner Hæmoglobinet's Iltindhold efter 15, 30 o. s. v. Minutters Belysning, faar man følgende ganske ordentlige Overensstemmelse med de faktisk fundne Værdier:

Hæmoglobinet's O_2 i Vol. % af Blodet i Forsøg 5.

Belysning 0'	obs.	calc.
— 15'	17,21	—
— 30'	12,94	12,72
— 45'	9,45	9,40
— 100'	2,26	2,29

Denne Overensstemmelse er saa god, at man er berettiget til at slutte, at Forudsætningen for Beregningen har været rigtig, og at altsaa Oxyhæmoglobinet's Destruktion ved Lys under de her givne Forsøgsbetingelser virkelig skrider frem med den formodede Afhængighed af Belysningstiden.

Reaktionshastighedens Afhængighed af den belyste Blodmængde. Det vil i Følge det foregaaende være indlysende, at den i Kamret tilstedeværende Blodmængde — indenfor visse Grænser — maa influere paa Graden af Lysdestruktionen saaledes, at der i samme Tid opnaas en procentvis større Destruktion, jo mindre Blod der belyses i Kamret; ved smaa Blodmængder vil nemlig det enkelte Blodlegeme under Rotationen blive oftere belyst end ved store. Jeg raader ikke over Forsøg, der specielt tager Sigte paa Undersøgelse af Forholdet mellem Blodmængde og Reaktionshastighed; saadanne Bestemmelser maatte anstilles i umiddelbar Følge af hinanden, fordi saavel Lampens Brænding som Vandbadets Klarhed og Kamrets Rotationshastighed og endnu flere Forhold maatte være konstante ved denne Undersøgelse.

Jeg har imidlertid nedenfor sammenstillet nogle faa Reaktionskonstanter fra Forsøg med forskellig Blodmængde i Kamret og iøvrigt — saavidt det kan skønnes — eens Betingelser. De er foretagne paa forskellige Dage med forskelligt Blod; hertil maa bemærkes, at Afstanden mellem Kamret og Lampen var konstant fra Dag til Dag, at der kun er medtaget Forsøg, hvor Vandbadet er nylig skiftet og altsaa i omtrent samme Grad gennemstraaleligt for de ultraviolette Straaler, hvortil Hovedparten af Virkningen er knyttet, og at det næppe spiller nogen betydelig Rolle, at det i hvert Forsøg drejer sig om forskelligt Blod, naar kun dets Blodlegemekoncentration er nogenlunde konstant. Konstansen af Lampens Lys fra Dag til Dag kan jeg vanskelig bedømme; Strømstyrken har i alle Forsøg været den samme, men i Løbet af $\frac{1}{2}$ Aar er Intensiteten af Straaleomraadet 250 — 220 $\mu\mu$ paaviselig aftagen

med ca. $\frac{1}{5}$ (paa Grund af voxende Belægninger paa Lysrørets Inderside: ufuldstændigt vacuum med Iltning af Kviksølvet); Tabellens Bestemmelser strækker sig dog kun over 3 Uger, saa at man tør antage Lysintensiteten for praktisk talt konstant indenfor dette Tidsrum.

Forsøg Nr. og Dato	15 cm ³ <i>k</i>	25 cm ³ <i>k</i>	30 cm ³ <i>k</i>
5. 7/3.	0,00875		
1. 22/2.		0,00661	
2. 24/2.		0,00569	
7. 14/3.			0,00484
Gennemsnit af <i>k</i>	0,00875	0,00615	0,00484

Det er, som alt sagt, kun en betinget Værdi, der kan tillægges disse Tal, og det er umuligt af dem at udlede noget talmæssigt Forhold mellem Destruktionshastighed og Blodmængde. De demonstrerer dog meget tydeligt Nødvendigheden af ved kvantitative Undersøgelser over Lysvirkninger paa opløste eller opslemmede Legemer altid i samme Forsøgs-serie at arbejde med nøjagtig samme Vædskemængde og at fremskaffe Sikkerhed for, at Vædskedelene i ligelig Grad udsættes for Lyset. En kemisk eller fysisk Virkning af Bestraaling forudsætter jo nemlig, at Lyset absorberes; men deraf følger, at dybere Lag paavirkes mindre stærkt eller slet ikke. En Vædske, hvori der foregaar en fotokemisk Reaktion, er *eo ipso* i en vis Lagtykkelse uigennemsigtig for de Straaler, der bevirker Reaktionen. Jo mere den undersøgte Virkning er knyttet til de yderste ultraviolette Straaler, der absorberes i de rent overfladiske Lag, og jo mere uigennemsigtig — for synlige Lysstraaler — Vædsken er, des nødvendigere er det, at Overfladen stadig skiftes.

Systematiske Undersøgelser over Blodmængdens Indflydelse paa Reaktionskonstanten vilde muligvis have kunnet føre til en Forestilling om, hvor dybt de virksomme Straaler trænger

ind i Blodet. Da det her drejer sig om et diskontinuerligt Spektrum med en ikke udmaalt Energifordeling, har jeg dog ikke fundet mig foranlediget til saadanne Undersøgelser.

Destruktionens Afhængighed af Iltspændingen. I de hidtil omtalte Forsøg har Belysningen fundet Sted ved Atmosfærens Iltspænding, ca. 150 mm Iltryk. Forsøg 6 er anstillet paa den S. 200 beskrevne Maade: Blodet var under Belysningen i Ligevægt med Luft af ca. 20 mm Iltryk, og strax efter Belysningen er Blodets Iltindhold bestemt. Derpaa rettede Forundersøgelser havde belært mig om, at der for at bringe 15 cm³ Blod i Diffusionsligevægt med 85 cm³ Luft af en saadan Sammensætning udkrævedes en Forsøgstid paa (mindre end) 30 Min.; Forsøgsvarigheden er derfor 45 Min.

Forsøg 6. ⁹/₃ 08.

I alle Bestemmelser 15 cm³ def. Oxeblood i store Kvartskammer.

		Ialt	Fys.abs.	Diff.	Sp.mm		
a. Bel.gen. Kwarts 45'	Vol. ⁰ / ₁₀ CO ₂	66,58	—	—	30,7		
Tp. 14,8°.	Anal. 9,72 cm ³	—	O ₂	6,56	0,11	6,45	23,1
		—	N ₂	1,77	1,61	0,16	681,2
	$k = 0,00854$						
b. Bel.gen. alm. Glas 45'	— CO ₂	61,27	—	—	30,9		
Tp. 14,8°.	Anal. 9,78 cm ³	—	O ₂	15,67	0,10	15,57	21,9
		—	N ₂	1,76	1,61	0,15	681,2
c. Ubelyst 45'	— CO ₂	60,76	—	—	30,1		
Tp. 14,85°.	Anal. 9,58 cm ³	—	O ₂	15,71	0,10	15,61	21,1
		—	N ₂	1,89	1,62	0,27	685,8

Det viser sig nu (Forsøg 6), at ved et Iltpartialtryk paa kun 23 mm Hg. finder Lysdestruktionen af Oxyhæmoglobin Sted i vistnok meget nær samme Udstrækning som ved atmosfærisk Iltryk, smnlgn. $k = 0,00854$ i Forsøg 6 med den tilsvarende Størrelse 0,00875 i Forsøg 5.

Virksomheden af det glasfiltrerede Lys (Forsøg 6 b) er knapt paaviselig.

I Forsøg 7 er det lykkedes at anbringe Blodet under Belysningen ved en saa lav Iltspænding, at Destruktionen ikke har naaet et saa stort Omfang som i atmosfærisk Luft. Dette vises ved efter Belysningerne at give Blodet Lejlighed til at mætte sig med atmosfærisk Luft: det i iltfattig Luft belyste er da i Stand til at optage mere Ilt end det i atmosfærisk Luft belyste.

Desuden har jeg i dette Forsøg undersøgt, om der findes nogen Eftervirkning af Belysningen. Dette er ikke Tilfældet, hverken med det i iltfattig Luft eller i atmosfærisk Luft belyste Blod. For Oversigtens Skyld anføres i Forsøg 7 kun Tallene for Blodets Iltindhold i Vol. % med Fradrag af den fysisk absorberede Ilt.

Forsøg 7. ¹⁴/₃ 08.

I alle Bestemmelser 30 cm³ Blod. Store Kvartskammer.

a. Behandlet under Rystn. med CO ₂ + N ₂ (lige Dele) til red.-Hb.-spektrum, derefter med N ₂ . Saaledes bel.gen. Kvarts 30' i iltfattig Luft. Derefter mættet med atm. Luft i 30'. Anal. 9,6 cm ³ . Vol. % O ₂ 15,18 Mætning med atm. Luft fortsat. 30' senere anal. 10,2 cm ³ . Vol. % O ₂ 15,27 Gennemsnit: 15,22	b. Bel. gen. Kvarts i atm. Luft 30'. Anal. 9,72 cm ³ . Vol. % O ₂ 14,38 Mætning med atm. Luft fortsat i 60'. Anal. 7,3 cm ³ . Vol. % O ₂ 14,10 Mætn. m. atm. Luft fortsat i endnu 60', anal. 8,3 cm ³ . Vol. % O ₂ 14,25 14,24	c. Ubelyst i atm. Luft 30'. Anal. 9,5 cm ³ . Vol. % O ₂ 19,89 19,89

Det viser sig altsaa, at en energisk, om end ikke fuldstændig Ud drivning af Blodets Ilt, saaledes som det er sket i Forsøg 7 ved Mætning med en flere Gange fornyet Kulsyre-Kvælstofatmosfære, indtil Spektroskopien kun viser det reducerede Hæmoglobins Spektrum, kan bevirke en vis Grad af Lysfasthed hos Hæmoglobinet. Spørgsmaalet bliver da nu, om en fuldstændig Iltmangel kan gøre Hæmoglobinet ganske lysfast under de givne Forsøgsbetingelser.

For at undersøge dette Spørgsmaal blev i

Forsøg 8. $^{21/3}$ 08. 25 cm³ Blod udpumpet ved Kviksølv-luftpumpen uden Anvendelse af Syre og Opvarmning og under forsigtig Rystning. Ca. 15 cm³ udpumpet Blod overførtes i det ligeledes udpumpede, i Vand nedsænkede store Kvartskammer, der var sat i Forbindelse med Pumperecipienten under Udpumpningen. De 15 cm³ Blod belystes derefter paa sædvanlig Maade i vacuum under Rotation i 60'; Mætning med atm. Luft i 45' og Udpumpning af 10,2 cm³. Det bemærkedes, at Blodet under Mætningen med Luft antog sin oprindelige Oxyhæmoglobin farve og ikke den sædvanlige Chokoladefarve. Blodet indeholdt efter Mætningen

	Ialt	Fys. abs.	Diff.
Vol. % O ₂	20,65	0,65	20,00

og synes altsaa upaavirket af Belysningen i vacuum.

Ved en fuldstændig Undersøgelse (Forsøg 9), hvor der bl. a. er taget Hensyn til den Koncentrationsændring, som Blodet undergaar ved den henved 3 Timer varende Udpumpning, viser det sig nu, at en Belysning, der i atm. Luft nedsætter Blodets Iltbindingsevne med ca. 50 %, er fuldstændig uskadelig i vacuum. Det er Oxyhæmoglobinet, der destrueres af Lyset, medens det reducerede Hæmoglobin er lysfast. Dette Resultat bekræftes (og modificeres noget) af nedenfor anførte Undersøgelser af anden Art.

Forsøg 9. ²³/₃ 08.

50 cm³ def. Oxeblood udpumpet. Ca. 20 cm³ overført i ud-pumpet Kvartskammer og belyst 60' i vacuum, derefter mæt-tet med atm. Luft i 60' (a).

De resterende ca. 30 cm³ ubelyst mættet med atm. Luft i 60', anal. en Prøve (b), Resten (ca. 18 cm³) belyst i atm. Luft i 60' (c).

a. Bel. gen. Kvarts i vac. 60'. Tp. 15,0°, mættet med atm. Luft. Anal. 9,72 cm ³ .	b. Ubelyst 60'. Mættet med atm. Luft. Tp. 14,9°. Anal. 8,42 cm ³ .	c. Bel. gen. Kvarts i atm. Luft 60'. Tp. 14,9°. Anal. 10,0 cm ³ .
Vol. ⁰ / ₁₀ O ₂ 21,26.	Vol. ⁰ / ₁₀ 21,01.	Vol. ⁰ / ₁₀ 10,27.

Oxyhæmoglobindestruktionens Mekanisme. Det er bekendt, at ultraviolette Straaler ioniserer og ozoniserer Luften, hvorigennem de passerer. Det ligger nær at under-søge den Mulighed, at Oxyhæmoglobindestruktionen kunde være indirekte fremkaldt ved Belysningen af Luften i og over Blodet. At Ozon virker methæmoglobindannende, er i alt Fald bekendt og let at konstatere; der udkræves rigtignok betydelige Ozonmængder.

Hvis Oxyhæmoglobindestruktionen var sekundær efter en primær Virkning af Lyset paa Luften, maatte man rimeligvis kunne nedsætte Blodets iltbindende Ævne ved at mætte det med belyst Luft. Forsøg 10 er et Exempel blandt flere paa de forgæves Bestræbelser, jeg har gjort mig paa at hidføre en saadan indirekte Destruktion af Oxyhæmoglobin ved Hjælp af belyst Luft. Det negative Udfald er paa Grund af den ind-skudte Kautschukslange kun bevisende med Hensyn til Luft-ioniseringen. Angaaende Ozon s. n.

Forsøg 10. ²⁸/₃ 08.

50 cm³ def. Oxeblood behandlet i „Rulleflaske“¹ med Gen-

¹ En liggende, roterende 1-Liter-Flaske, gennem hvis Axe Luft kan ledes til og fra. Se mit tidligere Arb.: Ue. die Wirkung des Lichtes osv.

nemledning af a) ubelyst atm. Luft, 5 L. i 45', mættet med Fugtighed ved Stuetp., b) atm. Luft under samme Betingelser, men paa Vejen belyst i store Kvartskammer med Kviksølvlys gennem Kvarts. Forbindelsen mellem Kvartskammer og Rulleflaske ved Kautschukslange.

Vol. $\%$ O_2

a. **18,04**

b. **18,11**

Hvad Kviksølvkvartslampens Ozondannelse angaar, der i flere Publikationer over denne til medicinsk Brug konstruerede Lampe forudsættes som utvivlsom og kraftig, da har jeg følgende Grunde til at betvivle, at Lampen overhovedet udvikler Ozon i maalelige Mængder:

1) Ozondannelse kan i Flg. REGENER¹ finde Sted ved Bestraaling af Luft med ultraviolet Lys, men kun med Lys af mindre Bølgebredde end $200\mu\mu$, bedst $186\mu\mu$, hvor Ilten har et Absorptionsmaximum². Kviksølvkvartslampen er udelukket fra at udsende Straaler med ringere Bølgebredde end ca. $210\mu\mu$, ikke paa Grund af Kvartsen, der først begynder at absorbere ved ca. $185\mu\mu$, men paa Grund af Kølevandet — Ledningsvand — mellem Lysrøret og Kvartsruden. Faktisk paavirkes som alt nævnt den fotografiske Plade selv ved meget lang Exposition kun til $220\mu\mu$. REGENER har yderligere paavist (l. c.), at Straaler med Bølgebredde ca. $257\mu\mu$, (hvoraf Lampen udsender en stor Mængde, se Fig. 1), har den modsatte Virkning α : spalter Ozon i Iltmolekuler, hvilket hænger sammen med, at Ozon har et Absorptionsmaximum her. Paa Forhaand synes altsaa enhver Mulighed udelukket for Ozondannelse ved Bestraaling af Luft med Kviksølvkvartslampen.

