



BI 63/67

# **SJÄLV- ANTÄNDNING**

Sammanställt av  
Bo Carlsson  
Per Hilding  
Bo Renheim

<u>Innehållsförteckning.</u>	Sid
1. Inledning.....	1
2. Historik och statistik.....	2
5. Allmänt.....	3
4. Självuppvärmning hos Icke brännbara ämnen.....	5
4.1. Bränd kalk.....	5
4.2. Andra ämnen.....	5
5. Självantändning hos ämnen med låg antändningstemperatur.....	7
5.1. Gaser.....	7
5.2. Fasta ämnen.....	8
6. Självantändning hos ämnen som genom långsam oxidation uppvärms till antändningstemperatur.....	10
6.1. Oljor och fetter.....	10
6.2. Nitrocellulosalack, syntetiska läcker och liknande.....	13
6.5. Film (cellulusanitrat) .....	14
6.4. Kol.....	15
6.14..1. Stenkol.....	16
6.4.2. Stenkolssot.....	18
6.4.5. Brunkol och torv.....	18
6.4.4. Träkol.....	19
6.5. Trä.....	20
6.6. Träfiberplattor.....	20
7. Självantändning där uppvärmningen startas av biologiska processer.....	22
7.1. Självantändning hos hö.....	23
7.1.1. Skyddsåtgärder mot Självantändning i hö och säd.....	27
7.1.2. Åtgärder som bör genomföras vid de olika uppkomna temperaturerna.....	28
7.2. Fils och träavfall.....	29
8. Bestämning av ett ämnes benägenhet att självantända.....	30
8.1. Bestämning av syrebindning.....	30
8.2. Bestämning av värmeutvecklingen vid syrebindning.....	33
8.5. Jodtal.....	33
8.4. Sammanfattning.....	33
9. Ämnen med benägenhet för Självantändning.....	36
10. Litteraturförteckning.....	49

## 1. Inledning.

Redan tidigt har man ägnat självantändningen stor uppmärksamhet, men det oaktat ha endast få tillförlitliga undersökningar bedrivits i saken, varför resultaten i allmänhet varit osäkra och motstridiga.

Detta arbete utgör en sammanställning av olika undersökningar som bedrivits inom skilda områden av hela självantändningsproblemet•

Som avslutning på kompendiet har upprättats en överskådlig förteckning på de ämnen som kan anses vara mer eller mindre benägna att självantända.

## 2. Historik och statistik.

De först kända iakttagelserna av självantändning omnämnes av KOPP i Geschichte der Chemie. Där berättas att BOYLE år 1680 "beskrivit hur en kropp kan antändas av sig själv vid kontakt med luft. Denna kropp kallade han pyrofor.

I litteraturen från 1700-talet omtalas flera bränder som ansetts vara förorsakade av självantändning. Så t.ex. omnämnes att den ryska krigsfregatten Marie år 1781 råkade i brand genom självantändning i kimrök indränkt med hampolja.

Under slutet av 1800-talet sysslade ett flertal forskare med självantändningsproblemet. Tysken RANKE gjorde år 1875 i Liebig's laboratorium sina berömda experiment med de s.k. pyrofora hökolen. KISSLING har utfört ett banbrytande arbete på självantändningens område. Så bestämde han år 1891 den viktökning som linolja och en del andra oljor uppvisa vid oxidation i luft. År 1895 utförde han självantändningsförsök med bomull indränkt i linolja. I början av 1900-talet har utförts omfattande försök bl.a. med stenkol och torkande oljor som fortfarande kan anses aktuella.

Under år 1962 redovisades 5 storskador med ett skadebelopp av 2 mkr, där brandorsaken var självantändning. År 1965 uppgick antalet dylika bränder till 7 och skadebeloppet till hela 16,5 mkr. Motsvarande siffror under 1964 var 7 bränder och 2,5 mkr, 1965: 6 bränder och 2,5 mkr, 1966: 10 bränder och 2,6 mkr. Det finns dock anledning att anta, att en del av de bränder som fått orsaken angiven som okänd har vållats av självantändning. De flesta självantändningarna upptäcks dock i tid genom att processen vanligen tar så lång tid att röklukt hinner förmärkas innan ett egentligt brandutbrott kommer till stånd.

### 3. Allmänt.

Självantändning kallas den process, då ett ämne eller blandningar av ämnen utan medverkan av yttre värmekälla eller annat energitillskott uppnår den termiska tändpunkten. Graden av värmealstring, lufttillgången och isolerings-egenskaperna hos den närmaste omgivningen är tre faktorer som påverkar den farliga uppvärmningen. Sådan självuppvärmning kan äga rum i många olika material. Värmen som alstras överföres i många fall till omgivningen lika snabbt som den skapas, varför någon värmestegring inte kan påvisas. Detta är emellertid inte fallet med alla material, utan värmealstringen vid normal yttemperatur kan vara så stor att värmeavgivningen inte är lika snabb. Man får då en värmestegring som accelererar processen och ger ökat värme, som i sin tur inte leds bort, vilket så småningom gör att ämnets termiska tändpunkt uppnås.

Ventilationen har således en betydande inverkan på självuppvärmningens och självantändningens uppkomst. Å andra sidan kan fullständig brist på ventilation förhindra antändning såvida inget syreavgivande ämne förefinnes. Detta förhållande utnyttjas i de fall då mängderna är små nog att praktiskt kunna förvaras i lufttäta behållare. Det finns material, som inte visar någon märkbar tendens till självuppvärmning när förvaringen sker vid normal temperatur. Samma material kan bli farliga om de förvaras i för varma lokaler. En obetydlig uppvärmning, exempelvis i solsken eller mot en värmeanordning kan också starta eller påskynda en självantändningsprocess.

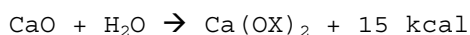
Självantändningsfallen kan indelas enligt flera olika principer. Någon helt entydig indelning kan dock inte göras, eftersom det förekommer att ett fall kan hänföras till två eller flera grupper» beroende på att flera olika faktorer kan medverka till självantändningen. Vi har här delat in självantändningsfallen i fyra grupper.

- 1: Självpuppvärmning hos icke brännbara ämnen ned risk för antändning av brännbar omgivning.
- 2: Självantändning hos ämnen med låg antändningstemperatur.
- 5s Självantändning hos ämnen som genom långsam oxidation uppvärma till antändningstemperatur.
- 4: Självpuppvärmning där •uppvärmningen startas av biologiska processer.

En självantändning kan ske mycket långsamt, exempelvis vid en fortgående temperaturökning under månader i en större barkhög, eller mycket hastigt genom kontakt mellan två ämnen, exempelvis karbid och vatten, eller stöt mot sprängämne. I vidare bemärkelse räknas ofta även en del andra förlopp som självantändning, exempelvis överhettning från ångrör eller från glödlampa i sågspån.

#### 4. Självuppvärmning hos Icke brännbara ämnen.

4.1. Bränd kalk.  $\text{CaO}_2$ , är mycket brandfarlig i förbindelse med vatten.



Reaktionen är starkt exoterm och den utvecklade värmemängden skulle utan förluster kunna höja temperaturen i systemet cirka 500 grader C. I praktiken har upp till 350 grader C uppmätts, vilket är tillräckligt att antända de flesta organiska ämnen som trä, papper, torvströ m.m. Man känner till flera fall där osläckt kalk tillsammans med fukt varit orsak till bränder. Kalken förvaras vanligen i uthus, där faran för att fukt kan intränga är stor. Många bränder har också orsakats av kalkavfall, som av misstag, eller med avsikt blandats med brännbara ämnen.

#### 4.2. Andra ämnen.

Klorex-,  $\text{WaClO}_3$ -lösning, som vanligen används som ogräsutrottningsmedel, kan efter avdunstning i torrt väder ge självantändning, i gräs. Klorex är ett starkt oxiderande ämne och kan därför, tillsammans med lättantändliga ämnen, ge upphov till bränder.

Andra starkt oxiderande ämnen är:

Peroxider, bromater, klorater, perklorater och nitrat.

Natriumhydroxid,  $\text{NaOH}_2$ , och kaliumhydroxid,  $\text{KOH}_2$  visar samma tendenser som bränd kalk tex vattendimma på fast  $\text{NaOH}$  eller  $\text{KOH}$  ger en kraftig ångbildning.

Koncentrerad svavelsyra,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , och koncentrerad salpetersyra.  $\text{HNO}_3$  angriper de flesta organiska ämnen under värmeutveckling tex.

om man håller koncentrerad svavelsyra på bomull stiger temperaturen inom någon minut till cirka 150 grader C, om man blandar rykande salpetersyra med koncentrerad svavelsyra och tillsätter några droppar terpentin, antändes terpentinen genast på grund av den häftiga oxidationen.



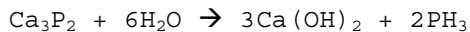
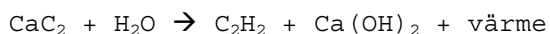
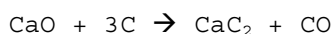
## 5. Självantändning hos ämnen med låg antändningstemperatur.

Det finns ett flertal ämnen, som vid vanlig temperatur förenas ned syre under utveckling av värme och ljusfenomen. Detta beror på att deras antändningstemperatur är så låg, att ämnens blotta beröring med luft ger upphov till självantändning. De flesta av dessa ämnen användas dock endast i laboratorier och industrier, och få av dem utgör någon brandfara i det dagliga livet.

### 5.1 Gaser.

Fosfin,  $\text{PH}_3$ , som i luft har antändningstemperaturen cirka 100 grader C, innehåller ofta samtidigt difosfin,  $\text{P}_2\text{H}_4$ , som kan antända spontant ner till 0 grader C.

