

MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE MYRSELSKAP

Nr. 5.

Oktober 1925

23de årgang.

Redigert av Det Norske Myrselskaps sekretær, torvingeniør J. G. Thaulow.

NOGEN AV DEN SVENSKE TORVFORSKNINGS NYERE RESULTATER.

Foredrag holdt i Den Kemiske Forening i Trondhjem ^{27/3} 1925.

Av professor *Sven Odén*.

DEN SVENSKA RIKSDAG har i løpet av de siste 5 år stillet rett betydelige summer til *Ingeniørsvetenskapsakademiens* disposisjon for gjennom dens *kraft- og brennselutvalg* å få utredet og undersøkt en rekke spørsmål på kraft- og brenselsspørsmålets område således f. eks. forskjellige ovnstypers og komfurers varmeøkonomi, kraft og varmebehovet ved forskjellige industrigrener og hvilke muligheter for besparelser der forelåg gjennom mere effektiv varmekontroll m. m. samt endelig undersøkelser over oljeskifer og torv. Disse torvundersøkelser har vært ledet av mig, og da jeg idag har den ære å fremlegge nogen av de opnådde resultater for denne forsamling, vil jeg få lov til å fremholde:

1) dels at visse resultater må betraktes som provisoriske, da vedkommende arbeider ennå ikke er helt ferdige: dette gjelder særlig om den del som nærmest vil interessere mine ærede tilhørere de *kjemiske resultater*, idet dog de fysikalskkjemiske arbeider er relativt tilendebragte,

2) dels at det ennå er fortidlig å dra *økonomisk-tekniske* slutninger av de fundne resultater.

Bedømmelse og kritisk granskning av en hel del tekniske forslag og oppfinnelser har inngått som et vesentlig ledd i vårt arbeide, og vi har behandlet det engelske selskap Peco Ltd.s (tidligere Wetcarbonizing Ltd.) forskjellige forslag til løsning av spørsmålet om torvens avvanning, *Müller* og *Torulf* metode til gjæring av torv, *Wallins* metode hvorved han ved behandling av torven med alkali under høit trykk skulde kunne utvinne metylalkohol, acetone og verdifulle oljer o. fl. Av hensyn til de forskjellige oppfinnere som stillet sine anlegg til vår disposisjon anser jeg mig av prinsipielle grunner avskåret fra her å fremkomme med nogen teknisk-økonomisk uttalelser hverken om båndpresen, varmepumpen, høitrykkapparatet eller torvgjæringen. Konfiden-

tielle rapporter er eller vil i sin tid bli tilstillet det svenske Kommerskollegium, hvis sak det så vil bli å gi eller la være å gi opplysninger om disse ting.

Nogen teknisk økonomiske synspunkter skal jeg dog anføre, men disse er av helt generell natur og inneholder intet fra de spesielle undersøkelser. Paralelt med disse undersøkelser er der også på annet hold blitt utført visse agrikulturkjemiske torvarbeider.

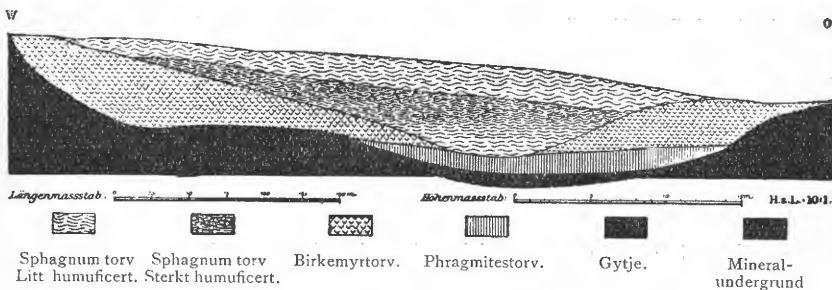


Fig. 1. Profil gjennom Linnerødsmyrten.

Vi vet alle at torv består av mer eller mindre kjemisk omvandlede planterester med en sterk vannopsugende evne delvis av kolloidal natur. Dens fysiske beskaffenhet, dens forbrenningsvarme, askeinnhold, svovlinnhold o. s. v. varierer sterkt etter dens opprinnelse og beror på almindelige klimatiske og topografiske forhold. Dette viser sig ofte ved en bestemt lagringsanordning og struktur i myrveggen, som forteller torvmyrens utviklingshistorie og egnens klimatologiske fortid (fig. 1 og 2.)

Nordmannen *Blytt* og svensken *Nathorst* har her vært foregangsmenn, da det gjaldt å klarlegge torvmyrenes utviklingshistorie og «Fennoskandias» tidligere klimat. Disse geologisk-biologiske problemer kan jeg imidlertid ikke her gå nærmere inn på, det får være tilstrekkelig for Sveriges vedkommende å minnes *Gunnar Anderssons*, *R. Seranders* og *L. von Posts* betydningsfulle arbeider. Den siste er lederen av de råstoffstatistiske og almindelige geologiske undersøkelser, som har vært utført gjennom Sveriges Geologiska Undersökning. (S. G. U.). Der er herunder blitt utført en omfattende og representativ serie undersøkelser av torvaske i en rekke forskjellige torvmyrer og i de forskjellige dybder av disse.

Ser man hen på torven slik som den foreligger i myren, fra et fysisk-kjemisk synspunkt, så er den nærmest å sammenligne med en kolloidal oppløsning med ca. 5 g/100g tørrstoff altså omtrent som i mager skummet melk, og med hoist 3—4 g/100g kullstoff. Som brenselstoff motsvarer den omtrent en kolloidal oppløsning av 20 g/l stenkull.

Det *kommersielle problem* er nu å bortskaffe vannet og på en eller annen måte nyttiggjøre torvsubstansen enten til brensel eller som råstoff for en eller annen kjemisk fabrikk eller eventuelt gjennom en kombi-

nasjon av begge på den måte at torven forgasses og forbrenner under samtidig utvinning av de fallende biprodukter.

Det *videnskapelige problem* kan enklest sammenfattes således: Hvad har vi for stoffer i torven, gjennom hvilke reaksjoner er de dannet av plantene og på hvilken måte forandres de under varierende forholdes innflytelse?

De *tekniske videnskapelige problemer* grupperer sig endelig omkring muligheten av på grunnlag av de videnskapelige iakttagelser å søke ved tekniske midler å skape økonomiske gjennomførbare metoder til å nyttiggjøre dette naturprodukt, som i Sverige utgjør 20 % og i visse distrikter endog overskrider 50 % av det faste markareal.

De vanskeligheter, som hver av de tre grupper jeg her har nevnt, byr på, ligger klart i dagen. De organisk-kjemiske arbeidsmetoder med tungt oppløselige ikke krystalliserbare stoffer er både kvalitativt og kvantitativt så ufullstendige, og behandlingen med sterke kjemikalier eller sterkere opthetning gir så ubestemmelige og upålitelige resultater, at man for tiden ennå ikke derav kan være berettiget til å dra sikre videnskapelige slutninger.

Vannet i torven kan man bare delvis få fjernet ved presning. Man har her lignende forhold, som f. eks. ved en vandig sodaopløsning, hvor man ikke kan få frem tørt salt gjennom osmose, eller ved en gelatin, som man heller ikke kan fremstille tørt gjennom presning, men hvor man til sist blir nødt til å anvende en fordampnings- eller tørkingsprosess. Hvor denne imidlertid ikke av naturen kan gjennomføres ved sol og vind, vil den alltid bli kostbar, selv om man f. eks. gjennom anvendelse av mekanisk-tekniske fordampningsapparater, «varmepumper», kan formå å gjenvinne en del av den latente fordampningsvarme. Den slags metoder derunder f. eks. den såkalte Gercke'ske dampkjele arter sig meget godt som varmetekniske kalkyler og har

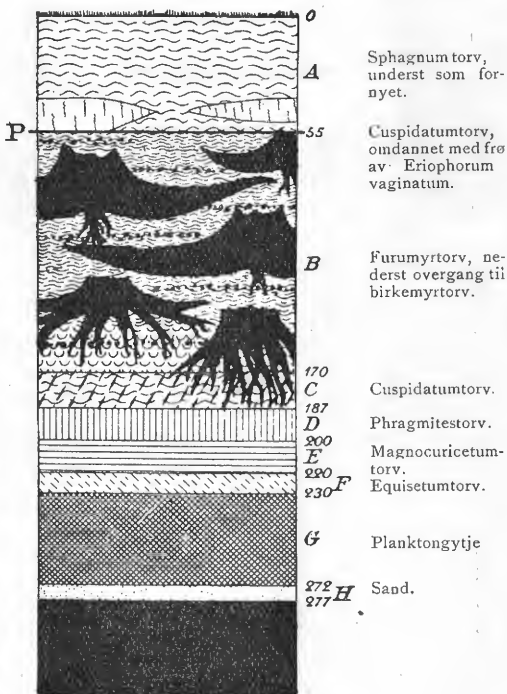


Fig. 2. Profil gjennom Tårnsjømyren.