2) Selv en ganske ubetydelig Ozondannelse i det „store Kvartskammer“ paa ca. 100 cm^3 maatte kunne paavises ved

¹ E. REGENER: Ue. die chem. Wirk. kurzweiliger Strahlungen auf gasförmige Körper. Ann. d. Physik. IV Folge. Bd. 20. 1906.

² H. KREUSLER: Ann. d. Physik. IV Folge. Bd. 6. 1901.

Trykmaalinger, idet en Ozondannelse i den deri indesluttede atmosfæriske Luft paa blot $0,02 \text{ cm}^3$ vilde bevirke et Trykfald paa 1 mm Vand.

Forsøg 11. ¹⁰/₄ 08.

Skovlene fjærnede af Kamret; Kvartsruderne paraffinerede paa Nysølvringen langs Periferien. Ved Belysning af Kamrets Luft, der kan sættes i Forbindelse med et snævert Vandmanometer ved Drejning af en Hane, opdages efter Korrektur for de ubetydelige Temperatursvingninger (stadig Omrøring af Vandbadet) absolut ingen Trykændringer i den CO_2 — frie, tørre atm. Luft, der bestraales, selv ikke efter $1\frac{1}{2}$ Times Belysning gen. Kvarts. Ialt 12 Observationer i Løbet af Forsøget.

3) Atmosfærisk Luft, der belyses under Passagen gennem det store Kvartskammer, bevirker ikke Jodudskilning i Jodkalium-Stivelse-Opløsning.

4) Derimod bevirker den direkte Bestraaling af Jodkalium-Stivelse-Papir, som vel kendt er, i Tilstedeværelse af Ilt let Jodudskilning; det ufiltrerede Kviksølvkvartslampelys bevirker næsten momentant en kraftig Blaabrun-farvning; filtreres Lyset gennem Uviolglas, sker Farvningen paa 1—2 Minutter; holder man almindeligt Glas mellem Lampen og Jodkalium-Stivelse-Papiret, farves dette slet ikke¹⁾. Det drejer sig imidlertid her om en direkte Lysvirkning paa Jodkalium, en Virkning, der i Følge Processens Natur forudsætter Tilstede-

¹⁾ Dette Forhold er siden her paa Laboratoriet bleven benyttet til en let og sikker Afgørelse af, om et Stof er Kvarts, Uviolglas eller alm. Glas. Dækker man et Stykke Jodkalium-Stivelse-Papir (2% opl. Stivelse, 5% IK,) delvis med et Stykke Kvarts og exponerer for Kviksølvkvartslampens Lys (et Par ctm's Afstand), vil Papiret paa ca. 30" være ganske eensartet brunblaat overalt; Uviolglas giver paa ca. 2' en lysebrun Aftegning paa blaabrun Bund, alm. Glas en ganske hvid. — Reaktionen bevirkes i Følge nærmere Undersøgelser, foretagne her paa Laboratoriet af cand. mag. H. M. HANSEN, med den givne Lyskilde af Straaleomraadet $253,6 \mu\mu$ — ca. $230 \mu\mu$ og kraftigst af Straalerne nærmest $253 \mu\mu$. Den egner sig derfor godt til den nævnte Undersøgelse, idet Uviolglasset begynder at absorbere ved ca. $253 \mu\mu$.

værelse af Ilt, men ikke af Ozon. Hvis man foran Lampen brændende i Luft i den paa Fig. 2 afbildede Stilling holder et Stykke fugtigt Jodkalium-Stivelse-Papir parallelt med Kvartsruden og mellem Lampen og Papirets øverste Halvdel et Stykke alm. Glas, vil Jodudskilningen vise sig skarpt begrænset til den nederste Del af Papiret, endskønt den belyste Luft stiger til Vejrs mellem Glasset og Papiret.

Den saakaldte „Ozonlugt“ i den af Kvartslampen belyste Stueluft skyldes muligvis Ultravioletvirkninger paa de organiske Støvparkler¹.

Da det maa hævdes, at den benyttede Lyskilde ikke ozoniserer Luften, og at den Ionisering, som den bevirker, ikke spiller nogen Rolle for Oxyhæmoglobinets Destruktion, bliver det rimeligt at betragte den paagældende Proces som en direkte Lysvirkning. Som allerede antydnet bestaar Virkningen i første Linje i en Methæmoglobindannelse. Belyst Blod giver Methæmoglobinspektrum, der under Reduktion med Svovlammonium svinger over i det reducerede Hæmoglobinspektrum; ved Rystning med atm. Luft gendannes Oxyhæmoglobin.

Spektroskopisk Undersøgelse af Lysvirkningen paa Oxyhæmoglobin.

Ved de følgende spektroskopiske Undersøgelser har jeg benyttet et ligesigtende Spektroskop med Bølgelængdeskala, der altid før Brugen blev omhyggelig indstillet paa Natriumlinjen ved $589 \mu\mu$. De fundne

¹) BORDIER & NOGIER, hvis Arbejde: Experimental researches on KROMAYER'S QUARTZ-MERCURY LAMP (Arch. of the Röntgen rays 1908, ref. i Fortschr. a. d. Gebiete der Röntgenstr. 13. 1909) kun er mig bekendt i Referat, har ligesom jeg ikke kunnet paavise Ozondannelse ved Kviksølvkvartslampen, men synes dog paa Grund af Lugten at hævde dens Tilstedeværelse. Da imidlertid Jodkalium-Stivelse-Reaktionen er en ganske overordentlig fin Ozonprøve, forekommer min Forklaring paa Lugtphenomenet mig naturligere.

Til Forklaring af Methæmoglobindannelsen i (fortyndet) Blod, som ogsaa B. og N. har iagttaget, forslaaer i hvert Fald ikke en Ozondannelse, der er upaaviselig ved Jodkalium-Stivelse; thi dertil udkræves en energisk og langvarig Behandling med forholdsvis enorme Ozondoser (BINZ).

Absorptionsbaand er angivne ved Bølgelængden for den jugerede maximale Absorption. Dette Skøn kan næppe paaregne større Nøjagtighed end $\pm 2\mu\mu$, men til Erkendelse af Farvestofferne er Nøjagtigheden tilstrækkelig. Da det for mig netop kun har været magtpaaliggende at erkende Farvestofferne ved Hjælp af deres Spektra, har jeg kun noteret Beliggenheden af de karakteristiske synlige Absorptionsbaand, intet om Totalabsorption i den røde eller violette Ende af Spektret. De karakteristiske Absorptionsbaand i det yderste violette¹⁾ er paa denne Maade ogsaa undgaaet min Iagttagelse.

Maximal Absorption:	Mine Forsøg	LEWIN, MIETHE & STENGER
Oxyhæmoglobin	580; 540	579; 542; 415
Reduceret Hæmogl.	560	559; 429
Kuliltehæmoglobin	570; 540	570; 542; 416
Neutral Methæmoglobin	} 630; 580; 540; 500	626; 575; 533; 499; 410
Alkalisk Hæmatin		
Hæmochromogen	555; 530	556; 530; 411

Den maximale Absorption, jeg har fundet og anvendt som karakteristisk for de af mig undersøgte Blodfarvestoffer, viser sig i hosstaaende Sammenstilling at falde ganske godt sammen med den af LEWIN, MIETHE og STENGER (l. c.) fotografisk fixerede og udmaalte maximale Absorption. Kun viser der sig i mine Bestemmelser, som rimeligt er, en Tendens til Afrunding, snart opefter, snart nedefter, der antagelig stammer fra Suggestion af Bølgelængdeskalaens Hovedinddelinger.

Hvor intet andet er bemærket, er det ved disse Undersøgelser altid de smaa Kvantscuvetter (Fig. 3) af Rumfang ca. 3 cm³ med 2,5 cm³ af Blodfarvestofopløsningen, der er anvendt. Det har ved Kontrolundersøgelser været af Betydning, at de to Cuvetter, hvormed jeg arbejdede, havde ret nøje samme Rumfang og Dimensioner.

De spektroskopiske Forandringer ved Belysning med og uden Luft gennem Kvarts og gennem Glas, af en Hæmoglobinopløsning fremgaar tydelig af følgende Forsøg.

¹⁾ Se f. Ex. L. LEWIN, A. MIETHE u. E. STENGER: Ue. die durch Photographie nachweisbaren spektralen Eigenschaften der Blutfarbstoffe des thierischen Körpers. Pfl. Arch. 118. 1907.

Forsøg 12. $\frac{2}{10}$ 08.

2 % Blodopløsning i dest. Vand, udpumpet Dagen før, i vacuum belyst gen. Kvarts 60' uden Forandring i det reducerede Hb.-spektr. (595 — 545; maksimalt ved 560) og uden Udfældning.

Efter en kortvarig Aabning til Atmosfæren Oxy-Hb.-spektrum (580, 540); Belysning gen. Glas i Luft 60'; efter 30' svag Methb. (630), efter 60' stærkere Methb. og let Bundfald.

Derefter Belysning gen. Kvarts i Luft. Efter 6' meg. kraftig Methb. og Bundfald; efter atter 6' graalig Uklarhed, utydeligere 630; efter atter 12': 630 stadig utydeligere, Vædsken blegere, gullig. Efter i alt 3^h Belysn. gen. Kvarts vandklar Vædske med gulgraat Bundfald.

De Iagttagelser over Lysets Virkning paa Hæmoglobinet, der er sammentrængte i Forsøg 12, og som enkeltvis og samlede er gentaget i noget over 100 paa forskellig Maade varierede Forsøg, gaar ud paa følgende:

1) Det reducerede Hæmoglobin er lysfast.

2) Oxyhæmoglobin omdannes i Lys til Methæmoglobin, dette nedbrydes ved Tilstedeværelse af Ilt under Udskilning af i Vand uopløselige Forbindelser (s.n.). Virkningen er knyttet til Straaler med Bølgebredder baade over og under $310\mu\mu$, men i ganske overvældende Grad til de sidste.

Ved Belysning af en for Serums Æggevidestoffer befriet Oxyhæmoglobinopløsning, hvorfra stromata er bortcentrifugeret, bliver Forløbet af Lysvirkningen kun for saa vidt ændret, som Udfældningerne bliver langt mindre, og Opløsningen forbliver methæmoglobinfarvet i mere end den 3-dobbelte Tid.

I Bundfaldet findes i begge Tilfælde Hæmatin og Albumin. Hæmatinet, der er albuminfrit, erkendes let ved Opløsning af det udvaskede Bundfald i ganske svag Alkali

og Reduktion med Svovlammonium (eller Lys, s. n.), idet her ved Hæmochromogenets karakteristiske Spektrum fremkommer (555 stærk, 530 svag): ved Rystning med atm. Luft gendannes Hæmatin.

Renfremstilling af Methæmoglobin. Da Hæmatin er uopløseligt i neutral, saltfattig Vædske¹, maa der paa denne Lysets Virkning kunne grundes en Renfremstilling af Methæmoglobin. De gængse Metoder hertil, specielt Ferridcyankalium-Methoden, rummer som bekendt den Ulempe, at Methæmoglobinkrystallerne meget vanskelig befries for Spor af den anvendte Methæmoglobindanner, hvilket lejlighedsvis — Elementaranalyse, Lysvirkning paa Methæmoglobin (s. n.), spektrofotometriske Maalinger o. s. v. — kan være og har været til stor Gêne.

Den eneste Vanskelighed for Renfremstilling af Methæmoglobin ved ultraviolet Lys er Fastsættelsen af Tidspunktet for Oxyhæmoglobinets fuldstændige Omdannelse. Med den af mig brugte Anordning — 30 cm³ 5 % rensat Blodlegemeopløsning i det store Kvartskammer — er dette Tidspunkt indtruffet efter mindre end 30 Min.; en udtagen Prøve viser sig da ved Udpumpning, der ikke forandrer Spektret, kun at indeholde Ilt i samme Mængde som destilleret Vand.

Methæmoglobinets Spektrum. Spektret af den saaledes fremstillede rene Methæmoglobinopløsning fremviser i passende Lagtykkelse 3—4 synlige Absorptionsbaand: 1) Striben i rødt omkring 630 $\mu\mu$, der regnes for særlig karakteristisk, 2 og 3) Striberne ved 580 og 540, som Methæmoglobin har tilfælles med Oxyhæmoglobin, men af hvilke 540 er kraftigst og ved stigende Fortynding forsvinder samtidig med 580, medens ved Oxyhæmoglobinet 540 er mindst intens og svinder længe før 580. 4) I visse Lagtykkelser ses ogsaa et svagt Baand ved 500 $\mu\mu$ udhævet af den almene Absorption i Spektrets violette Ende.

¹) V. ARNOLD: Ein Beitrag zur Spektroskopie des Blutes. Z. f. physiol. Chemie 29. 1900.

En Tilblanding af Oxyhæmoglobin vil naturligvis vanskelig kunne erkendes af den spektrale Undersøgelse alene. Men naar den spektrale Undersøgele før og efter Udpumpning i alle Henseender giver nøjagtig samme Billede, kan det med stor Sikkerhed paastaas, at Omdannelsen til Methæmoglobin har været fuldstændig. Thi en Forurensning med Oxyhæmoglobin vil nogenlunde let opdages ved, at der efter Udpumpning optræder et blandet Spektrum af Methæmoglobin og reduceret Hæmoglobin. Hvis man saaledes behandler en Oxyhæmoglobinopløsning med een eller anden Methæmoglobindanner, f. Eks. Ferridcyanalium, i saa stor Mængde, at der endnu er Oxyhæmoglobin i Spor tilbage, d. v. s. ophører med draabevis Tilsætning af Methæmoglobindanneren, førend Spektret er blevet konstant, vil dette Spor af Oxyhæmoglobin let kunne opdages ved Udpumpning af Opløsningen og Spektroskopi. Ved denne Lejlighed har det været af Betydning, at Kvartskuvetternes Konstruktion tillader spektroskopisk Undersøgelse i 2 Lagtykkelser.

Otto¹ forudsætter som bekendt, at en Opløsning af Oxyhæmoglobin under Udpumpning delvis gaar over til Methæmoglobin, og baserer derpaa en Undersøgelse over det sidstes Iltindhold. Det er ikke passeret mig ved den læmpelige Form for Udpumpning (ingen Opvarmning eller Syretilsætning), jeg har anvendt, og ved de Oxyhæmoglobinkoncentrationer, hvormed jeg har arbejdet, at se Methæmoglobin optræde — i spektroskopisk erkendelig Mængde — under Udpumpning af en Oxyhæmoglobinopløsning. Udpumpning af en Methæmoglobinopløsning med Spor af Oxyhæmoglobin som ovenfor vilde jo iøvrigt i værste Fald altsaa kun bevirke, at en Del af Oxyhæmoglobinet gik over til Methæmoglobin, Resten til reduceret Hæmoglobin.

Som Resultat af mine spektroskopiske Undersøgelser paa Lys-Methæmoglobin i Luft og i vacuum maa jeg fastslaa, at

¹) J. G. OTTO: Studien ü. Methämoglobin. Pfl. Arch. **31**. 1883.

det ved Belysning dannede Methæmoglobins Spektrum indeholder 4 synlige Absorptionsbaand, ved 630, 580, 540 og 500 $\mu\mu$. Det samme gælder iøvrigt det Methæmoglobin, der er dannet ved følgende Stoffer: Hydrochinon, Phenylhydrazin, Kaliumpermanganat, Ferridcyanokalium, Chloras kalicus og det ved Forraadnelse og Henstand, navnlig i Varmen, dannede Methæmoglobin. Herom nærmere nedenfor.

