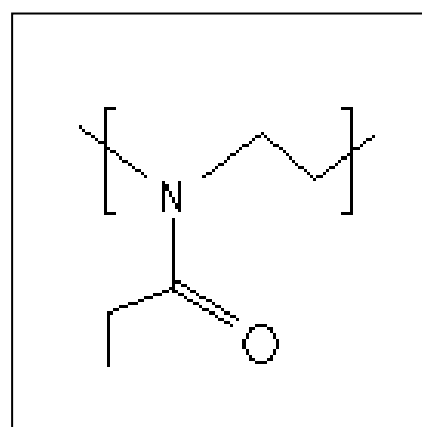


Aquazol - ett åldringsbeständigt ämne?



Kajsa Söderberg

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i
Kulturvård, Konservatorprogrammet

15 hp

Institutionen för kulturvård
Göteborgs universitet

2013:15



Aquazol
- ett åldringsbeständigt ämne?

Kajsa Söderberg

Handledare: Jonny Bjurman

Kandidatuppsats, 15 hp
Konservatorprogrammet
Lå 2012/13

Program in Integrated Conservation of Cultural Property
Graduating thesis, BA/Sc, 2013

By: Kajsa Söderberg
Mentor: Jonny Bjurman

Aquazol – an age-resistant material?

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the age properties of Aquazol. Approximately two decades ago a new consolidant entered the conservation market, Aquazol. Practically every paper written about this synthetic resin mention its stability and age-resistant qualities, however, it seems that few tests have actually been performed. A literature study was conducted to gain more knowledge of the material and previous research made on the subject. Naturally aged Aquazol was compared with new Aquazol and Aquazol exposed to accelerated ageing, measuring changes in solubility and transparence. Three different molecular weights of Aquazol were tested, 50, 200 and 500 g/mol. Examination with FTIR was performed on new and naturally aged Aquazol granules.

This study indicates both positive and negative age properties of Aquazol. Therefore, more tests, especially with naturally aged material, are required. The experiments showed that Aquazol was solved more efficiently after accelerated ageing and that water was the most effective solvent. It seemed that Aquazol 50 was the inferior of the tested molecular weights, since it had the greatest amount of yellowing. Besides, it showed greatest change at natural ageing as well. Aquazol 500, on the other hand, did not show any sign of yellowing after accelerated ageing. Also, examination with FTIR showed that Aquazol 500 had changed least of all after natural ageing.

Title in original language: Aquazol – ett åldringsbeständigt ämne?

Language of text: Swedish

Number of pages: 24 pages plus appendix

Keywords: Aquazol, PEOX, Poly (2-ethyl-2-oxazoline), accelerated ageing, solubility test

Förord

Jag vill tacka konservatorerna på Moderna museet för stöd och uppmuntran inför uppsatsskrivandet. Ett speciellt tack till Katarina Havermark som inspirerade till idén om uppsatsämne samt hjälpte mig med viktig information. Ett speciellt tack går också till Thérèse Lilliegren som stöttat mig genom uppsatsskrivandet och kommit med värdefulla synpunkter.

Stort tack till min handledare Jonny Bjurman för att du trodde på mitt uppsatsämne, för hjälp med experiment, genomläsning och goda råd.

Innehåll

1.	Introduktion.....	9
1.1.	Bakgrund.....	9
1.2.	Frågeställning.....	9
1.3.	Syfte, metod och målsättning.....	9
1.4.	Avgränsningar	10
1.5.	Tidigare forskning.....	10
1.6.	Källkritik.....	10
2.	Material och metoder.....	11
2.1.	Aquazol	11
2.1.1.	Varför välja Aquazol?	12
2.2.	Metoder.....	13
2.2.1.	Artificiellt åldrande.....	13
2.2.2.	FTIR.....	14
2.2.3.	Transmissionsmätningar med spektrofotometri.....	14
2.2.4.	Löslighetstest.....	14
2.3.	Experimentella metoder	15
2.3.1.	Förberedelser	15
2.3.2.	Observationer av accelererat åldrande	16
2.3.3.	Mätning med FTIR	16
2.3.4.	Mätning av transparens.....	16
2.3.5.	Löslighetstest.....	16
2.3.6.	Felkällor	17
3.	Resultat	18
3.1.	Resultat av FTIR.....	18
3.2.	Resultat av transparensmätning.....	18
3.3.	Resultat av löslighetstest	18
4.	Diskussion	20
5.	Sammanfattning och slutsatser.....	22
	Käll- och litteraturförteckning.....	23
	Otryckta källor.....	24
	Bilagor.....	I
	Bilaga 1. Foton före och efter accelererat åldrande	I
	Bilaga 2. Spektrum erhållna från FTIR.....	III
	Bilaga 3. Samtliga resultat från löslighetstest	VI
	Bilaga 4. Artikel från Nationalencyklopedin	VIII