Skikt ovenfor Litorinagrense. F == Granpollengrense — Efter von Post 1909:2.

ofte fått vel gjennomførte tekniske løsninger. De vilde sikkert være meget brukbare, dersom man kunde fått maskineriet gratis, men under forutsetning av en rimelig produksjon vil anleggskostninger bli så store, at selv om varmeøkonomien er god, sluker amortisasjonen av anlegget så betydelige beløp at de vil opveie fordelene. Enn videre vil der ved denne slags metoder opstå visse vanskeligheter derigjennem at torven selv ved relativ lav temperatur har tilbøielighet til å avspalte

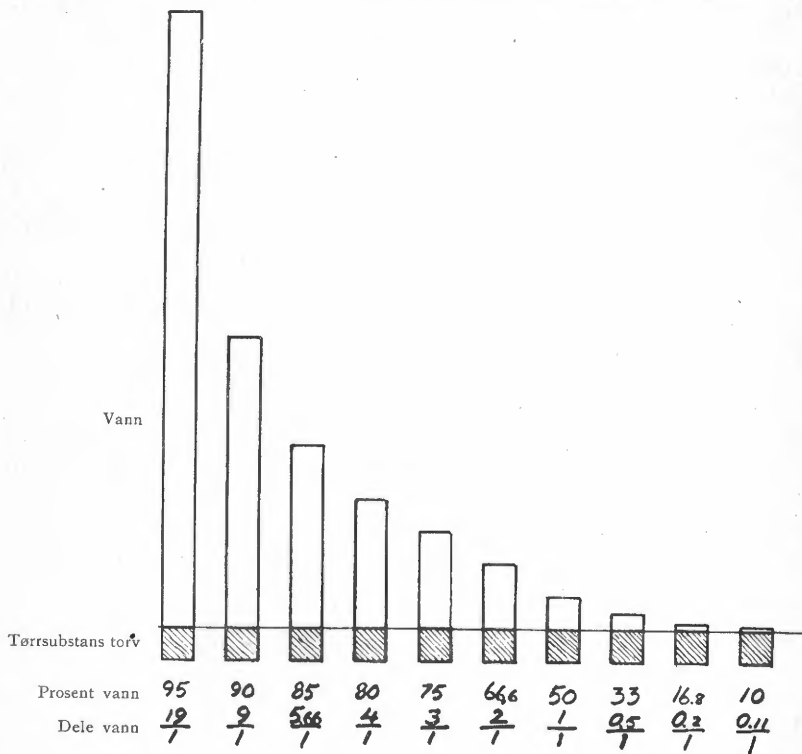


Fig. 3. Deler vann pr. del tørrstoff ved forskjellig vanninnhold.

kuldioksyd. En direkte fordampning, en bortkokning, av vannet fra en torv med 90 g/100g eller 95 g/100g vann uten å kunne tilgodegjøre sig dampen lønner sig på den annen side heller ikke som også *Hörring* har påvist, idet torvsubstansens forbrenningsvarme er mindre enn den latente varme som medgår til tørkingen. Som det fremgår av fig. 3 tilsvarer en nedsettelse av vanninnholdet fra 95 til 90 g/100g en fjernelse av over halvdelen av det vann som tilsvarer 1 del tørrstoff eller 10 gange dennes vekt.

Man kan imidlertid vise at ved et vanninnhold av 2 vann til 1 tørrstoff (66,6 g/100g) begynner de kunstige tørkingsmetoder å bli økonomiske under forutsetning av at en del av det tørkede stoff ofres, og

dette er også utgangspunktet for de mange projekter som gjennom en billig forbehandling skaffer et material med et vanninnhold av 2 : 1, for så etterpå ved kunstige midler f. eks. ved utnyttelse av spilldamp, røkgasser eller lignende å bringe vanninnholdet ned til f. eks. ca. 0,2 : 1 (16,8 g/100g). Enklest er det således, som av Steinert foreslått å bygge på en kort lufttørring, men der fins dessuten en hel del pressekonstruksjoner foruten elektromosemetoder, våtforkulning o. s. v. Under 17 g/100g

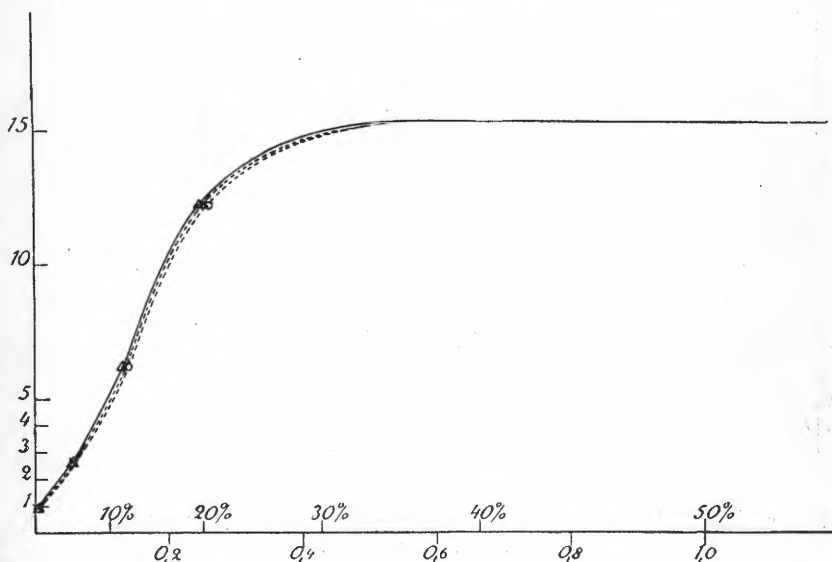


Fig. 4. Vanninnholdets variasjon med luftfuktigheten hos forskjellige torvslag. Nr. 42 Sphagnumtorv I. ×. Nr. 42 Sphagnumtorv II. ○. Nr. 43 Ældre Sphagnumtorv △.

vanninnhold lønner det sig neppe å tørke, da torven er hygroskopisk og vil av luften atter opta fuktighet til den alt efter de forskjellige sorter holder 15—20 g/100g vann. Likevekten mellem luftens fuktighet og torvens vanninnhold i mm. både den absolute, p, og den relative, r, fremgår av kurvene i fig. 4 og 5, av hvilke fig. 4 viser at denne likevekt er temmelig uavhengig av forskjellighetene i torvens art, mens fig. 5 viser to forskjellige forsøksserier med samme torv hvorav forsøksfejls størrelse vil kunne sees. Temperaturen har ved disse forsøk vært omkring 18°.

Den almindelige handelsvare av lufttørket torv holder imidlertid betydelig mere vann (20—30 g/100g), torvstrø ofte over 40 g/100g uten at den føles fuktig. Dette beror på vannets overordentlige sterke binning, således som man også har eksempler på i den uorganiske kjemi, hvor f. eks. krystallisert alun med ca. 54 g/100g vanninnhold virker helt tørt.

Før vi går nærmere inn på metodene for vannets fjernelse kan det være på sin plass å søke klarlagt på hvilke forskjellige måter

vannet forekommer bundet i torven. Jeg har søkt teoretisk og eksperimentelt å adskille følgende 4 grupper:

1) *Okkluderet vann* som utfyller de større hulrum og uregelmessigheter således f. eks. også spagnumartenes hyalinceller. Kan fjernes ved lavt trykk eller gjennom centrifugering.

2) *Kapillært vann* i konkave og konvekse kapillarrum. Det kan mer eller mindre fullstendig fjernes ved presning i tynde skikt og ved høit trykk.

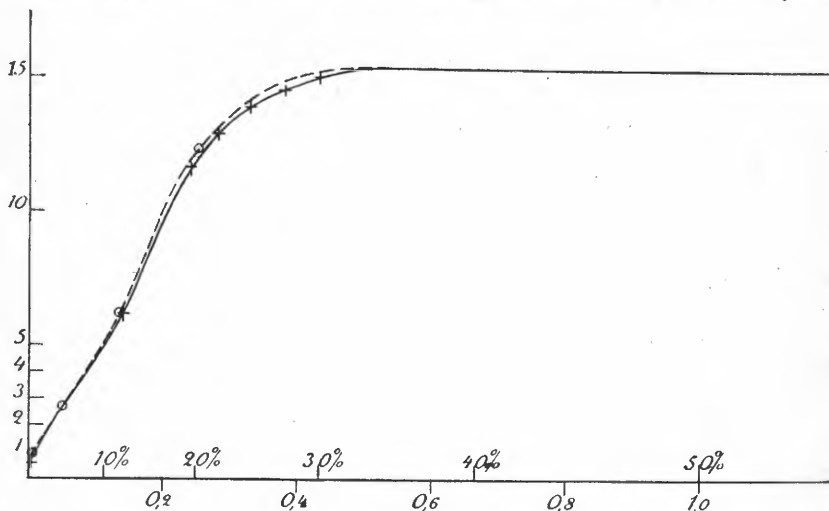


Fig. 5. Vanninnholdets variasjoner med luftfuktigheten ved forskjellige forsøk med samme torvslag.