Spørgsmaalet om det rene Methæmoglobins optiske Forhold i neutral Vædske har været stærkt diskuteret. De fleste Forfattere, og blandt dem HOPPE-SEYLER¹, Methæmoglobins Opdager, PREYER², ARAKI³ og DITTRICH⁴, tilskriver kun Methæmoglobinet Absorptionsbaand I (630 $\mu\mu$) og regner II og III (580 og 540) for Tegn paa Forurening med Oxyhæmoglobin; at III persisterer saa længe ved Fortynding, forklarer DITTRICH ved, at Methb. giver stærk almen Absorption i hele den kortbølgede Del af Spektret, saa at den fra Oxyhb. hidrørende Fordunkling, Linje III, herved forstærkes. ARAKIS Argumentation for, at kun Linje I er ejendommelig for Methb., er af Interesse. I tilmættet Rør indeholdende Methb.-opløsning og en Smule Luft forsvinder ved Bakterievirkning først II og III, flydende sammen til reduceret Hb.-Baand; ved Rystning med den ovenstaaende Luft kommer II og III atter til Syne. Først længe efter at II og III er svundne ved Forraadnelse og ikke mere kommer til Syne ved Rystning med den ovenstaaende Luft, forsvinder ogsaa I, saa at det Hele er reduceret Hæmoglobin. ARAKI slutter heraf, at der oprindeligt har været til Stede en Blanding af Methb. (Baand I) og Oxyhb. (II og III);

¹ F. HOPPE-SEYLER: Weitere Mitteil. ü. d. Eigenschaften des Blutfarbstoffes. Z. f. physiol. Ch. I. 1878.

² W. PREYER: Ue. einige Eigenschaften des Hæmoglobins u. des Methæmoglobins. Pflügers Arch. I. 1868.

³ T. ARAKI: Ue. d. Blutfarbstoff u. seine näheren Umwandlungsprodukte. Z. f. physiol. Ch. 14. 1890.

⁴ P. DITTRICH: Ue. methæmoglobinbildende Gifte. Arch. f. exp. Pharm. u. Path. 29. 1892.

først er Oxyhb. bleven reduceret ved Bakteriernes Iltforbrug; naar alt Oxyhb. er reduceret og al Ilt opbrugt, reduceres endelig Methb. ogsaa til reduceret Hb. Man kan ligesaa vel af dette lidet overbevisende Forsøg slutte, at der oprindeligt har været rent Methb. til Stede (I, II, III), som ved Bakteriernes Virkning efterhaanden er bleven reduceret (og ved Rystning med den resterende Ilt forbigaaende omdannet til Oxyhb.), men at Linje I under den fremadskridende Reduktion er mest persistent. Herfor taler mine nedenstaaende Iagttagelser over Belysningens Virkning paa udpumpet Methæmoglobinopløsning.

MENZIES¹ og LEWIN, MIETHE & STENGER² regner kun I og IV for karakteristiske for Methæmoglb., II og III skyldes Oxyhæmoglobin.

BERTIN-SANS³ og ZIEMKE & MÜLLER⁴ tilskriver ligesom jeg Methæmoglobinet alle de omtalte 4 synlige Absorptionsbaand.

Methæmoglobinets Iltindhold. Efter Methæmoglobinets Opdagelse i 1864 ved HOPPE-SEYLER⁵ henstod det i henvend 20 Aar uafgjort, hvorvidt det nye Stof var at betragte som et Peroxyd eller et Suboxyd af Oxyhæmoglobin. Det stod fast, at Methb. ikke afgav Ilt til vacuum; at det indeholdt Ilt i kemisk Binding fremgik deraf, at det ved Reduktionsmidler gik over til reduceret Hæmoglobin; men dets Dannelse af Oxyhæmoglobin saavel ved Iltningmidler som ved Reduktionsmidler, og endogsaa ved ellers kemisk indifferente Stoffer, medførte svingende Opfattelser angaaende Mængden af den i Methb. fast bundne Ilt. — I 1881 lykkedes det første Gang HÜFNER⁶ sammen med OTTO at fremstille Methæmoglobin

¹ J. A. MENZIES: On Methæmoglobin. Journ. of. Physiol. XVII.

² l. c.

³ BERTIN-SANS: Sur le spectre de la méthémoglobine acide. Comptes rend. 106. 1888.

⁴ E. ZIEMKE u. F. MÜLLER: Beiträge zur Spektroskopie des Blutes. Arch. f. (Anal. u.) Physiol. 1901. Suppl.

⁵ F. HOPPE-SEYLER: Virchows Archiv. 29. Cit. efter J. G. OTTO: Studien ü. Methæmoglobin. Pflügers Arch. 31. 1883.

⁶ G. HÜFNER u. J. OTTO: Ue. krystallinisches Methæmoglobin. Z. f. physiol. Ch. 7. 1882.

krystallinsk; de gjorde den Iagttagelse, at Methb.s Ilt, der hverken afgives til vacuum eller en Kuliltestrøm, fortrænges af Kvælstoftveilde, *NO*. Herpaa grundede HÜFNER og KÜLZ¹ deres kvantitative Methode til Bestemmelse af Methb.s Iltindhold; der sammenlignes Mængderne af Kvælstof, der frigøres af lige stærke Oxyhæmoglobin- og Methæmoglobinopløsninger ved Rystning med lige Mængder af Urinstof og af *NO*; i denne Proces indgaar nemlig den tilstedeværende Ilt. Det viste sig nu, at der i Gennemsnit frigjordes lige store Mængder N_2 , og at der altsaa fandtes lige store Iltmængder i Oxy- og i Methæmoglobin. — Omtrent samtidig kom OTTO² til samme Resultat ad en anden Vej ved følgende Methode. Som før nævnt sker der under Udpumpning af en svag Oxyhæmoglobinopløsning — i det mindste med den Teknik, som OTTO har anvendt — en delvis Omdannelse til Methæmoglobin. OTTO bestemte nu før Udpumpning ad spektrofotometrisk Vej Oxyhb.-Opløsningens Styrke, heraf beregnes dens Iltindhold. Ved Udpumpningen findes nu et betydelig mindre Iltindhold (der nøjagtig svarer til den efter Udpumpningen og Rystning med Luft spektrofotometrisk bestemte Oxyhb.-mængde). Resten af Ilten, der under Udpumpningen er bleven fastholdt under Methæmoglobindannelse, er dermed bekendt; den dannede Methæmoglobinmængde kan spektrofotometrisk bestemmes.

Medens de nævnte Forfattere samstemmer i, at Ilten er til Stede i samme Mængde i Methb. som i Oxyhb., men i fastere Binding, har navnlig HALDANE³ og v. ZEYNEK⁴ beskæftiget sig med denne „fastere“ Iltbindings nærmere Natur. For v. ZEYNEK er der meget, der taler for, at i Methb. to Hydroxylgrupper er bundne til Hæmoglobinmolekulet i Stedet for som

¹ G. HÜFNER u. R. KÜLZ: Ue. den Sauerstoffgehalt des Methämoglobins. Z. f. physiol. Ch. 7. 1883.

² J. G. OTTO: Studien ü. Methämoglobin. Pflügers Arch. 31. 1883.

³ J. HALDANE: A contribution to the chemistry of hæmoglobin and its immediate derivations. Journ. of Physiol. 22. 1897—98.

⁴ R. v. ZEYNEK: Neue Beobacht. u. Versuche ü. das Methämoglobin u. seine Bildungsweise. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1899.

i Oxyhb. eet Iltmolekule. HALDANE hævder, at det overhovedet er tvivlsomt, om Bindingen mellem Hæmoglobin og Ilt er „fastere“ i Methb. end i Oxyhb.; Methb. afgiver ganske vist ikke sin Ilt til vacuum, men meget lettere end Oxyhb. til kemiske Reduktionsmidler. HALDANE forklarer baade dette og nogle andre Forhold simpelt ved den Antagelse, at Ilten er atomisk bundet i Methb., molekular bundet i Oxyhb. Man kunde maaske med et andet Billede udtrykke Forholdet saaledes, at Methb. er Hæmoglobin-Ilte, medens Oxyhæmoglobin er Hæmoglobin med adsorberet Ilt.

Ogsaa for det ved Lys dannede Methb. gælder det, at det lettere reduceres f. Eks. ved Svovlammonium end Oxyhæmoglobin. Angaaende Mængden af Ilt i Methæmoglobin har jeg i et enkelt Forsøg fundet, at Oxyhb.s Omdannelse til Methb. ved Belysning foregaar ganske uden maalelig Trykforandring i den ovenstaaende atm. Luft, hvorved Vædsken holdes i Diffusionslignevægt under Belysningen¹.

Forsøg 13. ⁶/₁ 09.

20 cm³ 4% rensed Blodlegemeopløsning i store Kvartskammer, atm. Luft, Vandmanometer. Belysn. gen. Kvarts 5'. Obs. efter 1', 2' og 5'. Stigende Methb.-dannelse, efter 5' næsten total. Ingen Trykændringer efter Korrektion paa Temperaturændring under Forsøget.

I Forsøg 13 ses en næsten total Omdannelse af Oxyhb. til Methb. uden Trykændring i den ovenstaaende Luft. Før Belysningen fandtes der ca. 0,5 cm³ Ilt bunden til Hæmoglobin; hvis der ved Omdannelsen af Oxyhb. til Methb. var medgaaet f. Eks. mere Ilt end disse 0,5 cm³, maatte under de givne Forhold Trykket i Luften over Blodet falde med 1 mm. Vand for hver ca. 0,008 cm³ Ilt, der yderligere var medgaaet. Paa tilsvarende Maade vilde en Trykstigning afgive Maal for en

¹ Denne Undersøgelse bør ikke drives længere end til begyndende Udfældning i Vædsken, der synes at medføre et ringe Trykfald. Derfor bør Oxyhæmoglobinopløsningen være fri for Serum, og maaske burde Methb.-Dannelsen forsinkes noget ved Uviolglas-filter for Lampen.

stedfunden Suboxyddannelse. At Trykket i Virkeligheden er forblevet konstant, falder i Traad med de ovenfor nævnte Forfatteres Paavisning af, at det ved Methæmoglobindannelse af Oxyhæmoglb. ikke drejer sig om Peroxyd- eller Suboxyddannelse, men om en Omlejring af Iltatomer indenfor Hæmoglobinmolekulet.

Methæmoglobinets Omdannelse i Lys. Det er allerede omtalt, at Methæmoglobin ved Tilstedeværelse af Ilt nedbrydes til Hæmatin og Albumin, der udfældes, saa at den centrifugerede Opløsning ved tilstrækkelig langvarig Belysning bliver ganske farveløs.

Ved Belysning i vacuum af en udpumpet Opløsning af gammelt Blod, der ved begyndende Forraadnelse var blevet methæmoglobinholdigt, bemærkede jeg, at Spektret, der før Belysningen var sammensat af red. Hb.s og Methb.s Absorptionsbaand, under Belysningen (gen. Kvarts) blev et rent red. Hb.spektrum, idet først Linjerne 580 og 540 flød sammen til det brede Baand 595 — 545 med Maksimum 560, og derefter 630 gradvis forsvandt.

Jeg undersøgte da med Belysning i vacuum Methæmoglobinopløsninger, dannet paa forskellige Maader: ved Belysning, ved Kaliumnitrit, Kaliumpermanganat, Chlorsurt Kali, Hydrochinon, Fenyldiazin og Forraadnelse.

Der anvendtes ved disse Undersøgelser altid en 5^o/_o Opløsning i dest. Vand af rensede Blodlegemer, Tilsætning af netop saa meget af det methæmoglobindannende Stof, at Spektret ikke syntes at forandre sig ved yderligere Tilsætning; eventuelt Centrifugering; Udpumpning og Overføring i smaa evacuerede Kvartscuvetter, straks derefter Spektroskopi og Belysning (gen. Kvarts), der afbrødes hvert 5. Minut, for at man kunde følge Reaktionen spektroskopisk.

For hver af de nævnte Methæmoglobindanneres Vedkommende foretoges 2—4 Forsøg; Udfaldet af disse har været ganske overensstemmende, med den nedenfor omtalte uvæsenlige Indskrænkning. Som Eksempel anføres følgende Udtog af

Forsøg 14 med Methb., dannet af samme Oxyhb.-opløsning ved 3 forskellige Midler.

Forsøg 14¹. 10/11 08.

5 0/0 Blodlegemeopløsning i H_2O . Efter Methæmoglobindannelse Centrifugering og Udpumpning. Belysn. gen. Kvarts i smaa Kvartscuvetter; vacuum [HASSELBALCH].

Efter Bel.	a. Kaliumpermang.-Methæmoglobin	b. Hydrochinon-Methæmoglobin	c. Lys-Methæmoglobin
0'	Methb. I, II, III + Hb.	Methb. I, II, III. Ingen Hb.	Methb. I, II, III + Hb. (?)
5'	I svagere, Hb. breder sig, men er delt.	I svagere. Hb. stærk, men delt.	I lidt svagere. Hb. breder sig, men er delt.
10'	I svindende, Hb. delt.	I svindende. Hb. udelt.	I svagere. Hb. delt.
15'	do. do.	I svunden i tyndt, synlig i tykt Lag. Hb. udelt.	I synlig. Hb. udelt.
20'	I svunden i tyndt, synlig i tykt Lag. Hb. antydningssvis delt.	I Spor i tykt Lag. Hb. udelt.	do. do.
25'	do. do.	I svunden i tykt Lag. Hb. udelt.	I svunden i tyndt, synlig i tykt Lag. Hb. udelt.
60'	I svunden i tykt Lag. Hb. antydningssvis delt.	do. do.	I svunden i tykt Lag. Hb. udelt.

Ved Aabning til Atmosfæren og Rystning i alle Tilf. rent Oxyhæmoglobinspektrum. Derefter Belysn. gen. Kvarts i 5':

¹ I Forsøg 14 betegner I, II, III: Methæmoglobinets 3 første Absorptionsbaand ved 630, 580, 540 $\mu\mu$. Hb.: reduceret Hæmoglobins Spektrum, der under de givne Forhold fremviste et Absorptionsbaand fra 595 til 545 $\mu\mu$ med Maksimum ved 560 $\mu\mu$; Hb. delt: at II og III er synlige sammen med Hb. Tyndt Lag er 5 mm, tykt Lag 25 mm. De vigtigste Iagttagelser er fremhævede.

stærk Methb.-dannelse og Plumring. — Kontrolprøver, opbevarede uden Belysning i vacuum, viste ingen Ændring af Spektret i Løbet af Forsøgstiden.

Hovedvirkningen ved Belysning af Methæmoglobin i vacuum er saaledes klar nok: Methæmoglobinet omdannes til reduceret Hæmoglobin. Kun tilsyneladende viser der sig nogen Forskel i Forløbet af Reaktionen ved de forskellige Methæmoglobindannere. Denne Forskel refererer sig til den afspaltede Ilt's Skæbne. Hvor Methb. er dannet ved — og under Belysningen findes sammen med — reducerende Stoffer, der kan optage den afspaltede Ilt, gaar Reduktionen hurtig for sig, og Hb.-baandet forbliver udelt: dette er i mine Forsøg Tilfældet med Methæmoglobin dannet ved Hydrochinon, Fenyhydrazin og Forraadnelse. Hvor ingen saadanne Iltreceptorer forefindes — Chloras kalicus, Kaliumpermanganat, Kaliumnitrit — vil den afspaltede Ilt forbinde sig med det reducerede Hæmoglobin til Oxyhæmoglobin, dette vil i Lyset omdannes til Methæmoglobin: kort sagt, der vil indfinde sig een eller anden af mange Faktorer betinget Ligevægtstilstand mellem reduceret Hb. og Oxyhb., eventuelt med Spor af Methb.