Kalk innehåller ofta som orenhet fosforföreningar, som härstammar från kalkstenen. I många tekniska reduktionsprocesser upphettas kalk, varvid kalciumfosfid,  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ , uppstår, som tillsammans med vatten ger fosfiner tex vid framställning av acetylen,  $\text{C}_2\text{H}_2$ .



Därför innehåller acetylen alltid något fosfin. Är fosformängden mer än 0,1 % är gasblandningen självantändlig. Då kalciumkarbidens reaktion med vatten dessutom alstrar mer värme än den osläckta kalkens, och därtill kommer, att acetylen lätt exploderar, om det utsätts för tryck, måste man anse kombinationen kalciumkarbid + vatten som särskilt farlig ur självantändningssynpunkt.

Kalciumfosfid kan även förekomma i kalkkväve (gödningsmedel), som framställs ur kalciumkarbid. Fosfiner kan även uppstå vid förruttnelseprocesser.

Klor reagerar ned många ämnen ännu häftigare än syre. En blandning av klor och väte, klorknallgas, exploderar redan på grund av ljusets inverkan:



Klors benägenhet att reagera med väte är så stor, att också flera kolväteföreningar reagera häftigt med klor tex terpentin, ( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ).

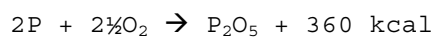
## 5.2 Fasta ämnen.

Kalium. K, och natrium, Na, reagerar under mycket stark värmeutveckling med vatten och bildar vätgas, som kan tändas av reaktionsvärmets:



Det mest kända självantändliga ämnet är vit fosfor, P, som tändes:

i fuktig luft vid 30 grader C,  
 i torr luft vid cirka 50 grader C,  
 i finfördelad form vid rumstemperatur och  
 i kontakt med klor omedelbart.



Flera metaller som Al, Fe, Co, Ni och Hg och metall-sulfider som FeS och Na<sub>2</sub>S är i mycket finfördelad form självantändliga. Under inverkan av luftens syre kan dessa inom en relativt kort tid bli glödande och ^e upphov till bränder. Detta beror på deras finfördelade tillstånd, varigenom de kommer i intim kontakt med syret. Fuktighet kan höja självantändningseffekten tex vid korrosion, medan däremot en alltför stor fuktighet verkar avkylande.

Följande faktorer påverkar gynnsamt en självantändning av metaller:

- 1 finfördelning, spån eller pulver
- 2 fuktighet
- 3 uppvärmning
- 4 föroreningar
- 5 större kvantiteter

6. Självantändning hos ämnen som genom långsam oxidation uppvärms till antändningstemperatur.

De flesta ur brandteknisk synpunkt viktiga självantändande ämnen hör till denna grupp. Självantändningens orsak är en vid relativt låg temperatur förlöpande exoterm reaktion. Dessutom fordras för antändning även ringa värmebortledning.

6.1 Oljor och fetter.

Självantändning i sk. torkande oljor uppkommer då vissa slags oljor och fetter uppsuges eller sprides över trassel, tyg, bomull, sågspån, torvströ, metallspån och dylikt, dvs man får då en stor exponerad yta.

De själv antändande oljorna är vanligen animaliska och vegetabiliska torkande och halvtorkande oljor samt innehåller i allmänhet glycerider av omättade fettsyror. Självantändligheten är beroende av ämnens förmåga att binda syre under värmeutveckling. Processen kan påskyndas katalytiskt genom tillsats av tunga metaller. De torkande oljorna oxideras vanligen så att syret upptages vid dubbelbindningarna under bildning av peroxider. Aktiverade  $\text{CH}_2$ -grupper kan också oxideras, eller så kan etylenoxidgrupper uppstå. Dessa reaktioner sker till en början långsamt, varefter reaktionen påskyndas av de bildade peroxiderna genom autokatalys. Vid självantändningsfall märks i överensstämmelse med detta, att temperaturen till en början inte nämnvärt stiger. Förutom rena oxidationsfenomen sker även polymerisation och resultatet blir, att oljan torkar och bildar ett fast skikt.

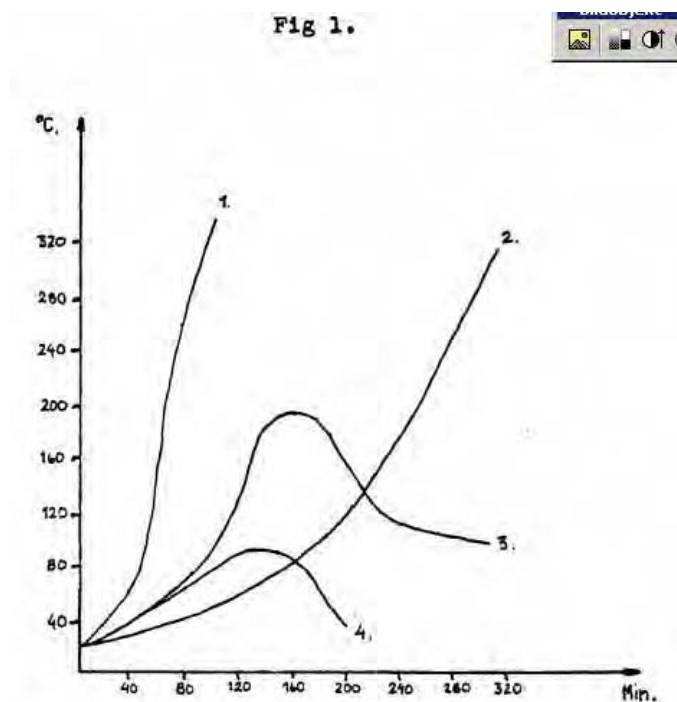
Torkhastigheten och benägenheten för självantändning ökas väsentligt vid tillsats av katalysatorer. De i färg- och fernissaindustrin använda katalysatorerna kallas sikkativ och består vanligen av bly, mangan, eller koboltoxid, eller vissa organiska salter, t.ex. resinater och naftenater. Metallerna ökar oxidationshastigheten i följande ordning: Co, Mn, Fe, Cu, Cr, Ni, Pb, Al, Zn, Sn. I synnerhet de första verka redan i mycket små mängder starkt katalytiskt.

Vid närmare undersökning av processen vid linoljans oxidation har man funnit att viktökningen motsvarar syreupptagningen ända tills ungefär 14 % syre upptagits. Härefter sker en liten viktsminskning, ehuru syreförbrukningen fortgår ända tills den förbrukade syremängden är 39 % av linoljans vikt. Detta bevisar, att vid det senare skedet i huvudsak endast flyktiga oxidationsprodukter uppkommer.

Den tid som åtgår för att ett med olja Indränkt material skall antändas kan inte generellt anges, då de yttre omständigheterna spelar en synnerligen stor roll. Exempel finns sålunda på att en linoljeindränkt trasselsudd tänt redan efter någon timma, och andra exempel på att olja och terpentin, som runnit ned i en trossbotten, legat där i flera år innan syreupptagning kunnat ske och antändning inträffat.

Under den till antändning förlöpande processen bortgår vatten i ångform vid 100°C, och vid ytterligare förhöjd temperatur bildas akrolein genom torrdestillation av fettsubstanten. Akroleinet har en mycket karaktäristisk lukt, vilket ofta leder till att man i tid upptäcker brandfaran.

Man har funnit att ordningsföljden för några farliga Oljeprodukters benägenhet att självantända är följande; Tranfettsyror, sillolja, linoljefettsyror, medicintran, rå linolja, olivoljefettsyror och rovolja. Självantändliga är även följande oljor; Tallolja, tallolja-produkter och terpentinolja, i synnerhet gammal sådan. Mineraloljorna är i allmänhet ej självantändliga. Det har emellertid inträffat att även med mineralolja indränkta trasor själv antänt, vilket får anses mycket ovanligt.



Temperaturkurvor vid självantändningsförsök med bomullsmaterial och torkande olja.

Kurva 1:	110 g bomullsmaterial	Indränk	med	120 g olja
Kurva 2:	375 g	"	"	400 g "
Kurva 5:	110 g	"	"	150 g "
Kurva 4:	80 g	"	"	110 g "

(Källa: Cerberus Alarm)

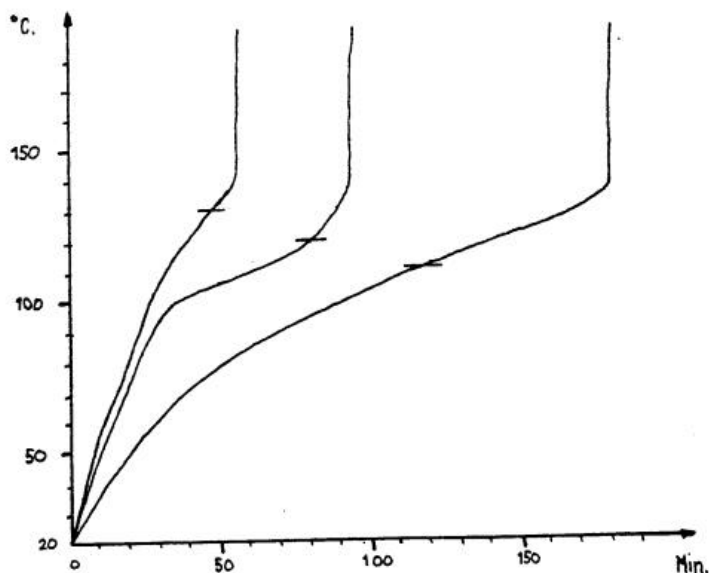
## 6.2. Nitrocellulosalack, syntetiska läcker och liknande.

Vid försök har klarlagts att avfall av nitrocellulosalack från sprutmålningsverkstäder kan antända på grund av självuppvärmning. Antändningstemperaturen har vid försök uppmätts till ca 140°C.