Nr. 9 Spagnumtorv 1916 +. Nr. 9 Spagnumtorv 1918 o.

3) *Kolloid bundet vann* på samme vis som vannet i f. eks. agaragar, gelatin eller gallertisk kiseltsyre. Dette vann fordampes allerede ved en liten senkning av den relative fuktighetsgrad i den omgivende luft, men det kan ikke presses bort.

4) *Hydratationsvand* bundet på samme vis som f. eks. *krystalvannet i soda* eller visse syrer. Det kan som regel først fjernes enten ved høyere temperatur eller ved en meget lav fuktighetsgrad i luften.

Endelig må man også regne med det vann som ved opthetning dannes av de såkalte

5) *Vannstoff- og hydroxylgrupper* som fins i torvforbindelsene og som reagerer eksotermisk (varmeavgivende) under dannelse av vann.

Det er klart at bestemmelsesmetodene for disse grupper bare kan bli nogenlunde riktige og at man f. eks. ikke kan dra en skarp grense mellom kapillært og kolloidalt bundet vann samt at de enkelte grupper kommer til å stå i et vist reservibelt innbyrdes forhold, så at forandringer innen en gruppe vil medføre forskyvninger innen de øvrige.

Ved studiet av de forhold som gjør sig gjældende under en tørking eller avvanding av torv, har det dog vist sig formålstjenlig ved

hjelp av disse definisjoner i det minste å kunne fremstille den tiltagende intensitet, hvorved vannet er bunnet i dette stoff.

Med denne reservasjon for mangelen ved de kvantitative bestemmelser fremlegges i tab. 1 et forsøk på en *oversikt* over den mengde vann som pr. en del tørrstoff holdes bundet på de forskjellige måter.

Tabell 1. *Varmeforbruk ved tørking fra forskjellig vanninnhold.*

a. Vanninnhold (forhold mellom vann og tørrstoff)	b. Kaloriforbruk pr. kg tørrstoff for tørking ned til et forhold $\frac{0,2}{1}$ (tørkingen forutsettes ut- ført ved 20°, hvor vannets latente fordampnings- varme = 593 kcal)	b. motsvarer:		
		tørrstoff med 5000 kcal:	råtorv	% av ut- gangs- materialet
	Kcal	Kg	Kg	
$\frac{19}{1} = 95 \text{ g/100g}$	11 140	2,23	44,6	223
$\frac{9}{1} = 90 \text{ »}$	5 215	1,04	10,4	104
$\frac{4}{1} = 80 \text{ »}$	2 253	0,45	2,25	45
$\frac{3}{1} = 75 \text{ »}$	1 660	0,332	1,328	33,2
$\frac{2}{1} = 66,7 \text{ »}$	1 067	0,214	0,641	21,4
$\frac{1}{1} = 50 \text{ »}$	474	0,095	0,190	9,5
$\frac{0,5}{1} = 33,3 \text{ »}$	178	0,0366	0,0534	3,56
$\frac{0,2}{1} = 16,8 \text{ »}$	0	—	—	—

Et overslag over innholdet av det kolloidale bundne vann + hydratasjonsvannet kan man f. eks. få ved å desintegreere torvmassen så kapillarsystemene ødelegges og elektroosmose under hvilken disse vannmengder vandrer med torvpartiklene.

Et overslag over det okkluderte og kapillært opsugede vann kan man få gjennom presning, idet den for uendelig trykk beregnede tørrverdi angir det vann som går bort ved disse to grupper.

Går vi nu tilbake til spørsmålet om fjernelsen av vannet, så er den eneste metode som hittil har kunnet være brukbar i praktisk drift, *lufttørkingen* med alle dens risikomomenter i form av regn og frost

som man må regne med. Den stiller sig forresten heller ikke særlig billig, idet man såvidt jeg vet i Sverige nu må regne med ca. kr. 12,00 pr. ton lufttørket torv, med 25 g/100g vann. Derav faller ca. kr. 7,00 på arbeidsomkostninger, kr. 0,75—1,00 på energikonto (graveverk etc.), kr. 0,50—1,00 på administrasjon og kr. 3,75—4,00 til forrentning og amortering av anleggskapitalen. Denne siste post vil selvfølgelig variere efter den pris, som har vært betalt for verket, og

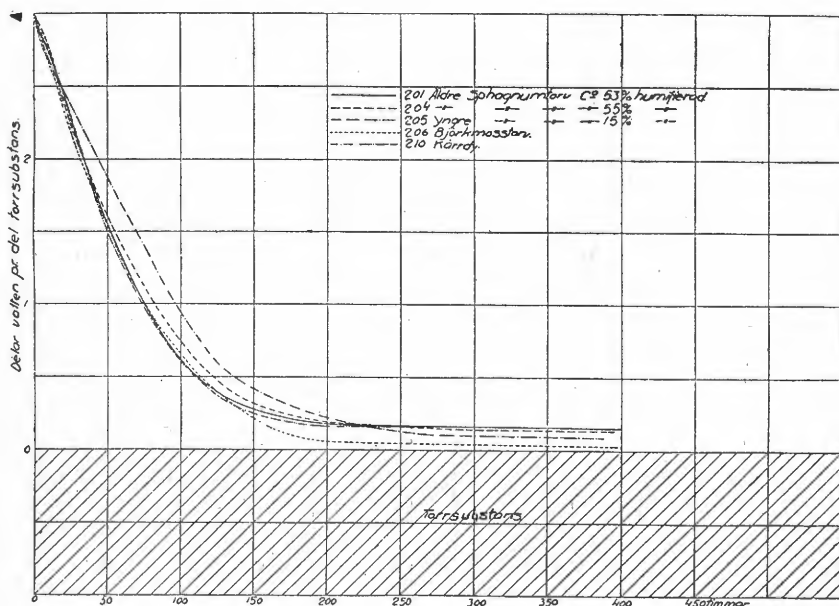


Fig. 6. Lufttøking ved 17,5° C.

om dette skriver sig fra før krigen eller om det er et høikonjunkturforetagende. Disse siste tør dog vel nu samtlige antas å være nedlagt.

Da lufttøkingen ennå teknisk-økonomisk er den eneste brukbare metode, kan det kanskje ha sin interesse å gå en smule inn på dens fysikalsk-kjemiske forutsetninger. Typiske kurver for tøkingshastigheten viser fig. 6. Efter et næsten lineært, temmelig skarpt fall foregår minskningen av vanninnholdet langsomt for litt efter litt å nærme sig grenseverdien, lufttøkingens likevektsverdi. Da man relativt lett og snart kan nå til et vanninnhold av mellem 60 og 70 g/100g, er det av *Steinert* fremholdte synspunkt å stoppe der og så utdrive resten av vannet med kunstig tøking ikke så ueffent.

De resultater som foreligger av forsøk med forskjellige torvstykker såvel ute på feltet som i laboratoriet og ved forskjellige temperaturer er følgende:

1) Ned til et vanninnhold av 1,5 : 1 (60 g/100g) d. v. s. så lenge

det okkluderte vann, det som befinner sig i de grovere mellemrum og kapillarer enn fordampner, reguleres tørkingen av fordampningshastigheten i de overfladiske skikter, og tilførselen av vann fra de indre partier foregår uhindret. Den pr. overflateenhet fordampede vannmengde er større enn fra en fri tilsvarende vannoverflate. Dette beror på at torvens overflate ikke er et plan men mer eller mindre porøs og tjevn.

Omkring et vanninnhold av 2 : 1 (66,6 g/100g) inntreer en innskrenking, som har sin grunn i at kapillarenes dimensjoner minsker, hvilket igjen medfører en krympning av materialet og en derav følgende formindsket overflate.

2) Ute i fri luft hvor sol og vind får virke, er fordampningshastigheten flere gange så stor som ved 17° inne i et værelse.

3) Under et vanninnhold av 1,5 : 1 (60 g/100g) inntreer en påtagelig avtagning av fordampningshastigheten. Det er det kapillært og kolloidalt bundne vann som fordampner. Fordampningshastigheten reguleres av tilførselen fra de indre partier til overflaten. Hulrum og kapillarer fylte med vanddamp optrer nu i massen. Der optrer således fordampning inne i denne, og det er ikke bare flytende

vann men også vanddamp som trenger op til de overfladiske partier. Særlig er dette fremtredende henimot slutten av tørkingen.

