

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 441.

ÅRSBOK 35 (1941) N:o 4.

OLJESKIFFRAR OCH  
SKIFFEROLJEINDUSTRI

AV

N. S U N D I U S

*Pris 3.00 kronor*

STOCKHOLM 1941

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

411118

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 441.

ÅRSBOK 35 (1941) N:o 4.

OLJESKIFFRAR OCH  
SKIFFEROLJEINDUSTRI

AV

N. S U N D I U S



STOCKHOLM 1941

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

411118

## Innehållsförteckning.

	Sid.
<i>Oljeskiffer</i> . . . . .	6
Sverige . . . . .	7
Norge . . . . .	12
Estland . . . . .	14
Skottland . . . . .	16
England . . . . .	17
Frankrike . . . . .	19
Tyskland . . . . .	20
Ryssland . . . . .	22
Tjeckoslovakiet . . . . .	22
Italien . . . . .	22
Spanien . . . . .	22
Bulgarien . . . . .	22
Jugoslavien . . . . .	22
Asien: Burma och Siam, Kina, Mandschuriet . . . . .	23
Nordamerika, Förenta Staterna . . . . .	24
Canada . . . . .	25
Sydamerika, Brasilien . . . . .	26
Australien . . . . .	27
Tasmanien . . . . .	27
Afrika . . . . .	28
Sammanställning av skifferoljetillgångarna i världen . . . . .	28
<i>Tidigare försök till skifferoljedestillation i Sverige</i> . . . . .	30
<i>Skifferoljeproblemet under senare tid</i> . . . . .	34
<i>Skiffers biprodukter</i> . . . . .	41

För framställning av inhemskt motorbränsle i större skala kunna ett flertal olika utgångsmaterial ifrågasättas. Om hänsyn toges till de olika materialens kvantitet, deras lättillgänglighet och prisläge synas emellertid f. n. ved och träkol för gengasdrift, sulfitlut och oljeskiffer vara de, som komma i främsta rummet. Om vi vidare inskränka oss till motorbränsle, som direkt är användbart för motorer av olika slag, ävensom för ångpanneeldning, bortfalla ved och träkol samt sulfitlut och kvarstår enbart oljeskiffer. Sulfitlut-förädling är vidare en industri, som har sin största betydelse under fredsförhållanden och tider av fria handelsförbindelser, enär sulfit-industrien under avspärrningstid av brist på exportmöjlighet inskränkes.

Metoden med generatorgasdrivna motorer har varit känd i många år, och i Sverige var det framför allt ingenjör Axel Svedlund, som sedan 1913 arbetat för saken. Projektet möttes likväl av starkt motstånd från ledande ingenjörs-kretsar och arbetade länge under svåra förhållanden. I och med den inträdande motoroljebristen blev emellertid metoden aktuell, och tack vare densamma har en lösning av transportproblemet i landet med anmärkningsvärd hastighet kunnat ske.

För överförande av sulfitlutens organiska innehåll i annan form än s. k. sulfitsprit, lämplig för motordrift, saknas f. n. i landet en utprovad metod. Enskilda forskare ha tidigare arbetat på frågans lösning; nämnas må kemisten fil. dr E. L. Rinman och ingenjör Folke Winqvist. Av den senare hade ett förfaringssätt utexperimenterats och patentsökts, som grundar sig på lutens partiella indunstning, varefter bränd kalk släckes med densamma. Den erhållna produkten, en grusliknande massa, som håller 30 à 40 % organisk substans med 10—20 % fuktighet, låter sig enligt Winqvist utan sammanbakning torrdestilleras, varvid utvinnes flytande kondensat, huvudsakligen alkoholer, ketoner m. m., enligt uppgift direkt användbara i bilmotorer. Vid destillationen erhålles en koks (800—1,000 cal), som kan användas som bränsle. En anhållan om statsanslag för metodens utprovande i större skala framställdes 1938, men avslogs efter hörande av Ingenjörsvetenskapsakademien, varefter saken såvitt bekant icke varit aktuell i vårt land.

Skifferoljeindustrien är av gammalt datum, även om den hos oss hittills icke bedrivits annat än i försöksstor skala. I andra länder har den existerat i omkring 80 år och började i själva verket drivas tidigare än bergoljeindustrien, vilken hämtade sina raffineringmetoder från den förra. Då vi

f. n. stå inför starten av en utökad skifferoljeproduktion, kunna vi bygga på en sedan åratals utexperimenterad och prövad teknik, anpassad efter vårt inhemska material, alunskiffern. Nedanstående avser bl. a. att i någon mån belysa denna metod, utvecklingen av det tidigare försöksarbetet samt skifferoljefrågan i större allmänhet.

### Oljeskiffer.

Med oljeskiffer förstår man en skiffer, som i intim inblandning innehåller en substans, kallad bitumen, vilken är så beskaffad, att den vid uppvärmning avskiljer kol och samtidigt avgiver gaser, varibland olje- och, vid närvaro av oxiföreningar, även vattendestillat. Den bituminösa skiffern är till färgen svart eller brun och har en bladig struktur, vilket bäst kommer till synes efter bränning av densamma. Med avseende på beskaffenheten av den råolja, som utvinnes, skiljer man mellan tvenne slag av skiffrar, sådana, som ge en vid vanlig temperatur tjock, vaselinartad produkt, ur vilken paraffin kan utvinnas, samt sådana, som lämna tunnflytande, icke paraffinhaltig olja. Skiffrar av det senare slaget äro, såvitt f. n. kan bedömas, även rika på oorganiskt bundet svavel, medan svavelhalten i de förra är låg. Den tunnflytande oljan av den senare sorten kallas på fackspråket även för olja med asfaltbas, beroende på att den vid krackning lämnar en riklig återstod av asfalt, den förra för olja med paraffinbas. Olikheten mellan de två slagen av oljor har givit anledning till den förmodan, att frånvaron av paraffin i det ena kan bero på kemisk inverkan från svavlets sida under uppvärmningen och destillationsprocessen.<sup>1</sup> Å andra sidan har även framhållits, att de båda oljeslagen synas vara bundna till olika beskaffenhet i själva skiffermaterialet, och att de lättflytande oljorna skulle vara bundna i kalkrik, de paraffinrika i kalkfattig skiffer.<sup>2</sup> Om detta visar sig vara en generell regel, kan man även tänka sig en primär inverkan på det kemiska förloppet vid bitumenbildningen från det oorganiska slammets eller vattnets sida.

Som en tredje, dock kvantitativt mycket underordnad grupp av oljeskiffrar kan uppföras den i övre Bayern brutna s. k. »karwendelskiffern» och dess motsvarigheter, vilka utmärkas av en hög halt av organiskt bundet svavel. Den ur dessa skiffrar destillerade oljan användes för medicinska ändamål och betingar ett högt pris.

Oljeskiffrarnas bildning antages hava skett i vatten i skyddat läge med rikt djur- och växtliv. Det i lerslammet inmängda organiska materialet undergick småningom en kontinuerlig förintelse med undantag för mera resistenta substanser såsom vax-, harts- och fettämnen, vilka omvandlades till det n. v. bitumenet. Om den rika faunan och floran vittna de ofta i riklig mängd bevarade fossilen. Man känner skiffrar, i vilka de dominerande bestäm-

<sup>1</sup> S. Bergh. I. V. A. Medd. nr 19, 1922.

<sup>2</sup> A. Spiegel, Z. anorg. Ch., 34, sid. 321, 1921.

bara fossilen utgöras av växter, övervägande alger och tång (ex. den australiska och de eocena västamerikanska oljeskifferarna; den tasmanska kerogeneskiffern anses i huvudsak ha erhållit sitt organogena innehåll från sporer och delar av lycopodiaceér); i allmänhet synas dock både växter och djur ha deltagit i bitumenbildningen.

Enligt B. Holmberg<sup>1</sup> är det organiska materialet i alunskiffern i själva verket av två slag, bitumen- och huminsubstanser, av vilka dock endast de förra lämna olja.

Ur skiffern utvinnes genom uppvärmning och destillation råolja, okondenserbar, s. k. »permanent» gas och ammoniak. Råoljan uppdelas vidare i lättare och tyngre fraktioner, varjämte även utvinnes paraffin och asfalt eller enbart asfalt. I den nya industrien i Sverige kommer svavel att framställas ur gasen. Samtliga dessa produkter erhållas dock i allmänhet icke ur en och samma skiffer.

Oljeskifferar ha en mycket stor utbredning och ha anträffats i nästan alla formationer från kambrium till tertiär. De kvantiteter olja som äro bundna på detta sätt äro mycket betydande. Enbart för de svenska alunskifferarna har beräknats, att det sammanlagda oljeinnehållet i förekomster med över 3,5 % olja belöper sig till 560 mill. ton. Även om vi frånräkna de mera lågprocentiska delarna av skiffern och hålla oss till flötser med över 4,5 % olja, når siffran upp till 360 mill. ton, en kvantitet motsvarande omkring 300 gånger den normala totalkonsumtion i landet under senare år. En sammanställning av de hittills bättre kända förekomsterna i världen utvisar en totaltillgång av omkring 26 milliarder ton olja. Dessa siffror lämna givetvis icke i allmänhet upplysning om de kvantiteter, som på grund av brytningstekniska omständigheter ekonomiskt kunna tagas ut, även om i vissa fall och särskilt beträffande de kvantitativt övervägande amerikanska fyndigheterna hänsyn tagits härtill vid uppskattningen. De visa likväl, att det är oerhört stora tillgångar, som äro bundna i skifferbitumenet, och i längden torde de sannolikt icke undgå att utnyttjas för produktiv verksamhet.

I den mån upplysningar stått att hämta ur den hithörande litteraturen äro i det följande uppgifter sammanställda om kända förekomster i världen.

### Sverige.

Den för oljedestillation och kalkbränning, tidigare även för alunberedning använda alunskiffern tillhör den mellersta och övre delen av kambrium, vartill kommer den ävenledes bituminösa dictyonema-skiffern i ordoviciums understa del, vilken zon likväl icke överallt är representerad (exempelvis ej i Kinnekulle och Närke). Paläontologiskt indelas den kambriska alunskiffern i en undre del, paradoxidesskiffern, som är mindre rik på bitumen, och den däröver belägna olenidskiffern, som är den egentliga oljebäraren.

<sup>1</sup> I. V. A. Medd. nr 49, 1925.

Alunskiffer har en betydande utbredning i vårt land. Förekomster finnas i Skåne, bildande en bred zon från SO-hörnet av landskapet mot NV, på Öland, i Östergötland, i Västgötabergsen samt i Närke. I Jämtland och fjällkedjan har hithörande bergart ävenledes en betydande utbredning, dock är skiffern där under inverkan av de bergskedjebildande krafterna starkare förändrad och kolinnehållet delvis grafitomvandlat. Alunskiffern är överallt inblandad med organisk substans och svavel, bundet i svavelkis.<sup>1</sup> Dock är den organiska substansen av olikartad beskaffenhet, och innehållet av oljeavgivande bitumen varierar betydligt även i relativt närbelägna förekomster. Nedan äro anförda siffror i % av skiffern för de olika förekomsterna, hämtade från bestämningar, utförda av Sveriges geologiska undersökning och B. Holmberg.<sup>2</sup> De anförda siffrorna utgöra i allmänhet medeltal av flera analyser från olika lokaler. Siffran inom parentes vid lokalnamnen anger antalet analyslokaler.

	Olja	Svavel	Aska
Skåne (8) . . . . .	0		
Öland (2) . . . . .	3.0	5.6	80.5
Halle- och Hunneberg (1) . . . . .	0.2		79.8
Billingen och Falbygden (5) . . . . .	1.8	6.6	77.6
Jämtland och fjällkedjan (6) . . . . .	0		
Kinneulle (8) . . . . .	4.8	7.3	72.3
Närke (3) . . . . .	5.0	6.9	73.4
Östergötland (5) . . . . .	4.0	5.5	78.0

Skifferns spec. vikt växlar mellan 2.05 och 2.40. Såsom medeltal kan anföras 2.2. Mäktigheten av de analyserade lagren omfattar i Närke 10—19 m, i Östergötland 10—19.6 m (i ett fall 5 m) och å Kinnekulle 2.9—7 m. Såsom framgår av tabellen är det endast i dessa tre områden, som skifferns oljehalt är tillräckligt hög för att tillåta en oljeindustri. Även i de enskilda områdena varierar oljeinnehållet. Sålunda är det i trakten kring Yxhult (5.3 % upp till 5.8 %) större än vid Lanna (4.8 %). Å Kinnekulle angiva de tillgängliga analyserna en högre oljehalt i brotten utmed norra och östra delen av berget (5—5.6 %) jämfört med förhållandena i de sydligaste och västra brotten (4.2—4.4 %). Siffrorna från Kinnekulle äro dock ej fullt jämförbara med värdena från Östergötland och Närke, enär de senare till större delen hänföra sig till fullständiga borrhärlor, omfattande hela mäktigheten av skifferlagret, de från Kinnekulle till prover, tagna i brotten och refererande till begränsade delar av skiffern. Beträffande Närke räknar man med stöd av kompletterande, ännu ej publicerade analyser och borrhärlor, att i Yxhultstrakten kunna bryta en skifferflöts med 12—18 m mäktighet och ett genomsnittligt oljeinnehåll

<sup>1</sup> Enligt S. Bergh torde i skiffern förekommande klotformiga bildningar, synliga i mikroskop vid stark förstoring, böra tydas såsom fosilifierade svavelbakterier. G. F. F. 50, 413, 1928.

<sup>2</sup> S. G. U., Ser. C. nr 437. I. V. A., handl. Nr 101, 1930. Utredning rörande möjligheterna för en inhemsk tillverkning av mineraloljor etc. av 1913 års skifferolje-kommitté. 1919, sid. 82—113.

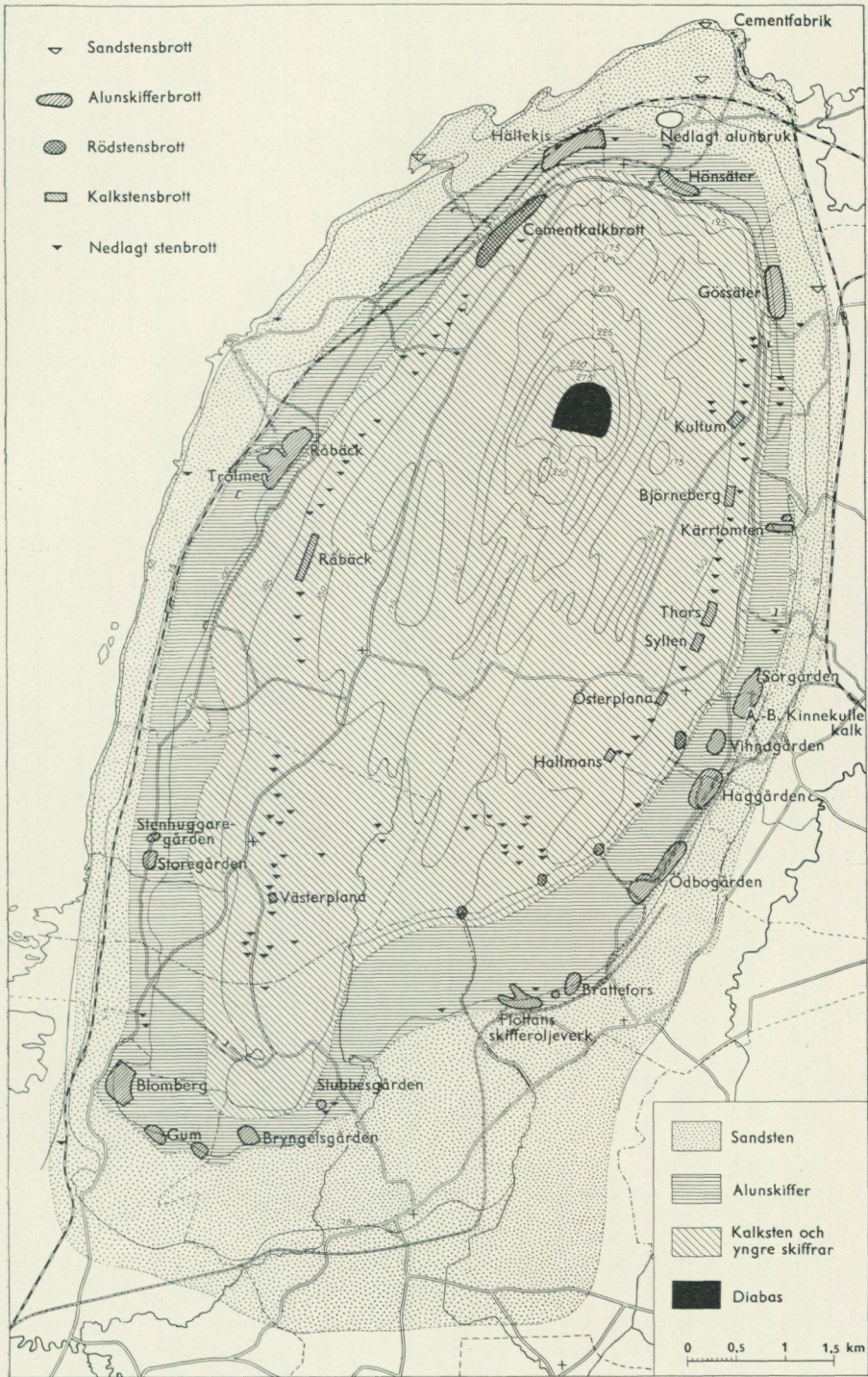


Fig. 1. Alunskiffrens utbredning på Kinnekulle efter S. G. U., Ser. Aa, N:o 182.