1. Introduktion

1.1. Bakgrund

Första gången jag kom i kontakt med Aquazol, Poly(2-etyl-2-oxazolin), var under min praktikperiod på Moderna museet. Aquazolen användes då som retuscheringsmedium och jag tyckte det var ett trevligt ämne att arbeta med. Jag fick dessutom höra om ämnets speciella egenskaper och tyckte att det vore av intresse att ta reda på mer. När ny Aquazolösning skulle beredas upptäcktes att granulatet klumpat sig och var mycket svårt att separera. En av Aquazolerna, Aquazol 50, hade klumpat ihop sig så mycket att det var nu en homogen massa. De olika molekylvikterna av ämnet hade förvarats under samma förhållanden. Det funderades även över om Aquazolen hade gulnat. Detta är ett ämne som sägs ha mycket bra åldringsegenskaper och det är då märkligt att ämnet skulle ändrats på detta sätt (Wolbers, McGinn & Duerbeck, 1998 s. 520ff). Intresset väcktes nu till att titta närmare på åldringsegenskaperna hos Aquazol.

För en konservator är det alltid viktigt att veta att de ämnen man använder är hållbara under lång tid. Även hälsoaspekter är viktigt att ha med i beräkningarna när man väljer vilket ämne som ska användas. När främmande ämnen tillförs till ett objekt vid konservering är det av vikt att veta att ämnena som tillförs inte kommer skapa nya skador i framtiden eller att de bryts ned snabbt och åtgärden snart kommer att behöva upprepas. Aquazol är ett relativt nytt ämne på marknaden och har ännu inte kunnat testas ordentligt. Det har blivit ett vanligt förekommande ämne inom konservering, framför allt vid konsolidering men även inom andra områden (Bosetti, 2012 s. 72). Då Aquazol påstås ha bra åldringsegenskaper samt att det inte är hälsovådligt är det ett ämne som man gärna har med i beräkningarna vid val av material för konserveringsåtgärder. Det är därför av vikt att undersöka ämnet noggrannare och göra fler tester på hur det reagerar över tid.

1.2. Frågeställning

- Vad är Aquazol?
- Till vilka användningsområden kan man använda Aquazol inom konservering?
- Blir Aquazol mer svårlöst med tiden?
- Sker några förändringar med färg eller transparens när ämnet åldras?

1.3. Syfte, metod och målsättning

Denna studie syftar till att undersöka ämnet Aquazol, dess användningsområden samt åldringsegenskaper.

En litteraturstudie genomfördes inledningsvis för att samla information om produkten. I studien utsattes Aquazol för accelererat åldrande och därefter genomfördes olika tester för att kunna se om ämnets egenskaper förändrats eller är detsamma. Detta för att klargöra om ämnet verkligen är ett hållbart alternativ och lämpligt inom konservering.

Målet med studien är att undersöka om Aquazol har de bra åldringsegenskaper som det påstås ha.

1.4. Avgränsningar

I denna studie användes enbart värme vid det accelererande åldrandet, detta för att det inte fanns tillgång till artificiellt åldrande med andra metoder. På grund av tidsramarna för uppsatsen utsattes proverna för värme under ungefär en månads tid. Då den egna erfarenheten av Aquazol varit som retuscheringsmedium är det framför allt egenskaper som är av vikt vid retuschering som har testats i experimentet. Det hade även varit önskvärt att testa färgförändring med en colorimeter samt bindkraft, men det var inte möjligt. Istället fick fokus för experimentet ligga på löslighet och transparens, för färgförändring gjordes enbart en okulär bedömning.