I flere Forsøg har jeg konstateret, at den under Belysningen i vacuum f. Eks. af Lys-Methæmoglobin afspaltede Ilt i Mørke forbandt sig med Hæmoglobinet til Oxyhæmoglobin.

Biologisk Betydning. Lysets Virkning paa det naturlige Blodfarvestof *in vitro* bestaar da i, at Oxyhæmoglobinet omdannes til Methæmoglobin, dette ved Nærværelse af Ilt bl. a. til neutralt Hæmatin, uden Ilt til red. Hb. Da i alt Fald den første af disse Virkninger, Methæmoglobindannelsen, *in vitro* foregaar i maalelig Udstrækning ved Lys, der har passeret almindeligt Glas (s. ovf. S. 202—203), kunde det have

sin biologiske Interesse at vide, om ogsaa Lys, der har passeret dyrisk Integument, kan virke paa denne Maade.

Forsøg 15. $\frac{7}{10}$ 08.

30 cm³ 2 0/0 Blodlegemeopløsning i store Kvartskammer med atm. Luft belyst gennem nylig aftagen, affedt og kortklippet hvid Musehud. Efter 40' tydelig Methb., efter 2^h kraftig Methb. I Kontrollforsøg ingen Methb. efter 2^h 15's Rotation i Mørke ved samme Tp. 15°.

Forsøget gentaget $\frac{8}{10}$ med samme Resultat.

En 2 0/0 Blodlegemeopløsning lader sig altsaa delvis om-danne til Methæmoglobin ved Kviksløvkvartslampens Lys filteret gennem en hvid Musehud. Dyreforsøg har jeg foreløbig ikke foretaget.

LINSER¹ har meddelt, at der i Urinen hos en Mand, hvis Hud var Sæde for en universel Lysbetændelse, fandtes rigeligere Hæmatoporfyrin end normalt. L. formener, at det her drejer sig om en Lysvirkning paa Hudkarblodets Oxyhæmoglobin. Jeg har ved mine Belysninger af Blod udenfor Organismen ikke kunnet konstatere nogen Dannelse af Hæmatoporfyrin; men da dette Stof er et Afspaltningsprodukt af Hæmatin, der jo dannes i mine Forsøg, er der theoretisk Mulighed for Rigtigheden af saavel L.s Iagttagelse som hans Forklaring deraf. Jævnfør dog den nedenfor meddelte Iagttagelse over Lysets Virkning paa alkalisk Hæmatinopløsning.

Tidligere Undersøgelser over Oxyhæmoglobinet's Lysfasthed. v. ZEYNEK² bemærker ved Omtalen af Bock's „Photomethæmoglobin“, hvorefter nærmere nedenfor, at denne Lysvirkning paa Methæmoglobin, dannet ved Ferridcyanalium, har vakt levende Interesse, saa meget mere, »als dieses Blutfarbstoffderivat das einzige gegen Lichtwirkung nicht bestän-

¹ Kongress der deutschen dermatol. Gesellschaft in Bern. Ref. i Arch. f. Derm. u. Syph. 82. 1906.

² R. v. ZEYNEK: Ueber krystallisiertes Cyanhæmoglobin. Z. f. physiol. Chemie 33. 1901.

dige zu sein schien“. v. Z. mener nu at vise, at det rene Methb. i Virkeligheden er lysfast ligesom alle andre Blodfarvestoffer. Denne Karakteristik af Blodfarvestoffernes Lysbestandighed er af saa sen Dato som 1901.

HERTEL¹ kan imidlertid i 1904 meddele, at Lys af Bølgebredde ca. 280 $\mu\mu$ udøver en Virkning paa Blod og Blodopløsninger i tynde Lag, som Forfatteren mener at kunne karakterisere som en Reduktion af Oxyhæmoglobin til reduceret Hæmoglobin. HERTEL udtrykker sig (l. c. pg. 33): „Ich konstatierte bei allen Versuchen in einwandfreier Weise ein Verschwinden der vorher gut sichtbaren Oxyhämoglobinlinien. Die Linien wurden je nach der Dicke der Blutschicht nach 20—40 Sekunden schon undeutlich und verschwommen Nach 5—7 Minuten waren beide Linien meist nicht mehr sichtbar, wobei die nach *E* hin liegende β -Linie etwas eher verschwunden war als die andere. Nach 10—12 Minuten Strahlzeit sah ich öfter einen schwachen Hämoglobinstreifen (reduciertes Hämoglobin) auftreten“.

Efter Resultatet af mine Undersøgelser er det ikke altfor vanskeligt at analysere dette Fund. HERTEL har arbejdet med en lille, indesluttet Oxyhæmoglobinmængde, hvis Koncentration har tilladt ham før Belysningen at kunne iagttage Oxyhæmoglobinet 2-linjede Absorptionsspektrum. Nu er det bekendt, at der til at iagttage Methæmoglobinet Spektrum (saavel som red. Hb.-spektrum) hører en betydelig større Blodfarvestofkoncentration — eller større Lagtykkelse — end til at skælne Oxyhæmoglobinet. Derfor har HERTEL ikke kunnet iagttage den Methæmoglobindannelse, der utvivlsomt har fundet Sted ogsaa i hans Tilfælde. Oxyhæmoglobinlinjernes udviskede Begrænsning efter nogen Tids Belysning skyldes voksende Udfældninger, bl. a. af Hæmatin. Benægtes kan det ikke, at det Absorptionsbaand for red. Hb., som H. „öfter“ og mer

¹ E. HERTEL: Ue. Beeinflussung des Organismus durch Licht, speziell durch die chemisch wirksamen Strahlen. Z. f. allg. Physiol. IV. 1904.

eller mindre „deutlich“ erkender, kan have været reelt, eftersom Forf.s Anordning udelukker Tilgang af Ilt og derfor kan have medført nogen Reduktion af Methæmoglobin.

Hvis jeg eftergør HERTEL's Forsøg med Benyttelse af Kviksølvkvartslampen og indeslutter Blodopløsningen i et kileformet Kvartskammer, saaledes at der kan spektrioskoperes i forskellige Lagtykkelser, kan de fleste af HERTEL's Iagttagelser gentages paa oplysende Maade. Koncentrationen af Oxyhæmoglobinopløsningen er saaledes valgt, at i de tyndeste Lag erkendes tydelig de to Oxy-hb.-striber, i de tykkere kun en samlet Absorption fra gult. Efter Belysning gennem Kvarts giver et saadant Præparat for det første graalige Belægninger paa den belyste Kvartsplades Inderside og som Følge deraf Uskarphed af det spektroskopiske Billede, for det andet i de tynde Lag kun Linjerne II og III, mer eller mindre udflydende, i de tykkeste Lag Linje I, medens II og III flyder sammen, i de mellemste meget smukt hele Methæmoglobinets Spektrum, hvor III er mere intens end II, og IV tydelig erkendes. Noget „Reduktionsbaand“ har jeg ganske vist ikke kunnet paa-vise uden ved Belysning af Methb. i vacuum. — BORDIER & NOGIER's Paavisning af Methæmoglobindannelse i fortyndet Blod ved Kviksølvkvartslampebestraaling er omtalt ovenfor. (S. 216, Fodnote).

Lysets Virkning paa Hæmatin i alkalisk Opløsning. Det ufiltrerede Kvartslampelys bevirker allerede paa 1 Minut begyndende Hæmochromogen-Dannelse i en Hæmatinopløsning, dannet ved, at en 2 % Blodlegemeopløsning uden stromata ophedes til Kogning med $\frac{1}{20}$ Vol. 10 % Natronlud. Det alkaliske Hæmatins ene Absorptionsbaand omkring $615 \mu\mu$ forsvinder, og Hæmochromogenets meget karakteristiske Spektrum med det mørke og skarpt begrænsede Absorptionsbaand om $555 \mu\mu$ og det bredere og svagere om 530 kommer til Syne. Glasfilter for Lampen forsinker Reaktionen stærkt: i et Forsøg ca. 15 Gange. Ved Op-

Opbevaring i Mørke kommer Hæmatinspektret tilbage, fornyet Belysning bevirker atter Hæmochromogendannelse osv.; jeg har i et Forsøg konstateret denne Vekslen i alt 10 Gange med uforandret Præcision. Hæmochromogenet synes lysfast; dets Spektrum forbliver uforandret og dets Opløsning klar selv ved timelang Belysning; nogen Omdannelse til Hæmatoporfyryn (s. o.) ved Belysning har jeg ikke kunnet erkende.

Virkingen af Lyset paa Hæmatin i alkalisk Opløsning er altsaa særdeles simpel i sin Mekanisme. Den bestaar i en Afspaltning af Ilt fra Hæmatinet og forløber derfor endnu hurtigere i vacuum end i Ilt, i et Forsøg ca. 7 Gange saa hurtig i vacuum som i atm. Luft¹. Nærværelse af let oxydable Stoffer fremmer derfor ogsaa Processen ganske væsenlig (s. n.), og den er under disse Forhold irreversibel.

BERTIN-SANS og MOITESSIER² mener at have paavist Eksistensen af et Slags Mellemstadium mellem Hæmatin og Hæmochromogen, „reduceret Hæmatin“ med 1 Absorptionsbaand omtrent ved 590 $\mu\mu$; det skulde opstaa ved Reduktion af Hæmatin i albuminfri eller ammoniakfri Vædske og omdannes til Hæmochromogen ved Tilsætning af lidt Albumin, Amid eller Ammoniak. Det fortjener at bemærkes, at en Hæmatinopløsning, dannet af 6 Gange rensede Blodlegemer, der paaviselig er befriet for det sidste Spor af Serums Æggehvdestoffer og efter Opløsning i destilleret Vand ved Henstand og Centrifugering befriet for stromata før Kogning med Alkali, ved Belysning gaar direkte over til Hæmochromogen, og dette i Mørke direkte tilbage til Hæmatin, uden at noget Mellemstadium er spektroskopisk paaviseligt. BERTIN-SANS's „reducerede Hæmatin“ bærer da næppe sit Navn med Rette, men

¹ Den sædvanlige Anordning: smaa Kvartscuvetter af 3 cm³ Rumfang med 2,5 cm³ Vædske.

² H. BERTIN-SANS et J. MOITESSIER: Oxyhématine, hématine reduite et hémochromogène. Compt. rend. **116**. 1893.

er snarere at opfatte som et Spaltningsprodukt af Hæmochromogen.

Lysets Virkning paa Kuliltehæmoglobin. Kuliltehæmoglobinets Ubestandighed i Lys er paavist af HALDANE og SMITH¹, forsaavidt som disse Forff. har iagttaget, at en Blanding af Oxyhæmoglobin og Kuliltehæmoglobin indesluttet i Glasbeholder afbleges i Dagslys og faar sin oprindelige Farve igen i Mørke. H. & S. antager med Grund, at Lysreaktionen beror paa en ringere Affinitet mellem Hæmoglobin og Kulilte i Lys end i Mørke. For at undersøge Sagen nærmere, navnlig med ren Kuliltehæmoglobin, sammenlignet med en Blanding af dette Stof og Oxyhæmoglobin, har jeg foretaget følgende Forsøg:

Forsøg 16. 5/1 09.

4 0/0 Opløsning af rensede Blodlegemer uden stromata behandlet 1/2 Time i CO-Strøm (Ophedning af Oxalsyre + Svovlsyre, Vadskning med KOH. og Vand). Tilsætning af lige Dele luftholdigt destilleret Vand. Deraf fyldt en Kvartscuvette (a); Resten atter i CO-Strøm indtil Mætning, deraf fyldt en anden Cuvette (b). Belysning gennem Kvarts.

Bel. i Min.	a.	b.
0	CO-Hb. + O ₂ -Hb.	CO-Hb.
5'	Store Udfældninger, Methb. kraftig. CO-Hb.- linjerne tydelige	Ingen Methb. CO-Hb.-linjer tydelige
10'		Ingen Methb. CO-Hb.- linjer svagere. Vædsken blegere.
80'		Ingen Methb. CO-Hb.- linjer tydelig erkendelige inde i en bredere For- dunkling. Vædsken noget blegere.

¹ J. HALDANE a. J. L. SMITH: The oxygen tension of arterial blood. Journ. of Physiol. XX 1896.

En Gentagelse af Forsøg 16 b. med den Modifikation, at analyseret ren Kulilte tilsattes en udpumpet Hæmoglobinopløsning, gav samme Resultat: nogen Methæmoglobinstribe optraadte ikke som Følge af Belysningen, men under nogen Afblegning uden Udfældning forandredes *CO-Hb.*-spektret i samme Retning, d.v.s. *CO-Hb.*-striberne ($570\ \mu\mu$; $540\ \mu\mu$) blev svagere og tegnede sig paa Baggrund af en let Fordunkling, der i Udstrækning svarede til reduceret Hæmoglobin. Virkningen indfandt sig noget hurtigere i det ufiltrerede Lys end i glasfiltreret, men var dog ikke i saa overvældende Grad bundet til de ydre ultraviolette Straaler som de tidligere undersøgte Reaktionen. I Mørke kom den oprindelige Farve og dermed det rene *CO-Hb.*-spektrum tilbage i sin fulde Udstrækning (Sammenligning med Kontrolpræparat). Efter Aabning ud til Atmosfæren og ny Belysning indfandt Methæmoglobindannelsen sig straks.

Ved Belysning af Kuliltehæmoglobin, der var dannet ved Gennemledning af Lysgas gennem Oxyhæmoglobinopløsning, dannedes der Spor af Methæmoglobin. Man tør heraf slutte, at Opløsningen har indeholdt noget Oxyhæmoglobin.

Det er fremhævet, at der ved Belysning af iltfri Kuliltehæmoglobin ikke er optraadt noget Absorptionsbaand svarende til Methb.-Linje I.

WEYL og v. ANREP¹ har nemlig opstillet Begrebet Kuliltemethæmoglobin, der temmelig sikkert beror paa en Mistydning. Rent bortset fra den theoretiske Usandsynlighed af en saadan Forbindelse (s. n.) har BERTIN-SANS og MOITESSIER² med Rette hævdet, at Kuliltens Nærværelse i det Øjeblik, da Methæmoglobin dannes ved Ferridcyankalium, er en uvæsenlig Omstændighed: Methb. dannes ligesaavel af Ferridcyankalium og reduceret Hæmoglobin i vacuum. Herom har ogsaa jeg over-

¹ Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1880.

² H. BERTIN-SANS et MOITESSIER: Sur la transformation de l'hémoglobine oxycarbonée en méthémoglobine. Compt. rend. **113**. 1891.

bevist mig. Hvis derefter det dannede Methæmoglobin behandles med Svovlammonium, vil det reducerede Hæmoglobin forbinde sig med eventuelt tilstedeværende Kulilte til CO-Hb., men deri ligger ingen Berettigelse til at benævne Methæmoglobinet Kuliltemethæmoglobin.

Hvis en saadan Forbindelse eksisterede, kendetegnet ved nøjagtig den samme Absorption i rødt omkring 630 som Methæmoglobin, vilde der være nogen Grund til at vente dens Optræden som Følge af Belysning af en ren Kuliltehæmoglobinopløsning i Kulilteatmosfære. Dette er efter det foranstaaende ikke Tilfældet; Methæmoglobinet's Dannelselse, ogsaa ved Lys, er betinget af Tilstedeværelse af Ilt i molekular eller atomisk Form.