†1-411118. S. G. U., Ser. C, N:o 441. Sundius.

av 5.4—6.1 %. Vid Kinne-Kleva har man i Flottans Skifferoljeverks brott brutit en lagerpacke om c:a 8.5 m i tvenne pallar ned till det s. k. »tjocka berget» — en mäktig orstensbank — och i genomsnitt uttagit skiffer med omkring 4 % oljeinnehåll. Härvid har emellertid material ur båda pallarna avdelats till fältugnarna för kalkbränning. Vid den nyanlagda fabriken vid Kinnekulle, som icke kommer att vara kombinerad med kalkbränning i fältugnar, ämnar man utnyttja hela mäktigheten för oljedestillationen, varjämte c:a 3 m skiffer under tjocka berget inbegripes i brytningsflötsen. Totala mäktigheten av denna kommer därvid att belöpa sig till c:a 12—14 m. I Östergötland synes oljeinnehållet vara högre i områdets nordligaste och sydvästligaste delar och lägre i de centrala. Enligt J. Eklund kan man i de förra räkna med en genomsnittlig mäktighet av 5 m med en oljehalt i skiffern av 4—5.4 % olja.

Ovanstående mäktigheter avse emellertid icke ren skiffer, utan inbegripa även i skiffern inlagrad s. k. orsten, en bitumenhaltig, svart—brunaktig kristallinisk kalksten, som uppträder i form av linser eller mera sammanhängande band. Denna måste före destillationen avskiljas. Dess mängd varierar både i olika områden och i olika nivåer av lagerserien. I Närke har orsten uppskattats till 15 à 20 %. I det oljerika området vid Yxhult är dock siffran lägre, omkring 10—15 %. I den rikaste skiffern i Östergötland har dess mängd uppskattats till i genomsnitt 10 %. I Kinnekulle är orstensmängden störst i södra och västra sidan av berget och avtager mot N och NO. Detta är ett gammalt erfarenhetsrön från kalkbränningen. Medan man i de sydligaste och västra brotten får tillräckligt med orsten i brotten, fullt ut svarande mot den samtidigt utvunna skiffern, måste man längre mot norr fylla ut med röststen (ortocerkalk) för att täcka uppkommande skifferöverskott. Detta senare var även fallet vid Kinne-Kleva. I skifferoljeverkets brott har man i de två över tjocka berget brutna pallarna i genomsnitt haft 25 % orsten i den undre och 37 % i den övre. De under tjocka berget liggande lagren, som komma att inbegripas i den planeerade nya brytningen, äro betydligt fattigare på orsten.

De lager, som brytas och komma att brytas vid Kinne-Kleva, tillhöra samtliga olenidskiffern. Så är även förhållandet i Närke. I Östergötland ligga de oljerikaste delarna i de kända profilerna i dictyonema- och översta delen av oleneid-zonen.

Brytningsförhållandena äro synnerligen gynnsamma på Kinnekulle. Skiffern angripes här från terrassbranten mot den lägre liggande sandstensplatån. Den är täckt av ett endast c:a 1 m tjockt jordtäckte, som avröjes. Skiffern borraras med pneumatiska borrar, skjutes ut i pallar och lastas i i decauvillevagnar, som köras till krossverket. Lastningen kommer vid det nya verket att ske med grävskopa. I Närke äro delar av skiffern åtkomliga i dagbrott under jordbetäckning av växlande djup. Andra delar täckas av kalksten, som måste avröjas, eller nödvändiggöra gruvbrytning. I Östergötland äro förhållandena mindre väl kända. Stora delar av skif-

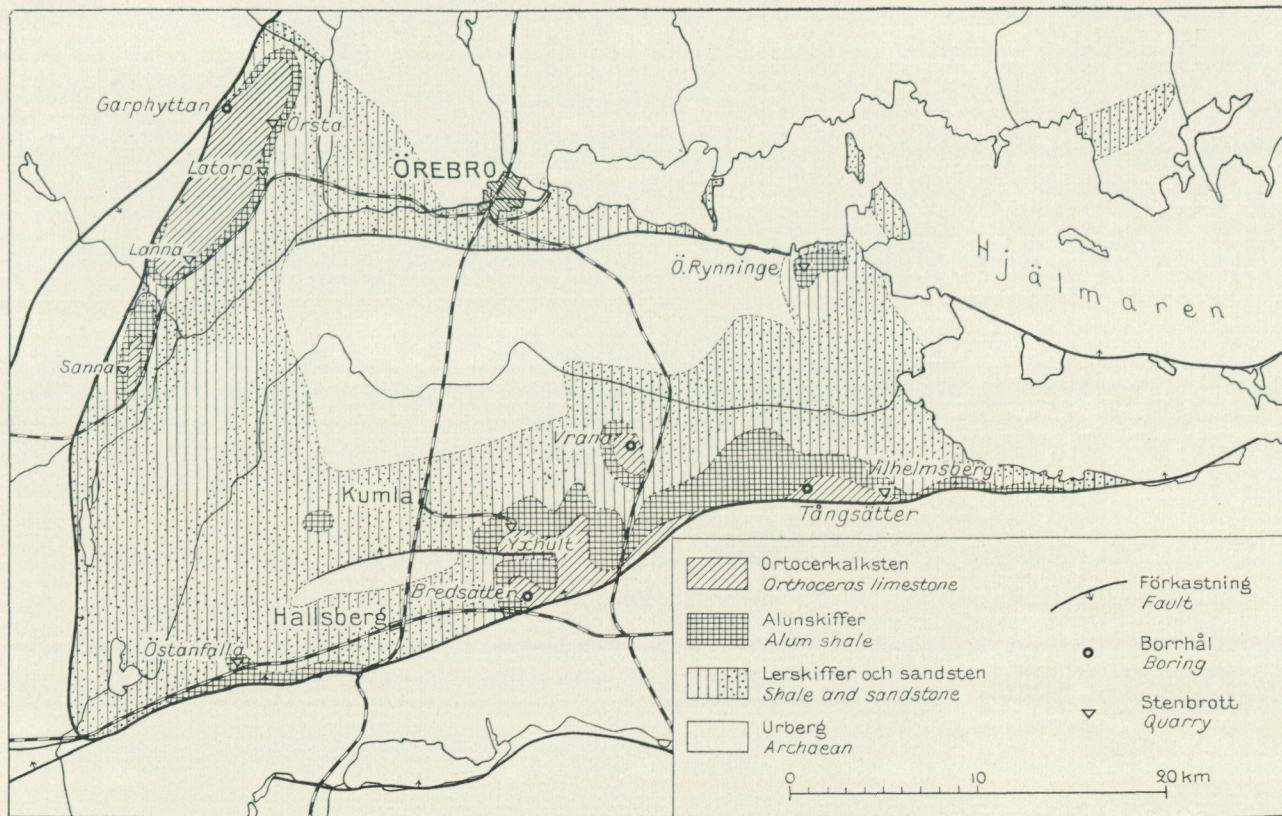


Fig. 2. Alunskiffers utbredning i Närke. Enligt Josef Eklund 1939.

fern äro täckta av mäktig kalksten, men enligt Eklund torde dock sannolikt dagbrytning vara möjlig inom betydande områden.

De oljehalter, som i det föregående anförts, representera laboratoriemässigt bestämda värden. De äro emellertid icke identiska med dem, som utvinns vid industriell drift. Enligt erfarenheten från den fleråriga driften vid Kinnekulle håller sig oljeutbytet vid c:a 80 % av de i laboratoriet funna värdena.

Såsom genomsnitt för sammansättningen av den i ugnarna ingående skiffern vid Kinne-Kleva anför Bergh från försöksverket följande siffror (1). Under 2 anföras motsvarande siffror för skiffer från Yxhult enl. samma förf.<sup>1</sup>

	1	2		1	2
Kol % . . . . .	13.8	17.7	Vatten % . . . . .	1.5	1.3
Väte % . . . . .	1.5	2.0	Värmevärde cal/kg . . . . .	1600	2050
Svavel % . . . . .	6.7	6.8	Olja enl. analys % . . . . .	4.3	5.4
Aska % . . . . .	76.0	72.7	Spec. vikt . . . . .	2.2	2.2

Kvävehalten uppgår till omkr. 0.35 %.

Den totala arean, täckt av alunskiffer i Närke och Kinnekulle beräknades 1916 av H. Hedström<sup>2</sup> till 106 resp. 50 km<sup>2</sup>, och de senaste årens undersökningar torde föga ha ändrat dessa siffror. För Östergötland kan motsvarande siffra anslås till omkring 500 km<sup>2</sup>.

Med stöd av de borrhningar och analyser, som under de två senaste åren utförts på initiativ av och genom Sveriges geologiska undersökning i Närke och Östergötland, ha tillgångarna på oljeskiffer i dessa landskap av J. Eklund beräknats till c:a 12,000 mill. ton i det förra och 1,800 i det senare landskapet. För Östergötlands del är därvid räknat med en genomsnittshalt i skiffern av över 3.5 % olja. Frånräknas de fattigare delarna av skiffern, erhålles en siffra för detta landskap av 6,000 mill. ton skiffer med över 4.5 % olja. I Kinnekulle har den brytvärda skiffern uppskattats till c:a 500 mill. ton.

Det beräknade oljeinnehållet i de tre landskapens fyndigheter fördelar sig på följande sätt: Närke — 85 mill. ton, Kinnekulle — 25 mill. ton, Östergötland — skiffer med över 4.5 % 250 mill. ton, skiffer med över 3.5 % 450 mill. ton.

### Norge.<sup>3</sup>

Oslo-fältets alunskiffer är fattig på bitumen och kan icke utnyttjas för oljeframställning. Norges enda kända oljeskiffer är av jura-ålder och anstår på östra sidan av Andöen, den nordligaste av Lofotenöarna. Skiffern förekommer här i sandsten tillsamman med kol av bogheadtyp med rela-

<sup>1</sup> Shale-Oil production in Sweden, Conference on Shale Oil and Cannel Coal in Glasgow, 1938.

<sup>2</sup> 1913 års skifferoljekommittés rapport, bil. II.

<sup>3</sup> N. G. U. nr 36, Aarbog 1903, S. Bergh, I. V. A., Medd. nr 19, 1922.

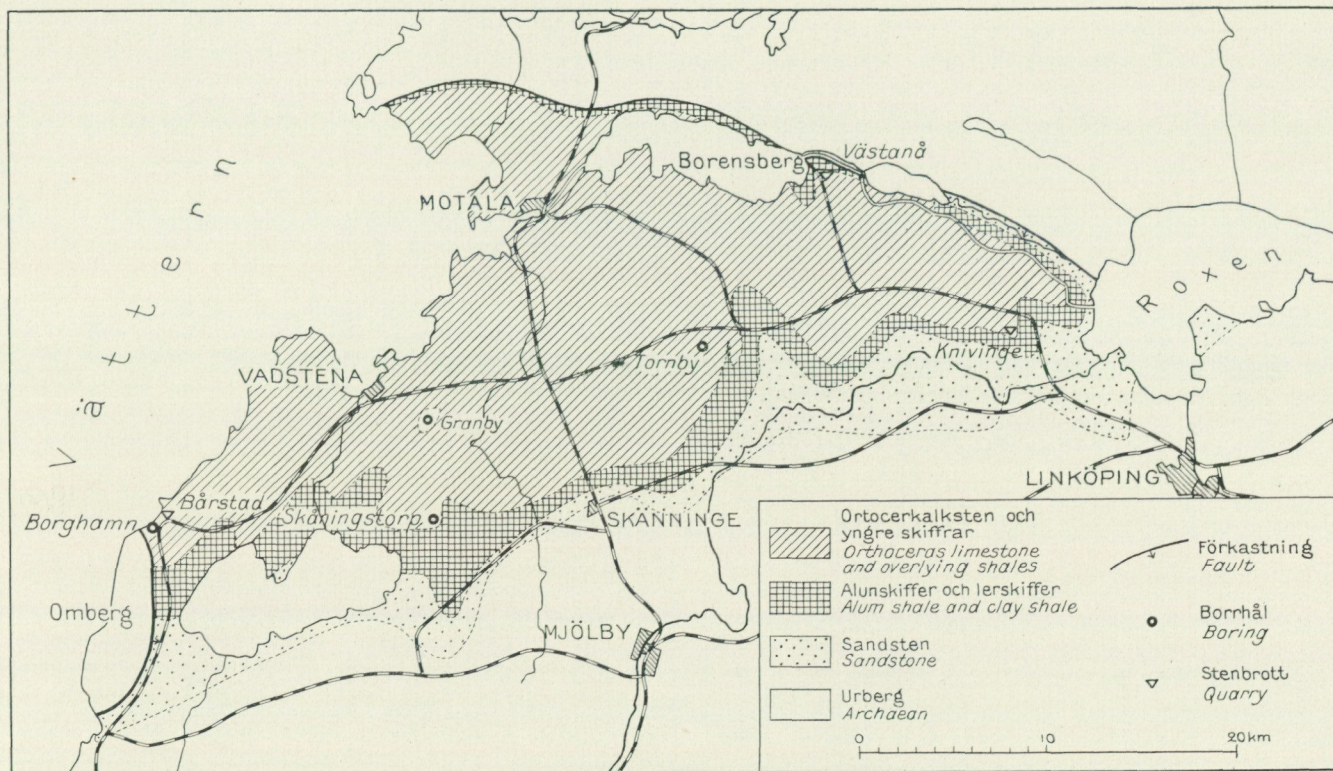


Fig. 3. Alunskiffers utbredning i Östergötland. Enligt Josef Eklund 1939.

tivt hög askhalt. Den har en sp. vikt av 2.01 och ett innehåll av 16.5 % flyktiga beståndsdelar. Både skiffern och kolet måste brytas underjordiskt.

### Estland.<sup>1</sup>

Den estländska oljeskiffern, även kallad »kuckersit» efter den ort, där den upptäcktes, utbreder sig i norra delen av Estland från ryska gränsen fram emot Baltischport i V. Väster om Reval tunnar den ut till ett få cm tjockt skikt. Mot öster ökar den i tjocklek och fortsätter vidare in i Ryssland. De brytvärda delarna i Estland äro således belägna norr, nordväst och nordost om Pejpus. Estland har i själva verket två bituminösa skifferlager, varav det ena utgöres av dictyonemaskiffer, alltså tillhörande ordoviciums understa del. Detta lager, som träder i dagen i kustglinten, är relativt mäktigt (4 m) och lätt åtkomligt, men för fattigt för destillation (oljehalt 2.6—3.1 %). Däröver följer glaukonitsand och -kalk samt kalksten. I den senare är kuckersiten inlagrad. Samtliga led tillhöra alljämt ordovicium. Kuckersitflötsen når en maximal mäktighet av 3 m, men består icke av enhetlig oljeskiffer utan av 8 st. individuella skifferlager, växellagrande med kalksten. Den sistnämnda uppskattas till 25 à 35 % av hela flötsen. Då lagren stupa sakta åt SSV (c:a 3 m på 1 km), träder kuckersiten i dagen 3—15 km från kustglinten. Den kan här brytas i dagbrott, varvid endast den lösa jordbetäckningen måste undanskaffas. Kalkstensbetäckningen mot S ökar dock snart, så att underjordsbrytning måste tillgripas. Man räknar med att kunna börja sådan vid 2.5—3 m kalkstenstak. Lagren ligga nästan orubbade och ostörda av förkastningar. Flötens brytbara utbredning uppgives till 120 à 130 km i V—O och 15—25 km i N—S. Skiffer- och oljekvantiteterna inom detta område ha vid olika tillfällen uppskattats olika från 1.5 till 5 à 6 milliarder ton skiffer och 300 mill.—1 milliard ton olja.

Kuckersiten är i fuktigt tillstånd chokladbrun, i torrt ljusbrun. Spec. vikt = 1.2—1.6, växlande alltefter rikedom på bitumen. Skiffern är mycket rik på fossil. Såsom genomsnittssammansättning angives 29.5—40 % aska, 35—50 % bitumen, 12—15 % fukt. För färsk, just bruten skiffer vid Kohtla uppgives: Fukt 14 %, CO<sub>2</sub> 9 %, aska 34 %, organisk subst. 43 %. Den organiska substansen uppgives hålla c:a 76.7 % C, 9.2 % H, 0.25 % N, 2 % S, 0.6 % Cl och 11 % O. Skiffrens värmevärde varierar mellan 2,700—3,700 k cal. Ur prov med 42 % organiskt innehåll fås enligt Fischerprovet 26 % olja, 4 % gas, 3 % vatten och 66 % aska. I den industriella driften håller sig oljeutbytet mellan 18—20 %. Att döma av dessa siffror skulle utbytet uppgå till närmare 80 %.

Kuckersiten började undersökas 1916 under förra världskriget på föranstaltande av ryska regeringen. Avsikten var att under då rådande avspärning tillföra Petersburg bränsle, och en brytning av 500,000 ton per

<sup>1</sup> A. v. Antropoff, Z. anorg. Chem., 1922; M. Raud, Oil Gas Journ. 35, Nr 41, sid. 66, 1937; W. Lindquist, Tekn. tidskr., 1937, Kemi, sid. 71; K. André, Brennstoff Chem., 1935, sid. 464.

år planerades. Arbetena avbrötos emellertid av revolutionen. 1918 återupptogs de av estniska regeringen, som påbörjade destillationsanläggningar. Skiffern tillhörde staten, som utfärdade koncessioner. Till 1937 hade 12 sådana beviljats och vid denna tid voro 4 olika destillationsföretag i arbete, varav ett statligt, förlagt till Kohtla. Det företag, i vilket svenskt kapital är investerat, Estniska Skifferoljekonsortiet, är beläget 3 mil V om Narva.