Vid vissa syntetiska lacker har konstaterats att självuppvärmningen påbörjats redan vid så låg föruppvärmningstemperatur som 50°C, och risker kan även finnas att självuppvärmningen startar vid ännu lägre temperaturer.

Fig 2.

Självuppvärmning av avfall av nitrocellulosalack. Den omgivande luftens temperatur anges i de olika fallen av de horisontella tvärstrecken på kurvorna.



(Källa: Svenska Tarifföreningen)

### 6.3. Film (cellulosanitrat).

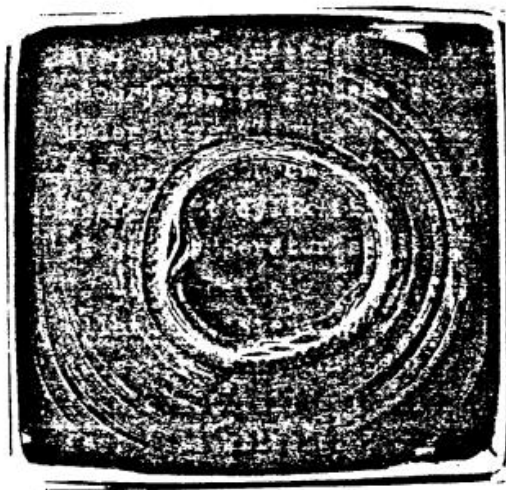
Det är känt att nitratfilm nedbrytes när den utsätts för även mycket måttlig uppvärmning. När denna nedbrytning har påbörjats, så fortsätter den med tilltagande hastighet under utveckling av värme, och under vissa omständigheter kan temperaturen stiga till termiska tändpunkten. Man har funnit att dylik film har visat självantändningsrisk vid så låg temperatur som 40°C.

Visar det sig att nitratfilm undergår förändring i färg eller konsistens, har en sönderdelningsprocess vilken kan leda till självantändning startat. Färgen brukar övergå från svart till gul eller gulgrå, och konsistensen från fast till klabbig. I mycket sönderfallet skick avger filmmassan en illaluktande nitratgas.

Det bör i detta sammanhang framhållas, att all smalfilm är av acetatcellulosa och brandsäker. Av normalfilm (55 mm) finns både nitrat- och acetatfilm.

I det tillstånd filmen befinner sig på fig 3a och 3b kan den ej räddas. Den måste då förstöras genom uppbränning.

Fig 3a.



Missfärgad filmrulle i vilken sönderdelningstendens kan iakttagas.

Fig 3b.



Film där sönderdelningsprocessen är i full gång.



#### 6.4. Kol.

Det är känt att större mängder stenkol, träkol, sot och briketter kan självantända. Kol som förvaras i vanlig atmosfärisk luft upptar syre. Denna syreupptagning, som sker i två processer, börjar så snart kolen brutits och är orsaken till att kolens egenskaper ändras med tiden.

Först upptar kolet syre genom sorption, varefter en kolförening bildas. Under denna adsorptions- och absorptionsprocess sker en viktökning och värmeutveckling, men Ingen nämnvärd gasutveckling. Det andra skedet karaktäriseras av en nedbrytning av kolföreningarna och en utveckling av koloxid, vatten och något koldioxid samt värme. Här sker således en förändring i hela den procentuella sammansättningen av kolen. Processerna kommer emellertid i regel att äga rum samtidigt.

Kolföreningarna som bildas genom sorptionen, är endast bestående vid förhållandevis låg temperatur. Vid tillsats av vatten sönderdelas de till karbonsyror, exempelvis oxalsyra, och vid temperaturer över 80°C sönderdelas de till koldioxid.

De yngsta kolen, dvs. de med hög halt flyktiga ämnen, har största benägenheten att upptaga syre, varav följer att de har lättast att självantända.

Genom försök har visats att syreupptagningen stiger med ökad vattenhalt upp till en viss gräns. Detta förklarar varför bränder i kolupplag ofta utbryter efter ett kraftigt regn, samt att brandhärden i regel finns ett stycke in i kolhögen där fuktighetshalten är så stor, att den motsvarar största benägenheten för syreupptagning. En varm sommar med enstaka kraftiga regnskurar är därför mycket farlig, varför man då måste särskilt uppmärksamt följa kollagrets temperatur.

Om ett kollager fuktas exempelvis av regn, och sedan torkar bildas porer, sprickor och nya brottytor, som suger åt sig luftens syre. Vid ihållande fuktning sönderfaller kolen efterhand, varvid ytterligare syreupptagning underlättas,

#### 6.4.1. Stenkol.

De flesta stenkol innehåller större eller mindre mängder pyrit, som tämligen lätt låter sig oxideras till svaveldioxid och järnoxid under värmeutveckling. Man har emellertid funnit att reaktionsvärmets från pyritens oxidation ej bidrar till någon väsentlig temperaturstegring hos lagrade kol.

Pyrithalten har även en annan inverkan. I det nybrutna kolet ligger nämligen pyriten i skift, och vid den långsamma oxidationen under lagringen ökas dess volym, varigenom kolstyckena sprängs i mindre stycken, eller fina kapillära sprickor bildas, vilket som tidigare påpekats, ökar risken för självantändning.

Det har visat sig att inblandning av ett icke brännbart material ofta kan öka syreupptagningen och därmed benägenheten för självantändning. Man har sålunda funnit att aska med stor järnoxidhalt i vissa kol ökar syreupptagningsförmågan.

Begynnelsestemperaturen är vid lagring av kol utslagsgivande för förloppet av självuppvärmningen. Kol med en begynnelse-temperatur av 50°C behöver ungefär tre gånger så lång tid för självantändning som kol av 70°C. Redan vid ca 75°C avger kolen vatten och koldioxid i mätbara mängder. Glödning eller tändning av stenkol inträder vid ca 200°C.

#### Faktorer som påverkar värmeutvecklingen:

1. Liten kornstorlek ökar benägenheten för självuppvärmning.
2. Tillförsel av värme utifrån ger högre temperatur och större hastighet hos de värmeutvecklande processerna.
5. En viss fuktighet, som är större än den normala för respektive stenkolssort, åstadkommer den maximala syreupptagningen.
6. Främmande ämnen, som antingen kan verka katalytiskt, eller om de är av organiskt ursprung, själva kan antändas vid lägre temperatur och därvid utveckla värme.

Egenskaper hos stenkol som har betydelse för värmeutvecklingen.

1. Med högre halt flyktiga ämnen (stenkolens ålder), följer större benägenhet för värmeutveckling.
2. Stor svavelhalt kan betyda risk för självantändning.
3. Stenkolens Innehåll av järnoxider kan öka syreupptagningsförmågan.

Vid lagring av stenkol kan lagerhöjden ha en viss betydelse för självantändningen. Värmeutvecklingen i det inre av ett stort kollager har stora förutsättningar att öka temperaturen, eftersom stenkol är en dålig värmeledare. Lagringshöjden för stenkol anges i litteraturen mycket olika. i Ruhrkolen Handbuch anges 3 & 4 meter vid lagring i det fria och 10 & 12 meter vid lagring i fickor. Westfaliska stenkol kan lagras till 4 & 5 meters höjd, en del engelska kol till 6 meter eller något däröver, samt SAAR-stenkol till 8 & 9 meters höjd.

Största faran för självantändning i stenkolshögar föreligger mellan sex veckor och tre månader efter upplagringen. Zoner eller körtlar för lågtemperaturavgasning undvikas om ett kollager ej göres större än att det i och för avkylning kan omlämpas eller befordras till förbrukning inom tre dygn.

Rör, vari termometrar kan nedsänkas bör sättas ned med ca fyra meters avstånd. Vid kontroll bör dessa avläsas varje dag, och för varje dag flyttas upp en meter tills de kommit ca två meter från ytan, då de åter bör sänkas ned till botten, för att börja vandringen uppåt. Om man därvid uppmäter en temperatur av 60°C eller däröver, bör kolet snarast användas eller flyttas. Vid mycket långvarig lagring kan man kalka ytan, varigenom värmesorptionen under sommaren väsentligt minskas.

#### 6.4.2. Stenkolssot.

Vid lagring av stenkolssot kan sotet packas hårt i bingar av t.ex. betong försedda med lock, som dock lämnar plats för gas att avgå. Väljer man att lagra sotet luckert för att luften skall kyla det, kan det t.ex. tillgå så att säckarna med sot lagras genom uppställning en och en med fria mellanrum och med god ventilation av lokalen. Härvid kan det vara lämpligt att säckarna under första tiden efter krossningen får stå öppna, så att gasen som utvecklas kraftigt efter krossningen, får avgå. Regelbunden temperaturkontroll bör anordnas vid större förråd av kolsot.

#### 6.4.3 Brunkol och torv.

Brunkol och torv är så att säga utvecklingsstadier på väg mot stenkol, därför kan vad som sagts om stenkol gälla. Både brunkol och torv är mycket lättantändliga, vilket ju även stämmer med att de yngsta kolen är de minst lagringsbeständiga. Man har funnit att självantändning i dessa ämnen gynnas av såväl stybb, fuktighet och inblandning av främmande organiska ämnen som t.ex. gräs, halm, järnhaltig aska och svavel. I dansk torv har man kunnat finna upp till 12 % svavel, och en sådan torv är naturligtvis ytterst lättantändlig. Ofta anses självuppvärmning i torv startas av biologiska processer.

Brunkolsbriketter som är av tyskt ursprung, tillverkas av brunkol utan tillsats av bindemedel. Brunkol har en fuktighetshalt av ca 45 - 60 % och torkas till en vattenhalt av ca 15 %. Brunkolen avkyles och pressas sedan i stålpressar under ett tryck av ca 1000 - 2000 kp/cm<sup>2</sup> och sintrar till relativt hållbara briketter. Dessa uppvärms trots avkylningen under pressningen, och de flesta självantändningar inträffar 10 - 24 timmar efter pressningen. Självantändning efter längre tid, upptill tre månader, är emellertid även vanlig. Orsakerna till detta får tillskrivas hög stybbhalt, fukt och inte ändamålsenligt lagringsförfarande.