1.5. Tidigare forskning

Antalet artiklar skrivna om Aquazol är begränsat då detta är ett relativt nytt ämne på konserveringsmarknaden. Jag fann endast två artiklar som testade åldringsegenskaperna hos ämnet. Ett stort ålderstest utfördes av Wolbers, McGinn och Duerbeck (1998) och ett mindre ålderstest utfördes av Sims, Cross & Smithen (2010). Båda testerna utsätter Aquazolproverna för accelererat åldrande med ljus. Därefter utförs olika tester, bland annat testas pH, löslighet och färgförändring, båda undersökningarna kommer fram till att Aquazol är ett stabilt och åldersbeständigt material.

1.6. Källkritik

I de flesta artiklar skrivna om Aquazol nämns ämnets stabilitet och utomordentliga åldringsegenskaper. Det verkar dock inte som att många tester egentligen har utförts. Många av artiklarna skrivna om ämnet utgår från samma källor. Man kan se att författarna till artiklarna tolkar samma fakta olika, vilket gör artiklarna mindre trovärdiga. I vissa fall blir ett antagande ett faktum och i andra fall stämmer inte värdena överrens. Wolbers m.fl. (1998 s. 523) skriver till exempel att det förmodligen sker en kedjebrytning av Aquazol när ämnet åldras, detta baseras på att molekylvikten minskat. Detta antagande är sanning i Sheltons artikel (1996 s. 41), trots att inga egna experiment utförts. Ett annat exempel är värdet på T_g för Aquazol, vilken molekylvikt som avses är okänt. I de flesta fall anges glasomvandlingstemperaturen vara ca 69-71°C, men enligt Rönnerstam (2003 s. 18) är T_g 55°C, även här är det okänt vilken molekylvikt som avses. För att undvika att göra samma misstag har de ursprungliga källor som finns eftersträvat att användas och inte bara källor som refererat till dem, men detta har inte lyckats helt på grund av att vissa av källorna inte kunde lokaliseras.

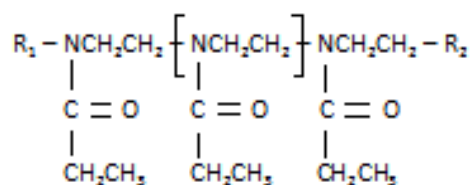
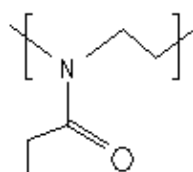
2. Material och metoder

I detta kapitel beskrivs ämnet Aquazol, dess kemiska egenskaper och användningsområden. Även dess lämplighet inom konserveringsfältet tas upp. Därpå följer beskrivningar av de olika momenten och utrustning som använts vid de utförda experimenten.

2.1. Aquazol

Kemiskt namn	Poly(2-etyl-2-oxazolin)
Molekylformel	$-(C_5H_9NO)_n-$
pH	Neutralt
T _g	69-71°C
Densitet	1,14 g/cm ³
Brytningsindex (25°C)	1,52

Informationen är hämtad från Polymer Chemical Innovations. Nedan syns ämnets strukturformel.



Poly(2-etyl-2-oxazolin), mer känt som Aquazol eller PEOX, utvecklades på 1980-talet och började användas inom konservering på 1990-talet, då främst till konsolidering (Horie, 2010 s. 196). Bindemedlet är lösligt i vatten och i de flesta organiska lösningsmedel. Då Aquazol är lösligt i så många lösningsmedel går det att kombinera med de flesta måleritekniker och är i hög grad reversibelt (Knight & Borgioli, 2008 s. 180). Aquazol förekommer i 4 olika former; 500, 200, 50 och 5 (Polymer Chemical Innovations, 2013). De olika numren står för molekylvikten hos de olika produkterna.