Skiffern användes för olika ändamål. Tidigare har större delen av det brutna åtgått för eldning (kraftalstring, lokomotiv etc.). För cementfabrikation användes skiffern i finpulvriserat tillstånd och inblåses i denna form i ugnarna, varvid askinnehållet lämnar en del av cementets material. Även för gasframställning användes skiffern, dock i blandning med stenkol.

Skifferaskans sammansättning är:

SiO <sub>2</sub> = 38.4 %	SO <sub>3</sub> = 6.0 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 6.5 %	MgO = 1.1 %
CaO = 39.6 %	K <sub>2</sub> O (Na <sub>2</sub> O) = 2.1 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 6.3 %	

Kvantiteten skiffer, som brutits för oljedestillation, har under årens lopp ökat även relativt i förhållande till den, som använts för bränsle. Detta visas av nedanstående tabell:

	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1939
Bruten mängd skiffer, ton	502,000	500,000	589,000	604,000	765,500	1,139,710	1,700,000
Skiffer till oljeutvinn., >	198,000	202,000	243,000	251,000	343,000		
> > bränsle >	303,300	297,900	345,500	354,300	422,100		

Råoljan raffinerar till bensin och brännolja, varvid asfalt utvinnes. Där-  
emot ej paraffin. För 1933—37 redovisas följande siffror:

	1933	1934	1935	1936	1937
Brännolja, ton . . . . .	37,600	49,900	47,300	63,500	
Bensin, > . . . . .	5,000	5,900	6,200	7,500	111,890 ton råolja

1939 producerades 180,000 ton råolja, varav erhöles 22,600 ton bensin. Estland var vid denna tid den största skifferoljeproducenten i Europa.

Kuckersiten erbjuder vissa svårigheter vid destillationen på grund av benägenhet att vid upphettning sintra samman och fastna i retorterna. Vid destillationen användas av de olika företagen tre typer av destillationsapparater s. k. Pintschretort med invändig eldning (undre delen av retorten inrättad såsom gasgenerator för skifferkoksen), roterande ugn samt tunnelugn, båda med utvändig uppvärmning. Principen för den sistnämnda, som blivit aktuell hos oss genom det vid Lanna i Närke föregående höst av skifferoljesakkunniga igångsatta destillationsförsöket, är, att skiffern i en långsamt genom tunnelugnen framförd vagn med perforerad botten upp-

värmes genom destillationsgaserna. Uppvärmningen av de senare sker genom element, kopplade vid ugnens sida. Genom rörsystem till ugnens botten och från dess övre del tillbaka till elementen hållas gaserna med fläktar i cirkulation. Den av skiffern avgivna gasen avsuges under hand vid ugnens bortre ände till kondenseringsanläggningen. Den utvunna oljan skall på grund av långvarig beröring med de heta väggarna i värmeelementen i viss mån vara krackad, varför den lär lämna högre halter av lätta fraktioner än vid övriga gängse metoder. Till eldning av elementen användes generatorgas eller de permanenta gaserna från destillationen (ev. även olja), däremot har icke skifferkoksen kunnat utnyttjas härför.

Den vid statsanläggningarna (Pintsch-retort) utvunna råoljan har följande egenskaper: Flampunkt  $83^{\circ}$ , vattenhalt 0.7—1.8 %, fenoler 25—35 %, S 1 %, Sp. v. 0.97—0.99.

Den estländska kuckersiten är Europas och möjligen världens rikaste f. n. kända oljeskiffer. 1937 sysselsattes 5,000 arbetare i den på skiffern grundade industrien.

#### Skottland.<sup>1</sup>

Den sedan mer än 80 år tillbaka i stor skala brutna skotska oljeskiffern är av karbonisk ålder. Den uppträder i form av tunnare och tjockare lager eller flötser, inlagrade i en c:a 1,000 m mäktig sandsten, vilken utgör det näst understa ledet i den skotska karbonen. Över sandstenen följa kalk- och sandstenslager, vilka delvis äro kolförande. Skifferflötsernas antal är 19 med en sammanlagd mäktighet av 33 m och en individuell mäktighet varierande upp till 4.5 m. Såsom brytvärd räknas en mäktighet om 4—12 fot. Skiffrens utbredning är bunden till ett c:a 95 km långt och 8—13 km brett område i Lothian counties söder om Firth of Forth V om Edinburgh, varjämte ett obetydligt område förefinnes N om fjorden. I motsats till de svenska och estländska oljeskifferna är den skotska starkt veckad i syn- och antiklinaler och dessutom störd av ett flertal, i allmänhet V—O-liga förkastningar. Även eruptivbergarter medföra komplikationer. Veckningen har å andra sidan haft det goda med sig, att ett större antal angreppspunkter skapats för brytningen. Denna är helt underjordisk och lagrens stupning är övervägande brant.

Skiffren håller i medeltal 33 à 36 % organiskt material. För medelgod kvalitet uppgives följande sammansättning: Fuktighet 2.63 % flyktiga ämnen 20.84 %, kol i destillationsåterstoden 10.14 %, aska 66.39 %. I den organiska substansen ingår 1.14 kväve och 0.49 svavel. Vid destillationen erhålles f. n. c:a 90 l råolja pr ton (ungefär 9 %). Genomsnittsutbytet har under brytningens fortgång minskats och skall tidigare ha varit c:a 136 l pr ton (c:a 13 %), vilket beror på, att man tidigare starkare koncentrerade brytningen på de rikare lagren. Skiffrens sp. v. är 1.62—2.23.

<sup>1</sup> G. Hellsing, S. G. U., Ser. C, nr 205, 1907, S. Bergh och K. E. Larson, I. V. A. Medd. nr 19 1922, J. B. Sneddon, W. Caldwell och J. Stein, Conference on Shale Oil and Cannel Coal in Glasgow 1938.

Över brytningens storlek lämnar följande tabell en föreställning:

1875 . . . . .	437,774 ton <sup>1</sup>	1925 . . . . .	2,458,052 ton
1885 . . . . .	1,741,750 »	1935 . . . . .	1,408,371 »
1895 . . . . .	2,236,224 »	1936 . . . . .	1,432,036 »
1905 . . . . .	2,491,885 »	1937 . . . . .	1,460,732 »
1915 . . . . .	2,992,676 »		

Den största brytningen torde ha uppnått strax före förra världskriget. Under 1912 och 1913 var den 3.18 resp. 3.3 mill. ton med ett utbyte av över 300,000 m<sup>3</sup> råolja.

Årsproduktionen av råolja utgjorde 1935 118,000 ton, 1936 119,000 ton, 1937 124,000 ton.

Vid destillationen utvinnes råolja, gas och ammoniumsulfat. Ur råoljan erhålles c:a 9 % paraffin samt bensen, brännolja och utmärkt smörjolja. Per ton skiffer får man ungefär 360 m<sup>3</sup> gas (värmevärde 2,300 v.e. pr m<sup>3</sup>) och 20 kg ammoniumsulfat. Råoljan, som har sp. v. 0.8—0.9, är av synnerligen god beskaffenhet.

Den skotska skifferoljeindustrien har pågått kontinuerligt från 1859, då den första fabriken för ändamålet byggdes vid Broxburn. 1865 funnos ej mindre än 120 oljeverk i gång. Utvecklingen gick sedan till sammanslutning i större företag. 1919 bragtes alla i drift varande oljebolag under gemensam ledning och kontroll av Scottish Oils, Ltd., som är ett underbolag till Anglo-Iranian Oil Co., Ltd. Det område, inom vilket bolaget f. n. är verksamt, omfattar c:a 75 eng. kvadratmil, varinom brytes i 12 gruvor. Skiffern bearbetas i 5 st. råoljeverk och för samtliga finnes ett gemensamt raffinaderi i Pumpherston. Skifferdestillationen genomföres i vertikala reortor av c:a 18 m höjd (s. k. Brysonstyp), vilka upphettas utvändigt, och vilkas understa del i viss mån är utbildad såsom generator, i det kolet i skifferkoksen delvis förgasas genom insläppt vattenånga, samtidigt varmed alstras ammoniak. För upphettningen användes dels den permanenta gasen från destillationen (inklusive från skifferkoksen härrörande gas), dels även generatorgas från stenkol, motsvarande 2.5 % av skiffers vikt. Bolagets hela rörelse sysselsatte 1937 10,000 man. Den skotska oljeindustrien har under sista decenniet åtnjutit tullskydd.

### England.<sup>2</sup>

I England förekommer oljeskiffer som relativt tunna men uthålliga lager i den till jura hörande övre oolitformationen. Lagren äro blottade å ett flertal ställen längs en i NO—SV orienterad zon snett över södra England (fig. 4) och ha även anträffats på stort djup i Kent och Sussex. Mäktigheten uppgår till 2.5 å 3.5 m. Skiffern har en vattenhalt av 20, under vintermånaderna 30 %. Utförda försöksdestillationer från olika lokaler ha

<sup>1</sup> Torde avse eng. ton (1,016 kg).

<sup>2</sup> 1913 års skifferolje-kommittés rapport av 1919, S. Bergh och K. E. Larsson, op. cit.

†2—411118. S. G. U., Ser. C, N:o 441. Sundius.

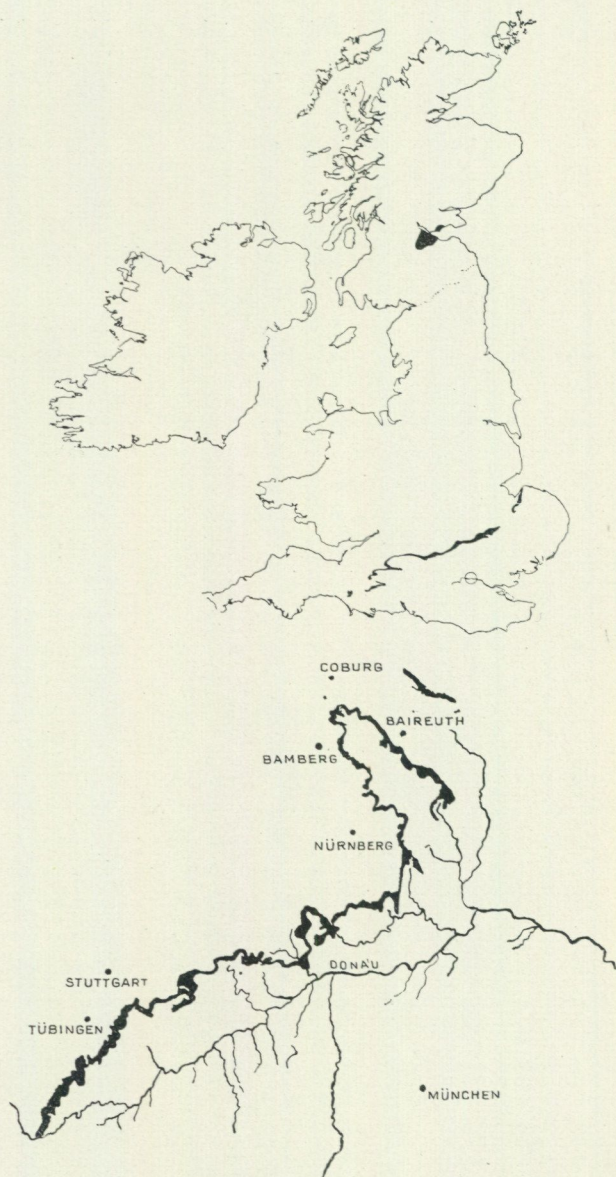


Fig. 4. Kartskiss över skifferförekomsterna i England och Skottland samt Württemberg och norra Bayern. Efter Ing.vet.ak. Medd. 19.

lämnat varierande tal för utbytet. Såsom ungefärligt värde synes kunna angivas 15—20 % råolja och omkring 30 kg ammoniumsulfat pr ton.

Ehuru tillgången är betydande och oljeinnehållet högt, ha dock försöken att tillgodogöra skiffen icke lämnat tillfredsställande resultat. Den största olägenheten synes vara den höga svavelhalten i oljan (c:a 6.5 %), vilken reducerar dess värde. Försök till industri utfördes redan 1848, 1854 och på

1870-talet. En anläggning i större skala gjordes under förra världskriget av The English Oilfields Ltd., i Norfolk. Man fick dock icke fram någon tillfredsställande ugnstyp, ej heller synes man ha lyckats bemästra svavelproblemet.

### Frankrike.<sup>1</sup>

De viktigaste förekomsterna äro belägna i centrala delen av landet vid Autun i departementet Saone et Loire samt mellan Buxieres les Mines och St. Hillaire i departementet Allier, varjämte finnas mindre förekomster på ett flertal ställen bl. a. vid Cannes i södra Frankrike, vilken sistnämnda skall vara likartad med den svavelrika Karwendelskiffern i bayerska alperna. Vid Autun och i Allier äro de brutna skiffarna av permisk ålder och underlagras av en stenkolsförande horisont. Tillsamman upptaga de en area av c:a 180 km.<sup>2</sup> Skiffern uppträder som en övre tunnare flöts om c:a 1 m och en undre om c:a 2.5 m mäktighet. Lagren ha ett föga stört läge med max. 20° lutning. Brytningen sker i gruva och samtidigt utvinnes även kol. I oljeskiffern förekommer även underordnat bitumenrikt kol (boghead kol), vilket bidrager till att höja oljehalten. Skifferns spec. vikt växlar mellan 1.73 och 2.09.

De franska oljeskiffarna äro i allmänhet fattigare än de skottska. Innehållet av flyktiga ämnen växlar i Autun-området mellan 19 och 30 % och askhalten mellan 63 och 74 %. Utbytet i industriell drift utgör 7 à 8 % råolja (spec. vikt 0.9) samt 5 à 7 kg ammoniumsulfat. Råoljans innehåll av paraffin uppgives vara omkr. 1.8 %.

Den franska oljeindustrien startades redan 1839 i Saone et Loireområdet (Autun). Detta var dock blott ett mindre försök, som snart nedlades, och först från 1862 kan man tala om en fransk oljeindustri i större skala. Utvecklingen var likartad som i Skottland, i det till en början ett större antal små anläggningar kommo till stånd, varefter följde sammanslutning till större och färre företag. 1871 funnos 10 olika fabriker med nio ägare. 1893 var antalet fabriker sex och ägarna tre, 1905 var antalet fabriker fyra med en ägare, nämligen det alltjämt verksamma Société Lyonnaise des Schistes Bitumineux. Destillationen sker med retorter av obetydligt modifierad skottsk typ. Brytningen och oljeproduktionen har pågått kontinuerligt vid Autun intill n. v. tid. I Allier-området stoppade den 1914, men skall för c:a 3 à 4 år sedan ha återupptagits.

För driftens omfattning i båda områdena under tidigare skeden lämnas nedan anförda siffror.

	Skiffer (ton)	Råolja (m <sup>3</sup> )		Skiffer (ton)	Råolja (m <sup>3</sup> )
1893 . . . . .	186,040	9,782	1900 . . . . .	220,609	13,419
1895 . . . . .	216,079	10,696	1902 . . . . .	212,955	14,182
1897 . . . . .	190,302	11,476	1904 . . . . .	184,030	13,983

<sup>1</sup> G. Helsing op. cit., 1913 års skifferoljekommitté, op. cit., S. Bergh och K. E. Larsson, op. cit. J. Siegler, Conference on Shale Oil and Cannel Coal, Glasgow 1938.

Kvantiteterna fördelade sig på de två områdena under 1893 i Autun 62 %, i Allier 38 %; under 1904 i Autun 51 %, i Allier 49 %.

Under 1933, 1934 och 1935 brötos 91,000, 102,340 och 88,473 ton skiffer i Autun. För 1937 uppgives en brytning av 110,000 ton i Autun och 18,400 ton i Allier.

### Tyskland.<sup>1</sup>

Tyskland har avsevärda oljeskiffertillgångar, ehuru dock till större delen svärbearbetade på grund av sin låga olje- och höga svavelhalt. Skifferna fördela sig på tre geologiska nivåer och samtidigt tre typer: de s. k. *Possidoniaskifferarna* av jura-(lias-)ålder, *Messelskifferlera* (även benämnd brunkol) NO om Darmstadt, av tertiär ålder, samt de s. k. *Karwendelskifferarna*, inlagrade i trias.

*Possidoniaskifferar*: Den största tillgången är belägen vid Schandalah något Ö om Braunschweig och bildar där ett lager med c:a 33 m medelmäktighet, som med flackt synklinalt läge täcker en area av omkr. 27 km<sup>2</sup>. Skiffern kan till viss del brytas i dagbrott. En andra fyndighet förefinnes i Württemberg i Rauhe Alp—Frankenhöhe och täcker med flackt läge en area av c:a 100 km<sup>2</sup> (fig. 4). Mäktigheten varierar mellan 2.5 och 20 m och uppskattas i medeltal till 10 m. Även här kan dagbrytning i viss utsträckning tillämpas. Oljehalten varierar i båda områdena. Såsom medelvärde uppgives för Schandalah omkr. 4 %, för Württemberg 3—4 %. Svavelhalten är hög, 4 à 5 %. Kväve omkr. 0.3 %. Oljeskiffern kan betecknas som en bitumenhaltig mörklig lerskiffer och innehåller i Württemberg orstensartade inlagringar.