#### 6.4.4. Träkol.

Träkol är ett poröst ämne, vars receptiva förmåga är mycket stor, och som adsorberar gaser många gånger sin egen volym. Det är således egalt vad det är för slags gas som adsorberas, ehuru syre är en förutsättning för att kolet skall kunna "brinna.

Träkolets benägenhet att självantända är störst då kolen är nybildade. Kolets porer är då tomma och suger begärligt åt sig den gas i vilken kolet införes. Adsorptionsförmågan är störst 24 - 36 timmar efter nybildningen och upphör sedan. Från denna regel utgör emellertid syre ett undantag. Syre-adsorptionen kan fortgå under ett helt år. Man kan sålunda observera att självantändningen inträder ganska tidigt i ett hastigt adsorptionsstadium, eller först efter längre tids förlopp under det långsamma adsorptionsskedet. I det senare fallet, likväl under förutsättning att det bildade värmets får tillfälle att ackumuleras som t.ex. i ett slutet rum eller i en kolhög.

Gamla träkol som förlorat sin självantändningsförmåga kan åter bli farliga, om de utsätts för torkning som därvid driver ur fuktigheten. Samma är förhållandet om de uppfärskas genom utglödning. I detta fall är de jämförbara med nybildade kol, i det förra fallet är självantändningsförmågan beroende av värmets ackumulering. Vid målning av träkol blir en del porer, som tidigare hindrats från gasadsorbering, blottade, och beroende på finhetsgraden kan kolmjöl ur brandfärlighets - synpunkt likställas med gamla till olika grad uppfärskade träkol.

#### 6.5. Trä.

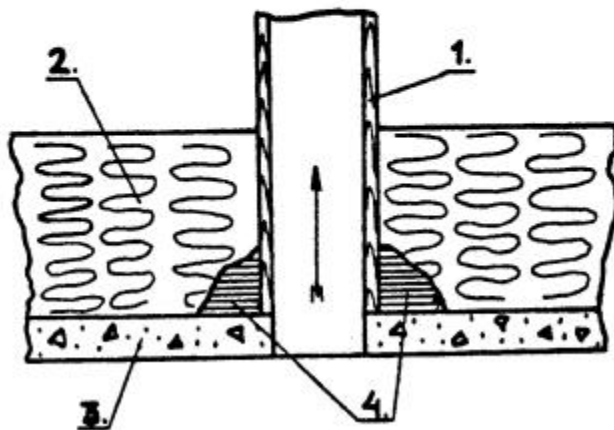
Att trä kan självantända verkar mycket svårfattligt. Faktum är dock, att flera bränder inträffat genom att trä under längre tid utsatts för temperaturer om 65 - 150°C. Härvid utdrives vatten och andra flyktiga beståndsdelar ur träet, som så småningom förkolnar, blir poröst och kan upptaga stora mängder syre under värmeutveckling. Dessutom är själva torrdestillationsprocessen värmealstrande, ehuru den vanligen inte börjar vid så låga temperaturer. Träets antändningstemperatur är starkt beroende av upphettningstiden. Man har funnit att ett träslag (longleaf pine) vid 400°C antändes på en halv minut och vid 180°C på 14 minuter. Det påstås tom. att trädamm kan antändas redan vid omkring 60°C. Självantändning av detta slag är möjlig endast under mycket gynnsamma förhållanden. Framför allt bör värmeisoleringen vara mycket god.

Om exempelvis ett ångrör med en konstant temperatur av 100°C omgives med ett lager kutterspån eller sågspån, kan antändning ske inom några månader eller några år. Ofta händer det dock, att förkolning och antändning inte inträffar alls.

#### 6.6. Träfiberplattor.

Självantändning i träfiberplattor förorsakas av det sk. svällningsvärmemet. Vid träfiberplattornas torkning kvarblir ofta ett mycket tydligt begränsat, något fuktigt skikt i plattornas mitt, medan resten av plattan är torr. Vid upplagringen åtgår detta vatten till återfuktning av den torkade delen, varvid svällningsvärmemet frigöres och antändning kan inträffa.

Fig 4.



Exempel på användning i kutterapånsfyllning kring en utgående ventilationstrumma. Trots att luftströmmens temperatur låg under 65°C har kutterspånsfyllningen antänt.

- 1: Ventilationstrumma av trä,
- 2: Trossbottenfyllning.
- 3: Mellanbotten av betong.
- 4: Förkolnad fyllning.

7. Självtändning där uppvärmningen startas av biologiska processer.

Vissa organiska material har benägenhet att självtända vid lagring i större mängder och särskilt vid stor lagringshöjd och i fuktigt tillstånd. Exempel på sådana ämnen är hö och halm, vissa avfallsprodukter från träindustrier t.ex. bark, fils och spån. Torv, vissa fodermedel och organiska gödningsämnen kan också inräknas i denna grupp av ämnen.

Värmealstringen vid självtändningsprocesser i dessa ämnen startas av mikroorganismer ( bakterier och mögelsvampar ). För att kunna utvecklas måste dessa ha tillgång till organisk näring och vatten.

Emedan processen vid självtändningsförloppet är likartad för alla dessa ämnen behandlas endast den till antändning ledande processen hos hö. Vidare ges råd om hur vissa ämnen ingående i denna grupp skall lagras för att risken för självtändning skall vara så liten som möjligt.



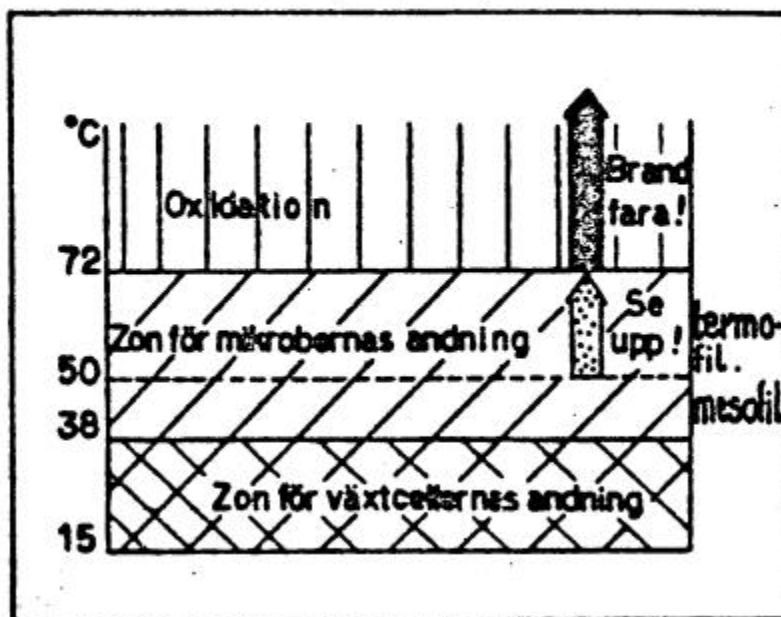
### 7.1 Självantändning hos hö.

När hö lagras i större mängder inträffar alltid en självuppvärmning som betecknas som en svettningssprocess och uppnår en temperatur av ca 40°C. Tillfälligtvis uppträder självupphettningar med betydligt högre temperaturer vilket kan leda till självantändning.

Den värme som alstras av hö beror på flera olika processer. Även sedan höet lagts in i skullen andas växtcellerna ytterligare någon tid innan de dör. Jämte denna av växtcellerna frigjorda värmen uppstår en annan värmekälla, nämligen andningen av de mikroorganismer som finns på alla växtdelar och med dessa kommer in i höupplagen. I båda dessa fall gäller det andningsvärme d.v.s. en långsam förbränning.

För att kunna utvecklas kräver mikroorganismerna tillgång till vatten. Vid en vattenhalt av 20% och därunder hos höet kan de ej föröka sig och producera värme i sådan utsträckning, att någon risk för att en självantändningsprocess skall starta inte föreligger. Är vattenhalten högre, då stiger benägenheten för självantändning och uppnår sitt maximum vid 35% vattenhalt. Om höet är ännu fuktigare, så avtar den omedelbara faran för att en upphettningsprocess skall starta. Detta beror på att den ökade vattenmängden samtidigt måste uppvärmas och därigenom förbrukar en stor del av det frigjorda värmnet. Under vissa omständigheter kan emellertid relativt små mängder fuktat hö ge upphov till en kedjereaktion som orsakar självuppvärmning av hela höpartiet. Detta beror på att mikroorganismerna vid nedbrytning av organiskt material frigör vatten som kondenserar på angränsande växtdelar, fuktar dem och bereder förutsättningar för en vidare mikrobiologisk aktivitet.