4) Tørking ved høiere temperatur forløper naturligvis med større hastighet beroende på vanddampens større tension og således større fordampningshastighet i overflateskiktet, samtidig som tilførselen til overflaten foregår raskere på grunn av den forminskede indre friksjon. Den «gang» i tørkingshastigheten som fremtrer ved høiere temperatur, beror på kolloidkjemiske forandringer ved materialet som inntreffer omkring 90 g/100g.

5) Tørkingshastigheten hos naturtorv er stort sett den samme for forskjellige torvslag såvel ved lufttørking ute i fri luft som ved kunstig tørking såvel ved værelsetemperatur som ved høiere temperatur.

6) Ved finmaling og opvarmning av torven kan man i visse tilfelle opnå en øket tørkingshastighet (f. eks. hos yngre Sphagnumtorv) i andre tilfelle viser der sig ingen merkbar endring i forholdet.

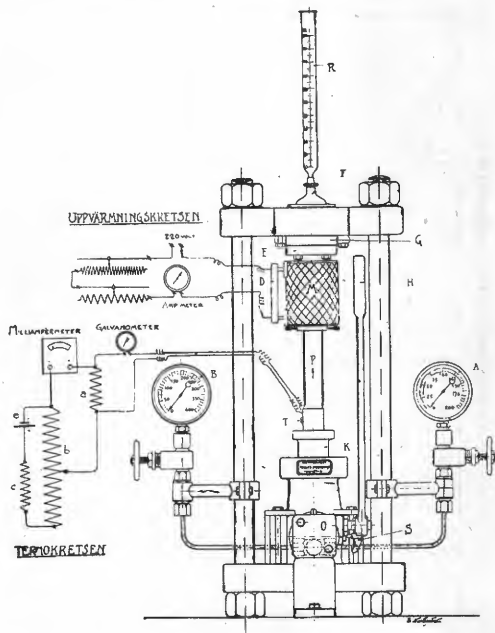


Fig. 7. Presseanordninger.

7) Våtforkulning av torv medfører en påfallende økning i tørkingshastigheten hos samtlige undersøkte torvarter.

8) En tilsetning av alkali (Na OH) har en påtagelig minskning i tørkingshastigheten tilfølgende, hvilket for en del skyldes materialets sterkere krympning.

9) Bestemmelsen av tørkingshastigheten er av forholdsvis mindre verdi som karakteriseringsmetode for de naturlige torvsorter, men når

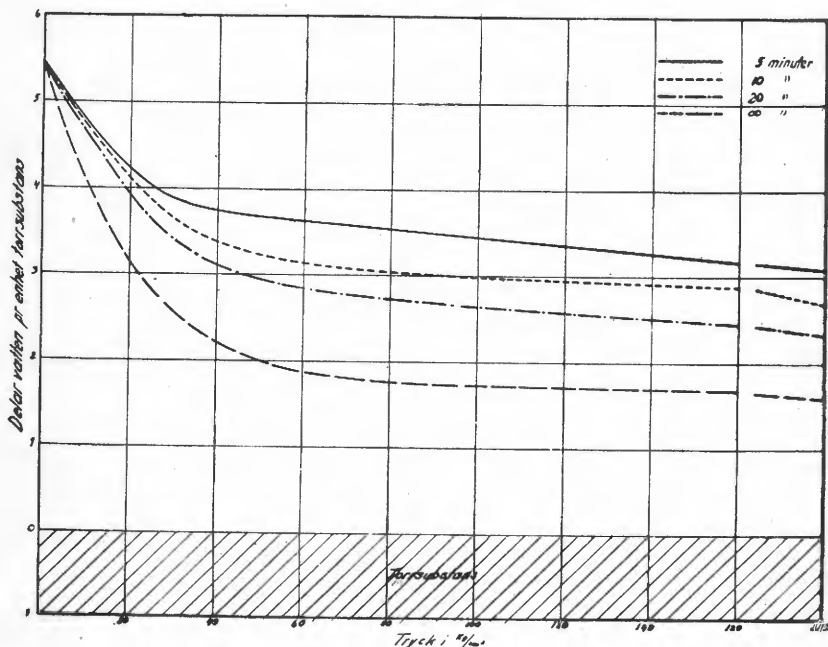


Fig. 8. Pressehastighet.

det gjelder å bedømme de på forskjellig vis forbehandlede torvprøver, kan det ha sin betydning.

10) Felttørring av den såkalte «hydrotorv» fra Ramnäsmyren viste at under gunstigst mulige tørkingsbetingelser fordredes en tid av ca. 25 døgn for å opnå et produkt med et vanninnhold av 0,30 : 1 (23 g/100g).

11) Kompletterende undersøkelser med lufttørring i det fri viste under tørkingsperioden ingen vesentlige avvikelser mellom de enkelte sorter torv. Derimot så man at i en regnperiode optog sphagnumtorv betydelig mindre vann en starttorv.

Går vi nu over til spørsmålet om hvilke muligheter der foreligger for å fjerne vannet ved presning, så må vi foruten vanninnhold, presse-trykk og pressetid også ta hensyn til pressenes konstruksjon og frem-

for alt formen hos det torvstykket som utsettes for ensidig trykk samt størrelsen av de flater hvorfra vannet skal løpe av.

En teknisk selvfølgelig ugunstig men for klarleggelsen av de forskjellige faktorerers innvirkning brukbar laboratorieanordning viser fig. 7, og en del typiske kurver for den endelige likevektstilstand mellom pressetrykk og resterende vanninnhold, samt hastighetskurver for pressingen finnes gjengitt i fig. 8 og 9.

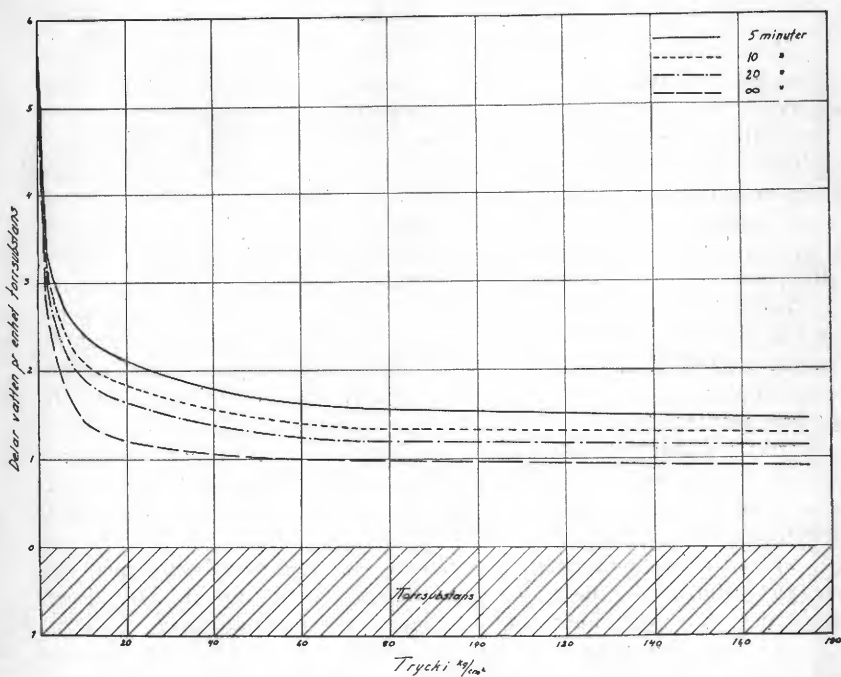


Fig. 9. Den endelige likevekt.

For bedømmelsen av presseeffekten spiller tidsfaktoren den største rolle. Visselig kan man ikke ved presning komme under et vanninnhold som i regelen ligger temmelig høit (mellem 50 og 70 g/100g) men der kreves på den annen side kun forholdsvis litet arbeide for å opnå dette resultat, hvis man nøier sig med lav presningshastighet. Stiller man derimot krav til rask og effektiv presning stiger energiforbruket meget sterkt. Den største vanskelighet har man i det forhold, at det vann som med sammenpressingen frigjøres, kun langsomt kan bevege sig gjennom de sammenpressede kapillarer i torvmassen og man har forsøkt å avhjelpe dette ved å tilblande torvkoks, tørt torvpulver eller ved å presse i tynde skikt.