Aquazol är ogiftigt, har bra bindkraft och fäster vid många olika underlag (Lechuga, 2011 s.1ff). Ämnet går att reaktivera med både värme och lösningsmedel. Vid reaktivering med vatten eller lösningsmedel behövs endast lite fukt vilket är användbart vid konservering av fukt känsligt material så som papper. Aquazol har bra flexibilitet och krymper inte nämnvärt vid torkning. Det är ett ämne som är relativt elastiskt, även vid låg RF (relativ fuktighet) (Rönnerstam, 2003 s.18). Aquazol är hygroskopiskt, vilket gör det känsligt för fukt (Lechuga, 2011 s.2ff). Ämnet har ändå visat sig ha bra bindkraft även vid 75 % RF.

På grund av att ämnet har samma brytningsindex som glas, 1,520, (Rönnerstam, 2003 s. 18) användes Aquazol inom konservering till en början som konsolideringsmedel på glas (Bosetti, 2012 s.72). Nu används ämnet på en rad olika material så som trä, papper och måleri. Det används nu också som mer än bara konsolideringsmedel. Det har bland annat visat sig bra som retuscheringsmedium (Sims, Cross & Smithen, 2010 s. 173f). Det täcker bra, även över mörka partier och kan användas för att bygga upp struktur. Färg som torkat på paletten kan användas igen bara det väts med lite vatten, även flera veckor efter det först torkat. Textur kan också

skapas i retuschen efter färgen torkat med hjälp av vatten. Aquazol har blandats med akvarellfärger vid retuschering för att öka glansen, vilket har gett tillfredsställande resultat (Friend, 1996). Ämnet har som tidigare nämnts använts som konsolideringsmedel med bra resultat, dock har det visast sig vara undermåligt för konsolidering av mycket deformerad färg.

Tester har gjorts där Aquazol har använts som bindemedel vid förgyllning (Shelton, 1996 s. 39ff). I dessa tester ersattes hudlim mot Aquazol i både grundering och i bolus. Man har tidigare använt andra syntetiska bindemedel på samma sätt och uppnått tillfredsställande resultat, dock inte tillräckligt bra vid polerförgyllning. Däremot visade testerna att Aquazol gav ett gott resultat, även vid polerförgyllning. Man såg också att Aquazol kan ha många fördelar vid konservering av förgyllda ytor jämfört med mer traditionella metoder, bland annat tack vare sin stora löslighetsförmåga i många olika lösningsmedel.

Aquazol har visat sig vara ett stabilt ämne när det utsatts för accelererat åldrande med ljus (Wolbers, McGinn & Duerbeck, 1998 s.520ff). I artikeln beskrevs det att undersökningens artificiella åldringsprocess motsvarade ungefär 24 år i naturligt åldrande i UV ljus. Vid detta experiment framkom det att Aquazol inte tvärbinder. Molekylvikten minskade vid åldrandet vilket tyder på en kedjebrytning. Detta betyder att ämnet kan bli mer lättlösligt med tiden men också att bindkraften minskar (Shelton, 1996 s. 41). Vid åldringstestet ändrades dock ytstrukturen på Aquazol 50 som liknades vid ett apelsinskal (Wolbers, McGinn & Duerbeck, 1998 s. 521).

2.1.1. Varför välja Aquazol?

När en konservator väljer metoder och material vid en åtgärd är det många aspekter som vägs in. Förutom att ett ämne ska vara hållbart under lång tid måste man också tänka på hur väl materialen samspekar, hälsoaspekter och inte minst etiska aspekter. Vid en konservering tillförs ofta helt främmande ämnen till objektet och det är då viktigt att veta att de nya ämnena inte bryts ned snabbt och åtgärderna därför snart behöver upprepas och inte heller att de skapar nya skador på föremålet i framtiden.