Försök att utvinna olja utfördes på 1850-talet i sistnämnda land, och en oljeindustri kom till stånd, som dock icke kunde konkurrera med bergoljan, då denna kom i marknaden. På 1870-talet nedlades driften. Försök till drift enligt nya metoder ha emellertid tagits upp efter kriget både här och vid Schandalah, dock har man haft att kämpa med stora svårigheter. Till 1921 arbetade sålunda ett företag vid Schandalah (Rütgerwerke A. G.) under medverkan av tyska staten. I Württemberg voro samtidigt fyra firmor i arbete. En av dessa Zeller & Gruelin hade deltagit i den tidigare industriperioden och återupptog driften under kriget. Den bearbetade skiffern höll i genomsnitt 5.5 % olja. Destillationen skedde i en gaseldad rullugn, för vilkens uppvärmning användes den permanenta gasen, sedan svavelfrånskilts, samt generatorgas från kol (9—10 % av skiffervikten). Utbytet var 5 % olja (sp. vikt upp till 0.98). Gasens halt av vätesvavla var 30 %, som upptogs i reningskistor. Industrien var dock vid nämnda tidpunkt knappast lönande. Vid de övriga anläggningarna var driften antingen inriktad på att samtidigt med olja utvinna byggnadsmaterial ur skifferaskan (tegel, kalk ev. även cementbränning) eller utnyttjades skiffern enbart för produktion av de senare.

<sup>1</sup> 1913 års skifferoljekommitté, op. cit., S. Bergh och K. E. Larsson, op. cit. W. Scheithauer, die Schwelteere, 1911; Petroleum, bd. XX, sid. 778, 1924, Z. anorg. Chemie, 1921, II, sid. 179.

Förutom i de beskrivna områdena uppgives possidoniaskiffer förekomma även i norra Tyskland från holländska gränsen till Ems och Teutoburgerwald. Samma skiffer är känd även från Belgien och Luxemburg, dock synes ingen av lokalerna ha varit av lönande karaktär. För Luxemburg (sydvästra delen) uppgives dock en area av 80—90 km<sup>2</sup> och 10 à 12 m mäktighet.

*Messel.* Det bearbetade råmaterialet utgör snarast en bitumen- och vattenrik lera, som anstår under 4 m jordtäckte och förekommer i ett parti med c:a  $\frac{3}{4}$  km<sup>2</sup> area (största längd 1.3 km, största bredd 0.9 km) och med en nedåt vid 150 m avsmalnande spets. Leran är av grönsvart färg och ostliknande konsistens. Vid förvaring i luften hårdnar den och sönderfaller vid frost i papperstunna blad. Den genomsnittliga sammansättningen utgör: Fuktighet c:a 50 %, brännbar subst. c:a 20 %, aska c:a 30 %. Skifferbitumenet har ungefär följande sammansättning: C = 65.16 %, H = 8.51 %, O + S = 23.99 %, N = 2.34 %. Brytningen sker i dagbrott. Per ton bearbetad skiffer utvinnes i genomsnitt omkr. 7.5 % råolja och c:a 300 m<sup>3</sup> brännbar gas med ett värmevärde av nära 3,000 v.e. pr m<sup>3</sup> samt en betydande mängd ammoniumsulfat. Råoljans sp. vikt är 0.85—0.86. Den håller omkr. 7.5 % paraffin. Omkring 1921 utvanns vid anläggningen 15 à 20,000 ton råolja av utmärkt sammansättning pr år och en betydande mängd ammoniumsulfat.

Oljeindustrien vid Messel startades 1885 av bolaget Gewerkschaft Messel. Den i skiffen höga vattenhalten erbjöd en betydande svårighet, som dock tack vare A. Spiegels insiktsfulla ledning bemästrats. Det efter skiffens nämnda egenskap anpassade förfarandet i destillationsprocessen bygger på en tredelning av retorterna i st. f. den skottiska tvådelningen. I den översta delen hålles skiffen vid en relativt låg temperatur, lagom för vattenavdrivning, i den mellersta delen motsvarar temperaturen den för oljdestillation nödvändiga, och den understa är inrättad för gasalstring ur skifferkoksen. Dennas kolhalt reduceras här från c:a 21 % till 8 %. Indelningen i retorterna sker medelst sinnrika fläktanordningar i de omgivande värmekamrarna. Systemet fordrar dock individuell skötsel under driften. Industrien är genomförd med långt driven värmeekonomi. Sålunda utnyttjas en del av det värme, som frigöres vid destillationsgasens nedkylning, för industriändamål och det ur skiffen erhållna kondensationsvattnet för kylning. Av den erhållna permanenta gasen användes större delen för destillationens genomförande och c:a 20 % för kraftalstring, sedan svavlet avskilt i reningskistor.

*Karwendelskiffer.* Denna utgöres av en bituminös dolomit och förekommer blott såsom isolerade mindre förekomster. Utom i övre Bayern skola liknande avlagringar även finnas och bearbetas i Österrike (Seefeld i Tyrolen). I Bayern finnes en destillationsanläggning vid Wallgau, Krünn vid Isar, som omkring 1921 producerade c:a 500 kg råolja pr dag. Skiffen håller i genomsnitt 12 % olja och denna innehåller c:a 9 % organiskt

bundet svavel. Råoljan användes för läkemedelsframställning (Ichtyol o. d.) och betingade vid sagda tidpunkt ett pris av 15 Mk pr kg.

Förutom i redan nämnda stater äro oljeskiffrar kända och delvis utprovade i drift i flera länder i Europa. I *Ryssland* äger en ej ringa brytning rum. För åren 1933—36 redovisades sålunda<sup>1</sup> för 201,600, 206,400, 417,000 och 700,000 ton. Det brutna härrör sannolikt huvudsakligen från fortsättningen av den estländska flötsen. I vilken utsträckning det brutna utnyttjas för oljedestillation är dock okänt.

I *Tjeckoslovakiet*<sup>2</sup> förefinnes ett oljeskifferlager, den s. k. Konnovaskiffern vid Kladlo V om Prag i permiska kolförande lager. Area c:a 25 km<sup>2</sup>, tjocklek 2—4 tum. Tonnaget är beräknat till c:a 6 mill. ton. Oljeinnehållet är 18—20 %. Skiffern brytes tillsammans med underliggande kol och användes som bränsle.

I *Italien*<sup>3</sup> förefinnas oljeskiffrar på Sicilien (Seradifalco) och ha där provbrutits; oljeinnehållet skall dock vara lågt, c:a 4 %. Från fastlandet omnämnas även förekomster (provinserna Undine, Benevent), men de synas vara av mindre omfång. 1922 bröts 5,476 ton skiffer, 1933—35 redovisades för 920 ton i genomsnitt, och 1936 och 1937 brötos 17,764 resp. 3,862 ton, allt sannolikt på Sicilien.

I *Spanien*<sup>4</sup> har oljeskifferbrytning och destillation enligt skottskt mönster försiggått vid Puertobello (provinsen Burgos?), där skiffern såsom ett 6 fot mäktigt lager uppträder i kombination med kol. Dagsproduktionen uppgavs omkring 1924 till 3,500 gallon.<sup>5</sup> Brytningen uppgick 1933 och 1934 till 60,448, resp. 37,783 ton. Även på andra platser skola fyndigheter vara kända, de lära dock vara föga lovande. Någon bestående industri synes ej ha utvecklats i Spanien.

*Bulgarien*.<sup>6</sup> Uppgifter finnas om ett flertal fyndorter, av vilka den viktigaste synes vara en jurassisk skiffer V om Sofia vid Breznik. Tillgången av olja i denna är uppskattad till 30 mill. ton. Flötsens mäktighet anges till 150 à 160 m, omgivande bergart är sandsten. Oljan är paraffinhaltig och utbytet 33 gallon pr ton (125 l).

I *Jugoslavien*<sup>7</sup> har under senare år anträffats och undersökts en betydande förekomst av oljeskiffer i Kroatien. Fyndigheten är belägen i det s. k. Lika-området invid tregränshörnet mellan Kroatien, Dalmatien och Bosnien. Skiffers ålder jura. Den synes bilda en flack skål och täcker en yta, som uppskattas till minst 40 km<sup>2</sup>. För sammansättningen uppgives: fukt 7.95 %, oorgan. subst. 37.09 %, brännbar subst. 54.36 %, S 4.56 %. Oljeinnehållet varierar i olika prover mellan 3.2 till 28.14 %. Oljans sp.

<sup>1</sup> U. S. A. Minerals Yearbook 1938.

<sup>2</sup> F. Schulz, Conference on Shale Oil, Glasgow 1938.

<sup>3</sup> C. Engler, Das Erdöl, VI, 1925.

<sup>4</sup> Petroleum, XX, Ref. Oelschiefer-confer. in Milwaukee sid. 778, 1924; C. Engler, op. cit.

<sup>5</sup> Sannolikt amerik. gallon, 3,785 l.

<sup>6</sup> Z. Angew. Ch. 1921. II, sid. 109 och Petroleum op. cit.

<sup>7</sup> Gr. Petunnikov, Oel und Kohle ver. m. Petroleum, 36, sid. 7, 1940.

vikt 0.886, den innehåller ej paraffin. Under antagande av att en tredjedel är användbar och åtkomlig för brytning, har totala oljeskiffertillgången beräknats till 900 mill. ton.

Enligt statistiken bröts i Jugoslavien under 1934—36 479, resp. 260 och 137 ton oljeskiffer.

### Asien.

I *Burma* och *Siam*<sup>1</sup> är en större oljeskifferförekomst känd och efter borringar uppskattad till ett innehåll av 13.5 milliarder ton. Det genomsnittliga utbytet uppgives till 33 gallon pr ton (c:a 12.5 %). Ungefär hälften kan uttagas med 45 gallon (c:a 18—19 %) och 48 pund sulfats utbyte pr ton. Arean är såvitt känt c:a 22 eng. kvadratmil. Försök med retortanläggning ha utförts. Fyndigheten ligger vid gränslinjen mellan de båda staterna.

*Kina*. I början av 1920-talet upptäcktes i Kwantung i Sydchina en förekomst av oljeskiffer. Den skall giva gott oljeutbyte och håller 2 % S och 1.1 % N.

Asiens bäst kända oljeskifferförekomst och sannolikt f. n. världens största skifferoljeproducent är Fushun i *Mandschuriet*.<sup>2</sup> Förekomsten, som upptäcktes 1909, är belägen c:a 56 km NO om Mukden och har en längd av 11 eng. mil i O—V och 1 eng. mils bredd i N—S. Lagret går i dagen utmed södra kanten av området och stupar med 20—40° lutning mot N, varefter det når ett djup av 4,000 fot. Åldern är oligocen och lagerföljden är: underst 30 m tuffer, däröver Fushuns kolflöts, som från 1—2 m mäktighet i Ö växer till 100 m i V. Över kolet följa skifferar av 350—1,000 m mäktighet, i sin understa del bituminösa. Mäktigheten av den bituminösa zonen är omkr. 450 fot och den uppskattade totalkvantiteten omkr. 540 mill. ton. Genomsnittet av oljeutbytet uppgives till 5—6 %. Skiffern är alltså bland de fattigare brutna och enligt uppgift skulle industrien f. n. ej löna sig, om man icke fick brytningen gratis tack vare kolbrytningen, vilken sker i dagbrott i områdets södra del, där lagren nå dagytan. Utom olja utvinnes ammoniumsulfat och paraffin. Skifferaskan användes delvis såsom fyllnad i gruvan, delvis för fabrikation av slaggcement.

Den n. v. anläggningen startades 1924 av Fushun Collieries, ett dotterbolag till The South Manchurian Railway Co. Oljeverket utökades 1929 och 1934 och lämnade omkring 1938 ett utbyte av 150,000 ton pr år. Vidare utvidgning var vid nämnda tid planerad. För skifferdestillationen användas retorter enligt Pintsch-systemet (se Estland). För uppvärmningen av retorten åtgår skifferkoksen jämte en del av den permanenta destillationsgasen. Resten av den senare användes för eldning för olika ändamål. Oljan levereras till Japans flotta.

<sup>1</sup> Petroleum, op. cit.

<sup>2</sup> T. O'Hashi och T. Fukuzawa, Conference on Shale Oil, Glasgow 1938, H. T. Bain, Ores and Industry in the far east, New York, 1933, sid. 131.

Följande siffror visa industriens omfattning under de senare åren.

	1933	1934	1935	1938
Bruten skiffer, ton . . . . .	2,683,440	2,105,765	3,436,647	—
Råolja, > . . . . .	—	—	70,000	150,000

### Nordamerika.

*Föreanta staterna.*<sup>1</sup> Bortsett från mindre förekomster i Nevada, Oregon, Kalifornien och Texas har U. S. en väldig oljereserv i de två stora huvudförekomsterna i de västra och östra staterna. Av dessa tillhör den senare övre delen av devon eller möjligen delvis understa karbon. Den under-

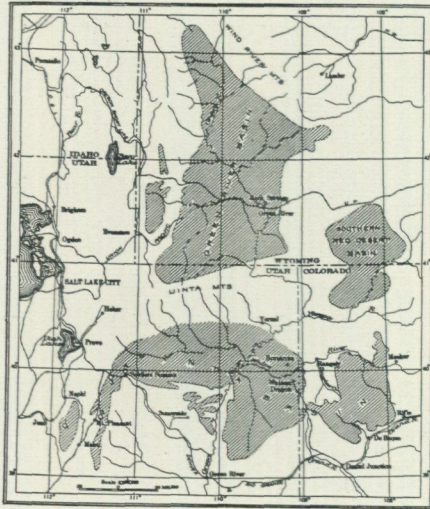


Fig. 5. Karta över Green River-formationen i västra U. S. A. Efter U. S. Geol. Surv., Bull. 641.

lagrar de östra kolfälten. De ur alla synpunkter viktigaste västra skifferna äro av tertiär ålder och ingå som uthålliga lager i den s. k. Green River-formationen i Green River- och Uintah Basin öster om St. Saltsjön.

*Västra området.* Skiffrens utbredningsområde omfattar delar av tre stater: Colorado, Utah och Wyoming (fig. 5). De viktigaste tillgångarna falla inom de två förstnämnda, i vilka arean uppskattats till omkr. 5,500 kvadratmiles. Green River-formationen består av skifferar, underst med mindre inlagringar av sandsten, oolit och kalksten i en max. 2,600 fot mäktig komplex. I komplexens mellersta del uppträda de bituminösa skifferna som en mångfald lager av olika mäktighet, ävenledes med individuellt och lokalt växlande tjocklek och karaktär. De äro rika på fossil, övervägande växter, däribland alger, men även insekter, fiskar och larver ha konstate-

<sup>1</sup> D. C. Winchester, Oil Shale in the U. S., Econ. Geol. XII, 1917, sid. 405, U. S. Geol. Surv., Bull. 641, 1917. A. J. Kraemer, Conference on Oil Shale, Glasgow, 1938, G. H. Ashley, Oil resources of black shales of the eastern U. S., Geol. Surv., Bull. 641, 1917.

rats. Formationen bildar flacka synkinalområden, åtskilda genom antiklinala mellanpartier. I Colorado utgör den det yngsta ledet i berggrunden, f. ö. täckes den av yngre bildningar (Bridge-formationen). I genomsnitt räknar man i Utah och Colorado med över 10 fot oljeskiffer, rikare än den skottska, och lokalt upp till 100 fot med rik skiffer, medan förhållandena i Wyoming äro mindre fördelaktiga. Vid de statliga försöksarbetena erhöles pr short ton (907 kg) skiffer 31.8—34.8 gallon råolja (13—14.5 %). Denna är paraffinhaltig.

Enligt Winchester fördela sig tillgångarna på olja i brytbar Green River-skiffer (över 1 fot mäktig med över 15 gallon olja pr ton) på följande sätt:<sup>1</sup>

Colorado . . . . .	79,625,998	tusen barrels à 42 am. gallon (1 barrel = 158.98 l)
Utah . . . . .	48,800,000	» » » » » » » »
Wyoming . . . . .	3,044,000	» » » » » » » »

Före upptäckten av petroleum destillerade mormonerna olja ur skiffern i en anläggning nära Juab i Utah. Någon industri synes emellertid senare icke hava kommit till stånd. Skifferna undersöktes av U. S. Geol. undersökning 1915—1925, varvid även talrika analyser utfördes. 1925—1929 pågick en statlig provdrift å olika ställen av skifferförekomsterna under ledning av Geol. undersökn. 1916 reserverades stora områden i Colorado och Utah för flottan.

*Östra området.* Den devoniska skiffrens östra utgående sträcker sig utefter en nordostlig linje genom mellersta delen av Alabama, östra delen av Tennessee och centrala West Virginia. Härifrån utbreder den sig över delar av Ohio, Indiana och nästan hela Kentucky. Över den oljehaltiga skiffern finnas kollager och associerade med dessa mindre förekomster av boghead kol, från vilka emellertid kan bortses, då de spela ringa roll. Av Ashley uppskattas medelmäktigheten av den devoniska oljeskiffern till 30 fot, varav hälften antages vara brytvärd. Som genomsnittsvärde för utbytet anges 10 à 12 gallon olja pr ton (4.2—5 %), 2,000 kubikfot gas och  $\frac{1}{3}$  pund ammoniumsulfat pr ton. En god del av skiffern kan brytas i dagbrott. Innehållet av svavel i densamma uppgives i en analys till 2.08 %. I ett annat prov anföres 10.367 % svavelkis (motsv. 3.77 % S).

Av Winchester uppskattas oljetillgången i Indiana och Kentucky i lager med minst 1 fots mäktighet, brytbara i dagbrott samt med ett oljeinnehåll av minst 10 gallon pr ton (4 %) till 7,680,000 resp. 10,978,560 tusen barrels om om 42 am. gallon (158.98 l).