Følgende sammenstilling, som angir det medgatte arbeide ved presning fra et vanninnhold av 9 : 1 (90 g/100g) ned til et vanninnhold av

2 : 1 (66,6 g/100g) for et bestemt torvsort pr. 1000 g torvsubstans, vil belyse variasjonene i energiforbruket:

Pressetid	Energiforbruk
∞	33,8 kg
20	50,1 »
10	55,6 »
5	61,9 »
2	83,0 »

Hvad man sluttelig må holde sig for øie, når det gjelder vannavpresning av torv, er at man aldrig må gjøre regning på å komme ned under 65 g/100g vanninnhold med en praktisk gjennomførbar avvanningshastighet, men at man heller burde holde sig op til 85 g/100g samt at resultatet frem for alt må ses i sammenheng med ferdigt produkt pr. år og anleggskostninger. Opfinnere kommer ofte og viser, at de kunne komme ned til så og så lav vannprocent gjennom den ene eller annen forandring i materialet eller pressen. Dette blir dog somoftest helt illusorisk da de ikke har tatt tidsfaktoren med i sine beregninger.

Forlater vi nu *avvanningsproblemet*, som hittil har vært det dominerende innen torvforskningen og vender oss til torven som objekt for kjemisk forskning, så pointertes allerede i innledningen manglene ved sikre definisjoner av de optredende stoffer, når det gjaldt såvel det primære plantematerialet som dets omvandlingsprodukt *torv*. Vi kan imidlertid i plantematerialet sondre mellom visse stoffgrupper nemlig:

1) *Hexosaner* eller cellulose lignende stoffer oppbygget av hexoser; de er temmelig lett såvel hydrolyserbare som forgjærbare og oppløselige i Schweitzers reagens.

2) *Pentosaner* oppbygget av pentoser som ved destillasjon med salt-syre gir furfurool eller metylfurfurool. Begge disse grupper hydrolyseres delvis av svake syrer men angripes neppe av svake alkalier.

3) *Ligninstoffer* av ubekjent konstitusjon, de er oppløselige i normal svovlsyrling og sure sulfiter, men angripes neppe av andre syrer eller av svake alkalier.

4) *Eggehvitestoffer* av mer eller mindre kjent sammensetning.

Dessuten forefinnes i underordnede mengder forskjellige fettarter, voks, kullvannsstoffer, harpikser, alkaloider, glykosider, farvestoffer, fosfatider o. s. v. I torven gjenfinner vi nu så godt som alle disse stoffgrupper, men dessuten en ny karakteristisk gruppe nemlig:

5) *Huminstoffene* som er lett oppløselige selv i de mest fortyndede alkalier (0,001 normal), og besidder en sterk brun farve. De reagerer med baser som typisk om enn tungtopløselige syrer. Angripes neppe av mineralsyrer med undtagelse av saltpetersyre, som gir karakteristiske i nitroderivater.

Franz Fischer antar som bekjent at huminsyrene dannes av ligninet, en hypotese som for 30 år siden opstilledes av *P. Klason*. Den er imidlertid ikke bevist, og undersøker vi torvslag med stigende kolorimetrisk ekstraktfarveintensitet og stigende mengde av i alkalier op-

løselige stoffer, så avtar i samme monn *samtlig*e grupper av stoffer både hexosaner, pentosaner og ligniner.

Om man vil undersøke et torvslags humiferingsgrad d. v. s. den procent av plantematerialet som er omvandlet til humusstoffer, vil følgende metode kunne finne anvendelse.

Tabell 2. *Fordelingen av forskjellig slags vann i torv.*

Nr.	Torvslag	Totalt vanninnhold	Okkludert vann	Kapillært vann	Kolloidalt bunnet vann og hydratvann (det siste 0,02—0,03)
		g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
201	Ældre Sphagnum torv H 8—H 9	3,21	0,95	1,33	0,93
202	Furumyrtorv H 9	3,17	0,41	1,83	0,93
203	Storstarrtorv H 7—H 8	3,16	1,13	0,43	1,60
204	Sphagnum torv H 7—H 8	3,35	1,04	0,86	1,45
206	Birkemyrtorv H 8—H 9	3,17	0,63	0,71	1,83
207	Phragmites Cladium	3,07	0,43	1,55	1,09
208	Storstarrtorv H 4—H 5	3,38	0,78	1,69	0,91
209	Birkemyrtorv H 8	3,24	0,72	1,62	0,90
210	Gytje	3,35	0,84	1,75	0,76
316	Starrtorv H 4—H 5	4,28	0,32	2,79	1,17
348	Gressrik mosetorv H 7	6,50	2,12	3,24	1,14

- I. Bestemmelse av den i en torvprøve inneholdte mengde humusstoffer.
- II. Bestemmelse av hvormeget av plantematerialet som ikke er omvandlet.
- III. Bestemmelse av hvor mange vannstoff og hydroxylgrupper, som ennå finnes uforandret i plantematerialet og ennå kan reagere under dannelse av vann.

Ingen av disse metoder kan dog gjennomføres kvantitativt med nogen større grad av nøiaktighet, og særlig den tredje er meget vanskelig å gjennomføre eksperimentelt.

For den første metodes vedkommende har jeg sammen med docent

Melin utarbeidet en metodik som går ut på en ekstraksjon av humusstoffene i torven med alkali og derpå følgende kolorimetriske sammenligning av oppløsningens farveintensitet med visse standardoppløsninger.

Den annen metode er studert nærmere av professor *Keppeler* i Hannover. Gjennom hydrolyse av de foreliggende hexosaner og pentosaner med svovlsyre og bestemmelse av totalreduksjon samt gjennom en særskilt bestemmelse av pentosene har det lyktes ham å finne et uttrykk for torvens spaltningsgrad.

De kolorimetriske undersøkelser er utført av *Sven Odén, Filip Olsson* och *H. E. Engeltius* (Jämförande undarsökningar över olika torvslags humifieringsgrad, Stockholm 1922) på den måte at en avveiet mengde tørv blev kokt med natriumhydratopløsning (sedvanlig 100 g/l NaOH) i en bestemt tid (15—30 minutter). Derefter fortynnes ekstraktet og sammenlignes med en standardopløsning av kjent konsentrasjon. Som sådan har der vært prøvd med adskillige preparater, og som det heldigste har vi funnet å være *Merck's* preparat «acidum huminicum», samt den ifølge *Eller* og *Kock* av hydrochinon syntetisk fremstillede huminsyre.

Parallelt med de kolorimetriske undersøkelser har tilsvarende torvslags spaltningsgrad blitt bestemt efter *Keppelers* metode og i tabell 2 fins noген av disse verdier sammenstillede, hvorav overensstemmelsen mellem humifieringsgradsbestemmelsene efter den kolorimetriske og *Keppelers* metode vil fremgå.

Forkoksning og våtforkulning.

Ophetes torven, vil der foregå visse forandringer med den, disse forløper noget forskjellig alt eftersom ophetningen foregår i tørr atmosfære uten lufttilgang eller i vannmettet atmosfære (våtforkulning). Før luften komme til ved temperaturer over 200°, kan man få totalforbrenning, generatorgassdannelse eller Mond-process alt efter de betingelser hvorunder forbrenningen foregår. På dette kan der dog ikke her inngås nærmere. Forløpet ved forkoksning resp. våtforkulning vil fremgå av diagrammet i fig. 10.

Imidlertid skjer der allerede fra 85° en langsom gassdannelse (kulsyreavspaltnig), men den er for ubetydelig til å gjøre sig gjeldende i diagrammet. Man må herunder peke på, at koksutbyttet eller rettere utbyttet av fast, i vann uopløselig stoff blir større ved den våte behandling under trykk enn ved den almindelige forkoksning, da tjæren i første fall ikke får anledning til å undslippe, men forener sig med det øvrige residum.

Våtforkulningen behøver jeg ikke å gå nærmere inn på her, da de første videnskapelige undersøkelser over forløpet av denne process i sin tid blev foretatt i Trondhjem ved Lab. C av *Eilif W. Paulson*.

Denne skilte mellem stofftap og energitap og fant at det siste er relativt mindre, idet det våtforkullede materiale har en høiere brenneverdi enn utgangsmaterialet.

Våre egne sammenlignede undersøkelser over de to processer har ført til det resultat, at det neppe er så *vesentlige* forskjelligheter i det kjemiske forløp. Kulsyreavspaltningen og vanddannelsen er i begge tilfeller de vesentlige momenter, og tjæren som ved forkoksning går bort, polymeriseres og kondenseres ved våtforkulning.