I mitten av 1900-talet började man se skador på föremål som uppstått till följd av dåliga konserveringsmetoder och material (Capple, 2000 s. 63). Begreppet reversibilitet började användas inom konservering, gällande både material och metoder. Som konservator tar man en risk när man använder sig av nya material som ej har testats efter naturligt åldrande (Muños Viñas, 2005 s. 184f). Detta är en av anledningarna till att man vill ha reversibilitet hos de ämnen man som konservator använder sig av. Med reversibilitet menas att ett objekt ska kunna återgå till samma tillstånd som innan behandlingen (Muños Viñas, 2005 s. 185f). Till exempel ska en fernissa kunna avlägsnas utan att några rester sedan finns kvar. Det finns både för- och nackdelar med reversibilitet. En fördel är att riskerna vid åtgärder minskar. Sker en olycka vid en åtgärd går det alltid att reparera skadan. Men det finns också konsekvenser. Med högre reversibilitet finns en risk att ansvarskänslan minskar. Konservatorer kan känna att de kan göra vad som helst med objekten. Varför inte ge Mona Lisa glasögon, när de ändå går att avlägsna?

Efter hand insåg man dock att begreppet inte var realistiskt då inga konserveringsmetoder är helt återställbara (Capple, 2000 s. 64). Ett exempel är rengöring, när ett smutslager har avlägsnats kan det ursprungliga skicket aldrig återställas. På 1980-talet minskade användandet av begreppet och begrepp som minsta möjliga åverkan började användas istället. Även om reversibilitet inte går att uppnå är det fortfarande ett mål att sikta mot. I strävan att uppnå reversibilitet har även andra begrepp vuxit fram så som stabila material och återbehandlingsbarhet (retreatability).

Aquazol är ett mycket ”reversibelt” material tack vare sin förmåga att lösa sig i så många olika lösningsmedel (Wolbers, McGinn & Duerbeck, 1998 s.520ff). Det anses också vara ett stabilt material baserat på de tester som gjorts med artificiellt åldrande. Oavsett vad man avser att använda Aquazolen till så gör dessa egenskaper att det i teorin är ett bra val av bindemedel vid en konserveringsåtgärd. Tyvärr är det inte alltid teori och praktik stämmer överrens men ämnet bör finnas i åtanke vid konservering då det är ett mycket bra alternativ vid många åtgärder och samspelar med de flesta material. Att det dessutom är ogiftigt gör ämnet ännu mer eftersträvansvärt, då många andra alternativ inom konservering är hälsovådliga.

2.2. Metoder

I denna studie undersöktes åldringsegenskaperna hos ämnet Aquazol. Det som huvudsakligen undersökts var löslighet och förändring i transparens hos ämnet då båda egenskaperna är av stor relevans för konservatorer vid framförallt retuschering men även vid konsolidering och andra områden som ämnet kan användas till. Nedan presenteras de instrument och analysutrustning som använts vid det experimentella genomförandet.

2.2.1. Artificiellt åldrande

Artificiellt åldrande eller accelererat åldrande kan ske på olika sätt, antingen kan man utsätta sitt prov för en hög grad av endast en miljöpåverkan, exempelvis ljus eller så kan man utsätta sitt prov för flera miljöpåverkningar i högre grad i en weatherometer (Horie, 2010 s. 50 ff.). Då det inte fanns tillgång till en weatherometer till denna studie användes metoden med enbart en miljöpåverkan, i detta fall värme. Det som sker vid en artificiell åldringsprocess med värme är att de kemiska reaktionerna som kan uppstå i ett ämne accelereras. Atomernas rörlighet ökar när ett ämne hettas upp, atomerna krockar då med varandra vilket resulterar i kemiska reaktioner. Ju högre värme desto mer rörlighet hos atomerna, vilket i sin tur ger fler kemiska reaktioner. Det är dock inte säkert att alla dessa reaktioner hade utlöst vid rumstemperatur som vid en förhöjd temperatur, det går därför inte med säkerhet att säga att de resultat man får av accelererat åldrande även skulle uppstått vid naturligt åldrande. Högst säkerhet får man ju närmare rumstemperatur man kommer men det tar då också längre tid att utföra experimentet.