GRÖBER¹ har fornylig vist, at naar en Kuliltehæmoglobinopløsning (der dog efter Fremstillingen næppe har været iltfri), hvortil var sat et Spor af Ferridcyankalium, blev belyst ved en Nernstlampe, indfandt der sig spektroskopisk paaviselig (Kulilte-) Methæmoglobindannelse langt hurtigere end i Mørke eller i rødt Lys. Denne Iagttagelse, der i Virkeligheden stemmer sammen med QUINCKE's² ældre, at Methæmoglobindannelse ved chlorsurt Kali foregaar betydelig hurtigere i Sollys end i Mørke, er let forenelig med min Paavisning af, at Lyset i sig selv fremmer Methæmoglobindannelsen, naar der er Ilt til Stede. Men der findes ikke i GRÖBER's Iagttagelse nogen Støtte for, at det dannede Stof skulde være Kulilte-Methæmoglobin.

Efter det Kendskab, vi gennem HALDANE's³ og v. ZEYNEK's⁴ Arbejder har til Methæmoglobindannelsen ved Ferridcyankalium, bevirker Tilsætning af dette Stof til Oxyhæmoglobinopløsning,

¹ A. GRÖBER: Ue. den Einfluss des Lichtes auf die Bildung von Kohlenoxydmethæmoglobin. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. **58**. 1908.

² QUINCKE: Ue. den Einfluss des Lichtes auf den Thierkörper. Pflügers Arch. **57**. 1894.

³ J. HALDANE: A contribution to the chemistry of hæmoglobin and its immediate derivations. Journ. of. Physiol. **22**. 1897—98.

⁴ R. v. ZEYNEK: Neue Beobachtungen u. Versuche ü. den Methæmoglobin u. seine Bildungsweise. Arch. f. (Anat. u.) Phys. 1899.

at den i Oxyhæmoglobinet molekular bundne (eller som jeg udtrykker det: adsorbere) Ilt undviger, medens Hæmoglobinet „iltet“ ved Ferridcyankaliet, der selv reduceres til Ferricyankalium. Det er ikke let at forestille sig, hvorledes Tilstedeværelse af *CO* (der jo ogsaa maa tænkes „adsorberet“ til Hæmoglobinmolekulet¹) skulde kunne gribe ind i Forløbet af denne Reaktions Enderesultat, Methæmoglobindannelsen.

Efter alt at dømme maa derfor „Kuliltemethæmoglobinet“, spektroskopisk bestemt ved samme Spektrum som Methæmoglobin, betegnes som en Fiktion.

Cyanhæmoglobin. Den første Meddelelse om en Lysvirkning paa et Hæmoglobinderivat skyldes Bock², der i 1895 beskrev den Forandring i Farve og Spektrum, som en ved Ferridcyankalium dannet Methæmoglobinopløsning undergaar i glasfiltreret Sollys. Det har senere vist sig ved samstemmende Undersøgelser af v. ZEYNEK³, HALDANE⁴, ZIEMKE & MÜLLER⁵ og LEERS⁶, at denne Virkning skyldes Spor af Ferridcyankalium, der i Lyset dekomponeres under Dannelsen af Blaasyre⁷, og at Bock's „Photomethæmoglobin“ maa betragtes som identisk med det af KOBERT⁸ i 1891 fundne Cyanhæmo-

¹ Den molekulare *CO* fortrænger den molekulare *O*₂ af Oxyhæmoglobin, medens derimod *O*₂ fortrænger *CO* af Kuliltehæmochromogen. (BERTIN-SANS l. c.). Ilten i Hæmatin er nemlig atomisk bundet (Hæmatin er „Hæmochromogen-Ilte“), medens i Følge Sagens Natur *CO* altid maa indgaa i disse Forbindelser i molekular Tilstand. Derfor iltes det let oxydable Hæmochromogen uden Hensyn til, om Kulilte er „adsorberet“.

² J. BOCK: Ue. eine durch das Licht hervorgerufene Veränderung des Methæmoglobins. Skand. Arch. f. Physiol. **6**. 1895.

³ R. v. ZEYNEK: Ue. krystallisiertes Cyanhæmoglobin. Z. f. physiol. Chemie **33**. 1901.

⁴ J. HALDANE: On Cyanmethæmoglobin. Journ. of Physiol. **25**. 1899—1900.

⁵ E. ZIEMKE u. F. MÜLLER: Beitr. z. Spektroskopie des Blutes. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1901. Suppl.

⁶ O. LEERS: Ue. Photomethæmoglobin. Bioch. Z. **12**. 1908.

⁷ Blaasyredannelsen ved Belysning af Ferridcyankalium er, saavidt mig bekendt, først paavist af EDER i 1885 (EDER u. VALENTA: Beiträge zur Photochemie u. Spektralanalyse II. pg. 21. Wien 1904).

⁸ Maly's Jahresberichte 1891.

globin, med hvilket det har Spektrum (Absorption omtrent $580 \mu\mu$ — $520 \mu\mu$) og kemiske Reaktioner fælles.

I Kviksølvkvartslampens Lys forløber Reaktionen meget hurtig; som Forsøg 17 udviser, omdannes Hovedparten af den givne Methæmoglobinopløsning næsten momentant, fuldstændig er Omdannelsen efter 3 Minutter. Filtreret Lyset gennem alm. Glas, forløber Reaktionen ca. 5 Gange saa langsomt. Forsøget oplyser endvidere, hvorledes Lyset virker paa en Oxyhæmoglobinopløsning, der kun delvis er omdannet til Methæmoglobin ved Ferridcyankalium i Underskud.

Forsøg 17. ^{20/10}. 08.

5 ^{0/0} Opl. af rensede Blodlegemer i Vand. Til a) og b) Tilsætning af Ferridcyankalium 10 ^{0/0} draabevis til konstant Methb.-spektrum, til c) Tilsætning af Ferridcyankalium 1 ^{0/0} draabevis, til Linje I netop bliver synlig. Smaa Kwartscuvetter.

a. Methæmoglobin + $K_3 Cy_6 Fe$. Belysn. gen. <i>Kvarts</i> .	b. Methæmoglobin + $K_3 Cy_6 Fe$. Belysn. gen. <i>Glas</i> .	c. Methb. + Oxyhb. + $K_3 Cy_6 Fe$. Belysn. gen. <i>Kvarts</i> .
1' Næsten ren Cy- anhæmoglobin.	1' Ren Methb.	1' Methb.
2' Endnu Spor af Methb.	3' Spor af Cyanhb.	7' Methb. Svage Udfældn. Spor af Cyanhb.(?)
3' Ren Cyanhb. Ingen Udfældn.	7' Blandet Spekt.	16' Spekt. uforan- dret, udvisket ved Udfældnin- ger.
	10' Endnu Spor af Methb.	24' Vædsken stadig blegere. Stadig Methb. Rigelige Udfældninger.
	13' do. do.	
	16' Ren Cyanhb. Ingen Udfældn.	

Forsøg 17 c. viser, at naar Omdannelsen til Methæmoglobin ved Ferridcyankalium ikke er fuldstændig, kan Lysvirkningen paa det resterende Oxyhæmoglobin: Methb.- og Hæmatindannelsen, ganske overskygge en mulig Cyanhæmoglobindannelse. Dette bidrager til Forstaaelse af GRÖBER'S ovenfor omtalte Iagttagelse i Methæmoglobindannelse ved Belysning af

Kuliltehæmoglobin + Ferridcyanalium; thi den i G.'s Forsøg tilsatte Mængde $K_3 Cy_6 Fe$ var netop med Hensigt saa ringe, at Omdannelsen til Methæmoglobin ikke var fuldbragt ved Forsøgets Begyndelse, ja end ikke var erkendelig før efter en maalelig Tids Forløb.

LEERS meddeler (l. c.), at Omdannelse til Cyanhæmoglobin ikke lykkedes ham ved Belysning (Sollys) af kemisk ren Methæmoglobin fra GRÜBLER. Jeg har med min Forsøgsanordning eftervist en meget kraftig Cyanhæmoglobindannelse i et Præparat af „kemisk ren“ Methæmoglobin fra GRÜBLER og maa deraf slutte, at Præparatet er fremstillet ved Ferridcyanalium, en Metode, der herefter maa betegnes som forkastelig.

Saavidt jeg kan se, er der ingen Metode til Renfremstilling af Methæmoglobin, der byder saa gode Garantier mod Forurening som Ultraviolet-Bestraaling af en ren Oxyhæmoglobinsopløsning under rigelig Tilgang af Luft.

Er det reducerede Hæmoglobins Lysbestandighed absolut? Medens efter det foregaaende Oxyhæmoglobin, Methæmoglobin, Kuliltehæmoglobin og Hæmatin er ubestandige overfor Lys af den anvendte Kvalitet og Kvantitet, er derimod Hæmochromogen, Cyanhæmoglobin og reduceret Hæmoglobin i alt Fald relativt lysbestandige Forbindelser. Paa samme Maade som disse Forhold for største Delen ikke har været erkendte tidligere, fordi Kvaliteten af det anvendte Lys ikke har tilladt Erkendelsen deraf, er det jo særdeles muligt, at et andet eller kraftigere Lys end det, jeg har anvendt, vil kunne gøre det af ogsaa med de nævnte „lysfaste“ Hæmoglobinderivaters Bestandighed.

Hvad det reducerede Hæmoglobin angaar, viser Forsøg 9 ganske utvivlsomt, at under de anvendte Forsøgsbetingelser, bl. a. i den givne Koncentration (ca. 14 % Hæmoglobin under Forudsætning af fuldstændig Hæmolyse), har dette Stof vist sig fuldkommen lysfast. Hvorvidt det samme er Tilfældet i de svagere Koncentrationer (2—5 % Opløsning af Blodlegemer,

svarende til 0,8—2 % Hæmoglobin), der er anvendt i de fleste af de refererede Forsøg, har jeg søgt at afgøre ved en enkelt Undersøgelse paa en Hæmoglobinopløsning paa ca. 0,8 %.

Forsøg 18. ^{27/11.} 08.

2 udpumpede Kvartscuvetter med reduceret Hb. belystes gennem Kvarts, den ene 20', den anden 90'; efter Belysningen blev Opløsningen mættet med atm. Luft, ligesom en Prøve af den udpumpede, ubelyste Rest i Pumpen; Oxyhæmoglobinindholdet blev derpaa sammenlignet i 1 cm³ af de belyste og af den ubelyste Prøve efter den kolorimetrisk Metode, der er anvendt i det følgende Afsnits Hæmolysebestemmelser. Den 20' belyste Opløsning viste da et Oxyhæmoglobinindhold paa 94 % af Kontrolprøvens; den 90' belyste: 83 %.

Dette Forsøg antyder, at det reducerede Hæmoglobins Lysfasthed er, omend uhyre i Sammenligning med Oxyhæmoglobinet, saa dog begrænset. Paa hvilken Reaktion denne ringe Grad af Ubestandighed overfor Lys beror, veed jeg ikke. Det er usandsynligt, at den skulde referere sig til de uendelig smaa Iltmængder, der maa tænkes adsorberede til Kvartscuvettens Inderflader, og som ikke lader sig fjerne ved en simpel Udpumpning; thi Lyset vilde have reduceret eventuelt dannet Methæmoglobin til reduceret Hæmoglobin. Derimod bemærkedes det ved denne som ved flere andre Lejligheder, at ogsaa det i vacuum belyste reducerede Hæmoglobin, saasart der aabnedes for Cuvetten, udsendte den samme eller en lignende om Fosfor mindende Lugt som belyste Oxyhæmoglobinopløsninger, og næppe i ringere Grad. Det er muligt, at den ringe Lysdestruktion af svage Opløsninger af reduceret Hæmoglobin staar i Forbindelse med dette Fænomen.

II. Blodlegemer.

Det er bekendt, at en Mængde forskelligartede Indgreb bevirker Blodfarvestoffets Udtræden af de røde Blodlegemer og dermed dets Opløsning i det omgivende Medium: Hæmolyse. Mekanismen ved denne Proces er sandsynligvis højst forskelligartet efter Indgrebets Natur, idet det snart drejer sig om en simpel Sprængning af Blodlegemet — som ved dets Anbringelse i hypotonisk Medium — snart om en Opløsning af dets Membran eller stroma — som ved Behandling med Æther og andre lipoid-opløsende Stoffer; endelig kan det tænkes, at Processen understøttes derved, at der foregaar en Reaktion mellem det hæmolyserende Agens og Oxyhæmoglobinet.

At Lys med stærkt brydbare Bestanddele virker opløsende paa røde Blodlegemer — uden Tilsætning af et „sensibiliserende Stof, herom s. n. — er først angivet af S. SCHMIDT-NIELSEN¹ uden nærmere Oplysninger og af G. BUSCK², der finder, at Virkningen er knyttet til de ultraviolette Straaler, der holdes tilbage i Glas. Begge disse Iagttagelser er offentliggjorte i 1906. S. SCHMIDT-NIELSEN³ har senere om sin nævnte Iagttagelse meddelt, at det anvendte Lys — koncentreret Kulbuelys *ad mod.* FINSSEN — ikke saa meget virkede hæmolyserende i egentlig Forstand som snarere resistensformindskende overfor hypotoniske Saltopløsninger. Den overmaade ringe Virkning i Modsætning til BUSCK's (total Hæmolyse ved 15 Min.s Belysning) maa, da Forff. har anvendt samme Lyskilde, skyldes den langt større Koncentration og Lagtykkelse i SCHMIDT-NIELSEN's Forsøg.

DREYER & HANSEN⁴ belyste Blodlegemeopslemning i fysio-

¹ S. SCHMIDT-NIELSEN: Nogle Erfaringer om Lyset som Reagens. Medd. fra Finsens Med. Lysinst. X. 1906. og Mitt. aus Finsens Med. Lichtinst. X. 1906.

² G. BUSCK: Die photobiologischen Sensibilisatoren u. ihre Eiweisverbindungen. Bioch. Zeitschr. I.

³ S. SCHMIDT-NIELSEN: Foredrag i Biologisk Selskab i Christiania, ref. i Nyt Magazin for Naturvidenskab. 1909.

⁴ G. DREYER & O. HANSEN: Sur la loi de la vitesse d'hémolyse des hématies sous l'action de la lumière, de la chaleur et de quelques corps hémolytiques. Compt. rend. 145. 1907.

logisk Kogsaltopløsning i THOMA-ZEISS-ske Tællekamre med Kvartsdækglass; Lyskilden var en BANG-Lampe med afkølede Sølvelektroder, altsaa meget ultravioletrig. Formaalet med Undersøgelsen var at oplyse det tidsmæssige Forløb af Hæmolysen efter en kortvarig Belysning. Det viste sig, at der efter en saadan Belysning først hengik en vis Latenstid, førend Hæmoglobinet begyndte at træde ud; man kunde under Mikroskopet forfølge Hæmolysens Gang ved Tælling af de uskadte Blodlegemer. Det viste sig nu, at der i den første Tidsenhed efter Hæmolysens Indtræden foregik den største Virkning: Opløsning af en vis Procentdel af Blodlegemerne; i den følgende Tidsenhed Opløsning af den samme Procentdel af de endnu uskadte Blodlegemer osv., at kort sagt Hæmolysen fuldbyrdedes efter Formlen

$$\frac{dx}{dt} = k(a - x)$$

Der stod tilbage for mig at undersøge flere principielt vigtige Spørgsmaal:

1. Staar Oxyhæmoglobindestruktionen ved Lys, som er fundet ovenfor, i noget Forhold til den samtidig bevirkede Hæmolyse?
2. Kræver Lys-Hæmolysen Tilstedeværelse af Ilt?
3. Hvorledes afhænger Hæmolysegraden af Belysningens Varighed?
4. og af Lysets Art?