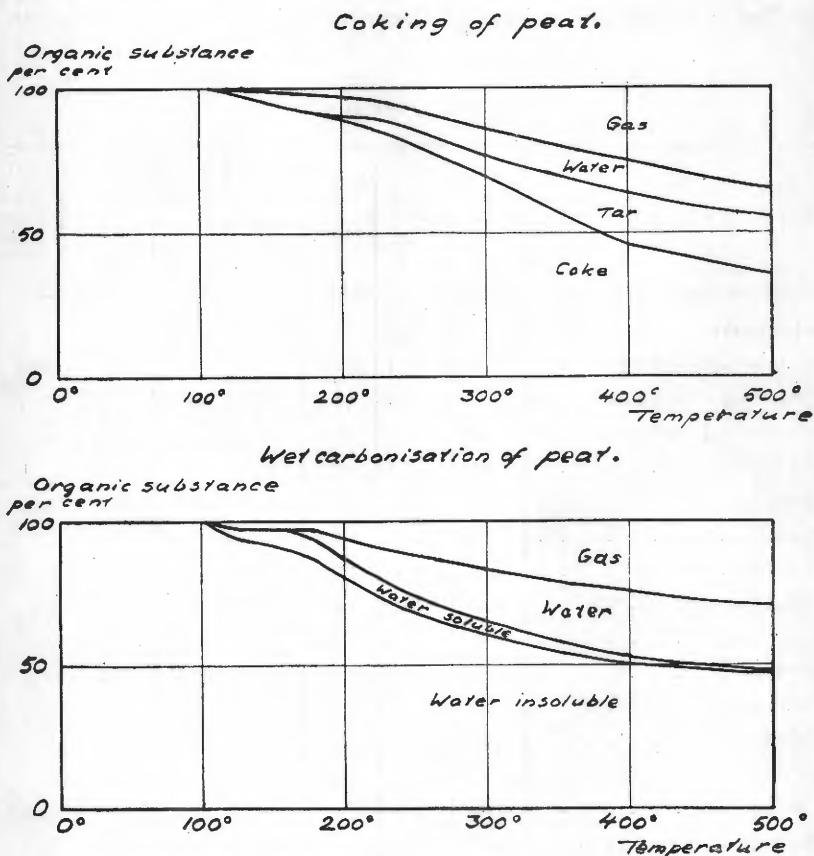


Fig. 10. Forkoksning og våtforkulning.

Ulikhetene ligger fortrinsvis i sammensetning av gassen som ved den våte behandling er så godt som fri for kuloksyd, og mengden av dannet gass som er større ved våtforkulningen. At gassen ved denne siste process har en annen sammensetning enn ved forkoksningen er forklarlig, da der her vil kunne innstille sig en likevekt mellom de forskjellige gasskomponenter, som ved de temperaturer som her kommer på tale, forskyver sig henimot CO og C, mens dette ikke er tilfellet ved forkoksning, da gasserne her bortledes og avkjøles efterhvert som de

dannes. Som følge herav blir residuet (halvkoksen) surstoffrikere og kulstofffattigere ved forkoksning enn ved våtforkulning.

Ved forkoksning, som jeg nu går over til, vil man jo søke å opnå en såvidt mulig fast og god koks. Dette krever en forkoksningstemperatur av 450—500°, og hvis torven er en vel presset og tørket maskintorv, pleier det å være tilstrekkelig å gå til denne temperatur. Man må dog holde sig for øie at man på denne måte ikke opnår en surstofffri

Tabell 3. *Pentosaner, heksosaner og innhold av humussyre i de forskjellige torvslag.*

Torvslag	Nr.	Total-reduksjon	Pentosaner	Heksosaner	Sum av pentosaner og heksosaner	Humifier.grad	
						kolori-metrisk	ekstraheret humus-syrer
Sphagnumtorv	301	61,9	22,1	33,0	55,1	6,1	—
Sphagnum Fuscumtorv . .	123	57,1	22,1	28,8	51,0	12,7	—
Sphagnum Fuscumtorv . .	119	56,4	14,7	34,1	48,8	16,2	—
Sphagnum Fuscumtorv . .	114	53,0	18,7	28,5	47,2	19,3	24,2
Furumyrtorv	202	48,1	12,3	30,4	42,7	19,2	—
Sphagnum Fuscumtorv . .	116	49,4	23,2	8,1	31,3	25,2	29,8
Starrtorv	121	46,6	19,2	22,3	41,5	28,4	—
Starrtorv	203	43,0	19,3	18,9	38,2	28,8	—
Phragmitestorv	117	40,0	14,3	21,3	35,6	32,7	46,7
Birkemyrtorv	206	37,5	15,9	16,6	32,5	35,0	—
Starrtorv	120	33,5	16,1	13,7	29,8	38,4	—
Cladiumtorv	207	33,1	10,5	17,7	28,2	44,0	—
Birkemyrtorv	209	33,3	8,9	18,0	26,9	46,6	—
Sphagnum Cuspidatumtorv .	201	28,5	15,5	9,8	25,3	53,5	—
Birkemyrtorv	118	20,5	4,7	13,7	18,4	56,0	63,5
Starrtorv	208	27,3	10,0	10,9	20,9	59,4	—

koks, men nærmest en halvkoks med ca. 10 g/100g surstoff og 4 g/100g vannstoff.

Svovlinnholdet som er av interesse fra metallurgisk synspunkt er naturligvis avhengig av utgangsmaterialet, men er i regelen halvparten av hvad det fantes deri. Men da koksutbyttet er mindre enn 50 g/100g, betyr dette, at svovlprocenten i halvkoksen er større enn i det oprinnelige materiale. Da sågodtsom intet fosfor forflygtiges, økes fosforinnholdet i omvendt proporsjon til koksutbyttet.

Et eksempel på koksens sammensetning viser tabell 3.

Hvad nu tilslutt den tjære angår, som dannes ved torvforkoksning, så varierer utbyttet derav mellem 5 og 30 g/100g. Mens lavt humufiert torv gir en tjære, som minder om tretjære, flytende med lite paraffininnhold, så får man av høit humufiert material en halvfast brungul råparaffin ved siden av endel fenoler. Dessverre har man hittil hatt liten glede av torvtjæren. En torvekspert som jeg talte med i Tyskland sa, at om man idetminste kunde brenne den op, kunde mann da hatt

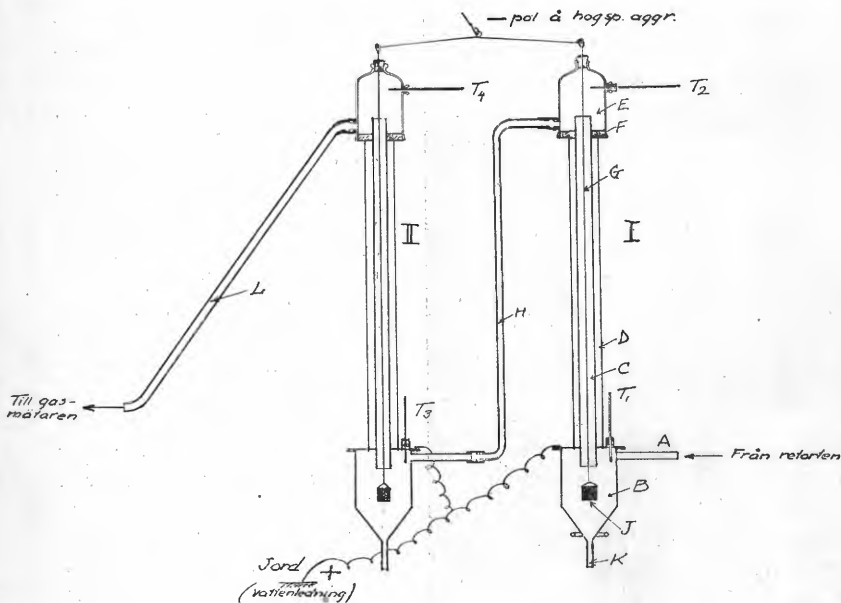


Fig. 11. Cotrellapparat.

nogen nytte av den, men som motorbrensel er den iallfall ikke bra, da den inneholder mange sure bestanddeler samt en bekk med høit forgasningspunkt. Den inneholder dog paraffin og andre stoffer av nogen verdi og når man hittil ikke har hatt videre anvendelse for den, så beror dette på at raffineringssomkostningene blir for store især for små anlegg. Et raffineri for torvtjære blir med nuværende metoder først rentabelt ved et årskonsum av 30 000 tons tjære og dette betyr i gunstigste tilfelle, 100 000 tons torv, hvilket blir et ganske anselig kvantum både å transportere og å lagre.

Skal raffineringen lønne sig, må den kunne gjennomføres med enkle midler i direkte tilknytning til selve forkoksningen uten kostbare omfraktioneringer og vaskninger.

Vi har derfor tatt oss for å undersøke, hvad man kunde kalle gassernes fysiske struktur idet de undviker fra destillasjonsretorten, og vi har her funnet to bestanddeler:

- 1) virkelig forgassede stoffer som kondenseres ved senkning av temperaturen og
- 2) gaskolloider d. v. s. små tåke- eller dråpepartikler som setter sig fast i alle vinkler og kroker, men som uhindret f. eks. bobler gjennom en kjøleveske.