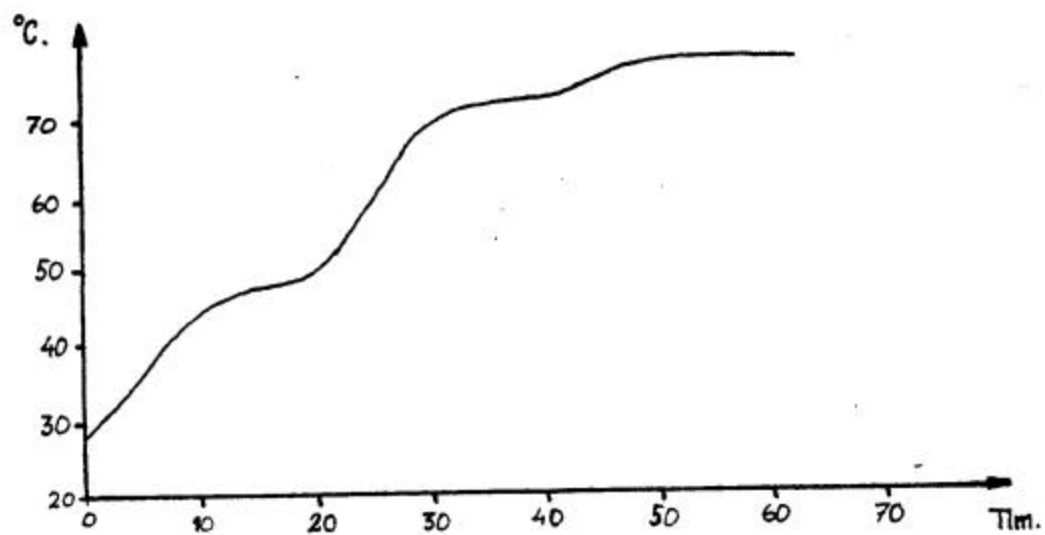
Fig 5.



Som framgår av den schematiska framställningen i figur 5. så verkar växtcellerna och bakterierna till en början jämsides. Via en temperatur av 38°C dör växtcellerna, under det att mikroorganismerna lever kvar med stigande intensitet. Man kan särskilja två olika grupper av organismer, dels de mesofila, dels de termofila arterna. De förstnämnda utvecklas bäst i temperaturer mellan 35 och 40°C och minskar sedan sin aktivitet så att temperaturstegringen bromsas vid 45 till 50°C. Här temperaturen har nått så högt, har emellertid den bildade värmen skapat förutsättningar för utveckling av den andra gruppen mikrober, de termofila. Dessa utvecklas inom ett temperatur område från ca 45°C upp till 75 °C, vid vilken temperatur mikroorganismerna dör. Vid övergången mellan de två utvecklingsskedena blir som regel temperaturstegringen fördröjd. Detta har visats såväl genom laboratorieförsök, som vid mätningar under pågående självuppvärmning i upplag ( se figur 6. nästa sida ). Om temperaturen efter att ha legat stilla vid 45 - 55°C åter börjar stiga är detta ett

forts på sid 26

Fig 6.



Temperaturförloppet vid självantändningsprocess i hö.  
(Laborieförsök)

(Källa: Prof. Dr, Hans Glathe Liebig universität)

tecken på att en utveckling av termofila organismer har startat. Denna värmeutveckling kan accelerera upp till en temperatur av ca 75°C vilket är nästa tröskelvärde, beroende på att den mikrobiologiska aktiviteten upphör vid denna temperatur. Om temperaturstegringen fortsätter är detta ett tecken på att en egentlig självantändningsprocess startats genom en exoterm kemisk reaktion som kan fortgå tills antändnings temperaturen för ämnet uppnåtts.

Den värme som bildas i ett hölager kan bortföras på två sätt, nämligen genom ren värmeledning och genom avledning tillsammans med den uppåtgående luften. Värmeledningsförmågan hos hö är inom här aktuella temperaturområden mycket liten ( ca 7000 ggr mindre än hos koppar ). Avgången av värme från höet på detta sätt är således mycket obetydlig. Möjligheten att avge värme genom luftcirkulation i höet är större ju mer luckert det är upplagt. Värmen magasineras således om höet packas hårt. Denna värme kan leda till kolning av höet och till uppkomsten av brandkanaler i den riktning där motståndet är lägst. Kommer nu syre till, så uppstår en långsam antändning. Ett explosivt uppflammande kan emellertid också förekomma vid temperaturer under ämnets normala antändningstemperatur beroende på att under oxidationsprocessen utvecklas kolvätegaser. Dessa kan då tändas genom gnista eller glöd utifrån.

Största självantändningsrisken föreligger vid stackning av klöver- och ängshö, men risker finns även vid halm, havre och blandsäd.

### 7.1.1.1. Skyddsåtgärder mot självantändning i hö och säd.

Slåtter och bärgning av skörd:

1. Iakttag den biologiskt riktiga tidpunkten för slåtter.
2. Höet bör om möjligt torkas till en vattenhalt av högst 20%.
3. Förorsakas särskilt sammanpressade lagerplatser genom exempelvis bärgningsmetoden hösvans eller hölyft så bör avlastningsbroar och -bockar anordnas vid och under avlastningsplatsen.
4. Uppdelning av den vanligen överdimensionerade höstapeln bör ske i små, genom gångar åtskilda staplar. Detta medger även möjlighet att dela upp hö av olika kvalitet och underlättar temperaturmätningar.

Lagring:

1. Lagerutrymmet bör under de första dagarna, då den naturliga svettprocessen äger rum, ventileras mycket väl.
2. Temperaturmätningar bör företagas minst en gång per vecka under de första 10 - 12 veckorna. Mätningarna skall protokollföras.

7.1.2. Åtgärder som bör genomföras vid de olika uppkomna temperaturerna.

- till 45°C: Normal svettningssvärme. Inga särskilda åtgärder erforderliga.
- 45 - 50°C: En entydig överjäsningstemperatur som ej får förväxlas med den normala svettningssvärmen. Temperaturen bör fortlöpande kontrolleras och protokollföras.
- 55 - 60°C: Farlig över jäsningss temperatur. Temperaturen skall kontrolleras ofta. Om den ej sjunker och heller ej visar stigande tendens "bör stapeln lastas om och placeras ut på stora ytor.
- 60 - 70°C: En mycket farlig överjäsningstemperatur. Tag kontakt med brandkåren. Fastställt upphettningssentrum avskäres under vattenbegjutning, föres bort och kyles ner.
- 70 - 90°C: Akut fara för brandutbrott. Alarmera brandkåren. Vattenbegjut materialet och forsla bort det på tillräckligt stort avstånd från byggnader och annat brännbart material. Stor försiktighet måste iakttagas då en ökad syretillförsel förorsakad av omlämpning kan orsaka ett explosivt uppflammande.

## 7.2. Flis och träavfall.

### Lagring:

1. Största självantändningsrisken finns i de upplag som innehåller bark och sågspån. Detta beror på att förekomsten av mikroorganismer är rikligast i dessa partier.
2. Höjden på ett upplag bör ej överstiga 10 meter,
3. Om lutningsvinkeln är för stor för att man skall kunna ta sig upp på högen från vilken sida som helst, bör särskilda "klättringsstegar" anordnas.
4. Upplagets underlag skall vara rent och bestå av obrännbara konstruktioner.
5. Temperaturkontroll bör företagas minst en gång per vecka. Mätpunkternas placering och antal bör vara sådant att hela upplaget kan kontrolleras. Mätningarna skall protokollföras. Stiger temperaturen onormalt skall mätningar ske med kortare intervall och antalet mätpunkter ökas.
6. Man bör sträva till att begränsa lagringstiden. Cirkulationstiden för ren filis bör ej överstiga ett år. För filis med inblandning av bark och sågspån är längsta lagringstiden 6-9 månader. Ren bark bör användas så snart som möjligt.
7. Påfyllnings- och tömningsanordningarna samt kraftförsörjningen till dessa, konstrueras och placeras så att risken för att de skall sättas ur funktion vid en brand i upplaget blir så liten som möjligt.

## 8. Bestämning av ett ämnes benägenhet att självantända.

Det råder mycket olika uppfattningar om på vilket sätt man bäst kan bestämma, om ett ämne är självantändligt eller ej. Man har försökt att arbeta fram en allmängiltig materialprovningssmetod för bestämning av olika ämnens självantändlighet. Nedan redovisas tre olika metoder, vilka grundar sig på att självantändligheten är beroende av ämnets halt av omättade föreningar, dvs dess syrebindningsförmåga.

Metoderna är:       1 syrebindning  
                      2 värmeutveckling vid syrebindning  
                      3 jodtal

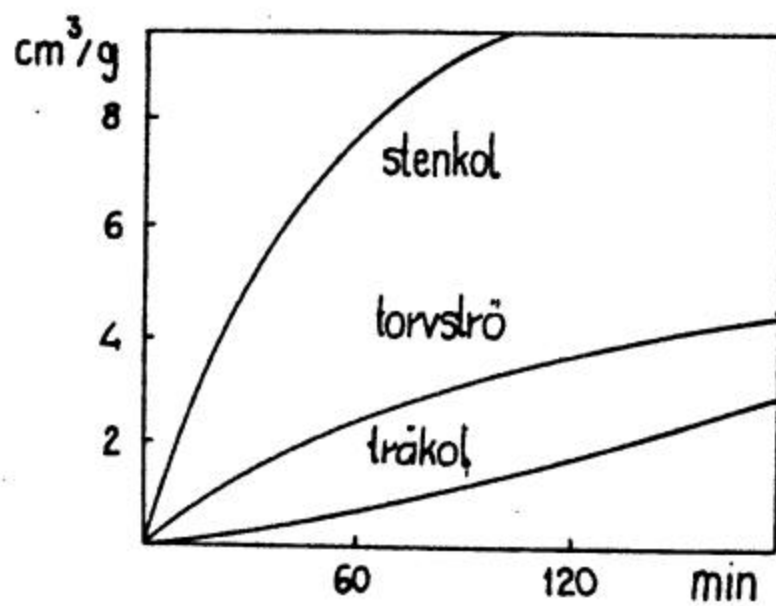
### 8.1 Bestämning av syrebindning.

Ett ämnes syreupptagning kan bestämmas vid olika temperaturer, genom att mäta tryckfallet i ett slutet kärl som innehåller det undersökta ämnet och syrgas. Det uppmätta tryckfallet är direkt proportionellt mot den bundna syremängden. Metoden är relativ, varför man endast får jämföra olika ämnens oxidationshastighet under motsvarande förhållanden.