*Canada.*<sup>2</sup> Betydande tillgångar finnas i New Brunswick, Nova Scotia och New Foundland. De förstnämnda äro av underkarbonisk ålder, i Nova Scotia uppträda flötsarna på olika nivåer från under- till överkarbon. Om det stratigrafiska läget av skifferna på New Foundland saknas uppgift.

<sup>1</sup> Härtill kommer en isolerad mindre förekomst av samma oljeskiffer i Nevada, för vilken oljeinnehållet beräknats till 6,039 tusen barrels.

<sup>2</sup> Petroleum, 1924, op. cit., A. A. Swinnerton, Conference on Oil Shale, Glasgow 1938.

I New Brunswick uppträda skiffrarna på flera platser inom ett område av c:a 70 eng. mils utsträckning. Större fyndigheter omnämnas från Albert och Westmorland counties. Skiffrarna ingå som lager i den över 300 m mäktiga s. k. Albert-formationen, vilken intager ungefär samma stratigrafiska nivå som de skottiska oljeförande lagren och i likhet med dessa är starkt veckad, varför en utredning av det verkliga antalet flötser försvårats. För de individuella flötserna anföras siffror, växlande mellan 3 och 70 fot och laboratoriebestämda oljehalter på 6 till 32 gallon pr ton. Oljan är paraffinhaltig.

I Nova Scotia förekomma bituminösa skiffrar i ett område från St. Lawrence bukten till Avon River i Hants county. Anförda analyser utvisa en oljehalt av 7—46 gallon pr ton. I Nova Scotia synas dock skiffrarna delvis vara relativt rikare på kol och fattigare på bitumen än i New Brunswick.

1922 blev en stor förekomst av oljeskiffer undersökt på New Foundland å dess västra sida c:a 20 eng. mil från kusten. Skiffern bildar en långsträckt, max. 12 eng. mil bred bassäng. Borrhål utvisade 481 fot oljeskiffer i 32 olika lager, varav ett var 234 fot, andra 24, 30 och 64 fot. Oljeinnehållet anges till 20—30 gallon råolja. Skiffern skall täcka en yta av 200 eng. kvadratmil.

Även från flera andra lokaler i Canada äro bituminösa skiffrar kända, de synas dock icke vara av ekonomisk betydelse.

I Canada utfördes i Ontario och New Brunswick försök till oljeindustri på ett tidigt stadium (1859 och 1862). De blevo dock snart nedkämpade av petroleumimporten. Sedan dess ha arbetena inskränkt sig till utredningar av skiffertillgångarna och destillationsförsök.

### Sydamerika.

I Sydamerika äro bituminösa skiffrar kända från ett flertal platser i *Brasilien*.<sup>1</sup> Deras storlek och geologiska förhållanden äro dock ofullständigt utredda. Den mest kända förekomsten synes ligga i Bahiaprovinsens södra del. Skiffern, kallad »Marahú-skiffer», uppträder i krita och tertiär. Förekomsten är uppskattad till 450,000 ton fuktigt material. Askinnehållet varierar mellan 8 och 42 %. Skiffern uppgives lämna ända upp till 577 l råolja pr ton. Att döma av dessa siffror torde materialet dock snarare vara att räkna som bogheadkol än som oljeskiffer. Ett försök 1891 att starta en anläggning efter skottskt mönster misslyckades emellertid. Andra förekomster omnämnas från 6 olika platser, samtliga belägna vid eller på någon distans från kusten i landets östra och nordöstra del. Åldern anges i ett fall till tertiär, f. ö. är den okänd.

En mindre fabrik var 1938 i gång vid Irety.

<sup>1</sup> C. S. Nabuco och L. Mariti. Conference on Oil Shale, Glasgow 1938.

### Australien.

De här brutna förekomsterna bestå snarare av bogheadkol än av oljeskiffer. Fyndigheterna äro belägna i New South Wales och utgöras av lenticulära linser, de största av 2 eng. mils längd och bredd. Mäktigheten varierar från få tum till max. 5 fot i centrum. Ålder undre karbon, alltså likartad med den hos de skottiska skiffrarna. Flötserna ligga under andra bergartslager och brytas i tunnlar. Rik skiffer lämnar 80—100 gallon pr ton (363—454 l). Askinnehållet uppgives växla mellan 5 och 57 %. Ur råoljan utvinnes paraffin. Den största förekomsten har uppskattats till 5 mill. ton. För totala tillgången uppgives en siffra av 40 mill. ton, dock betecknas uppskattningen såsom osäker.

Skiffern har kallats för »kerosene-shale», enär den viktigaste produkten var lampolja. 1860—1920 hade brutits 2 mill. ton, varav 560,000 ton exporterades till olika länder i Europa för tillsats vid gasverksdrift. 1865 tillkom den första retortanläggningen, som dock var av ringa storlek. Destillation upptogs i fortsättningen av andra företag intill 1922, varefter industriell rörelse icke bedrivits.

### Tasmanien.

Tillgångarna inskränka sig praktiskt taget till ett område å norra delen av ön söder om Devonport, inom vilket oljeskiffer förekommer på ett flertal ställen. Dessutom finnas ett fåtal lokaler längre i V. Den i dessa fyndigheter uppträdande oljeskiffern är av karbonisk ålder och jämställs stratigrafiskt med den australiska, ehuru den är av väsentligt annan typ. Ytterligare ha mindre inlagringar i kolflötser anträffats, men utan ekonomisk betydelse. Den egentliga oljeskiffern, även kallad »tasmanit» ligger i oveckade, flackt eller horisontellt belägna, men av förkastningar starkt störda lager, varierande i djupläge från nära ytan till 500 fot. Den uppskattade skiffer-tillgången belöper sig till omkring 31 mill. ton. Skiffrens sp. vikt är 1—2.6 med 2.1 såsom medeltal. Svavelinnehållet är relativt stort, 2.45—2.92 %. Såsom genomsnitt för utbytet angives 26—33 gallon (118—150 l) pr ton, dock är variationen i de olika förekomsterna betydande. Oljan är av asfalt-typ och lämnar ej paraffin. En svåröverkomlig olägenhet har dess höga sva-velhalt varit.

Undersökning av tasmaniten och provningar av densamma påbörjades 1901. 1910 uppsattes de första retorterna. Under de närmaste åren följde en livlig prospekteringsverksamhet. Intresset gick under världskriget tillbaka, men efter 1922 upptogs på nytt försöksverksamhet av ett flertal bolag. De olika bolagen och enskilda företagare sammanslöto sig under slutet av 1920-talet på ett undantag när till Tasmanite Shale Oil Co., Ltd., som fortsatt med försöksverksamheten. 1933 bedrev detta bolag och det fristående (Shale

<sup>1</sup> Tasmania, Geol. Surv., Min. Resources, No. 8, Vol. II.

Oil Demonstrating Co.) försöksdrift i retortanläggningar av olika modeller. 1910—1932 hade destillerats inalles 248,114 gallons råolja av de olika företagen. För 1933—1935 upptager statistiken blott 3,456 resp. 3,329 och 37 ton bruten skiffer.<sup>1</sup>

### Afrika.

Bitumenhaltiga skifferar äro kända från sydöstra delen av Sydafrika, där de uppträda i den s. k. Karroo-formationen (perm). Skifferflötserna förekomma i Natal och sydöstra delen av Transvaal.<sup>2</sup> Från Natal (Impendhla district) omnämnes en förekomst med tre flötser på sammanlagt 3 fots mäktighet med 2 st. mellanlagrade ofyndiga lager om 4 fot. Man räknar med ett utbyte av 20 gallon pr ton. Inom ett koncessionsområde har tillgången på oljeskiffer uppskattats till 7 mill. ton.

I det på gränsen mot Transvaal belägna Wakkerstrom-området förekommer en till minst 7 mill. ton uppskattad sammanhängande flöts om minst 30 tums mäktighet. Andra påträffade men ej närmare utforskade förekomster finnas i omgivningarna.

I Ermelo-området i Transvaal förekommer tillsammans med ett tunt kolskikt ett 1 fot tjockt s. k. torbanit-lager (bogheadkol) med i medeltal 40 gallons utbyte pr ton. Utbredningen angives omfatta många kvadratmil (engelska).

Råoljan från de sydafrikanska oljeskifferarna är paraffinhaltig.

Ehuru kännedomen om oljeskiffertillgångarna ännu är mycket ofullständig, har det dock synts av intresse att sammanställa de uppgifter, som kunnat erhållas och anförts i det föregående. De siffror, som stå till buds äro givetvis av ganska olika tillförlitlighet. För Skottland ha överhuvud taget inga uppgifter stått att erhålla. För vissa andra länder har en approximativ beräkning gjorts på grundval av uppgifterna om arean av flötserna, deras genomsnittliga mäktighet, skiffers oljehalt och sp. vikt. Där den senare icke funnits uppgiven, ha sannolika värden för densamma antagits. Man torde kunna förutsätta att de anförda talen i många fall äro för stora, å andra sidan saknas uppgifter från flera länder. Slutligen äro stora delar av världen ännu alltför utforskade för att möjligheter för nya betydande fynd skola anses utslutna.

Såsom framgår av tabellen är det U. S. A., som i fråga om tillgångar dominerar. Av kända 26 milliarder ton i världen komma på de rikare tertiära oljeskifferarna i västra Amerika c:a 20 milliarder. De svenska alunskifferarna intaga med 360 mill. ton platsen som en av Europas större tillgångar.

<sup>1</sup> Production U. S. A., Minerals Yearbook, 1938.

<sup>2</sup> Min. Mag. 1931, sid. 93, 1925, sid. 117. Petroleum, XX, 1924, sid. 783.

Tabell över de kända oljetillgångarna i skiffrar med över 4 % oljeinnehåll.

Sverige, Närke . . . . .	85 mill. ton	} 360 mill. ton
» , Kinnekulle . . . . .	25 » »	
» , Östergötland . . . . .	250 » »	
Estland . . . . .	ca 900 » »	
Frankrike <sup>1</sup> . . . . .	» 107 » »	
Tyskland, Schandalah <sup>2</sup> . . . . .	» 60 » »	
» , Messel <sup>3</sup> . . . . .	» 3 » »	
Tjecko-slovakiet . . . . .	» 1 » »	
Bulgarien . . . . .	» 30 » »	
Jugoslavien <sup>4</sup> . . . . .	» 225 » »	
Burma <sup>5</sup> . . . . .	ca 1,688 » »	
Fushun <sup>6</sup> . . . . .	» 33 » »	
U. S. A., tertiär oljeskiffer . . . . .	19,955 » »	
» , devonisk » . . . . .	2,973 » »	
Tasmanien <sup>7</sup> . . . . .	ca 4 » »	
Summa 26,339 mill. ton		

Såsom jämförelse må nämnas att världsproduktionen av råolja (bergolja) under 1935—1937 uppgick till 225—279 mill. ton.

Produktionen av skifferolja har tills vidare varit obetydlig. I större industriell skala har under de senare åren skifferolja framställts endast i Skottland, Estland och Mandschuriet, möjligen även Ryssland, vartill kommer den mindre omfattande industrien vid Messel i Tyskland och Autun i Frankrike. Den sammanlagda produktionen i de tre förstnämnda länderna uppgick under 1935—37 till c:a 250,000—350,000 ton råolja, och dessa siffror ändras blott föga med tillfogande av övriga länders tribut. Om produktionen i Tyskland under dessa år föreligga inga tillgängliga siffror ej heller om den ryska. Sannolikt har emellertid totalproduktionen f. n. väsentligt uppdrivits på grund av ökning i den mandschuriska, möjligen även den tyska tillverkningen. En livlig försöksverksamhet har vidare bedrivits och pågår alltjämt i ett flertal länder över hela världen. I Sverige har det årliga utbytet från försöksverket vid Kinnekulle varit omkring 500 ton.

Framställandet av skifferolja i kommersiellt syfte är ett svårlöst problem och i viss mån individuellt för varje förekomst. Det kräver betydande anläggningskostnader. Vidare finnes intet patent-retortsystem, generellt an-

<sup>1</sup> Beräkning utförd under förutsättning av 180 km<sup>2</sup> area, 3,5 m sammanlagd flötstjocklek, 10 % oljeinnehåll samt sp. v. av skiffren 1.7.

<sup>2</sup> Beräkning utförd under förutsättning av 27 km<sup>2</sup> area, 33 m flötstjocklek, oljehalt om 4 % och sp. v. av 1.7.

<sup>3</sup> Ber. som en kon med bottenyta om 750,000 m<sup>2</sup> och 150 m höjd. Sp. v. antagen till 1.5, oljeinnehåll 8 %.

<sup>4</sup> Beräkn. utförd under förutsättning av 25 % oljehalt.

<sup>5</sup> Oljeinnehåll antaget till 12.5 %.

<sup>6</sup> Oljeinnehåll antaget till 6 %.

<sup>7</sup> Oljeinnehåll antaget till 12 %.

vändbart, utan destillationsapparaturen måste utprovas och anpassas efter de lokala egenskaperna hos skiffern. Problemet förutsätter insiktsfullhet och erfarenhet hos vederbörande tekniska ledare och grundprincipen måste vara ett omsorgsfullt utnyttjande av de värmeekonomiska möjligheterna.

### **Tidigare försök till skifferoljedestillation i Sverige.**

Till de uppgifter av historisk art, som återfinnas i avsnitten om de olika ländernas oljeskifferförekomster, skola här blott få ord om skifferoljans utomsvenska historia anknytas, ägnade att utgöra en bakgrund för de svenska försöken. En sammanställning rörande Frankrike och Skottland intill 1907 finnes i G. Hellsings tidigare refererade arbete.

På basis av den vetenskapliga grundval för destillationen av trä och bituminösa ämnen, som på 1830-talet lades av tysken Reichenbach, utvecklades i Skottland och Frankrike under 1850- och 60-talen den första skifferoljeindustrien. Genom en mindre försöksanläggning 1839 var Frankrike den första pionjären, men varken denna eller liknande försök i Tyskland och Nordamerika blevo bestående. Det var först med J. Youngs anläggning i Skottland 1851 som en ekonomiskt bärkraftig industri skapades. Denna var från början grundad på bitumenrikt bogheadkol (den s. k. torbaniten i Skottland), men då detta började sina, flyttades produktionen över på skiffer. Den första fabriken av denna art byggdes 1859. I Frankrike anlades de första fabrikerna 1858—1862. En livlig industri med växande antal företag kom till stånd i båda länderna, och samtidigt utvecklades motsvarande verksamhet inom ett flertal länder i olika delar av världen (Canada, U. S. A., Tyskland, Australien). Förutsättningen för denna industri var, att den saknade konkurrens från den vid denna tidpunkt föga utforskade och i raffinerad handelsduglig form ännu ej framställda bergoljan. En bergoljeindustri i modern mening uppstod först i början av 1860-talet i Baku samt i mitten av 1860-talet i Amerika, av vilka dock den förra först på 1870-talet kunde göra sig gällande i konkurrensen. Då bergoljans produkter på 1860-talet i större mängder började föras i handeln, medförde detta en svår stöt för skifferoljeindustrien, som i de flesta länder nedkonkurrerades och blott i två kunde hållas vid makt, i Skottland och Frankrike. Vid en del av fabrikerna i andra länder apterades anläggningarna i stället för raffinering av bergolja. Den hårda konkurrensen medförde ytterligare i Skottland och Frankrike en fortskridande rationalisering av industrien med sammanslutning av småföretagen till större enheter. En lättnad för den skottska industrien medförde förbättrade metoder med ökat utbyte av paraffin och smörjoljor. På 1880-talet skedde åter en försämring av läget, då oljekällor med rikt paraffininnehåll anträffades i U. S. A. Man lyckades emellertid i Skottland i viss mån kompensera detta genom uppfinning av en metod för utvinning av ammoniumsulfat. Det sjunkande utbytet i skiffern (jfr sid 16) gjorde emellertid i fortsättningen industriens läge prekärt, och efter 1929

har den erhållit statens hjälp i form av skyddstull. I Frankrike överlevde skifferoljeindustrien tack vare införseltull på olja. Omkring sekelskiftet sänktes emellertid denna, vilket i viss mån kompenenserades genom ett statsbidrag. Den franska industrien gick dock efter nämnda tid tillbaka.

Det var givet, att medvetandet om, att oljeutvinning ur skiffer pågick i utlandet, och att stora tillgångar av oljehaltig skiffer funnos i vårt eget land, skulle sporra företagsamma män till försök även här. Ytterligare stimulerades intresset under världskriget av de abnormt höga oljepriserna. Pionjärarbeten ha ej heller saknats. Det är å andra sidan också klart, att problemet med oljeindustri försvåras, i den mån skiffers innehåll av bitumen är lågt, och då våra skiffrar kunna anses ligga vid undre gränsen för möjlighet till ekonomiskt utbyte under normala tider, måste problemet bli svårt och innebära åtskilliga misslyckanden, innan det kunde föras till rimlig lösning. Någon fullständigare framställning rörande dessa tidigare försök skall ej lämnas här, en dylik återfinnes i 1913 års skifferoljekommittés rapport av 1918. Ur densamma och vederbörande originalarbeten skall blott en kort resumé göras.