Det har videre vist sig, at om den fra forkokningsretorten kommende gass ved overophetning bringes op til en høiere temperatur over

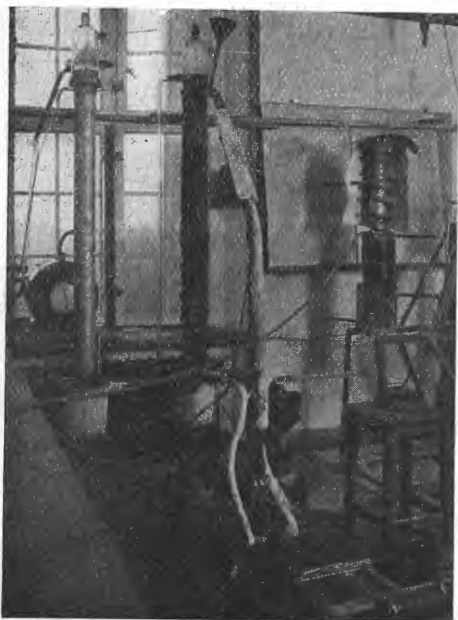


Fig. 12. Cotrellapparat.

en viss temmelig konstant verdi (35° — 400°) så blir gassen klar og fri for sådanne gaskolloider, men så snart temperaturen atter senkes, optrer disse pånytt. Denne temperatur tilsvarer paraffinets kokepunkt og gaskolloiderne har da også ved undersøkelse vist sig for størstedelen å bestå av dette stoff.

Det ligger nu nær å søke å få tjernet disse gaskolloider fra gassen på et eller annet vis innen de øvrige bestanddeler bringes til kondensasjon og vi har i denne vinter studert dette problem ved hjelp av «Cotrellmetoden». Forsøkene blev utført på den måte at de fra en forkokningsretorte kommende gasser ved en temperatur av 120° — 160° lededes gjennom et koberrør i hvis midte der var ophengt en kobbertråd.

Røret og tråden var forbunnen med hver sin pol av et høispenningsaggregat på 10—50 000 volt. Apparatanordningen fremgår av fig. 11 og 12. De i gasserne suspenderte partikler som ioniseres og opladedes vandret til den ene elektrode, hvor de avsatte sig, og da deres smeltepunkt i almindelighet lå under 100° , fløt de ned i en beholder under kobberrøret. Gassens øvrige bestanddeler kondensertes ikke her, men passerte videre, avkjøltes, kondensertes og utfeltes på lignende vis i et følgende cotrellapparat, som arbeidet ved en lavere temperatur.

På denne måte har det vært mulig umiddelbart efter gassens uttredelse av destillasjonsrummet ved hjelp av suksessiv avkjøling og elektrisk utfelning av de utkondenserte bestanddeler å gjennomføre en fraksjonering av destillasjonsproduktene.

På grunn av de eksperimentelle vanskeligheter som hefter ved den

slags forsøk i laboratoriemålestokk, hvor man ikke har anledning til å benytte sig av kontinuerlig arbeidende retorter og hvor varmetapene gjennom utstråling og ledning på grunn av apparaturets store overflate i forhold til gassmengden er uforholdsmessig store, har vi måttet innskrenke oss til kun å utta de to fraksjoner. Princiipielt er der imidlertid intet iveien for at et større antall fraksjoner kan tas, hvorved man i hver fraksjon får den del av kondensatet, hvis kondensasjonspunkt tilsvarende vedkommende temperatur.

Da den analytisk-kjemiske behandling av de erholdte produkter ennå ikke er avsluttet kan fortiden ingen data derom fremlegges.

Torvens kvelstoff.

Som bekjent er torvens kvelstoffinnhold meget varierende. Mange torvslag som f. eks. cladiumtorv og startorv inneholder over 3% kvelstoff og man har videre konstatert at torv i myr dannet på kalkholdig grunn er særlig kvelstoffrik.

Utvinning av denne kvelstoff som ammoniakk i forbindelse med forkoksning eller en annen process burde derfor i høi grad kunne forbedre et sådant foretagendes økonomi, og vi har derfor utført en del forsøk for å finne ut, hvor stor del av torvkvelstoffet som maksimalt kan utvinnes efter de forskjellige metoder. Forsøkene bidrog også til å gi nogen opplysning om, på hvilken måte kvelstoffet er bundet i torven.

Det vil føre for langt her i detalj å gjøre rede for resultatene av disse forsøk, såmeget mer, som de vil bli publisert i «Ingeniørsvetenskaps-

Tabell 4. *Koksens sammensetning og utbytte ved forkulling av torv ved 345—400°.*

	Torvens sammensetning	Koksens sammensetning	Av 100 g innveiet tørrstoff gjenfinnes i torven	Utbytte i koksen
	g/100g	g/100g	g	g/100g
Kullstoff	57,18	72,80	36,25	63,4
Vannstoff	5,85	3,78	1,88	32,2
Kvelstoff	2,00	2,82	1,41	70,6
Svovl	0,46	0,41	0,20	43,5
Aske	6,02	11,53	5,75	95,6
Surstoff m. m.	28,49	8,66	4,31	15,1
	100,00	100,00	49,80	
Fosfor	0,0597	0,119	0,0593	99,4
Varme verdi	6140 kcal.	7550 kcal.		

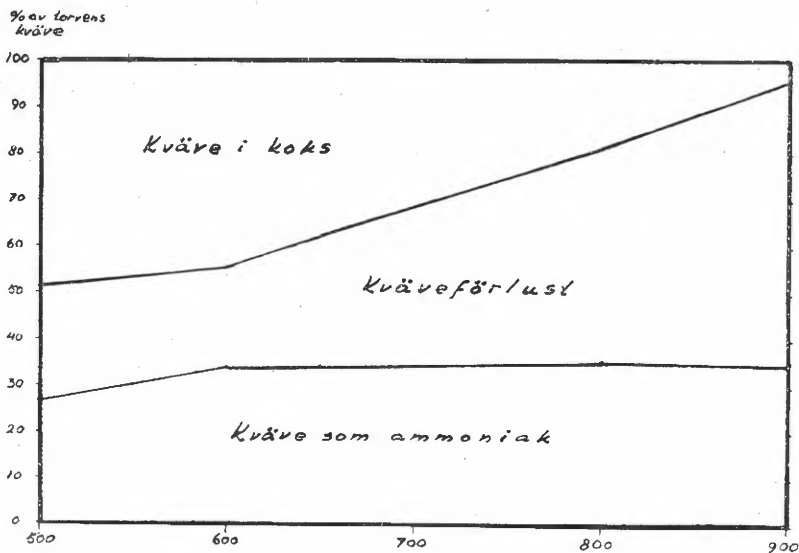


Fig. 13. Kvästoffordeling ved tørdestillasjon.

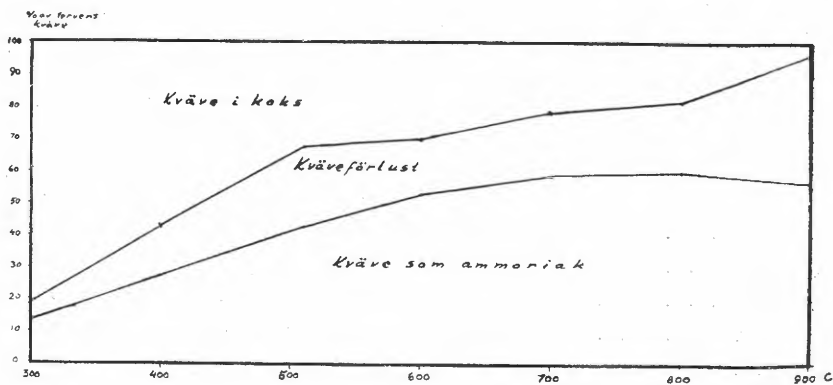


Fig. 14. Kvästoffordeling ved destillasjon med vanddamp.

akademiens Handlingar». Jeg skal innskrenke mig til i de følgende tabeller og figurer å gi et par eksempler på resultatene.

Tabell 4 viser ammoniakutbyttet ved tørdestillasjon ved forskjellige temperaturer og fig. 13 viser fordelingen av kvelstoffet i koksen, som fritt kvelstoff og som ammoniakk i gassen. Det frie kvelstoff må betraktes som tap, mens det som blir tilbake i koksen, ved videre ophetning for en del vil kunne overføres i ammoniakk. Som det av figurene vil fremgå, lønner det sig dog neppe å gå over 600°, da det av koksen frigjorte kvelstoff vil spaltes og tapes i form av fritt kvelstoff som går i gassen.