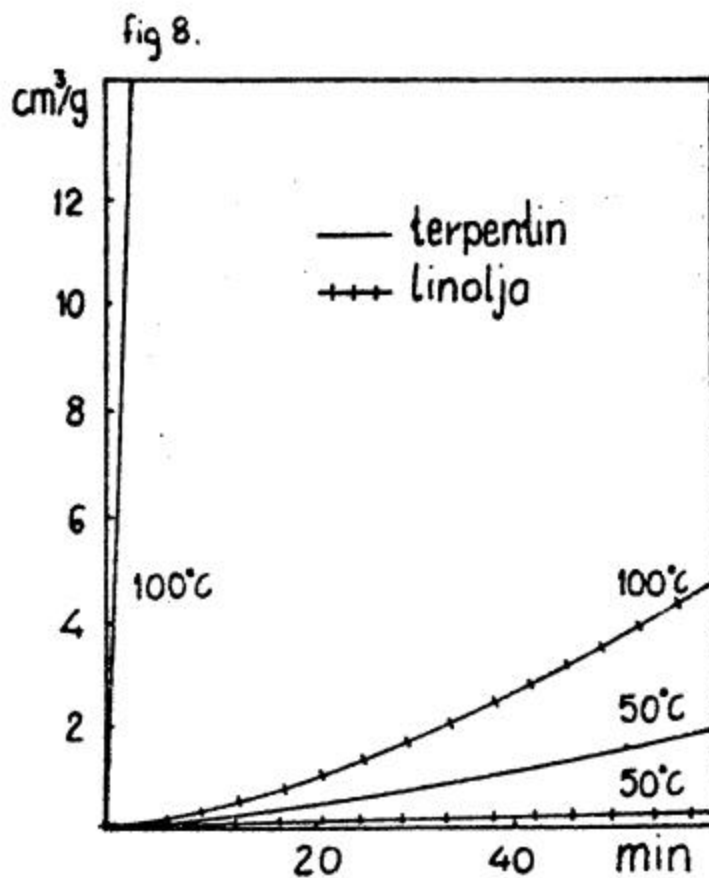
Resultatet kan sedan upprättas grafiskt med upptagen syremängd per gram substans som funktion av tiden, se fig. 7 och 8.



fig 7.



Syrebindningsmätningarna hos fasta ämnen ger ej direkt jämförbara resultat på grund av den syrebindande ytans olikhet beskaffenhet och storlek. För att erhålla en så stor yta som möjligt söndersmular man proven.



Terpentinens benägenhet för oxidation beror på att den kan innehålla ända upp till 80 % pinen,  $C_{10}H_{16}$ , som lätt oxideras genom luftens inverkan och bildar peroxiden,  $C_{10}H_{16}O_4$ , som i sin tur lätt oxiderar andra närvarande ämnen.

En anmärkningsvärd faktor är att skillnaden i syrebindnings-hastighet vid olika temperaturer är så stor. Hastigheten ökar ibland hundratalt och i vissa fall med ända till ett par tusen gånger vid en temperaturförhöjning av 50 grader C.

## 8.2. Bestämning av värmeutvecklingen vid syrebindning.

Metoden grundar sig på att värmeutvecklingen beräknas ur skillnaden mellan de elektriska energimängder som åtgår för att hålla den termostat, i vilken provet befinner sig vid konstant temperatur då kvävgas resp. syrgas ledes genom provet.

## 8.3. Jodtal.

Med jodtal menas den jodmängd i gram; som bindes av 100 g av ämnet ifråga.

Mängden av omättade föreningar i tex oljor och fetter fås genom att bestämda jodtalet, ty de binder lika många jodmolekyler som syremolekyler. Jodtalet har ofta ansetts som ett direkt mått på ett ämnes självantändlighet, vilket oftast stämmer, ty om ett ämne har ett högt jodtal, kan man med ganska stor säkerhet anse det farligt ur självantändnings-synpunkt.

## 8.4 Sammanfattning.

För att kunna göra ett bedömande om ett ämne kan förorsaka självantändning eller ej måste resultaten från alla tre eller åtminstone från två av metoderna beaktas.

Syrebindningen under tex en timme ger ett värde för oxidationshastigheten, men säger ingenting om den totala mängd syre, som kan bindas. Jodtalet kan anses som ett relativt mått på denna syremängd. Värmeutvecklingen är åter ett mått för värmemängden, som utvecklas vid syrebindningen.

Någon absolut säker metod att bestämma den inbördes ordningsföljden hos olika självantändliga ämnen ger ovan nämnda metoder icke. Med stor säkerhet kan man dock fastställa om ett ämne har stor, liten eller ingen benägenhet för självantändning. Så snart något av proven utfaller positivt finns möjlighet för självantändning eller åtminstone självuppvärmning. Helt negativa prov utesluter inte möjligheten för självantändning, ty även andra reaktioner kan förorsaka självantändning.

Sammanfattande tabell över syrebindning, värmeutveckling och jodtal efter försök vid Statens Tekniska Forskningsanstalt i Finland.

	bundet syre 1h, 100°C, cm <sup>3</sup> /g	värmeutveckling 1h, 100°C, cal/g	jodtal
terpentin	170	56	206
linoljefernissa	89	60	166
träoljefernissa	67	43	115
talloljefernissa	23	17	148
alkydlack	75	25	96
talloljelack	41	19	124
linoljelack	39	21	107
rå linolja	2	3,5	191
paraffinolja	0	0	0
stenkol	8	5	20
träkol	1	4	5
kutterspån	0	0	-
torvströ	0-25	0	-

9. Ämnen med benägenhet för självantändning.

<u>Namn</u>	<u>Anm.</u>
A. Acetylen	Med fosforväte eller inledd i klor, beröring med koppar, slag eller stöt.
Aluminium	I form av pulver eller spån i närvaro av vatten eller olja.
Aluminiumtripropyl	Kan självuppvärma i luft.
Aluminiumtrietyl	Kan självuppvärma i luft.
Aluminiumtrimetyl	Kan självuppvärma i luft.
Ammoniaklatex	Vid impregnering kan självantändning uppstå om ammoniaklatexen varit i beröring med koppar eller mässing, varvid utlöst koppar verkar som katalysator.
Ammoniumnitrat	Reagerar med reducerande ämnen, metaller, fosfor, svavel etc. Under vissa omständigheter kan explosion inträffa.
Ammoniumperklorat	Kan självuppvärma i luft, syreavgivande.
Antimontrietyl	Kan självuppvärma i luft.
Antimontrimetyl	Kan självuppvärma i luft.
Appreturolja	Se oljor.
Arsenikdietyl	Kan självuppvärma i luft.
Arsenikdimetyl	Kan självuppvärma i luft.
Asfaltfilt	Kläde innehållande olja. Se oljor.
Asfaltlack	Se oljor.
B. Bariumlegeringar	Reagerar med vatten under "bildning av väte, varigenom explosionsrisk och fara för antändning uppstår.
Bark	Hög lagringshöjd, fuktighet, värme. Förekommer t.ex. vid garvämnesfabriker.
Berylliumetyl	Kan självuppvärma i luft.
Bly (pikrinsyrad)	Vid användning som vävnadsfärg.
Blymönja	Bemängd med fernissa.
Blynitrat	
Bomull	Benägen om den är indränkt med olja

Bomullssyror och avfall.	I närvaro av olja.
Bomullsfrö, fröavfall och Frömassa	Uppläggnig i högar. Utsatta för fukt och värme eller vid beröring med animaliska och vegetabiliska fetter.
Bomullsfröolja	Kan åstadkomma självuppvärmning i dåligt ventilerade högar av fuktigt material.
Bomolja	Ganska liten benägenhet.
Bonvax	Avfall vid golvslipning. Avger karaktäristisk lukt. Trasor med bonvax självuppvärmer lätt. Avdunstning av lösningsmedlet i bonvax befördrar självuppvärmen.
Bortrietyl	Kan självuppvärma i luft.
Bortrimetyl	Kan självuppvärma i luft.
Briketter	Se kol.
Brunkol	Se kol.
Bromacetyl	Kan självuppvärma i luft.
Bromat	Innehåller syre i överskott. I kontakt med blå. amonumpersulfat frigöres värme, syre och bräm. Kan även ske som explosion.
Bronstinktur	Se oljor.
Båtlack	Se oljor.
C. Cederolja	Se oljor.
Celluloid (nitrocellulosa)	Risk för självantändning vid sönderdelning genom åldring.
Cellulosalack (nitrocellulose)	Avfall av cellulosalack vid t.ex. sprutmålning. Självantändning vid måttlig uppvärmning under lämplig tid och vid blandning med oxiderande lösningsmedel och fibrösa material.
D. Damm	Längre tids måttlig uppvärmning. Blandning med fett eller olja.
Dammlack	Se oljor.
Dietylfosfin	Kan självuppvärma i luft.
Dietylzink	Kan självuppvärma i luft. Förvaras i glasampuller.
Dimetylfosfin	Kan självuppvärma i luft.