En nödvändig förutsättning för oljeindustri, grundad på alunskiffern, är kännedom om skiffers beskaffenhet och fördelningen av bitumenhalten i och oljeutbytet ur densamma. Denna fråga kan sägas ha blivit i princip klarlagd redan genom det i 1913 års kommittés rapport 1918 framlagda materialet, sammanställt övervägande av Geol. undersökningens arbeten, kompletterade med uppgifter från det s. k. skifferundersökningsbolaget av 1873, 1905 års skifferoljekonsortium och kommitténs egna utredningar. Härmed blevo de stora dragen av växlingarna i skiffers oljehalt och lagermaktigheter klargjorda. Värdefulla komplement ha senare lämnats av B. Holmberg<sup>1</sup> samt genom de av Geol. undersökningen under de senaste två åren utförda borrhningarna och analyserna.<sup>2</sup> Över Närkes och Kinnekulles förekomster äga vi f. n. en god överblick. Den arealt vidsträckta och av silur och jordlager starkt täckta Östgötaförekomsten är dock ännu i behov av ytterligare utforskning. I Kinnekulle skulle även vissa borrhningar vara önskvärda för undersökning av den ännu okända oljehalten i de översta alunskifferlagren i av vittring oberört tillstånd.

En intressant och viktig utredning, berörande bitumenets fördelning i skiffern och dennas mikro-beskaffenhet har 1928 lämnats av S. Bergh.<sup>3</sup>

Det första försöket att ur alunskiffer destillera olja synes ha utförts på 1880-talet i järnrör av disponent Lars Kyhlberg, ägare av Gössäters gård å Kinnekulle. De erhållna resultaten gävo anledning till vidare undersökningar och bildande av ett bolag 1890, vilket anskaffade en retort från Skottland. Destillationsförsöken pågingo under 1½ år, men anläggningen, som blev ruinerande för Kyhlberg, måste slutligen nedläggas, då handels-

<sup>1</sup> I. V. A. handl. 101, 1930.

<sup>2</sup> A. H. Westergård och G. Assarsson, S. G. U., Ser. C, nr 437, samt ej publ. sammanställning av J. Eklund.

<sup>3</sup> G. F. F., 50, 413, 1928.

dugliga produkter icke kunde erhållas. Särskilt visade det sig omöjligt att ur oljan avskilja det emulgerade vattnet. Å den framställda oljan, 92.5 ton, utfördes en del grundläggande bestämningar av E. Ohlsson<sup>1</sup> i Stockholm.

Ett omfattande och förtjänstfullt arbete utfördes senare av kemisten G. Hellsing. Förberedande undersökningar genomfördes i samarbete med S. Nordendahl å produkter från en 1904 uppförd mindre retortanläggning i Uppsala, varvid oljans konstitution studerades. 1905 bildades det s. k. skifferoljekonsortiet, i vilket bl. a. prof. Hj. Sjögren och d. v. docenten J. G. Andersson voro medlemmar. De följande undersökningarna åsyftade en utredning av skiffers beskaffenhet i olika förekomster i landet. 1907—1908 anställdes försök i mindre skala i en retortanläggning vid Råbäck. Avsikten med denna var dels att erhålla större kvantiteter råolja för raffinering- och driftprov och laboratorieändamål, dels att utprova den av dr Hellsing föreslagna metoden för utvinning av svavel. Principen för den senare processen var att bringa den i rökgaserna ingående svavelsyrligheten i reaktion med svavelvätet i destillationsgaserna. Under försöket utvanns c:a 800 l råolja. Svavelutvinningen angavs till 2.77—3.3 % av skiffers vikt. Ugnen var inrättad för yttre värmning av retorten, och destillationen genomfördes utan tillsats av vattenånga. Anläggningen var dock ej lämpad för bedömning av det kvantitativa utbytet av olja. Resultaten ansågos emellertid uppmuntrande för ett försök i större skala och med rationellare metoder, och ett sådant kom även 1914 till stånd vid Trollhättan under samverkan av konsortiet och Skånska cementaktiebolaget, som 1911 hade övertagit Hällekis AB. För försöket, som utfördes under loppet av 1915, erhöles ett bidrag från staten på 6,000 kr. Den utprovade retorten uppvärmdes utvändigt med destillationsgasen och lika delar av avdestillerad och färsk skiffer. Enligt protokollen erhöles man av i skiffern laboriemässigt bestämda 5.7 % olja och 5.99 % S 4.58—5.2 % olja och bensen samt 2.3—3.6 % S. Vidare beräknades ett utbyte av 4.9—7.2 kg ammoniumsulfat pr ton. En svårighet med svavelutvinningen, som även visat sig i Råbäcksanläggningen, var att få svavelsyrligheten från rökgasen att räcka till för svavelvätet i gasen. Ehuru de erhållna resultaten bedömdes såsom gynnsamma, ansågos emellertid ett vidare fullföljande av planerna på oljeindustri under kriget alltför vanskligt.

Medan ännu skifferkonsortiets arbeten pågingo, hade skifferoljeifrågan upptagits av civiling. G. Hultman. Förberedande försök utfördes 1914 hos firman J. Pintsch i en dess försöksanläggning utanför Berlin. En enligt Hultmans metod konstruerad ugn uppfördes senare vid Rockesholm 1916 på bekostnad av AB. Kemiska Anläggningar med häradshövding K. Tillberg såsom huvuddelägare. Ugnen bestod av tvenne retorter om 6 m längd, vardera med 5 tons kapacitet pr dygn och upphettade av 6 st. brännare. Eldningen skedde med den permanenta gasen, varjämte en skiffereldad reserveldstad var anlagd utmed ugnens sida. Destillationen utfördes i när-

<sup>1</sup> Svensk Kem. Tidskr., 1899, Nr 8.

varo av vattenånga, vilken alstrades i en ångpanna, eldad med ved. Försöken avsågo att utrona ugnens oljeproduktionsförmåga, varjämte med kondensationsapparaturen voro förenade reningskistor för att binda svavel ur gasens svavelväte. Under försöksdriften, som i allmänhet utfördes med en retort, åtgick för eldningen förutom gasen, skiffer svarande mot 11.6 % av den i ugnarna destillerade skiffern. Anläggningen var i gång 1916—1918, varunder framställdes 5,794 kg råolja. Skiffern togs vid Örsta och Holms-torp i Närke (Lanna-området). Vid år 1917 anställda prov inför en kommission erhöles i genomsnitt 3.63 % råolja och råbensin ur den enligt analys c:a 4.5 %-iga skiffern (ung. 80 % utbyte) samt 33 kg svavel pr ton (3.3 %). 4 à 5 kg ammoniumsulfat kunde enligt kommissionens beräkning utvinnas ur det kondenserade ammoniakvattnet. Gasens mängd uppskattades till 112 à 118 m<sup>3</sup> pr ton skiffer.

Då utbytet ur skiffern icke ansågs täcka produktionskostnaderna, nedlades ugnen. Av Hultman hade även försök utförts för utvinnande av kalium- och aluminiumsalter ur skifferaskan. Extraktionsförsök utfördes sålunda med vatten, släckt kalk och svavelsyra, dock utan framgång. H. uttalar emellertid såsom sin åsikt, att en oljeindustri endast är ekonomiskt möjlig, för såvitt den kan kombineras med en framgångsrik bearbetning av skifferaskan.<sup>1</sup>

Under trycket av de abnorma tiderna på oljemarknaden under världskriget bildades 1917 på initiativ av skifferoljekommittén ett konsortium, vilket efter förhandlingar med Skånska Cementaktiebolaget om mark på Kinnekulle träffade avtal med Marinförvaltningen om leverans av oljor. Ett bolag, Aktiebolaget Svensk Oljeindustri, bildades 1918, varefter arbeten på uppförande av en större fabrik vid Gössäter påbörjades. Fabriken var avsedd att byggas i stort sett efter skottskt mönster enligt de grundlinjer, som prövats av 1905 års konsortium. Den tillämnade produktionen avsåg olja, svavel och ammoniak. På grund av den efter fredsslutet återupptagna oljeimporten och ändrade konjunkturen på oljemarknaden nedlades emellertid företaget, innan anläggningen hunnit färdigställas.

Samtliga hittills utförda försök hade anslutit sig till förfaringsättet i de skotska oljefabrikerna. Ur denna synpunkt av intresse är det försök, som utfördes i större skala vid Lanna i Närke, baserat på en annan metod, den s. k. suggas- eller gasgeneratormetoden. Metoden hade utarbetats av A. B. Svedlunds Gasmotorer i Katrineholm och utprovades omkring 1920 i Lanna av AB. Svenska Skifferverken. Enligt det tillämpade förfarandet upphetades skiffern med begränsat lufttillträde, ev. med införande av vattenånga, varigenom kolet och en del av oljan överfördes i brännbar permanent gas, vilken utnyttjades för kalkbränning. Uppvärmningen skedde alltså i retorten. Man erhåller en större mängd brännbar gas, dock med lägre värmevärde, men samtidigt minskas oljeutbytet katastrofalt. Metoden lämnade därför icke tillfredsställande resultat.<sup>2</sup> Vid företagen provning med

<sup>1</sup> I. V. A., Handl. nr 35, 1923.

<sup>2</sup> I. V. A. Medd. nr 49, 1925 och 52, 1926.

skiffer från olika lokaler blev utbytet av olja högst 40 % av det laboratoriemässigt bestämda värdet, varförutom över 40 % av kolet fanns kvar i askan. Metoden var emellertid i princip likartad med den, som senare tillämpats i de s. k. Pintschretorterna i Estland och Mandschuriet.

### Skifferolje problemet under senare tid.

Under den tid de omnämnda försöken omfattat, c:a 30—35 år, bedömdes skifferolje frågan huvudsakligen från ekonomisk-kommersiell synpunkt. Det gällde att skapa en industri, som lönade sig, och på vilken man kunde satsa räntebärande pengar. Samtidigt som kravet på ekonomi alltjämt bibehölls, började emellertid under intryck av de katastrofala förhållandena under världskriget även en annan synpunkt göra sig gällande, grundad på beredskapsprincipen. Ur 1913 års kommittés rapport må såsom belysande härför anföras följande: »Brist på bergoljeprodukter under ett krig kan därför bliva ödesdiger. Det är känt, huru centralmakterna under en viss period av världskriget just på grund av en dylik brist råkat i en synnerligen kritisk belägenhet, och att vissa stora militära ansträngningar delvis dikterats av omsorgen att avhjälpa denna brist för att därigenom undanröja den därav dikterade militära svagheten» . . . »Dessa antydningar med hänsyn till behovet av bergoljeprodukter i händelse av mobilisering torde här vara tillfyllest och visa även de den oundgängliga nödvändigheten av, att en framställning av dylika produkter ur inhemska skiffertillgångar uppstår inom vårt land, och att, om densamma ej är bärkraftig nog att genom enskild företagsamhet uppväxa, av statsmakterna måste skapas betingelser därför.»<sup>1</sup>

Den drastiska exposé, som sid. 37—38 lämnas i samma rapport över svårigheterna för belysning, fiske, lantbruk och industri, som inträdde omkring 1917 genom brist på oljor och smörjoljor, utgör ett ytterligare understrykande av anförda synpunkt och behovet av civil beredskap.

Inom försvarsmakten har oljan med tiden kommit att spela en allt viktigare roll. Då vårt försvar under tiden närmast efter fredsslutet i främsta rummet var baserat på armén och flottan, och då den senare för sin verksamhet genom övergången till oljeeldning blev helt beroende av tillgång på olja, är det förstäeligt, att tanken på en skifferoljeindustri med syftmål av militär beredskap skulle vinna anslutning inom marinens kretsar. Att skifferoljan skulle bli av betydelse för flottan hade f. ö. även tidigare insetts. Sälunda anförde redan Kyhlberg som ett önskemål för sitt försök 1890, att den ev. fabrikationen skulle öppna möjlighet att förse vår flotta med svensk olja, och samma synpunkt kommer tillsynes i avtalet av 1917 mellan AB. Svensk Oljeindustri och Marinförvaltningen.

Å andra sidan hade de utförda försöken icke lämnat ekonomiskt bärkraftiga resultat under tider med fri oljeimport, och en förklarlig misstro från

<sup>1</sup> Sid. 57—58.

praktikens män gentemot industrien gjorde sig därför gällande. Skifferoljeframställning är vidare en industri, som genom sina avfallsprodukter och den alstrade energirika gasen erbjuder utvecklingsmöjligheter till sidokopplad verksamhet, vilken kan beröra redan existerande industrigrenar. Det var därför förståeligt, att miljön för nya försök icke var gynnsam, och att, oberäknat den negativa inställningen från bergoljeintressenternas sida, ett hårt motstånd kom att resas även mot försöksverksamhet i liten skala.

Den under de två sista decennierna nådda utvecklingen inom skifferdestillationstekniken i vårt land anknyter sig till arbeten av bergsingenjör S. Bergh. Bortsett från försöket vid Lanna hade de retortkonstruktioner, som tidigare utprovats i vårt land haft det gemensamt, att de laborerade med stora retorter, och att de för att producera olja förbrukat hela kvantiteten alstrad gas och dessutom fordrade ytterligare bränsle. Den koks, som kvarbliver i den avdestillerade skiffern, kom icke till användning eller — i Lanna-generatorugnen — blott partiellt och under en anordning, som inkräktar på oljeutbytet. Metoder av detta slag äro ekonomiskt tänkbara för skifferar med hög bitumenhalt, men icke för den fattiga alunskiffern. Saken belyses kanske bäst av siffrorna för fördelningen av energiinnehållet. För god skiffer äro de vid destillationen erhållna produkternas effektiva värmevärden, uttryckta i procent av råskiffers, ungefär följande: 50 % i den avdestillerade skiffers koks, c:a 25 % i oljämnen och 20 % i den permanenta gasen. Det centrala i det värmeekonomiska problemet är därför att tillgodogöra koksens 50 % för att få ut oljan och gasen ograverade. Bergh löste detta problem genom att ersätta de brukliga stora retorterna genom flera små sådana, sammankopplade i enheter (aggregat) om 5 st. med gemensam värmekammare, belägen omedelbart under de nedre retortmynningarna. Anordningen kan sägas innebära ett ersättande av det hittills brukliga mäktiga destillationsskiktet med ett flertal tunnare, varigenom koksens strålände värme effektivt kunde utnyttjas och visade sig räcka till ej blott för destillationsprocessen utan även för alstrande av den vattenånga, som behövs för processen. En nödvändig förutsättning är vidare, att skiffern nedkrossas till en styckestorlek under 30 mm.

Destillationsprocessen enligt Berghs metod tillgår schematiskt på så sätt, att skiffern inmatas i en c:a 2,5 m lång retort, i vilkens övre såsom påfyllningsbehållare utbildade del temperaturen håller sig kring 100°. Skiffern passerar nedåt genom allt högre temperaturer, i retortens understa del uppgående till 500°. Under denna passage avdrives först fukten, varefter med stegrad temperatur de flyktiga ämnena avdestilleras. Gaserna avsugas i ett rör, centralt anbragt å retorten, och ledas över till kondensationsanläggningen. För att bättre fördela värmets och undgå sönderdelning av oljeångorna inledes i retortens undre del vattenånga, vilken samtidigt visat sig kunna förhindra rökgasens och luftens tillträde genom retortens öppna underände. Den till 500° C. upphettade glödande skifferkoksen nedfaller i förbränningskammarna under retorterna och möter där luft, av vilken den antändes. Alstrandet av den för destillationen behövliga vattenångan sker i

över eldhårdarna vid sidan av retorterna upphängda lågtrycksångpannor. Under förbränningen reduceras koksens kolhalt från omkr. 10 % till omkr. 2—4 %.

Denna anordning tillgodoser värmeeconomien på ett väsentligt bättre sätt än enligt de äldre försöken. Oljeutbytet i försöksanläggningen har vid kontinuerlig drift under åratall hållit sig vid 80 % av det laboratoriemässigt bestämda värdet, och det är problematiskt, om man i andra konstruktioner med sämre värmeeconomik ernär nämnvärt högre belopp. Systemet med många och små retorter, sammanförda i grupper om fem stycken (ett aggregat) har dessutom den fördelen, att driftsstopp inskränka sig till små delar av det hela, enär varje retortaggregat vid behov kan avkopplas för utbyte.

Den beskrivna metoden utarbetades på grundval av laboratoriemässiga undersökningar och utprovades 1922 vid en mindre försöksugn vid Klara Gasverk,<sup>1</sup> varefter en experimentalanläggning i teknisk skala utfördes vid Kinnekulleverken, vilkas ägare O. Jönsson intresserat sig för saken. Till båda anläggningarna hade anslag om 10,000 resp. 35,000 kr. erhållits från staten. De retortanordningar, som härunder utprovades, ha med obetydliga modifikationer bibehållits konstruktivt oförändrade i den följande försöksanläggningen och den just färdigställda fabriken av 1940. 1924 påbörjades under Berghs ledning en större anläggning, den blivande försöksugnen, avsedd att omfatta 2 block med 28 aggregat samt med en kapacitet på 70—80 ton skiffer pr dygn. Här för erhö ll Jönsson ett manufaktur lån på 200,000 kr. Anläggningen togs i bruk 1927, men sedan driften pågått någon tid, måste den av brist på medel nedläggas.

Vid denna tid hade marinens intresse för saken väckts och efter försöksdrift, verkställd genom Ingenjörsvetenskapsakademien i samråd med Marinförvaltningen 1930 med tillfredsställande resultat, och sedan oljan visat sig lämplig vid prov å jagare, gick Marinförvaltningen in för planen på en oljeförsöksanläggning, fungerande tillsvidare i liten skala och i beredskapsändamål. Marinens synpunkter på saken äro sammanfattade i en skrift av Marindirektör T. Herlin, »Flottan och Skifferoljan», Stockholm 1931, i vilken jämväl de ekonomiska kalkylerna äro behandlade. Ur skriften må endast sammanfattningen i slutet anföras: »I jämförelse med betydelsen av säkerställandet av Flottans behov av brännolja äro de angivna kostnaderna obetydliga, och då den framtida ekonomiska risken för Staten är ringa eller ingen, är det att hoppas, att i anslutning till föregående års Riksdags beslut, behövlige medel måtte ställas till förfogande för fortsatt arbete till denna för Flottan synnerligen viktiga frågas lösning.»