När man använder sig av värme för att accelerera åldrande på syntetiska polymerer är det viktigt att man inte utsätter ämnet för högre temperatur än det klarar av, man bör inte överstiga ämnets T_g (Horie, 2010 s. 54 f.). Många egenskaper ändras när glasomvandlingstemperaturen överstigs och man skulle då få ett felaktigt resultat. Om man ska utföra accelererat åldrande med värme på ett material som används både under och över sitt T_g bör två prover beredas och utsättas för olika temperaturer, ett under T_g och ett över.

Till det artificiella åldrandet valdes åldringsprocessen med värme. Detta för att värmeugn fanns tillgängligt samt under förhållandena var lättast att hålla konstant, vilket hade varit svårare om man istället använt sig av ljus. Dessutom har tester redan utförts med UV ljus. Den bestämda temperaturen som användes var 90°C, ungefär 20°C över glasomvandlingstemperaturen. Temperaturen valdes för att ämnet kan reaktiveras med värme och då överstigs T_g (Lechuga, 2011 s. 3). Det fanns inga möjligheter att utföra experiment med två olika temperaturer och då valdes en temperatur som överstiger T_g i hopp om att inte för många egenskaper ändrats. Det är tveksamt om en weatherometer hade varit lämplig att använda till studien då ett weatherometertest inkluderar behandling även vid hög fuktighet. Eftersom att Aquazol är vattenlösligt hade proverna troligtvis löst sig under åldringsprocessen. Dessutom var det aldrig aktuellt för denna studie då en weatherometer ej fanns att tillgå.

2.2.2. FTIR

Fourier-transform infrared spectroscopy, vanligen förkortat FTIR är en undersökningsmetod som kan användas för att identifiera eller påvisa förändringar hos organiska material (Mills & White, 1994 s. 20f). I denna studie användes en Bruker alfa FTIR med ATR tillsats. En fördel med ATR jämfört med andra IR-spektroskopiska instrument är att proverna kan vara mycket små och ändå ge ett bra spektrum, dessutom behövs ingen beredning av proverna. En IR-spektroskopisk undersökning visar de funktionella grupperna i ett ämne. Vid analysen erhålls ett spektra som visar unika toppar och dalar för det testade ämnet, det kan liknas vid ett fingeravtryck (Anonymous, 2001 Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry s. 2). Man kan med hjälp av IR-spektroskopi på så vis identifiera okända material. Det okända materialets spektra jämförs med spektra från kända material och på detta sätt erhålls en identifiering (Mills & White, 1994 s 21). Man kan på detta sätt även jämföra spektra från ett nytt respektive ett åldrat material, då toppar och dalar förekommer på samma ställe men inte är lika tydliga på det åldrade ämnet. Om ämnet som testas är mycket stabilt, som exempelvis bivax, kommer spektrumet vara lika tydligt på det åldrade materialet som på det nya.

2.2.3. Transmissionsmätningar med spektrofotometri

Vid transmissionsmätning mäts tätheten eller svärtning hos framförallt fotografiska material (Nationalencyklopedin). Den kan även användas på semitransparenta material och reflekterande ytor (Printernational). Färgmätningar kan göras på tre olika sätt, antingen med transmission, absorbans eller med reflektion (Anonymous, UV/VIS Spectrophotometer s. 1ff). Med transmission eller absorbans mäts transparenta material och med reflektion mäts ljus som reflekteras från en icke transparent yta (Printernational). Om absorbansen mäts erhålls en siffra som beskriver relationen mellan infallande och transmitterat eller reflekterat ljus (Nationalencyklopedin). Ju högre siffra för absorbansen, desto större är tätheten hos materialet (Printernational).

Eftersom att det inte fanns möjlighet att använda en reflektions colorimeter, som mäter färg, valdes istället en spektrofotometer där absorbansen mättes. Om färgförändringarna vore tillräckligt stora skulle det ha gett utslag även vid absorbansmätning i spektrofotometern (Informant nr 1.). Skillnad i transparens är viktigt att veta, både för konsolideringsmedel och för retuscheringsmedium. Färgförändring fick avgöras okulärt.

2.2.4. Löslighetstest

Lösighetstest kan göras på flera olika sätt. I studien gjordes lösighetstest med liknande metod som Sims m.fl. (2010, s. 167) använde i sina tester. En tops fuktad med lösningsmedel förs över proverna i cirkulära rörelser. Tid tas för att se hur lång tid det tar innan provet helt har löst sig. Testet är utformat för att likna avlägsning av gamla retuscher.