Til Vejledning ved Besvarelse af det første Spørgsmaal har jeg i 3 Forsøg undersøgt Hæmolysegradens Betydning for Oxyhæmoglobindestruktionen ved Lys, saaledes at jeg i den ene Halvdelen af hvert Forsøg belyste 15 cm³ Blod + 15 cm³ 0,85% NaCl.-opl. en vis Tid, i den anden Halvdelen 15 cm³ Blod + 15 cm³ dest. Vand lige saa længe. I første Tilfælde belystes de normale Blodlegemer, der i Løbet af Forsøget blev til en vis ringe Grad opløste formedelst Belysningen, i

sidste Tilfælde var det fuldstændig opløste Blodlegemer, der kom til Belysning.

Forsøg 18. ^{21/9.} ^{23/9.} ^{24/9.} 08.

Vædskerne var under Belysningen — gen. Kvarts — inde-sluttede i det store Kvartskammer med atm. Luft. Tp. ca. 15° C. Anal. ca. 22 cm³ Vædske i hver Bestemmelse.

Belysningens Varighed		30'	15'	15'	Gennem-snit
Blod + H ₂ O.	Vol. % O ₂	3,60	7,67	8,38	6,55
Blod + 0,85 % NaCl.	do. do.	3,88	7,76	7,90	6,51

Som Forsøg 18 udviser, er det med den givne Forsøgs-anordning ligegyldigt, om Oxyhæmoglobinet kom-mer til Belysning i opløst Tilstand (ca. 7 % Oxyhb.) eller indesluttet i Blodlegemerne (ca. 35 % Oxyhb.), Lysdestruktionen af Oxyhæmoglobinet foregaar i begge Til-fælde i samme Udstrækning.

Hvorvidt omvendt Hæmolysens Grad er afhængig af Met-hæmoglobindannelsen ved Lys, er et Spørgsmaal, hvorpaa jeg ikke har nogen eksakt Besvarelse, fordi i alt Fald den Be-stemmelse af Hæmolysegraden, som jeg har anvendt, ikke er egnet til en saadan Undersøgelse.

Derimod er det meget let at vise, at Hæmolysen kan foregaa under Betingelser, hvor Oxyhæmoglobindestruktionen er udelukket, nemlig i vacuum. En Opslemning af rensede Blodlegemer i 0,85 % NaCl.-opl. kan nemlig hurtig og let evacueres fuldstændig (20 cm³ af en 5 % Opslemning paa mindre end 1/2 Time) uden, eller med en rent minimal, Hæ-molyse; Betingelsen er kun, at Blodlegemerne under Udpump-ningen ikke opvarmes, at der eventuelt afkøles ved Lednings-vand. Ved Rystning overføres da en Del af Blodlegeme-opslemningen i en udpumpet Kvartscuvette, og Cuvettens Hane lukkes. Naar et saadant Præparat belyses (Forsøg 19), viser det sig, at der efter en passende Tids Belysning er indtraadt fuldstændig Hæmolyse i et Medium, der kan bevises at have

været iltfrit derved, at der ingen Methæmoglobindannelse har kunnet iagttages paa noget Tidspunkt af Belysningen.

Forsøg 19. ²⁹/₁₀. OS.

5 ⁰/₁₀ Opslemning af 3 Gange rensede Blodleg. i 0,85 ⁰/₁₀ NaCl. Deraf udpumpet 20 cm³. Cuvette a, b og c fyldt til Mærke. a belyst i vacuum gen. Kvarts, b roteret i Mørke, c bel. i vacuum gen. Glas.

a. *Bel. gen. Kvarts* 60'
vacuum.

b. *Ubelyst* 60'
vacuum.

c. *Belyst gen. Glas*
60' vacuum.

Total Hæmolyse

Hæmolyse 0

Ringe Hæmolyse

Ren red. Hb.

Ren red. Hb.

Ren red. Hb.

Et Spor af atm. Luft indladt.

Bel. 3': Methb. + red. Hb.
Uklarhed.

Bel. 9': Methb. + red. Hb.

Bel. 24': Ren red. Hb.

Rigelig atm. Luft indladt.

Bel. 4': Methb., stærke Udfældn.

I Forsøg 19 a er der, til Oplysning af Betydningen af en ringe Iltmængdes Nærværelse, efter Afslutningen af Hovedforsøget tilsat ca. 0,025 cm³ Ilt (beregnet): Methæmoglobin- og Hæmatindannelsen kommer ved Belysning straks i Gang. Som det var at vente, reduceres ved fortsat Belysning en Del af det dannede Methæmoglobin; ved fornyet Tilsætning af Ilt i Overskud omdannes alt Blodfarvestof til Methæmoglobin, og dette sønderdeles yderligere.

Forsøg 19 — Hovedforsøget — er gentaget med samme Udfald i alt 12 Gange med Observation af de spektroskopiske Forhold paa forskellige Tidspunkter efter Belysningens Begyndelse. Der har aldrig vist sig Methæmoglobin, end sige Hæmatinudfældninger, saa at man heraf kan slutte, at Hæmolysen har fundet Sted i fuldstændigt vacuum. Et yderligere Bevis for Mediets Iltfrihed ligger i de

nedenfor meddelte Iagttagelser over Betingelserne for optisk Sensibilisation.

Med Hensyn til Hæmolysegradens Forhold til Belysningstiden maa man af DREYER & HANSEN'S (l. c.) Paa-visning af, at Belysning efter en vis Induktionstid fører til en Hæmolyse, der sætter hurtig ind og klinger gradvis af, slutte, at Forholdet næppe vil vise sig saa simpelt som Oxyhæmoglobindestruktionens Afhængighed af Belysningstiden. Denne sidste Lysreaktion synes nemlig (jvfr. Forsøg 7) i Modsætning til Hæmolysen afsluttet med Belysningens Ophør. Hvis man antager, hvad der formentlig ligger nær, at Lys-Hæmolysen beror paa en Fedtsyrefspaltning ell. lign. fra Blodlegemets Lecithin¹, som medfører Opløsning af saavel belyste som eventuelt af ubelyste Blodlegemer efter nogen Tids Indvirkning paa disse, saa har man paa Forhaand Grund til at slutte, at Lys-Hæmolysen maa staa i et ganske andet og mere indviklet Forhold til Belysningens Varighed, end Tilfældet var med Oxyhæmoglobindestruktionen, der efter alt at dømme er begrænset til de belyste og endnu ikke omdannede Molekuler.

Ved Forsøgene til Bestemmelse af Hæmolysegradens Afhængighed af Belysningstiden er følgende Fremgangsmaade fulgt. Et passende Rumfang af (3 Gange med 0,85 % *NaCl.* og Centrifugering) rensede Blodlegemer opslemmet i 0,85 % *NaCl.*-opl. udpumpes i Kviksølvluftpumpens Recipient uden Opvarmning og under varsom Rystning. Successive overføres der herfra ved Rystning i udpumpede Kvartscuvetter en konstant Mængde Blodlegemeopslemning, der efterhaanden bringes til Belysning i varierede Tider. Umiddelbart efter Belysningen udtømmes Blodlegemerne i Centrifugeglas, rystes med Luft og centrifugeres straks i koldt Værelse en konstant Tid — 15 Min. I en afmaalt Mængde — 1 cm³ — af den blodfarvede *NaCl.*-opl. over de resterende Blodlegemer bestemmes Oxyhæmoglobinnmængden — efter en Metode, der er brugt i v. TAPPEINER'S

¹ Med Anvendelse af Uransalte som Katalysator og i Nærværelse af atm. Luft fandt C. NEUBERG (Chemische Umwandl. durch Strahlenarten, Bioch. Zeitschr. **13**, 1908), at Lecithin i Sollys blandt andre Forandringer viste Forøgelse af Aciditeten. Noget sikkert med Hensyn til Lys-Hæmolysens Kemi kan der dog ikke sluttes af denne Iagttagelse, netop fordi der i N.'s Forsøg var saavel Ilt som Katalysator til Stede. Hvorvidt der ved Belysning af Blodlegemer i vacuum finder en Aciditetsforøgelse Sted sammen med Hæmolysen, er uafgjort; den er i hvert Fald ikke betydelig.

Laboratorium¹ — ved Hjælp af Mængden af 0,85 % *NaCl*-opl., der maa tilsættes for i given Lagtykkelse med konstant Belysning og konstant Spaltevidde af Spektroskopet at faa Oxyhæmoglobin — Linje α (580 $\mu\mu$) til at svinde. Naar den tilsvarende Størrelse for de fuldstændig hæmolyserede Blodlegemer er kendt, beregnes ved simpel Division Hæmolysens procentiske Grad. Denne Metode forudsætter ganske vist, at den Vædske, hvis Oxyhæmoglobinindhold skal være et Udtryk for den skete Hæmolyse, virkelig indeholder udelukkende Oxyhæmoglobin og ikke tillige f. Eks. Methæmoglobin. Hvis en væsentlig Del af „Blodfarven“ i den over Blodlegemerne staaende *NaCl*-opløsning skyldes Methæmoglobin, vil den til Forsvinding af 580 $\mu\mu$ -Linjen nødvendige Mængde *NaCl*-opløsning blive meget mindre, end hvis det drejede sig om en ren Oxyhæmoglobinopløsning. Tallet for den stedfundne Hæmolyse vil da blive for lavt. Denne Indvending rammer netop de nævnte Undersøgelser fra v. TAPPEINER's Laboratorium; thi i disse er der foruden Hæmolysen aldeles utvivlsomt sket en ret kraftig Methæmoglobindannelse (s. næste Afsnit). Men den samme Indvending gælder iøvrigt ogsaa den paa simpel Kolorimetri baserede Hæmolysebestemmelse, der er foreslaaet af ARRHENIUS, forsaavidt de undersøgte hæmolytica tillige er Methæmoglobin- eller endog Hæmatin-Dannere², hvad der meget ofte er Tilfældet. Farven af Opløsningen kan i saadanne Tilfælde ikke bruges som Maal for den skete Hæmolyse; er Oxyhæmoglobinet blot delvis omdannet til Methæmoglobin, simuleres der en væsentlig ringere Hæmolyse end den virkelige. Ved Reduktion f. Eks. med Svovlammonium og stadig Rystning med Luft kan Fejlen — der kan andrage 100 % af Værdien — delvis rettes, nemlig forsaavidt Omdannelsen ikke er gaaet videre end til Methæmoglobin.

Da jeg i mine Forsøg har brugt Blodlegemer med reduceret Hæmoglobin, der er praktisk talt lysfast, har jeg undgaaet en Omdannelse af det Farvestof, hvis Mængde tjener til Maal for Hæmolysegraden.

Den Nøjagtighed, hvormed den benyttede Metode angiver Hæmolysens Grad, fremgaar af følgende Overensstemmelse mellem de fundne og de virkelige Oxyhæmoglobinkoncentrationer i en Række Fortyndinger; Stamvædsken Koncentration er sat til 100.

Oxyhæmoglobin-Koncentration

fundne	virkelig
—	100
33	33,3
17,2	16,5
8,4	8,2
3,4	4,1
0	2,0

¹ O. HARZBECKER u. A. JODLBAUER: Ue. den zeitlichen Ablauf der Hämolyse bei Belichtung sensibilisierter roter Blutkörperchen. *Bioch. Zeitschr.* **12**. 1908.

² SVANTE ARRHENIUS: Versuche über Hämolyse. *Medd. fr. K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut I*. 1908.

Det viste sig af Vigtighed, at Fortyndingsvædsken (der bør være 0,85 % *NaCl*-opløsning, fordi Methæmoglobindannelsen fremmes af destilleret Vand) tilsattes hurtig (fra Burette), og at Belysningen under Spektroskopien var skaansom af Hensyn til Lysets methæmoglobindannende Ævne, der ved disse svage Koncentrationer kan give maalelige Fejl. Efter nogen Øvelse var en Hæmolysegradsbestemmelse tilendebragt paa ca. 2 Min. — I de følgende Forsøg angiver Tallene procentisk Hæmolyse. Ved Hæmolyse 0 forstaas en H., der er mindre end 2 %.

Forsøg 20. ^{13/11.} 08.

25 cm³ 2 % Blodlegemeopslemning i 0,85 % *NaCl*-opl., udpumpet i Mørke ved Stuetp. (ca. 15° C.). Deraf konstante Mængder til Belysn. gen. Kvarts i Kvartscuvetter.

	Hæmolysegrad
a. Bel. 30'	100
b. " 7,5'	34
c. " 10'	57
d. " 20'	95
e. " 0'	2,5

Forsøg 21. ^{26/11.} 08.

25 cm³ 4 % Blodlegemeopslemning i 0,85 % *NaCl*-opl., udpumpet i Mørke ved Tp. ca. 7°. Iøvrigt som Forsøg 20.

	Hæmolysegrad
a. Bel. 10'	6
b. " 20'	13
c. " 30'	18
d. " 40'	27
e. " 50'	42
f. " 0'	0

Det fremgaar af Forsøg 20—21, at Hæmolysegraden ved Belysning i vacuum under de givne Betingelser vokser stærkere end Belysningstiden. I en grafisk Fremstilling af Forsøg 21, hvor Belysningstiden er Abscisse, Hæmolysegraden Ordinat, vilde Ordinaternes Endepunkter betegne en mod Abscisseaxen konvex Kurve. Oxyhæmoglobin-

destruktionen forløber derimod (jvfr. Formlen S. 12) efter en mod Abscisseaxen konkav Kurve.

Det er Straalerne med Bølgebredder under $310 \mu\mu$, der bevirker Hovedparten af Hæmolysen. Af Forsøg 19 fremgaar det, at Lyset, naar det er filtreret gennem alm. Glas, dog har en ringe, ikke udmaalt, hæmolytisk Virkning. I Forsøg 22 er den Hæmolysegrad bestemt, der findes i en 2% Blodlegemeopslemning efter Belysning gennem Glas i vacuum. Den er forsvindende i Sammenligning med den, som det ufiltrerede Lys bevirker (jvfr. Forsøg 20, hvor Forholdene iøvrigt er ens), men dog altid maalelig.

Forsøg 22. ^{14/11.} 08.

10 cm³ 2% Blodlegemeopslemn. i 0,85% NaCl. Ligestore Mængder overførte i 2 udpumpede Kvartscuvetter. Belysning gen. Glas i vacuum.

	Hæmolysegrad
a. Bel. 15'	3
b. " 60'	6,5
c. " 0'	0

I det følgende Afsnit vil der findes en Række Gentagelser af Forsøg 22, der alle viser en lignende svag, men tydelig hæmolyserende Virkning af det gennem Glas filtrerede Kvartslampelys paa Blodlegemer i vacuum.

III. Sensibilisation.

Siden H. W. VOGEL i 1874 opdagede det Fænomen, som han kaldte „optisk Sensibilisation“, og som bestaar i, at Sølvhaloider, der alene for sig praktisk talt kun er lysfølsomme¹ for blaa, violette og ultraviolette Straaler, ved Tilblanding af forskellige Farvestoffer bliver følsomme ogsaa for andre Lyskvaliteter — røde, gule, grønne Straaler, er Sensibilisationen i fotografisk Øjemed bleven indgaaende studeret af VOGEL,

¹ Ved „lysfølsom“ maa i denne Sammenhæng i første Linje forstaaes: tilgængelig for en partiel Reduktion ved Belysning.