Planen på en statsunderstödd fortsatt drift vid Kinnekulle mötte emellertid motstånd från Ingenjörsvetenskapsakademiens sida, vilken 1930 i utlåtande över väckta motioner om förhyrning till Marinförvaltningen av oljeförsöksverket avstyrkte framställningarna. Till avstyrkandet var dock fogat

<sup>1</sup> Beskrivning av metoden och driften vid Kinnekulle återfinnes i Berghs arbeten i I. V. A., medd. 92, 1929; Tekn. Tidskrift, 50; 1, sid. 298, 1920, 51; 1, sid. 13, 1921; Sv. kem. tidskrift, 1921—1922, sid. 99.

reservation av professor B. Holmberg. Med anledning av motionerna och ett statsutskottets förslag beslöt emellertid nämnda års riksdag, att Marinförvaltningen och Kommerskollegium gemensamt skulle inkomma med utredning angående driftens ordnande, varjämte Marinförvaltningen bemyndigades anordna provdrift under viss tid. Sedan begärda utredning 1931 inkommit och utlåtande över densamma inhämtats från Marinstaben, Statskontoret, Rikskommissionen för ekonomisk försvarsberedskap samt Ingenjörsvetenskapsakademien, och samtliga med undantag för sistnämnda institution tillstyrkt densamma,<sup>1</sup> föreslog Kungl. Maj:t 1932 års riksdag att medgiva inköp av Kinnekulleverken och iordningställa oljeverket för fortsatt drift, vilket även godkändes av riksdagen. Vid köpet förvärvades ett

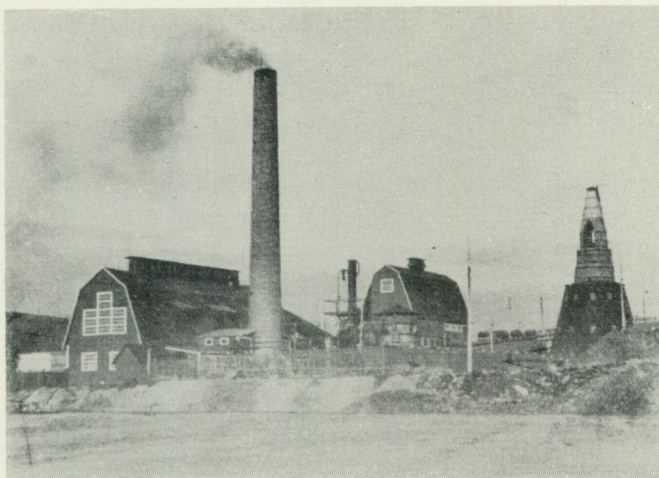


Fig. 6. Försöksverket på Kinnekulle, t. h. schaktugnen.

område av 120 hektar, innehållande c:a 15 mill. ton skiffer, lämplig för oljeutvinning. Köpesumman var 260,000 kronor. Till området hör jordbruk, varav arrendeavkastningen uppgår till 5 % på köpesumman.

Försöksdriften vid oljeverket hade redan tidigare ordnats så, att oljdestillationen drevs samtidigt med kalkbränning, vilken dels försiggick i fältugnar, dels i en för ändamålet byggd schaktugn, som eldades med den permanenta gasen från oljeverket. Man vann på detta sätt användning för den i skiffern ingående orstenen; å andra sidan bands oljeproduktionen till den säsongsdrivna kalkproduktionen, vilket gjorde att anläggningen vissa månader på året icke kunna hållas i gång. Kalkindustrien avskildes ekonomiskt från oljeproduktionen genom utarrendering till Kooperativa Förbundet enligt en överenskommelse, att ersättning lämnades för till schaktugnen

<sup>1</sup> Till Rikskommissionens utlåtande var viss reservation fogad, likaså till Ingenjörsvetenskapsakademiens. De närmare omständigheterna under här berörda förhandlingar återfinnas i Kungl. Krigsvetenskapsakademiens handlingar och tidskrift, årg. 143, nr 3, 1939, sid. 64—78, sammanställda av Marindirektör B. T. Zetterström.

levererad gas, varvid kostnader för skifferbrytningen avräknades. Produktionen vid Skifferverket har pågått från 1933, och därvid har årligen i genomsnitt framställts omkr. 500 ton råolja och 50,000—60,000 hl bränd kalk i schaktugnen samt 70,000—90,000 hl kalk i fältugnarna. 1938 beviljade riksdagen medel för utbyggnad av oljeverket med ännu ett block varigenom kapaciteten ökades och ekonomien förbättrades.

Beträffande driften och de utvunna produkterna vid försöksanläggningen må anföras följande: Skiffern brytes i tvenne pallar över »tjocka bergets» orstensbank och i en mäktighet av c:a 6 m i den övre och 2.5 m i den undre, den senare även kallad »oljepallen». Den förra innehåller omkr. 37 % orsten och är något fattigare på olja, den senare omkr. 25 % orsten och är något oljerikare. Ur båda pallarna tages material även för fältugnarna. Oljeinnehållet enligt analys i den i ugnarna ingående skiffern från båda pallarna har hållit sig vid eller obetydligt över 4 %, oljeutbytet har varit 3.3 %. Skifferns värmevärde är 1,500 k cal. Pr ton räknat har erhållits 33 kg råolja, sp. v. = 0.97, och 45—50 m<sup>3</sup> gas med ett värmevärde av 5,000 k cal. Den erhållna oljan toppas i en destillator och delas f. n. upp i en tyngre, en medeltung och en lätt olja. Den tyngre och medeltunga oljan ha en flampunkt på 65° och användas som brännolja i marinens fartyg. Den medeltunga kan även användas i dieselmotorer med direkt insprutning och i tändkulemotorer. Den lätta oljan kan användas i motorer av olika slag särskilt sådana av hesselmantyp. Procentsiffrorna för de olika slagen av oljor har varit 70 % tung, 20 % medeltung och 10 % lätt. Oljans svavelhalt är 1.70 %.

Från brottet forslas den brutna skiffern till krosshuset, där den nedkrossas till en styckestorlek under 30 mm. Härvid uppstår ett avfall på omkring 10 % stybb. Den krossade skiffern föres därefter på transportband till destillationsugnarna. Den efter destillationen återstående askan tömmes automatiskt ur eldstäderna och upplägges i en tipp invid fabriken.

Enligt Marinförvaltningens redovisningssiffror har driftskostnaden utgjort 80 kr. pr ton råolja. I denna siffra ingår icke avkastningen av jordbruket, ej heller vinsten på kalkbränningen.

Produktionen vid försöksverket har helt varit inställd på brännolja för Marinens behov. Det ingick emellertid i planen för verksamheten att för ekonomiskt fördelaktigare utnyttjande även utreda, i vad mån förädling av produkterna kan utföras, och huru kostnaderna ställa sig härför. Dyliga undersökningar ha även utförts, och det har visat sig, att oljan med fördel låter antingen kracka eller hydrera sig. I förra fallet erhöles vid försök, som utfördes vid Dubbs Pilot Plant i U. S. A. räknat på 100 ton råolja 31 ton raff. bensin och 60 ton pannbrännolja eller, om denna senare vidare bearbetas, 13 ton motorbrännolja och 43 ton asfalt. Vid i Tyskland anställda hydreringsförsök erhöles alternativt räknat på 100 ton råolja 85 ton motorbensin eller 75 ton flygbensin eller 54 ton dieselmotorbränsle och 34 ton motorbensin. Däremot lämpar sig oljan mindre väl för framställning av smörjoljor. För hydrering räcka de vid hydreringen uppkomna gaserna att framställa den vätgasmängd, som hydreringen kräver.

Utförda beräkningar av priset för krackning och hydrering tyda på, att den form, i vilken de framställda produkterna f. n. levereras till marinen, icke är den ekonomiskt mest fördelaktiga, utan att bättre ekonomi kan ernås genom vidare förädling. Detta kan även uttryckas på så sätt, att den levererade oljan är av onödigt hög kvalitet för ändamålet. Ett ekonomiskt gynnsammare resultat skulle vid industri i större skala vinnas genom vidare förädling av produkterna.

Ett särskilt intresse erbjuder gasen, vilken genom Berghs metod utvunnits för ekonomisk exploatering. Denna innehåller c:a 25 vol. % svavelväte, vilket kan avskiljas och överföras till fritt svavel. Ur återstoden kan i kompressions-kylningsanläggning utvinnas gasbensin och s. k. gasol eller flaskgas, flytande lägre kolväten, vilka representera ett utmärkt bilmotorbränsle. Sammanlagda utbytet av dessa produkter motsvarar c:a 27 % av råoljan. Resten av gasen har alltjämt högt bränslevärde (3,500 k cal) och räcker, om den utnyttjas till kraftalstring, för driftens behov och till försäljning.

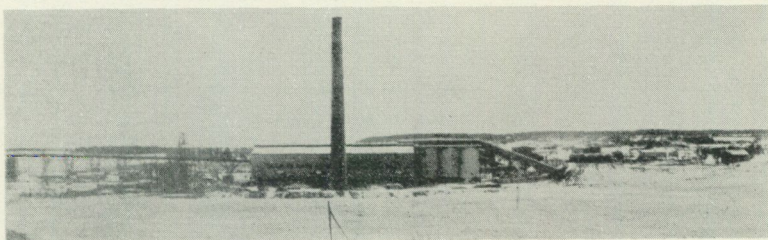


Fig. 7. Stora skifferverket på Kinnekulle

Några månader efter krigsutbrottet i sept. 1939 blev situationen på oljemarknaden i landet på grund av otillräcklig lagring och brist på lagringsutrymmen kritisk. För flottans del vidtogs då den åtgärden, att av 1939 års urtima riksdag medel anvisades för byggande av ett större verk vid Kinnekulle. Efter nödvändiga utredningar påbörjades uppförandet av anläggningen i april 1940. Den är f. n. färdigbyggd, och driften väntas kunna upptagas under innevarande april månad. Den totala kostnaden inkl. svavelverk, vattenledning från Väneren, arbetarbostäder m. m. torde belöpa sig till 9 à 10 mill. kr. Vid det nya oljeverket komma de försöksvis erhållna resultaten att tillämpas, så till vida som svavel och gasbensin komma att utvinnas ur gasen och resten av gasen att användas för kraftalstring. Verket blir därvid oberoende av kalkbränning och kan drivas kontinuerligt under hela året.

År 1938 hade — på grund av ett P. M. till Handelsministern från Sveriges geol. undersökning angående önskemålet av ytterligare utredningar rörande alunskiffern — en kommitté tillsatts inom Ingenjörsvetenskapsakademien med representanter jämväl från Marinförvaltningen och Geol. undersökn. för att grundligare utreda frågor, berörande nämnda skiffer samt dess och avfallsprodukternas tillgodogörande. Såsom led i de av denna

kommitté föranstaltade eller möjliggjorda utredningarna ha bl. a. ingått de tidigare omnämnda borrhings- och analysarbetena genom Sveriges geol. undersökn., vidare arbeten för utfinnande av en metod för att ur skifferaskan utvinna kalium och aluminium (G. Hultman och O. Collenberg) samt kemiska undersökningar å oljedestillat (B. Holmberg).

Emellertid hade efter krigsutbrottet skifferoljefrågan blivit aktuell inom vidare kretsar, som tidigare ställt sig reserverade mot projekt av denna art. De linjer, som man därvid följde, anknöto sig likväl ej till dem som följts av Marinförvaltningen. På grund av en skrivelse från Ingenjörsvetenskapsakademien samt utlåtanden från Kommerskollegium och Industrikommissionen beslöt Kungl. Maj:t 24 maj 1940 att tillkalla fyra sakkunniga inom Handelsdepartementet för att utreda frågan om vidare nybyggnader. Dessa, som antogo benämningen 1940 års skifferoljesakkunniga, föranstaltade med anvisade medel (130,000 kr.) en försöksanläggning i Närke enligt den av Aktiebolaget Industrimetoder utarbetade konstruktionen, den s. k. estniska ugnen, berörd i det föregående (sid. 15). Tidigare försök i liten skala hade utförts i Stockholm. Om driftsresultaten föreligga ännu inga uppgifter. I ugnens konstruktion torde vissa modifikationer ha införts, som göra den mera lämplig för alunskiffern, dock föreligger ingen uppgift, att man lyckats lösa problemet med skifferkoksens användning.

Sedan utlåtande inhämtats från Bränslekommissionen, i vilket jämväl uppgifter från skifferoljesakkunniga ingingo, samt efter hörande av Statens Industrikommission, Kommerskollegium och Marinförvaltningen föreslog Kungl. Maj:t i nov. 1940 i proposition urtima riksdagen att bevilja 15 mill. kr. för byggande av ännu ett oljeverk i Närke, enär skifferlagren här kunde förväntas lämna högre oljeutbyte än i Kinnekulle. Omhänderhavandet av detta företag borde anförtros åt ett statligt bolag, Svenska Skifferoljeaktiebolaget med en styrelse av högst 7 personer, och anläggningen utföras enligt Berghs metod. Riksdagen beslöt i huvudsak enligt propositionen, dock lämnades större frihet för val av metod. Bolagets styrelse har nyligen konstituerats. Det är ännu oavgjort, i vilken utsträckning den Bergh'ska metoden och de vid Kinnekulle gjorda erfarenheterna komma att läggas till grund för den projekterade nya anläggningen, eller om denna i större eller mindre utsträckning kommer att bygga på andra principer. Inom sakkunniga och styrelse är Marinförvaltningen representerad med en ledamot i den senare.

En fråga av praktiskt intresse är givetvis, om oljeindustrien, driven i större skala är bärkraftig under fredsförhållanden. Beträffande denna sak ha uttalanden gjorts i pressen och officiellt inför annat forum. Det torde kunna sägas, att dessa uttalanden i stor utsträckning icke vilat på erfarenhet och sakkännedom. Vi ha i detta avseende endast det material att bygga på, som samlats under försöksverksamheten vid Kinnekulle, vilket å andra sidan bygger på en flerårig verksamhet. Enligt den sammanställning härav, som föredragsvis lämnades på Hindersmässan i Örebro den 31 jan. d. å. av ing.

Bergh, få utsikterna för fortsatt drift, sedan normala tider åter inträtt, icke anses uteslutna. Den risk, staten löper, är enligt Bergh att icke fullt eller med svårighet utfå amortering för anläggningarna, förutsatt, att avspärrningen ej blir långvarig. Om däremot så sker, bör amorteringsfrågan icke erbjuda någon omöjlighet i anseende till de därvid oproportionerligt höjda oljepriserna. En eventuell svårighet med amorteringen torde väl dock få anses uppvägd av tryggheten i beredskapshänseende, och slutligen stanna pengarna inom landet.

I detta sammanhang bör emellertid även en annan synpunkt beröras. Det är visserligen sant, att vi ha stora tillgångar på skiffer, men endast mindre delar av desamma äro lättillgängliga för exploatering. En oljeindustri i stor skala i fredstid under utnyttjande av dessa tillgångar torde knappast vara önskvärd. Det kan därför ifrågasättas, om det ej under alla förhållanden, även om oljeindustrien skulle visa sig ekonomiskt bärkraftig, vore lämpligt att fortsättningsvis betrakta den som en beredskapsåtgärd och endast uppehålla driften i så stor skala, som behöves för vidmakthållandet av en yrkeskunnig arbetsstyrka och driftsledning. I varje fall bör, såsom skett i U. S. A., tillräckliga kvantiteter lättillgänglig skiffer reserveras för statens kommande behov.

### Skiffers biprodukter.

Föreliggande framställning skulle icke vara fullständig, om ej några ord tillades om de s. k. biprodukterna vid skifferoljeproduktionen. Till dessa ha stora förväntningar knutits, och det har förmodats, att de med tiden efter metodikens utveckling kunna bli av lika stort eller större värde än de utvunna olje- och gasprodukterna. Utan att vilja förutsäga utvecklingen, vill förf. blott i den mån avfallsprodukternas sammansättning är känd, belysa problemets förutsättningar.

Vid skiffers brytning uppstår ett betydande avfall av orstenen, som måste skrädas bort. Kvantiteten kan i Kinnekulle uppskattas till omkring en tredjedel, i Närke till 10 à 15 % av det brutna. Vid en brytning av c:a 1,000 ton skiffer och orsten pr dygn blir det högst avsevärda kvantiteter orsten (c:a 300 ton pr dygn i Kinnekulle), som tills vidare måste upplagras i brotten. Det torde bli nödvändigt att finna användning härför. Orstenen på Kinnekulle är en tämligen rik kalksten med upp till 85—89 %  $\text{CaCO}_3$ . Den har sedan gammalt använts för jordbrukskalkproduktion och, i obetydlig skala, även för murbruk. Om man icke i fortsättningen kan avdela viss mängd av gasen för orstenens bränning för dessa ändamål, blir man tvingad att söka avsättning för den till annat ändamål.

Den från ugnarna uttagna skifferaskan har följande sammansättning:<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Analyser av K. A. Vesterberg.

	I	2
SiO <sub>2</sub> . . . . .	56.94	61.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15.90	17.27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10.24	11.41
CaO . . . . .	2.39	1.20
MgO . . . . .	1.05	1.09
K <sub>2</sub> O . . . . .	5.57	6.08
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0.28	0.61
Gl. f. . . . .	4.70	0.29
Fuktighet . . . . .	0.58	0.22

Analys 1 refererar till askan i det skick den uttages ur ugnarna, 2 till ett utbränt prov. I nr 1 består glödningsförlusten till väsentlig del av kol.