E. Eldfarliga oljor Och vätskor	Med klorgas eller oxidationsmedel t.ex. kromsyra.
Explosiva ämnen	Friktion, tryck, stöt, slag, fall.
F. Fernissa Fettsyror	Se oljor. Se oljor.
Fibersträng	Otvättad fibersträng självantänder vid måttlig uppvärmning
Film (nitrat-)	Värme eller beröring med kaustiknatron. Dålig tvättning vid framkallning.
Filmavfall	Kan antändas vid måttlig temperaturhöjning.
Fiskavfall	Fiskavfall som magasineras eller lastas före avkylning är ytterst känsligt för självuppvärmning.
Fisklevertran	Inblandning i organiskt material, t.ex. trasor.
Fiskmjöl	Farligt Om fukthalten är för liten eller mjölet är packat vid temperaturer över 57°C. Fuktighetshalten bör hållas mellan 6 - 12 %.
Fiskolja	Tendensen till självuppvärmning Varierar med oljans sammansättning*
Flotting varnish Fluor	Se oljor. Antänder de flesta organiska ämnen, mineraloljor mm.
Foder (kreaturs-)	Fuktkänsligt, behandlas med försiktighet
Foderkakor	Oxidation av Ingående oljor. Känsliga för stor lagringshöjd och fuktighet. Benägenheten för självantändning varierar med ursprungslandet.
Fosfor (vit och gul)	Exoterm reaktion vid lufttillträde.
Fosforkalcium Fosforsulfider	Reaktion med vatten. Lättantändliga under tryck.
Fosforväte	Reagerar med acetylen eller klorgas. Kan självuppvärma i luft.
Färg (Innehållande torkande oljor)	Inblandning i trasor, bomull eller annat fibröst organiskt material. Vävnader impregnerade med torkande olja.



Färgavfall	Självpuppvärmning beror bla. på avfallets fuktighetshalt och uppläggning i stora oventilerade högar. Förhöjd temperatur kan starta självpuppvärmning.
G. Garvämmen	Se bark.
Gaser (väte, knallgas, lysgas, bensingas)	Beröring med finfördelade metaller. Platinasvamp och andra katalysatorer.
Gasrensningssmassa	
Gjutjärn (finfördelat t.ex. svarvspån av grått gjutjärn)	Uppblandat med finfördelat avfall av trä o. likn. och fuktat. inträder snabb förrostning som kan leda till antändning. Närvaro av katalysatorer kan påskynda processen. Uppläggning i stora högar bör undvikas.
Gröda	Fuktighet, grodd, stor lagringshöjd.
Gummiavfall	T.ex. vid krossning av vulkaniserat avfall. Kopparsalter verkar som oxidationskatalysatorer.
Gummiolja	Se oljor.
Gödningsämnen (salpeter, kalkkväve)	Organiska och oorganiska gödningsämnen som innehåller nitrater eller osläckt kalk måste behandlas med försiktighet för att undvika blandningar som kan självpuppvärma.
Gödsel	Gödsel från får och hästar har större självpuppvärmningstendens än från övriga djur. Fukt, dålig ventilation samt uppläggning av icke avkyld gödsel befördrar självpuppvärmning.
H. Hack	Se karvhögar.
Halm	Se gröda.
Hampa	Hampfibrer eller blandningar av hampa med andra fibrer och genomdränkt med tjära, beck eller liknande ämnen.
Hampfröolja	Se oljor.
Harts	I pulverform. Lagom lufttillförsel i upplag, t.ex. i säckar, kan ge självantändning. Undvik varm lagringsplats och stor lagringshöjd.
Hartsolja	Se terpentin.
Havre	Se gröda.
Hudar	Bakterier i obehandlade hudar. Värme och fukt

Humle	Se gröda
Hö	Se gröda. Fuktigt eller olämpligt konserverat hö uppvärms vanligen vid varmt väder.
I. Impregnerade stoffer	T.ex. fisknät och segelduk.
Isocyanat	Vid neutralisation med etylalkohol.
J. Japansk träolja	Se oljor.
Jordnötsolja	Se oljor.
Jordnötter (skalade)	Värme och fuktighet samt kontakt med trasor etc., befördrar självuppvärmning.
Jordnötters röda skinn	Dålig ventilation vid lagring. Värme.
Jute	Uppläggning i fuktiga högar samt värme och förekomst av delvis bränt eller kolat material.
Järn (finfördelat)	Se oljor och gjutjärn. I pulverform och oljedränkt.
Järnsulfit	Se svaveljärn.
K. Kakodyl	Vätska.
Kakodylsulfid	Vätska.
Kaffebönor (rostade)	Värmekänsliga.
Kalciumfosfid och Kalciumkarbofosfid	Tillsammans med vatten bildas fosforväte. Se do.
Kalciumkarbid	Värmeutveckling med vatten. (acetylenogasbildning)
Kalciumoxid (osläckt kalk)	Fukt ger upphov till starkt exoterm reaktion. Bör ej förvaras i träbehållare.
Kalciumlegeringar (pyrofora)	Kan alstra gnistor om de skakas i behållare. Reagerar med vatten under bildning av väte.
Kalium	Stark värmeutveckling i kontakt med vatten och fuktighet. Förvaras i fotogen.
Kaliumbromat	Se bromat.
Kaliumhydroxid	Värmeutveckling med fuktighet och luft. Används vid tvålfabrikation och i blekmedel.

Kaliumklorat	I blandning med strontium, natrium och blynitrat och i föreningar, vari ingå svavelantimon, antimon eller ammoniak-salter. Antändning inträffar i de flesta fall, då sådana blandningar bli fuktiga och åter börjat torka. Blandning med brännbara ämnen tex. kol och svavel gör kloratet explosivt vid. slag eller stöt.
Kaliumpermanganat	Fuktighet, beröring med organiska ämnen och brandfarliga vätska.
Kaliumsulfid	Utvecklar brännbart och giftigt svavelväte i beröring med syror.
Kalk, osläckt	Se Kaliumoxid
Kaliumperklorat	Med konc. Svavelsyra.
Kalkkväve	Se gödningsämnen.
Kalksalpeter	Se gödningsämnen.
Karvhögar	Biologisk process, fuktighet, ålder, värme genom täckning tex med sågspån och förekomst av granbark.
Kimrök	Brand uppstår ofta av kvarvarande gnistor och glöd i samband med tillverkningen. Värme och fuktighet kan även bidra till självuppvärmning liksom hög svavelhalt och närvaro av olja. Kimrök. tillverkad av träkol eller upp-blandad med pulvriserad träkol, se träkol.
Kinesisk träolja	Se oljor.
Klor	Antänder de flesta organiska ämnen samt mineraloljor, brandfarlig vätska m.m.
Klorater	Se natriumklorat.
Klorex	Blandning med terpentin eller terpentinolja.
Klorsvavla	Reagerar explosionsartat med vatten.
Knallgas	Beröring med finfördelade metaller samt även i direkt solljus.
Koboltpulver	Kan självuppvärma i luft.

Kol, bituminöst	Självpuppvärmning beror på kolets ursprung och beskaffenhet, kol med hög gashalt är särskilt benägna för självpuppvärmning. Värme och lagring i stora högar bidrar.
Kol, olika slag	Hög svavelhalt, stor lagringshöjd, hög fuktighet och stor stybbhalt. Se även sten- och träkol.
Kokosolja	Farlig i samband med finfördelning i Organiskt fibermaterial tex trasor.
Konstgödningsämnen	Se gödningsämnen.
Kopalfernissa	Harts, träolja, terpentin se d:o.
Kopra	Lätt brännbar. Särskilt farlig förpackad i fuktiga jutesäcker.
Korkpulver	Vid indränkning med olja.
Kristidoolja	Blandning med vegetabiliskt fibermaterial, värme och föroreningar.
Kronsyra	Beröring med brandfarlig vätska eller gaser kan orsaka explosion.
Kutterspån	Se trä.
Kärnolja	Blandning med vegetabiliskt fibermaterial och värme.
L. Lampsvalt	Viss risk för självantändning eller dammexplosion
Lanolin	Se oljor.
Lerjord	Valt av stearin-, harts eller palmitinsyre.
Linfrö	fuktighet, oljeinnehåll och värme.
Linolja	självantändningsrisk med trassel, Sågspån och metallspån.
Linoljefernissa	Se oljor.
Lump	Biologisk process, fuktighet och värme.
Läder	
M. Magnesium	Självantändningsrisk i pulverform.
Magnesiumdimetyl	Kan självuppvärma i luft.
Magnesiumetyl	Kan självuppvärma i luft.
Magnesium-jodetyl	Kan självuppvärma i luft.
Majsolja	Uppvärmning av mjölet och magasiering i Stora högar.
Manganinoleat	Kan självuppvärma i luft.
Mangan, finfördelad	Se oljor.

Maskinolja	Se oljor. Blandning med lin- eller annan torkande olja, med vegetabiliskt fibermaterial och föroreningar.
Mattlack	Oljelackfernissa.
Metallpulver	Fuktighet påskyndar oxidationen av flertalet metallpulver. Stor risk för användning vid gnistor tex på grund av statisk elektricitet.
Metan	Tillsammans med bl.a. fosforväte.
Mineralolja	Se klor, fluor och petroleum.
Mjölkpulver	Förruttnelse eller jäsning, värme samt faktorer som påskynda bakteriehalt.
Mäsk	Mycket farlig om fuktighetshalten är 5% eller lägre. Fuktighetshalten bör vara 7-10%. Mask bör avkylas till under +37 grader C före lagring.
N. Natrium	Fuktighet, vatten och vätgasutveckling. Förvaras i fotogen.
Natriumhydroxid	Snabb syrebindning i luft och fuktighet.
Natriumhydrosulfit	Fuktighet och luft. Irriterande gaser.
Natriumklorat	Exotermisk sönderdelning i koksalt och fritt syre. Solljus, socker och järnoxid påskyndar processen. Trä indränkt med natriumklorat kan självantända särskilt efter fuktning med efterföljande torkning.
Natriumsulfid	Benäget för självförbränning och i beröring med syror utvecklas brännbart och giftigt svavelväte.
Natriumperoxid	Med vatten + anilin samt med bensen eller eter. Natriumperoxid ingående i tvättmedel kan genom yttre sönderdelande kraft tex solbestralning självuppvärma.
Nickel, finfördelad	Se oljor.
O. Olein	Se oljor. Tendensen varierar med oljesorten.
Oljat siden	Olämpligt torkat material är farligt om det lastas i styckegods. Rullar är relativt säkra. Otillräcklig ventilation.