EDER, deres Elever og en lang Række af senere Undersøgere.¹ Det siges ofte af nyere Forfattere paa den „fotobiologiske Sensibilisations“ Omraade², at Forstaaelsen af den optiske Sensibilisation ikke er bleven væsenlig klarere siden Fænomenets Opdagelse; HANSEN (l. c. pg. 125) benævner endog fotografisk (og fotobiologisk) Sensibilisation: deux processus encore inconnus. Som nedenfor nærmere udviklet finder jeg ikke denne Opfattelse berettiget.

Plantefarvestoffernes Betydning for Kulsyreassimilationen blev allerede i 1883 (ENGELMANN) jævnstillet med de optiske Sensibilisatorers Virkning paa Sølvhaloïder. Men bortset herfra var det Arbejder fra v. TAPPEINER's Laboratorium i München, der fra 1899 og fortsat til Dato i en lang Række af Undersøgelser først henledte Biologers Opmærksomhed paa Muligheden af ved Farvestoffers Hjælp at fremskynde fotobiologiske Processer. Medens v. TAPPEINER fra Begyndelsen stillede sig afventende overfor det nyopdagede Fænomens egentlige Natur og døbte det „fotodynamisk“, var der for DREYER (l. c.) ingen Tvivl om, at det ganske burde sidestilles den fotografiske Sensibilisation. Efterat v. TAPPEINER og hans Medarbejdere i en Aarrække havde bekæmpet dette Synspunkt som ubevist og usandsynligt, synes der i den nyeste Tid³, efter at Münchenerlaboratoriet yderligere har bearbejdet Themaet og fastslaaet

¹ Se desang. navnlig de to Samleværker: J. M. EDER: Die chem. Wirkung des Lichtes u.s.w. 1891 og J. M. EDER & E. VALENTA: Beiträge zur Photochemie u. Spektralanalyse Wien 1904, og de deri omtalte Specialafhandlinger.

² Ang. fotobiologisk Sensibilisation se navnlig: G. DREYER: Sensibilisering af Mikroorganismer og dyriske Væv. Medd. fra Finsens Med. Lysinst. VII. 1903 (Tysk VII. 1904) — G. BUSCK: Die photobiol. Sensibilisatoren u. ihre Eiweisverbind. Bioch. Zeitschr. I. 1906. — H. v. TAPPEINER u. A. JODLBAUER: Die sensibil. Wirk. fluorescierend. Subst. 1907. — E. HERTEL: Afhandlinger i Zeitschr. f. allgem. Physiol. 1904. 1905. 1906. — O. HANSEN: Recherches expérimentales sur la sensibilisation etc. Kgl. D. Vid. S. Overs. 1908.

³ A. JODLBAUER: Die sensibilisierende Wirkung fluorescierender Stoffe (Photodynamische Erscheinung). Jahrb. ü. Leist. u. Fortschr. a. d. Gebiete der physikal. Med. 1908.

de to Processers fælles Symptomatologi, at være fuld Enighed om deres Identitet, efter min Mening (s. n.) med Urette.

Det er nødvendigt at anføre Hovedpunkterne i vor nuværende Viden om disse Processer.

Hvad først den fotografiske Sensibilisation angaar, kan vi betragte Forholdene, som de foreligger bedst oplyste, for en Bromsølvgelatineemulsion, sensibiliseret med Eosin.

Bromsølvgelatine alene har sit Følsomhedsmaximum og tillige sit Absorptionsmaximum i Blaåt; men ved meget langvarig Exposition kan selv gule, ja orange Straaler paavirke den svagt.

Eosintilblandingen bevirker, at Følsomhedsmaximum forrykkes til Gulgrønt, hvor Eosinet har sin maximale Absorption, ja endog ca. 30 $\mu\mu$ forbi dette Sted henimod Rødt. Nu viser det sig imidlertid, at *Eosin-Bromsølvgelatine* har et Absorptionsspektrum (EDER & VALENTA l. c. III pg. 38), der nøje svarer til den maalte Lysfølsomhed og altsaa ogsaa er forrykket ca. 30 $\mu\mu$ henimod Rødt, sammenlignet med Eosinets Absorptionsspektrum.

Selv ved fortsat Udvaskning lykkes det ikke at befri Bromsølvgelatinen fuldstændig for Eosinet. (EDER & VALENTA III pg. 20).

Af disse og flere Iagttagelser slutter EDER, at der i Mørke foregaar en Reaktion — maaske beroende paa Adsorption — mellem Sensibilisatoren og Bromsølvet (+ Gelatinen), som resulterer i en ny „Forbindelse“ med nyt Absorptions- og Følsomhedsmaximum. HÜBL har vist (EDER & VALENTA III pg. 89) at en „Farvning“ af Bromsølvet er en Forudsætning for Sensibilisationen; hvis Bromsølvgelatinen fremstilles med overskydende Sølvnitrat, lader det sig farve og sensibilisere ved Eosin, er det fremstillet med overskydende Bromid, sker ingen af Delene.

EDER finder ingen Overensstemmelse mellem forskellige Sensibilisatorers kemiske Konstitution, deres Fluorescensevne,

deres Lysfølsomhed paa den ene Side og deres Sensibiliseringsevne paa den anden (l. c. III pg. 23—24). „Es steigert sich nach meiner Ansicht vielmehr die Wirkung des Bromsilbers und des Farbstoffes gegenseitig und zwar unabhängig von der Lichtempfindlichkeit des Farbstoffes für sich“.

Endelig sammenfatter EDER sin Anskuelse om Sensibilisationens Natur i følgende Sætning: „Die Neigung des Farbstoffes, sich im Lichte zu oxydieren (bromieren) wird durch die Eigenschaft des Bromsilbers im Lichte das desoxydierende Brom abzugeben, unterstützt.“

Hvis saaledes den fotografiske Sensibilisators Virkning er den i Egenskab af farvet og letoxydabelt Stof at understøtte Sølvhaloidernes delvise Reduktion ved Straaler med stor Bølgebredde, maa man blandt andet turde slutte, at Processen maa forløbe i vacuum med samme (eller maaske med større) Hastighed som i iltholdig Atmosfære. Saavidt mig bekendt foreligger der ikke noget Bevis herfor. Derimod har EDER (II pg. 26) set, at et Kviksølvhaloid, $Hg_2 J_2$, i Lys og uden Ilt reduceredes til Hg og $Hg_4 J_6$.

Endelig maa det nævnes, at sensibiliserede fotografiske Plader er lidet holdbare, selv opbevarede i fuldstændigt Mørke.

Dette er i Hovedsagen, hvad der foreligger bekendt om den fotografiske Sensibilisations Natur.

Naar et nyt biologisk Fænomen sidestilles eller identificeres med et kendt kemo-fysisk, saaledes som den „fotobiologiske“ er bleven sammenholdt med den fotografiske eller optiske Sensibilisation, maa man forlange, at de to Processer sammenlignes paa alle væsentlige Punkter. Den blotte Omstændighed, at — for at nævne et Eksempel — Galde hæmolyserer stærkere i Lys end i Mørke¹, kan ikke berettige den Paastand, at Galden er en optisk Sensibilisator. Flere andre Muligheder

¹ W. HAUSMANN: Ue. die sensibilisierende Wirkung tierischer Farbstoffe u. ihre physiologische Bedeutung. Bioch. Zeitschr. 14. 1908.

er aabne; een af dem er den, at det drejer sig om en simpel Addition af Galdens og Lysets hæmolyserende Egenskaber; en anden, at Galden belyst for sig faar forøget hæmolyserende Ævne; en tredie, at den virker fremskyndende paa Lys-Hæmolyzen alene paa Grund af sin kemiske Konstitution („kemisk Sensibilisation“) uden Hensyn til Kvaliteten af det Lys, den absorberer, at den altsaa vilde virke paa nøjagtig samme Maade, selv om den var berøvet enhver Farve.

v. TAPPEINER, JODLBAUER og deres Elever har ved deres Arbejde fremskaffet et stort Materiale, der kun delvis kan udnyttes til en Klarlægning af Lighedspunkterne mellem optisk og fotobiologisk Sensibilisation.

Bestræbelsen for at paavise et vist — omvendt — Forhold mellem et Farvestofs fluorescerende og dets sensibiliserende Ævne, et Forhold, der skulde kendetegne den biologiske i Modsætning til den fotografiske Sensibilisation, maa saaledes siges at have været ufrugtbar. Alene den Omstændighed, der er let at paavise, at f. Eks. Eosin fluorescerer ligesaa vel i vacuum som i Luft, men for en Række fotobiologiske Processer kun sensibiliserer i Luft (Ilt), taler stærkt imod nogen Aarsagsforbindelse mellem Fluorescenceevne og Sensibilisation.

De isolerede Farvestoffers Lysbestandighed har heller ikke vist sig lovgivende for deres Anvendelighed som Sensibilisatorer; med Hensyn til saadanne Undersøgelser har EDER det samme negative Resultat at opvise som v. TAPPEINER, saa at der heri i alt Fald ikke ligger nogen Antydning af Væsensforskel mellem fotografisk og fotobiologisk Sensibilisation.

Ligeledes synes den Omstændighed, at det eller det Farvestof er virksomt som fotografisk, men uvirksomt som fotobiologisk Sensibilisator — eller omvendt — uanvendelig som Argument for eller imod Processernes principielle Identitet. Hvis det i den ene Proces drejer sig om en Haloidafspaltning, i den anden om en Iltafspaltning ved Lys, kan det samme Farvestof meget vel understøtte de to — muligvis principielt

overensstemmende — Processer i højst forskellig Grad, alt efter sin egen kemiske Konstitution.

Der er en bestemt Vanskelighed, der hurtig frembyder sig for den, der vil søge at bevise, at et Farvestofs Paaskyndelse af en fotobiologisk Proces beror paa en lignende Reaktion som den fotografiske Sensibilisation. Det er den Vanskelighed, at de udviklede organiske Molekuler, Formelementer eller levende Væsner, hvormed der arbejdes, maa antages at kunne „beskadiges“ ved Lys paa mere end een Maade, navnlig ad andre Veje end igennem en Reduktionsproces. Den Endereaktion, der i Experimentet udmaales, — f. Ex. levende Cellers Død — kan være hidført foruden ved Reduktionsprocesser (og dermed følgende sekundære Iltninger) ved andre molekulare Sønderdelinger, ved Ændringer i den molekulare Tilstand o. s. v., Processer, paa hvilke lysabsorberende, oxydable Forbindelsers Nærværelse muligvis ikke har nogensomhelst Indvirkning. Paa denne Maade kan det blive Resultatet af Undersøgelsen, at en fotobiologisk „Reaktion“ — f. Ex. betegnet ved en Celles Død — kan spaltes f. Ex. i to fotokemiske Reaktionen, af hvilke den ene er tilgængelig for optisk Sensibilisation, den anden ikke.

Det er netop den Slutning, hvortil v. TAPPEINER'S Undersøgelser over Lysvirkning paa Invertin i alt Fald paa et vist Tidspunkt (1906) havde ført ham (l. c. pg. 207): den ene fotokemiske Reaktion foregaar i Spektrets hele Udstrækning, men kraftigst i dets ultraviolette Del, kræver Tilstedeværelse af Ilt og er under dette Vilkaar tilgængelig for optisk Sensibilisering; den anden foregaar uden Ilt, i maalelig Grad kun i Spektrets ultraviolette Del(?), og er utilgængelig for optisk Sensibilisering.

Idet vi fastholder den Mulighed, at den fotobiologiske Reaktion, der foregaar i Nærværelse af en optisk Sensibilisator, kun for en Del behøver at bero paa en Proces, der paaskyndes ved den optiske Sensibilisator, vil vi nu se, hvilke Kendsgeninger der er samlede angaaende fotobiologisk Sen-

sibilisation, og hvorvidt de taler for eller imod Antagelsen af en principiel Lighed mellem denne Proces og den fotografiske Sensibilisation.

1) Sensibilisatorens Virkning er knyttet til Straaler, der absorberes af den. (Iagttagelser med Daphnier, Paramæcier, Bakterier, Chromatophorer, Enzymer af RAAB, v. TAPPEINER, DREYER, HERTEL, HANSEN.)

2) De biologiske Forsøgsobjekter har — i det Store og Hele — deres Følsomhedsmaximum for Lys i den ultraviolette Del af Spektret; men ogsaa langbølgede Straaler kan, forsaavidt de absorberes, udløse de samme Virkninger (HERTEL). Sensibilisatorens Nærværelse bevirker, at Følsomhedsmaximum forrykkes hen til den omtrentlige Plads for Sensibilisatorens Absorptionsmaximum (HANSEN). Efter en enkelt Iagttagelse (Bakterier, Erythrosin: DREYER) synes Følsomhedsmaximum at være forrykket noget forbi Sensibilisators Absorptionsmaximum, d. v. s. at være yderligere forskudt henimod Spektrets røde Ende.

Sensibilisators Absorptionsmaximum forrykkes ved Tilsætning af Serum henimod Spektrets røde Ende (Rose bengale, Eosin o. fl., BUSCK).

3) Mange fotobiologiske Sensibilisatorer reagerer i tilstrækkelig Koncentration ogsaa i Mørke med de biologiske Objekter (Toxiner, Fermenter, røde Blodlegemer: KUDO & JODLBAUER¹, FR. H. v. TAPPEINER²). I nogle Tilfælde er denne Reaktion at opfatte som et Adsorptionsfænomen, i andre Tilfælde er den irreversibel.

4) Et Farvestofs Absorption af langbølgede Straaler afgiver ingen Garanti for, at det sidder inde med Ævner for fotobiologisk Sensibilisation. Der foregaar mellem Sensibilisator og biologisk Objekt under Belysningen en kemisk Reaktion.

¹ T. KUDO u. A. JODLBAUER: Ue. die Dunkelwirkung fluorescierender Stoffe auf Eiweisz, Toxine u. Fermente u. ihre Reversibilität. (Bioch. Zeitschr. **13**. 1908.)

² FR. H. v. TAPPEINER: Untersuch. ü. d. Angriffsort der fluoresc. Substanzen auf rote Blutkörperchen. (Bioch. Zeitsch. **13**. 1908.)

For Istandkomsten af denne Reaktion er (Bakterier, Enzymer, Toxiner: v. TAPPEINER, JODLBAUER) Tilstedeværelse af fri Ilt en Nødvendighed.

5) Der kendes Lysvirkninger (paa Bakterier, Enzymer: BIE¹, v. TAPPEINER), for hvis Istandkomst Iltens Tilstedeværelse er overflødig. For saadanne Processer lader der sig ikke sensibilisere (Enzymer, Bakterier: v. TAPPEINER).

Som det nedenfor skal vises, maa Punkt 5 som Følge af mine Undersøgelers Resultater modificeres paa en theoretisk betydningsfuld Maade. Iøvrigt fremgaar af Punkt 1—3 en, saavidt de foreliggende Undersøgelers Fuldstændighed tillader det, gennemført principiel Overensstemmelse med den fotografiske Sensibilisations Mekanisme. Hvad Punkt 4 angaar, maa det allerede her fremhæves, at selv om derpaa rettede Undersøgelser skulde vise — hvad de rimeligvis vil — at fri Ilt ikke er nogen Nødvendighed for Istandkomsten af den fotografiske Sensibilisation, saa vilde dette ikke betegne nogen principiel Forskel, idet det ved Lyset frigjorte Haloid i mange Tilfælde maa kunne spille samme Rolle som den molekulare Ilt.