Tabell 5. *Ammoniakkutbytte ved tørdestillasjon av torv 507.*

Forsøksnr.	Temperatur ^o C	g NH ₃ pr. 100 g tørrstoff	NH ₃ beregnet som g kvelstoff pr. 100 g tørrstoff	g koks pr. 100 g tørrstoff	Innhold av kvelstoff i koksen g/100g	Gass utviklet pr. 100 g tørrstoff
1	475	0,82	0,67	49,4	—	11,8
3	500	1,04	0,88	47,8	3,34	13,5
21	600	1,34	1,11	46,1	3,16	—
22	650	1,36	1,12	43,6	2,82	—
24	800	1,41	1,16	41,0	1,47	—
23	900	1,39	1,15	39,4	0,36	—

I tab. 5 vil man gjenfinne de tilsvarende verdier for destillasjonen med vanddamp og fig. 14 viser de av disse avledede kurver. På grunn av vanddampens beskyttende innvirkning øker her ammoniakutbyttet med stigende endetemperatur for forkokningen helt op til 7 å 800°, det absolutte utbytte blir høiere og temperaturen mindre. Først når temperaturen drives over 800° begynner tapene å øke og utbyttet å minske. Gjennem meget rikelig tilførsel av vanddamp og forsiktig ophetning har man ved en del forsøk kunnet utvinne optil 70 å 80% av torvens kvelstoffinnhold som ammoniakk.

Høitryksforsøkene.

I mitt laboratorium har videre forsøk blitt utført med ophetning av torv med alkali under høit trykk overensstemmende med ingenior *H. Wallins* patent.

Efter dette blandedes torven med natriumhydrat i samme mengde som selve torvsubstansen, hvorefter vann tilsattes inntil massen fikk smørkonsistens. Massen ophettedes i autoklav til 365° ved et trykk av 225 atm.

Efter avkjølingen blev den dannede gass, som i almindelighet inneholdt 2 g/100g methan, 1—2 g/100g kuldioxyd og 90 g/100g vannstoff, sluppet ut, hvorefter massen omdestillertes i kollonneapparat op til 100° ved hvilken temperatur også en større del av vannet avdestillertes. I destillatet kunde aceton, metylalkohol og lette oljer påvises. Residuet efter destillasjonen, en mørk klebrig masse, blev destillert med overhett vanddamp op til 500°. Herved dannedes likeledes en del ukondenserbare gasser som inneholdt 10—15 g/100g methan, 10—15 g/100g kuldioksyd og 50—60 g/100g vannstoff. I destillatet fantes foruten metylalkohol og aceton lette og tunge oljer samt bck. Residuet efter denne destruerende destillasjon bestod av en gråsort kullholdig aske, som inneholdt 10 g/100g organiske stoffer og natriumkarbonat.

Tabell 6. *Ammoniakkutbytte ved destillasjon ved vanddamp av torv 507.*

Forsøksnr.	Temperatur °C	Destillasjonstid timer	g vanddamp pr. 100 g tørrstoff	g NH ³ pr. 100 g tørrstoff	NH ³ beregnet som g kvelstoff pr. 100 g tørrstoff	g koks pr. 100 g tørrstoff	Kvelstoffinnhold i koksen	Gass utvirket pr. 100 g tørrstoff
33	300	1½	200	0,54	0,44	69,1	3,86	—
32	400	1⅔	80	1,08	0,89	50,6	2,72	—
11	510	1⅔	—	1,70	1,40	41,7	2,53	29,4
30	600	2	150	2,14	1,73	38,9	2,32	—
25	700	1⅝	200	2,33	1,92	28,7	2,45	—
26	800	2⅓	150	2,39	1,96	24,1	2,45	—
27	900	2⅝	120	2,25	1,85	14,0	0,81	—

Foruten forskjellige slags tre, lignin m. m. er hittil to sorter torv blitt undersøkt, nemlig en høithumufiert og en lavthumufiert torv.

Nogen av de utbyttemengder som vi fikk ved disse forsøk er sammenstillet i tabellene 6 og 7, av hvilke man vil se fordelingen av torvens kulstoff, vannstoff og surstoff i produktene.

Ingeniør Müller har i nogen år i Tyskland utført forsøk med gjæring av torv uten tilgang av surstoff. På Ingeniørsvetenskapsakademien anmodning er også denne metode blitt undersøkt i mitt laboratorium av docent Mehlin og ingeniør Norrbín.

Det fremgikk av disse forsøk at der under gjæringen optrådte en sterk methandannelse, men nogen forbedring av torven som følge av gjæringen hverken fra avvannings- eller brenselssynspunkt kunde man ikke påvise, hvorfor den neppe tør ha nogen betydning for torvspørsmålet.

Tilslutt har vi i laboratoriet i de siste par år arbeidet på en utnyttelse av torv til fremstilling av en føsforsyregjødning. Utgangspunktet har vært det kjente forhold at uopløselige råfosfater (trikalciumfosfat) ofte kan gi gode gjødningsresultater på humusrik jord. Det synes her som om trikalciumsfosfatet ved hjelp av humussyrene omvandles til av plantene lettere assimilerbare stoffer, og vi har funnet at disse reaksjoner i høi grad befordres, dersom vannstoffionekonsentrasjonen forøkes ved tilsetning av en passende syre.

Tabell 7. Høitrykksbehandling av høithumifisert torv (507).

	Total	Kullstoff	Vannstoff	Surstoff etc.	Aske
		g	g	g	g
100 g tørrstoff	100,00	52,12	5,33	31,96	10,59
<i>Produkter</i>					
A. Ved ophetning til 180°.					
Metylalkohol	1,38	0,52	0,17	0,69	—
Aceton	1,23	0,77	0,13	0,33	—
Ekstraherbart m. eter	0,40	0,36	0,04	—	—
B. Ved ophetning til 365°:					
Metylalkohol	0,10	0,04	0,01	0,05	—
Aceton	0,16	0,10	0,04	0,02	—
Oljer	0,80	0,66	0,09	0,05	—
Gass	0,76	0,18	0,43	0,15	—
Ekstrakt	0,08	0,07	0,01	—	—
C. Ved tørdestillasjon:					
«Sodakull»	11,12	9,83	0,41	0,88	—
Metylalkohol	0,14	0,05	0,02	0,07	—
Aceton	2,48	1,54	0,26	0,68	—
Lettoljer	3,92	3,22	0,40	0,30	—
Tungoljer	1,98	1,68	0,19	0,11	—
Brunbekk	2,70	2,26	0,25	0,19	—
Svartbekk	4,84	4,02	0,41	0,41	—
Gass	6,07	2,37	1,33	2,37	—
Kullsyre (CO ₂) i soda- kull	32,80	8,95	—	23,85	—
Sum	70,96	36,62	4,19	30,15	—
Vann dannet ¹	10,26	—	1,14	9,12	—
Total	81,22	36,62	5,33	39,27	—
Uundgåelige tap under for- søkene	18,72	15,50	—	7,31	—

¹ Vanninnholdet er beregnet ved differensen i vannstoffinnholdet.

Tabell 8. Høitrykksbehandling av lavthumifisert torv (303).

	Total	Kullstoff	Vannstoff	Surstoff etc.	Aske
100 g tørrstoff	100,00	g 43,94	g 5,96	g 48,85	g 1,25
<i>Produkter:</i>					
A. Ved ophetning til 365° under høit trykk:					
Metylalkohol	0,78	0,29	0,10	0,39	—
Aceton	0,85	0,53	0,09	0,23	—
Oljer	2,59	2,01	0,29	0,29	—
Ekstrakter	0,37	0,33	0,04	—	—
Gass	0,83	0,25	0,54	0,04	—
B. Ved tørdestillasjon:					
»Sodakull»	2,48	1,23	0,05	0,14	1,06
Metylalkohol	0,18	0,07	0,02	0,09	—
Aceton	3,69	2,29	0,38	1,02	—
Lettoljer	6,16	4,86	0,60	0,70	—
Tungoljer	5,75	4,75	0,53	0,47	—
Bekk	6,18	5,10	0,50	0,58	—
Gass	13,47	4,68	1,93	6,86	—
Kullsyre CO ₂ i soda- kull	50,87	13,87	—	37,00	—
Sum	94,20	40,26	5,07	47,81	
Vann dannet ¹	8,01	—	0,89	7,12	
Total	102,21	40,26	5,96	54,93	
Uundgæelige tap under forsøkene	—	3,68	—	—	

¹ Vanninnholdet er beregnet ved differensen i vannstoffinnholdet.

På denne måte er en ny fosforsyregjødning «torvfosfat» blitt til, og planteforsøk pågår fortiden bl. a. ved Norges landbrukshøiskole, Ås for å konstatere produktets brukbarhet.