Oljefrö (linfrö, palmkärnor soyaböner m.m.)	Rika på fet olja. Lättantändliga och benägna för självantändning, särskilt i fuktigt tillstånd.
Oljekakor	Se foderkakor
Oljetyger Oljiga kläder.	Rullning av dåligt avkylda oljetyger. Fuktighet, uppläggning i högar, dålig ventilation.
Oljade vävnader.	Se oljiga kläder.
Oljor, fetter, lacker	Orsakar vid lämplig lufttillförsel självantändning genom oxidation sär- skilt vid finfördelning i textilier (tyger, trassel, blånor etc.), cellu- losa papper, sågspån, träavfall, torv, torvströ, kol och andra organiska äm- nen. Finfördelade metaller verkar på- skyndande genom oxidation. Detta gäller speciellt kobolt, mangan, järn, koppar, krom och nickel. Syrgas, solljus, värme och vissa föroreningar "befordrar oxida- tionen. Störst benägenhet har omättade organiska oljor speciellt vegetabiliska olja men även vissa animaliska oljor självantänder. Tendensen varierar med oljans ursprung.
Oorganiska kemikalier	Olika omständigheter t.ex. fuktighet, labila blandningar, långvarig oxidat.
P. Palmolja	Se oljor.
Pappersavfall	Fetthalt, olja, tryck, uppvärmning un- der längre tid.
Porillaolja	Se oljor.
Petroleum	Se oljor.
Plaster	Vid vissa härdingsprocessor. Se även Isocyanat.
R. Radiatorfernissa.	Se oljor.
Ricinolja	Se oljor.
Rovolja	Se oljor.
Rubidium	Med vatten.
S. Salpeter	Se gödningsämnen. En blandning av sal- peter, pottaska och svavel exploderar genom slag, uppvärmning eller glöd.
Salpetersyra	Med finfördelade organiska ämnen.

Sardinolja	Se fiskolja.
Senapsolja	Se oljor.
Siccativ	Jämför oljor. Innehåller vissa metaller t.ex. kobolt som kan verka som katalysatorer.
Sillciumväte	Gasform. Om gasen ej är renad, kan en exoterm reaktion uppstå.
Sillolja	Se fiskolja.
Skumgummi	Se gummi.
Skumplast	Under tillverkningsprocessen, speciellt vid feldosering.
Slakteriavfall	Jämför oljor. Förruttnelse och jäsning ('biol. proc.) medför uppvärmning.
Sodarester	Innehåll av svavelkalcium.
Sockermelass	Se gröda.
Soyaolja	Se oljor.
Solrosfrö	Se foderkakor.
Solrosolja	Se oljor.
Sot	Svavelhalt, lufttillträde efter glödn.
Spannmål	Se gröda.
Spermaceti- eller valfröolja.	Se oljor
Spinnolja	Se olein.
Staksillolja	Se oljor.
Stearin	Självantändande egenskaper vid 125°C.
Stenkol	Kemisk syrebindning, fuktighet, finfördelning, stybb, stor lagringshöjd, föroreningar, svavel och hög halt av lätt oxiderbara ämnen.
Strontiumlegeringar	Gnistalstrande vid skakning. Reagerar med vatten under bildning av väte.
Sugtorv	Se torv.
Svarvspån	Jämför gjutjärn. Oljigt järnsvarvspån upplagt i större högar kan självuppvärma. Svarvspån av lättmetaller spec. elektron och magnesium är mycket lättantändliga.

Svavel och svavel- Föreningar	Svavelföreningar verkar som katalysatorer bl.a. vid oxidation av oljeprodukter. Se även kol och stenkol.
Svaveljärn	Känsligt för slag eller stöt. Bildas bl.a. i metanol- hartsolje- och ter- pentincisterner. Kan antändas i fria luften tillsammans med organiska äm- nen t.ex. kol.
Svavelkalium	Nyberott svavelkalium kan självantän- da i luft.
Svavelkis	Fuktighet och värme påskyndar oxida- tionen av finfördelad svavelkis.
Svavelsyra, konc.	Se salpetersyra.
Svavelväte.	Kan självantända med metallpulver.
Svinfett	Se oljor.
Syrgas	Mycket farlig i kombination med oljor. Ventiler till syrgasbehållare får ej smörjas med olja.
Sågspån	Jämför trä. Startar med biologisk pro- cess övergår sedan till kemisk syre- bindning. Kontakt med torkande oljor, fuktighet eller dåliga ventilations- möjligheter kan förorsaka självantänd- ning.
Säckar (begagnade av jute el. hampa)	Är säckarna oljiga eller har de an- vänts för vissa gödningsämnen är ris- ken för självantändning stor. Fuktig- het och värme påskyndar processen.
Säd	Se gröda.
Sältran	Se tran.
T. Takpapp	Packning och rullning av icke avkyld papp försämrar ventilationsmöjlighe- terna och kan medföra självantändning.
Talg	Se slakteriavfall.
Tallolja	Jämför terpentin. Tendens till själv- antändning finns, men dock mindre än för de torkande oljorna.
Terpentin	Benägenheten för självantändning va- rierar med ursprunget. Vissa klor- föreningar påskyndar självuppvärmning Värmetillförsel och finfördelning i fibröst organiskt material verkar ock- så befrämjande på en självantändnings process.



Textilmaterial	Biologiska processer kan starta självuppvärmning. Oljeinblandning, fuktighet och dålig ventilation påskyndar processen.
Tobak	Se gröda.
Toriumnitrat	Stötkänsligt, syreavgivande.
Torv	Startar med biologisk process övergår till kemisk syrebindning. Lagringshöjden, trycket och syretillförseln är faktorer som påverkar processen. Fråstorv kan självuppvärma även i små högar.
Torrmjölk	Se mjölkpulver.
Tran	Se oljor.
Transformatorolja	Se oljor.
Trietyl- och trimetylstibin	Kan självuppvärma i luft.
Trä och träavfall	Blandning med sågspån och bark, se dessa ämnen. Rent trä: syrebindning förorsakad av längre tids uppvärmning i enstaka fall till 60-70°C, i allmänhet minst till 100-125°C. I vissa fall kan hög uttorkning med efterföljande befuktning förorsaka självuppvärmning (svällningsvärme).
Träfiberplattor	Kemisk syrebindning accelererad genom för hög torktemperatur. Svällningsvärme och innehåll av oxiderande bindemedel kan förorsaka självuppvärmning.
Träkol	Kemisk syrebindning, för låg kolningstemperatur, rötskadad ved, lösa kol, stybb, dålig luftcirkulation och fuktighet är faktorer som påskyndar en självantändningsprocess.
Trämjöl	Se trä.
Trätjära	Se terpentin.
Turkiskt rött	Självuppvärmningen påverkas av fuktighet och oljeinblandning.
Tvålpulver och -flingor	Halten av omättad fettsyra och vatten är avgörande för självantändningstendensen. Speciellt stor risk föreligger om flingor med olika vattenhalt blanda.
Tvättmedel	Se natriumperoxid.

Tyg	Se textilmaterial.
Tåhåttor	Se celluloid.
Tångmjöl	Se gödningsämnen.
U. Ull	Se textilmaterial.
Ullavfall	Stor självantändningsbenägenhet beroende på att avfallet vanligen är förorenat av olja från behandlingsmaskiner.
Uraniumnitrid	Stötkänsligt, syreavgivande.
W. Wallboard	Se träfiberplattor
V. Vallmoolja	Se oljor.
Valnötsolja	Se oljor.
Valolja	Se oljor.
Vax	Se bonvax.
Vismutetylklorid och -trietyl.	Kan självuppvärma i luft.
Vätgas	Farligt i beröring med finfördelade metaller t.ex. platinasvamp.
Väteperoxid	Se natrlumperoxid.
X. Xerotin	Siccativ. Se terpentin.
Z. Zinkföreningar	Kan självuppvärma i luft. Katalytisk verkan.
Zinkvitt	Vid hög fuktighet sker oxidation under värmeutveckling varvid ur vattnet frigjort väte kan antändas.
Zirkonium	Kan självantända i luft.
Ä. Äggpulver	Biologisk process (förruttelse) medför självuppvärmning.

10. Litteraturförteckning.

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| Om självantändlighet, dess bestämning och förekomst.  | S Oksanen, F Fridlund              |
| Meddelande 1/1951   | Svenska Tarifföreningen            |
| Combustible Solids, Dusts, Chemicals and Explosives.  | National Fire Codes<br>Vol. II     |
| Fire Protection Handbook  | NFPA, 12th edition                 |
| Industrial fire and explosion Hazards.  | R Cecil Smart                      |
| Explosions, Detonations, Flamability and Ignition.  | Mullins and Penner                 |
| Der heutlge Stand der wissenschaftlichen Erforschung der Selbstentzündung von Erntestoffen.       | Prof. Dr. Hans Glathe              |
| Die mikrobiologische Analyse im diens- te der Brandursachenermittlung.                            | Prof. Dr. Hans Glathe              |
| Über Selbstentzündung und ihre Verhütung.   | Dr. E Meyer, Giessen               |
| Handbuch der Feuer und Explosionsgefahr.  | Dr. E V Schwarz                    |
| Självantändning i kol.  | H E Jessen, Gasteknikern<br>1943:7 |
| Självantändning i trä och träkol.   | E Arve, Brandskydd.                |
| Om självantändning  | Wilhelm Bergqvist                  |
| Lagring av flis och träavfall utomhus.  | Industri-brand, Helsing-<br>Fors.  |
| I Övrigt har använts visst utredningsmaterial som erhållits från Svenska Brandförsvarsföreningen. |                                    |