Enligt utförda analyser på alunskiffer ingår i densamma 0.67—0.87 % titanoxid, vilket beräknat på utbränd substans motsvarar c:a 1 %. Vidare finnes något fosforsyra (0.11 % i alunskiffern enl. en analys från Degerhamn). Dessa ämnen ha icke särskilt bestämts i de anförda analyserna, utan ingå huvudsakligen i siffran för aluminium, som i motsvarande grad måste minskas. Manganhalten i alunskiffern har i ett fall bestämts till 0.01 %.

Förutom dessa huvudbeståndsdelar ingå i ringa mängd talrika metalliska ämnen. En grundligare undersökning av dessas mängd och fördelning i skiffern har påbörjats vid Sveriges geol. undersökning, delvis i samarbete med prof. H. Pettersson vid Oceanografiska institutet i Göteborg. Tills vidare kunna blott nedanstående bestämningar anföras.

På alunskiffer från Bornholm fann den danske kemisten Rördam<sup>1</sup> följande ämnen:

PbO . . . . .	0.00348 — 0.00433 %
CuO . . . . .	0.00629 — 0.0140 %
ZnO . . . . .	0 — 0.00189 %
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	0.00014 — 0.00237 %
NiO . . . . .	0.00246 — 0.00859 %
Mn <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . . . . .	0.02182 — 0.3678 %
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0 — 0.0139 %
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.00059 — 0.0577 %

Enligt Vesterberg och Collenberg<sup>2</sup> innehåller alunskiffer från Gössäter spår av zirkon, 0.14 % Cl och 0.005 % As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Å vanadinhalten i alunskiffern föreligga ett flertal bestämningar. Enligt A. Lindblad<sup>3</sup> innehåller alunskiffer från Karlsfors, Billingen, enligt två bestämningar 0.09 och 0.11 % V. Preliminära bestämningar av A. Bygdén<sup>4</sup> å prover av alunskiffer från Jämtland ha lämnat jämförbara resultat. I alunskiffer från Närke har G. Assarsson<sup>4</sup> funnit vanadinhalter, växlande mellan 0.05 och 0.20 % V. Av A. Bygdén<sup>4</sup> ha bestämningar utförts å prover

<sup>1</sup> Kgl. Danske Vidensk. Selsk. skrifter, 7 række, Naturv. og Mathém., avd. XI 5, 1914.

<sup>2</sup> I. V. A., Handl. Nr 101, sid. 271, 1930.

<sup>3</sup> Siffrorna äro anförda av H. Hedström, S. G. U., Ser. C, Nr 318, 1922.

<sup>4</sup> Ej publicerade analyser, utförda vid Sveriges geol. undersökn.

från Kinnekulle av skiffer och skifferaska. Även en bariumbestämning har utförts.

Följande siffror ha erhållits:

Ingående skiffer . . . . .	0.075 % V
Skifferaska . . . . .	0.083 % V
» . . . . .	0.065 % V
Ingående skiffer . . . . .	0.049 % BaO

Det är dessutom känt, att molybden och volfram ingå i skiffern. Tills vidare föreligga blott preliminära bestämningar av G. Assarsson, utvisande en storleksordning av 0.01—0.04 % Mo. Volfram-halten är ännu mera underordnad och synes även vara ojämnare fördelad.

Härtill komma uran och radium. Storleksordningen av det förra ämnet i Närkeskiffer torde enligt bestämningar, utförda vid Oceanografiska institutet i Göteborg variera mellan 0.009—0.025 %. Radiuminnehållet är blott en ringa bråkdel av uranhalten, max. ca 0.1 mg pr ton.

Åtskilligt arbete har nedlagts på att tillgodogöra skifferaskan. Största framgången ha de försök haft, som sökt utnyttja den för byggnadsmateriel. Hit hör det gamla cementet, känt såsom »Vargö cement», finmalen skifferaska, blandad med släckt kalk, vilket innan portlandcementet kom i handeln hade stor användning. (Trollhätte kanal, Norrbro, den rivna vattencisternen på Söder etc.) På Öland tillverkades ännu för några år sedan murtegel, s. k. Siluriategel av krossad skifferaska och kalk, som ånghärdades. Denna industri upphörde emellertid, då teglen icke visade sig volymbeständiga. Stor användning har askan alltjämt för tillverkning av gasbetong, en med aluminiumpulver uppjäst, porös blandning av kalk och malen skifferaska, som ånghärdas. Såsom substrat för kemisk industri har skifferaskan använts vid alunberedningen, varvid den brända alunskiffern lakades med vatten, och kalialun, ett dubbelsulfat av kalium och aluminium, utvanns. Då billigare metoder och råämnen för att framställa alun blevo kända, gick denna industri tillbaka och upphörde alldeles vid mitten av 1800-talet.

Det är givet, att produktion av byggnadsmaterial kan igångsättas vid oljefabrikerna både enligt kända och nya metoder. Man har emellertid att taga med i beräkningen, att dylik industri icke är bunden vid oljefabrikernas askavfall, utan lika väl kan startas på andra ställen, där skifferaska produceras ex. genom kalkbränning. Man kan göra gällande, att energialstringen genom gasen vid oljefabrikerna predisponerar för en dylik industri, men även vid direkt förbränning kan alunskiffern användas härför. I hög grad utslagsgivande för industri av denna art synes därför läget ur distributions- och kommunikationssynpunkt vara.

De ämnen, som mest låtit tala om sig i samband med kemisk industri, grundad på askan, äro kalium, aluminium samt småämnena vanadin, molybden och volfram jämte uran och radium. Med undantag för kalium och aluminium äro dessa visserligen representerade i skiffern i mycket liten mängd, men de äro i ren-framställt tillstånd mycket dyra. De tre först-

nämnda småämnena användas huvudsakligen för specialståltillverkning. För vanadin uppgives f. n. ett pris på 40 kr. pr kg, medan fredspriset har hållit sig omkring 20 kr.

Om man ur skifferaskan ekonomiskt skall kunna utvinna de procentuellt små kvantiteterna vanadin, molybden och volfram, bör det ske som biprodukt vid en kemisk industri, grundad på något eller några av huvudämnena i skiffern eller på en billig och enkel fristående metod. Arbeten pågå för undersökning av denna sak, men ännu är för litet känt därom. Beträffande uran och radium torde man ha fog för att ställa sig tvivlande, huruvida det över huvud taget skall lyckas att ekonomiskt utvinna de minimala mängder, som finnas i alunskiffern. Uran har f. n. användning huvudsakligen inom glas- och porslinsindustrien såsom färgande tillsats. Om avsättning för en större produktion kan beredas, är ovisst. Det normala priset håller sig omkring 10 kr. pr kg. Radiums användbarhet torde icke här behöva beröras.

Av intresse äro de på senaste tiden genom Diamantbergborrningsbolaget och i Lund utförda anrikningsförsöken på alunskiffer. Det har uppgivits, att den organiska substansen låter anrika sig upp till över tre gånger den ursprungliga mängden. Om samtidigt småämnena anrikas är ännu icke utrett. Man har tidigare förmodat, att de skulle vara bundna i det organiska materialet; vissa resultat som erhållits av dr Assarsson synas emellertid snarare tyda på, att vanadinet förekommer som sulfid.<sup>1</sup> Om resultaten och utförbarheten av anrikningsförfarandet föreligger ännu intet officiellt meddelande, och försöken ha icke sträckt sig över laboratoriestadiet.

Att på skifferaskan grunda en kemisk industri, genom vilken kalium och aluminium utvinnas, är ett svårlöst problem. Alunskiffern liksom skifferaskan äro mycket resistentä även mot starka syror. Sålunda var utvinningen i den gamla alunberedningen, som grundade sig på kemiskt angrepp i skiffern av svavelsyra, alstrad genom och efter bränningen, ringa. Att döma av sammansättningen hos de efter lakningen kvarvarande varphögarna kunna högst 22 och 18 % av skifferns ursprungliga kali- och aluminiuminnehåll ha gått i lösning.<sup>2</sup> Askans svårlöslighet bekräftas ytterligare genom G. Hultmans i det föregående refererade och senare utförda försök både med svavelsyra och svavelsyrlighet. Som råmaterial för kalium- och aluminiumutvinning är dessutom skifferaskan ganska fattig. Dess till 6 % uppgående kalihalt är ungefär hälften av motsvarande siffror hos fältspat och kalileptiter, som innehålla ungefär samma kvantitet aluminium. Om en metod kommer till stånd, som möjliggör dekomponering av skifferaskan och dess överförande i lösligare form, är metoden även tillämpbar på nämnda rikare material. Vad som skulle tala till askans favör är dess krossade och lättmalda konsistens, vidare den vid oljeverket möjliga åtkomsten av energi för de kemiska processerna, möjligen även koksresten i askan, som kan tänkas bidra till utvinningsprocessens genomförande. Metodiska

<sup>1</sup> Muntligt meddelande av Dr. Assarsson. Se även notis i G. F. F. maj-numret.

<sup>2</sup> Alf Larsson, Den svenska kemiska industrien, II, sid. 300, 1923.

arbeten för utredandet av hithörande frågor pågå f. n., men äro icke avancerade i bedömbär form.

Såsom framgår av det anförda, saknas visserligen icke tänkbara möjligheter för industrier, grundade på avfallsprodukterna, men svårigheterna äro i allmänhet stora och materialet av fakta och erfarenhet ännu ringa. Innan man bättre kan överblicka hithörande frågeställningar och problem, torde man lämpligast räkna med oljeproduktionen som ett ekonomiskt fristående projekt.

---

# SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

	Pris kr.
N:o 168 <i>Malingsbo</i> av A. HÖGBOM och G. LUNDQVIST 1930 . . . . .	4,00
› 169 <i>Slite</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1928 . . . . .	4,00
› 170 <i>Katthammarsvik</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1929 . . . . .	4,00
› 171 <i>Kappelshamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1933 . . . . .	4,00
› 172 <i>Lugnås</i> av G. LUNDQVIST, A. HÖGBOM och A. H. WESTERGÅRD 1931 . . . . .	4,00
› 173 <i>Göteborg</i> av R. SANDEGREN och H. E. JOHANSSON 1931 . . . . .	4,00
› 174 <i>Karlstad</i> av N. H. MAGNUSSON och R. SANDEGREN 1933 . . . . .	4,00
› 175 <i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1932 . . . . .	4,00
› 176 <i>Storvik</i> av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934 . . . . .	4,00
› 177 <i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1933 . . . . .	4,00
› 178 <i>Gävle</i> av R. SANDEGREN, B. ASKLUND och A. H. WESTERGÅRD 1939 . . . . .	4,00
› 179 <i>Forshaga</i> av R. SANDEGREN och N. H. MAGNUSSON 1937 . . . . .	4,00
› 180 <i>Fårö</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1936 . . . . .	4,00
› 181 <i>Smedjebacken</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1937 . . . . .	4,00
› 183 <i>Visby och Lummelunda</i> av G. LUNDQVIST, J. E. HEDE och N. SUNDIUS 1940 . . . . .	4,00

Ser. Ba. Översiktsskator.

N:o 12 Kvärtärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Skala 1 : 50 000. 1929. Stockholmstraktens kvärtärgeologi, av G. DE GEER. Beskrivning till kvärtärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Bilaga med specialundersökningar. With English explanations. 1932 . . . . .	5,00 3,00
<i>Årsbok 32 (1938).</i>	
N:o 411 LARSSON, W., Die Svinesund—Kosterfjord-Überschiebung. Ein Beitrag zur postgranitischen tektonischen Geschichte des nördlichsten Bohuslän. 1938 . . . . .	1,00
› 412 ARRHENIUS, O., Upplysningar till en karta över den gotländska åkerjordens fosfathalt. Med en karta. Summary: The Phosphate content of the soils of the Isle of Gotland. 1938 . . . . .	2,00
› 413 HJELMQVIST, S., Über Sedimentgesteine in der Leptitformation Mittelschwedens. Die sogenannte »Larsboserie». 1938 . . . . .	1,00
› 414 LUNDQVIST, G., Klotentjärnarnas sediment. Zusammenfassung: Die Sedimente der Klotenseen. 1938 . . . . .	1,00
› 415 THORSLUND, P. and WESTERGÅRD, A. H., Deep boring through the Cambro-Silurian at File haidar, Gotland. Prel. report. With 4 plates 1938 . . . . .	2,00
› 416 DU RIETZ, T., The injection metamorphism of the Muruhatten region and problems suggested thereby. 1938 . . . . .	2,00
› 417 ASKLUND, B., Hauptzüge der Tektonik und Stratigraphie der mittleren Kaledoniden in Schweden. Mit 1 Tafel. 1938. . . . .	2,00
› 418 MAGNUSSON, N. H., Neue Untersuchungen innerhalb des Grängesbergfeldes. Mit einer Karte. 1938 . . . . .	2,00
› 419 SUNDIUS, N., Berggrunden inom sydöstra delen av Stockholms skärgård. Med en karta. Summary: Rocks in the south-eastern part of Stockholm Archipelago. 1939 . . . . .	2,00
› 420 LUNDQVIST, G., Sjösediment från Bergslagen. (Kolbäcksåns vattenområde). Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus Bergslagen. Wasergebiet des Kolbäcksåns. 1938 . . . . .	2,50
<i>Årsbok 33 (1939)</i>	
N:o 421 WESTERGÅRD, A. H., On Swedish Cambrian Asaphidæ. With 3 Plates. 1939. . . . .	1,00
› 422 SANDEGREN, R., Nedre Klarälvsdalens postglaciala utvecklingshistoria. Med 2 tavlor. Zusammenfassung: Die postglaciale Entwicklungsgeschichte des unteren Klarälvtals. 1939 . . . . .	1,00

N:o 423	LUNDQVIST, G., Sjösediment från området Abisko—Kebnekaise. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus dem Abisko—Kebnekaise-Gebiet in Schwedisch-Lappland. 1939 . . . . .	2,00
» 424	GAVELIN, SVEN, Geology and ores of the Malänäs district, Västerbotten, Sweden. With 38 plates. Resumé: Malänäsområdets geologi och malmförekomster. 1939 . . . . .	5,00
» 425	COLLINI, B., Hydrogeographische Beobachtungen an einigen Seen in Südwestschweden. 1939 . . . . .	1,00
» 426	ÖDMAN, O. H., Urbergsgeologiska undersökningar inom Norrbottens län. Med en karta. Summary: On the pre-Cambrian geology of Swedish Lappland. 1939 . . . . .	3,00
» 427	WICKMAN, F. E., Some graphs on the calculation of geological age. With one plate. 1939 . . . . .	0,50
» 428	LOOSTRÖM, R., Lönnfallet. Southernmost part of the Export Field at Grängesberg. With 3 plates. 1939 . . . . .	2,00
» 429	THORSLUND, PER, Kvartärgeologiska iakttagelser inom östra Storsjöområdet i Jämtland. 1939 . . . . .	0,50
» 430	HJELMQVIST, SVEN, Some post-silurian dykes in Scania and problems suggested by them. 1939 . . . . .	1,00

*Årsbok 34 (1940)*

N:o 431	MAGNUSSON, N. H., Herrängsfältet och dess järnmalmer. Med en tavla. Summary: The Herräng field and its iron ores. 1940 . . . . .	3,00
» 432	ARRHENIUS, O., Fosfathalten hos svenska torvslag. 1940 . . . . .	0,50
» 433	LUNDQVIST, G., Berslagens minerogena jordarter. 1940 . . . . .	2,00
» 434	LUNDQVIST, G., Sjösediment från Gotland. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus Gotland. 1940 . . . . .	2,50
» 435	BROTZEN, F., Flintrännans och Trindelrännans geologi (Öresund). Med en tavla. Zusammenfassung: Die Geologie der Flint- und Trindelrinne (Öresund) 1940 . . . . .	1,00
» 436	THORSLUND, PER, On the Chasmops series of Jemtland and Södermanland (Tvären). With 15 Plates. 1940 . . . . .	5,00
» 437	WESTERGÅRD, A. H., Nya djupborringar genom äldsta ordovicium och kambrium i Östergötland och Närke. Med kemiska analyser av GUNNAR ASSARSSON. Summary: New Deep Borings through the Lowest Ordovician and Cambrian of Östergötland and Närke (Sweden) 1940 . . . . .	2,00

*Årsbok 35 (1941)*

N:o 438	ÖDMAN, OLOF H., Geology and ores of the Boliden deposit, Sweden. With 48 plates. 1941 . . . . .	8,00
» 439	DU RIETZ, T., Nyare undersökningar inom Remdalens malmtrakt och dess omgivningar. Med 4 tavlor. 1941 . . . . .	3,00
» 440	SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1936—40. Med en karta. Resumee: Erdbeben in Schweden 1936—40. 1941 . . . . .	0,50
» 441	SUNDIUS, N., Oljeskiffrar och skifferoljeindustri. 1941 . . . . .	3,00

Ser. Ca.

N:o 24	GEIJER, PER, Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Med 6 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Norberg. 1936 . . . . .	8,00
» 25	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 1. Declination. With 4 plates. 1936 . . . . .	10,00
» 28	GEIJER, PER, Stripa odalfälts geologi. Med 3 tavlor. Summary: Geology of the Stripa mining field 1933 . . . . .	6,00
» 29	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 2. Inclination. With 4 plates. 1939 . . . . .	10,00
» 30	MAGNUSSON, N. H., Ljusnarsbergs malmtrakt. Berggrund och malmfyndigheter. Med 2 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Ljusnarsberg. 1940 . . . . .	7,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt. Stockholm 1.*