At Lys i Nærværelse af optiske Sensibilisatorer kan virke hæmolyserende, er vist af SACCHAROFF & SACHS² og PFEIFFER³ i 1905, førend det endnu var bekendt, at Lys alene — i passende Kvalitet og Kvantitet — var i Stand dertil. De førstnævnte Forff. opfatter Processen — Hæmolysen — som en af Sensibilisatoren paaskyndet Oxydationsproces. Efter det foranstaaende og navnlig efter Paavisningen af, at Blodlegemer opløses af Lys i vacuum (s. S. 242 og 245—46), maa denne Opfattelse siges at være fejlagtig.

¹ V. BIE: Er Lysets baktericide Virkning en Iltningproces? Medd. fra Finsens Med. Lysinstit. IX. 1904. (Tysk: IX. 1905.)

² G. SACCHAROFF u. H. SACHS: Ue. die hämolytische Wirkung der photodynamischen Stoffe. Münch. med. Woch. 1905.

³ H. PFEIFFER: Ue. die Wirkung des Lichtes auf Eosin-Blutgemische. Wien. klin. Woch. 1905.

Senere har DREYER og HANSEN (l. c.) vist, at en hurtig afbrudt Belysning med gulgrønt Lys af Blodlegemeopslemning med Eosin efter en Induktionstid bevirker en Hæmolyse, der tidsmæssig forløber efter samme Formel som Lys-Hæmolysen uden Sensibilisator.

Mine Forsøg over Mekanismen ved Sensibilisationen for Hæmolyse er alle foretagne med 2% Opslemninger i 0,85% NaCl-opløsning af friske, 3 Gange ved Centrifugering med ny Kogsaltopløsning rensede Oxebloodlegemer. De anvendte Farvestoffer og deres Koncentrationer var:

Eosin (Tetrabromfluoresceinnatrium)	$1/2500$ mol.
Erythrosin (Tetraiodfluoresceinnatrium)	$1/10000$ mol.
Dichloranthracendisulfonsurt Natrium	$1/200$ mol.
Rose bengale (Tetrachlortetraiodfluorescein-Na)	$1/50000$ mol.
Methylenblaat (Tetramethylthioninchlorhydrat)	$1/50000$ mol.

I indledende Forsøg blev det først fastslaaet:

- 1) at Farvestofferne i disse Koncentrationer i Mørke kun opløste Blodlegemerne i ganske ringe Grad (mindre end 2% Hæmolyse paa 2 Timer).
- 2) at Farvestofferne, belyste for sig saavel i vacuum som i Luft, ikke virkede hæmolyserende i Mørke. Flere af Farvestofferne afblegedes ret stærkt ved Belysning gen. Kvarts i Luft¹.
- 3) at Blodlegemer, der først belystes gennem Glas og i Luft en Time og derved naaede en Hæmolysegrad paa c. 6%, ikke opløstes yderligere ved at blandes med — belyst eller ubelyst — Farvestof i Mørke.

I de følgende Forsøg er Blodlegemeopslemningen altid udpumpet, eventuelt sammen med Sensibilisatoren, i Mørke; ved Rystning er ca. 2,5 Cm.³ bragt over i udpumpet Kvartscuvette. Iøvrigt er Methodiken som S. 243—45 anført. Hvor Methæmoglobindannelsen har været kraftig, er Hæmolysegraden omtrentlig, hvilket er antydnet med et „ca.“ — Blodl. = Blodlegemer, Sens. = Sensibilisator, vac. = vacuum, Hæmol. = Hæmolysegrad, Methb. = Methæmoglobin.

¹ DREYER (l. c.) har vist, at Erythrosin belyst for sig i Luft virkede svagere sensibiliserende end ubelyst.

Forsøg 23. ^{14/11} 08.

Eosin. Belysn. gen. Glas 15' og 60'.

	Hæmol.
a. Blodl., vac., Mørke	0
do. do. Lys 15'	3
do. do. Lys 60'	6
b. Blodl. + Sens., vac., Mørke	0
do. do. do. Lys 15'	4
do. do. do. Lys 60'	5
c. Blodl. + Sens., Luft, Lys 15'	ca. 50, stærk Methb.
d. Blodl., Luft, Lys 15'	2

Udfaldet af dette Forsøg er uomtvisteligt: det glasfiltrerede Lys har hæmolyseret svagt saavel i vacuum som i Luft, men Eosinet har kun sensibiliseret for Hæmolysen, hvor der var Luft (Ilt) til Stede; sammen med den stærkt paaskyndede Hæmolyse er der optraadt stærk Methæmoglobindannelse.

Forsøg 24 er en Gentagelse af 23 c og d.

Forsøg 24. ^{16/11} 08.

Eosin. Belysn. gen. Glas 30'.

	Hæmol.
a. Blodl. + Sens., Luft, Lys 30'	ca. 100, stærk Methb.
b. Blodl., Luft, Lys 30'	4, ingen Methb. erkendelig

At Methæmoglobindannelse i spektroskopisk paaviselig Udstrækning kan ske ved glasfiltreret Lys, er vist i tidligere Forsøg, hvor Oxyhæmoglobinet har været til Stede i meget mindre Koncentration, opløst i destilleret Vand. Eosinet er da en Sensibilisator for Methæmoglobindannelsen, naar Ilt er til Stede, og kun under samme Betingelse en Sensibilisator for Hæmolysen, der i sig selv er uafhængig af Ilt.

Forsøg 25. ¹⁸⁻¹⁹/₁₁ 08.

Dichloranthracendisulfonsurt Natrium (A) og Erythrosin (B).
Belysn. gen. Glas 30'.

	Hæmol.	
	A: Dichl. Na	B: Erythrosin
a. Blodl. + Sens., vac., Mørke	2	3
b. Blodl. + Sens., vac., Lys 30'	3	2
c. Blodl. + Sens., Luft, Lys 30'	ca. 100, Methb.	ca. 100, Methb.
d. Blodl., Luft, Lys 30'	5	—

Forsøg 25 udviser principielt det samme: ingen Sensibilisation for Hæmolyse i vacuum, Sensibilisationen i Luft ledsaget af stærk Methæmoglobindannelse. At Hæmolysegraden ikke er større i b., der er belyst, end i a., der under samme Vilkaar er ubelyst, skyldes antagelig Forsøgsfejl.

Forsøg 26. ²⁰/₁₁ 08.

Rose bengale (A). Methylenblaat (B). Belysn. gen. Glas 30' og 60'.

	Hæmol.	
	A: Rose beng.	B: Methylenbl.
a. Blodl. + Sens., vac., Mørke	6	3
do. do. do. Lys 30'	7	3
b. Blodl. + Sens., Luft, Lys 30'	ca. 100, Methb.	ca. 25, Methb.
do. do. do. do. 60'	—	ca. 100, Methb.
c. Blodl., Luft, Lys 30'	9	9

Resultatet af Forsøg 26 falder ganske sammen med Udfaldet af Forsøgene 23—25. For 5 optiske Sensibilisatorer af vidt forskellig kemisk Konstitution er det saaledes vist, at deres sensibiliserende Ævne overfor Hæmolysen afhænger af, om der er Ilt til Stede.

Lys-Hæmolysen er da altsaa en Proces, der kan foregaa i vacuum, hurtig ved ultraviolet-rigt Lys (se S. 242 og 245), langsomt ved glasfiltreret Lys. De sædvanlige optiske Sensibilisatorer fremskynder ikke Processen i vacuum. I Luft er Lys-Hæmolysen ledsaget af Methæmoglobindannelse; begge

Processer paaskyndes i Luft enormt ved optiske Sensibilisatorers Nærværelse.

Ogsaa den saakaldte Mørkevirkning af Rose bengale (Konc. $\frac{1}{4000}$ mol.), Eosin ($\frac{1}{200}$ mol.) og Chloretum chinicum (mættet Opl. i 0,85 % *NaCl*) viser sig at bero paa Iltens Tilstedeværelse (ialt 6 Forsøg). Paa 2—3 Timer optraadte der ved disse Koncentrationer total Hæmolyse og Methæmoglobindannelse i de Cuvetter, hvortil Luften havde Adgang, og ingen Hæmolyse i de udpumpede Cuvetter. Det surt reagerende Bisulphas chinicus hæmolyserede derimod i Mørke og vacuum.

Svarende til, hvad Busck (l. c.) fandt angaaende Hæmning af Sensibilisation ved Tilsætning af Serum eller Æggehvite, og JODLBAUER (l. c.) ved Tilsætning af Rørsukker og andre Kulhydrater, har jeg fundet (Forsøg 27), at saavel Druesukker som Rørsukker kan hæmme eller endog helt ophæve Eosinets Sensibilisation for Hæmolyse. Som Exempel anføres:

Forsøg 27. $\frac{3}{12}$ 08.

2 % Blodlegemeopslemning i isotoniske Vædsker med $\frac{1}{2500}$ mol. Eosin og Luft, belyst gen. Glas.

	Hæmolysegrad		
	Bel. 10'	Bel. 20'	Bel. 0'
Blodl. i 0,85 % <i>NaCl</i> + Eosin	ca. 60	ca. 100	0
” ” 4,10 % Druesukker + Eosin	0	0	0
” ” 7,80 % Rørsukker + Eosin	0	0	0

Det fremgaar af saadanne Iagttagelser, at det paa forskellig Maade er muligt — ved Fjernelse af Ilt, ved Tilsætning af forskellige Stoffer — at hindre den Reaktion mellem Farvestof og Blodlegeme, der formentlig ligger til Grund for og indleder Sensibilisationsprocessen, paa ganske lignende Maade, som i HÜBL's Iagttagelse (s. o.) Eosinets Færvning af Bromsølvet var en nødvendig Betingelse for Sensibilisationen.

Det maa nu antages i Følge Forsøgenes Udfald, at den Reaktion, hvorved Blodlegemer opløses ved Belys-

ning i vacuum, ikke er nogen Reduktionsproces, i alt Fald ikke giver Anledning til Afspaltning af Ht. Thi i saa Fald burde — i Følge det her udviklede Syn paa Sagen — Nærværelse af en oxydabel Sensibilisator kunne paaskynde Processen i vacuum. Som Kontraprøve paa denne Slutnings Rigtighed kan vi nu undersøge Muligheden af at sensibilisere i vacuum for to utvivlsomme Reduktionsprocesser, med hvilke vi ovenfor har gjort Bekendtskab: Hæmatinets Omdannelse til Hæmochromogen og Methæmoglobinets til reduceret Hæmoglobin. Som Forsøgene 28—29 udviser, er begge disse Processer tilgængelige for Sensibilisation i vacuum.

Forsøg 28. ¹⁰/₁₂ 08.

Alkalisk Hæmatinopl. Udpumpn. ¹/₂₅₀₀ mol. Eosin.

Bel. gen. Glas i vac.

a. Hæmatin + Eosin. vac.

b. Hæmatin. vac.

Bel. 10': Hæmochrom. I (555 $\mu\mu$)
tydelig i tyndt, intens i tykt Lag.
Endnu Antydn. af Hæmatin.

Hæmatin uforandret.

Bel. 15': Hæmochrom. I (555 $\mu\mu$).

Hæmatin uforandret.

Bel. 40': Omdannelsen til Hæmochr.
næsten fuldstændig.
Farven smukt rødbrun.

555 $\mu\mu$ synlig i tyndt,
tydelig i tykt Lag.
Farven skidden gulbrun
med Anstrøg af rødt.

Forsøg 29. ¹¹/₁₂ 08.

Methæmoglobinopl., dannet ved Belysn. gen. Kvarts af

Oxyhæmoglobinopl. Udpumpn. Eosin ¹/₂₅₀₀ mol.

Belysn. gen. Glas i vacuum.

a. Methb. + Eosin. vac.

b. Methb. vac.

Bel. 10': Begyndende red. Hb.
Farven rødere.

Ingen sikker Forandring i Spek-
tret. Farven ølbrun.

Bel. 20': 630 forsvunden.
Red. Hb-Baand kraftigt,
endnu delt.

Antydn. af red. Hb. Farven
endnu ikke saa rød som a. efter
10' Lys.

Bel. 40': Reduktionen omtr.
fuldstændig.

630 endnu svagt synlig i tyndt
Lag. Red. fremadskridende, men
ikke saa vidt som a. efter 20'.

Hermed bliver den Antagelse sandsynlig, at kun saadanne fotokemiske Reaktioner er tilgængelige for optisk Sensibilisation i vacuum, ved hvilke der enten med afspaltet Ilt eller paa anden Maade kan iværksettes en Oxydation af Sensibilisatoren.

Den fotobiologiske Sensibilisation bliver da principielt at parallelisere med den fotografiske, *forsaa vidt* den er baseret paa Reduktionsprocesser, hvilket den muligvis meget ofte er. Men da de biologiske Objekter er af betydelig mere indviklet Natur end de fotografiske, og da de Fænomener, der iagttages og udmaales hos dem — Død, Bevægelse, Destruktion af Fermentvirksomhed, Udtræden af Blodfarvestof etc. — ogsaa lejlighedsvis og samtidig kan fremkaldes ved Lysreaktioner, der er utilgængelige for Sensibilisation, vil en fuldstændig og uforbeholden Identificering af Processerne være uheldig og forvirrende.

Det er f. Ex. muligt, at den kemiske Reaktion, hvorpaa Lys-Hæmolysen beror — Fedtsyreafspaltning fra Lecithin? — aldeles ikke forløber hurtigere i Forsøg 23 c. end i 23 d., men at den mange Gange stærkere Hæmolyse i c. skyldes den anden samtidig forløbende Reaktion, Methæmoglobindannelsen, for hvilken Eosinet utvivlsomt sensibiliserer. Det er i denne Henseende en talende Omstændighed, at næsten alle methæmoglobindannende Stoffer og Indgreb tillige virker hæmolytisk.

Hvis denne Forklaring er rigtig, maa man altsaa sige, at Opløsning af et rødt Blodlegeme ved Belysning er et praktisk iagttageligt Symptom paa to, eventuelt samtidig forløbende kemiske Reaktioner, af hvilke kun den ene er tilgængelig for optisk Sensibilisation.

Hovedresultater.

Det genuine Blodfarvestof omdannes ved Lys til Methæmoglobin, dette nedbrydes videre, bl. a. til Hæmatin. Betingelse for Reaktionen er Tilstedeværelse af Ilt, idet reduceret Hæmoglobin er lysfast.

Virksomheden er knyttet til Straaler af Bølgebredder baade over og under $310 \mu\mu$, men i ganske overvældende Grad til de sidste.

Methæmoglobindannelsen, der foregaar i samme Udstrækning, hvad enten Oxyhæmoglobinet er indesluttet i Blodlegemerne eller forefindes i Opløsning, forløber med Hensyn til Belysningstiden efter Formlen for monomolekulare Reaktionen.

Methæmoglobin i vacuum omdannes ved Belysning til reduceret Hæmoglobin; i Mørke bevirker den fraspaltede Ilt Oxyhæmoglobindannelse.

Hæmatin reduceres af Lys til Hæmochromogen; i Mørke gendannes Hæmatin.

Kuliltehæmoglobin omdannes ved Belysning delvis til reduceret Hæmoglobin; i Mørke reproduceres Kuliltehæmoglobinet.

Blodlegemer opløses ved Belysning, saavel i Luft som i vacuum, stærkest af Straaler med mindre Bølgebredde end $310 \mu\mu$, men i paaviselig Grad af de synlige Straaler.

Tilsætning af Farvesensibilisatorer paaskynder i Luft alle de undersøgte Lys-Reaktioner i Blod, men paaskynder i vacuum kun saadanne Reaktionen, hvorved der afspaltes Ilt. Sensibilisatorens Rolle er den at være et lysabsorberende, let ilteligt Stof.