Valet av lösighetstest gjordes då den ovan beskrivna metoden är lätt att genomföra och man ser tydliga resultat. Nackdelen med metoden är att det är svårt att hålla samma tryck på proverna, vilket påverkar resultatet.

2.3. Experimentella metoder

Experimentet som utfördes gick ut på att jämföra lösighet samt förändring i transparens hos tre olika molekylvikter av Aquazol, 50, 200 och 500 g/mol. Till experimentet användes Aquazol inköpt år 2013 och Aquazol som inköpts 2004. Då nio år kan vara för kort tid för att kunna utläsa några förändringar hos ämnet utsattes hälften av proverna för artificiellt åldrande. Proverna sattes i en värmeugn under en period vilket påverkade ämnet kemiskt på ett likvärdigt sätt som ett naturligt åldrande hade gjort (Horie, 2010 s. 50 ff.). När proverna utsatts för värme i ungefär en månad utfördes löslighetstester samt analys för att se om förändringar i transparens hade uppstått. För att se om någon förändring skett med de funktionella grupperna i ämnet utfördes en analys med FTIR på den naturligt åldrade samt nyinköpta Aquazolen.

2.3.1. Förberedelser

Innan experimenten påbörjades observerades att Aquazolgranulaten var svagt gula, vissa ljusare än andra. Gulast var Aquazol 50 och ljusast var Aquazol 500. Den Aquazol som inhandlats år 2013 var gulare än den som inhandlats 2004.

För att kunna utföra experimenten måste Aquazolgranulaten först lösas upp i avjoniserat vatten. De olika molekylvikterna fick olika koncentration. Koncentrationen valdes efter målerikonserverator James Bernsteins recept som är framtaget för retuschering. (Mer om James Bernstein kan läsas på: http://www.bigbadwoof.com/James_Bernstein_Website/Home.html). Koncentrationerna som användes var: 40 % Aquazol 50, 25 % Aquazol 200 och 15 % Aquazol 500. Att olika koncentrationer valdes var för att man ville undersöka koncentrationer som verkligen användes, då helst inom retuschering. Om möjlighet funnits hade prover med samma koncentration för de olika molekylvikterna också beretts men detta var inte möjligt då det inte fanns tillräckligt med Aquazol. I Aquazol 50 lösningarna löstes 4g granulat i 10ml avjoniserat vatten, i Aquazol 200 lösningarna löstes 5g granulat i 15ml avjoniserat vatten och i Aquazol 500 lösningarna löstes 3g granulat i 17ml avjoniserat vatten. Granulaten vägdes upp på en våg med en säkerhet på upp till en tiondels gram. Denna våg användes då det vid utförandet inte fanns tillgång till en mer exakt våg. Till uppmätningen av det avjoniserade vattnet användes en byrett för att få en så korrekt mätning som möjligt. Burkarna med de olika lösningarna förslöts med lock för att ingen avdunstning skulle ske. För att vara säker på att granulaten löst sig ordentligt fick de stå förslutna i två dygn. När burkarna skakades kunde det urskiljas viss ojämnhet i lösningarna, därför användes en glasstav för att röra runt i lösningarna och få en jämn fördelning. Till en början kändes lösningarna tjocka och lite tröga men när jämn fördelning uppstått kändes lösningarna smidigare och lättare att röra runt. Bubblor bildades vid omröringen men försvann snabbt igen. De olika lösningarna pipetterades sedan upp på objektsglas, tre separata droppar på varje glas och sex glas per lösning. En pipett användes för att få så jämna droppar som möjligt. Tre droppar gjordes för att spara på utrymme samt för att ge fler tester. Sammanlagt blev det alltså 18 prover per lösning. Proverna fick nu stå och torka i två dygn. Hälften av dessa prover, nio stycken av varje lösning, sattes därefter in i en värmeugn som ställts in på 90° C. Ugnens inställningsvredet angav inte rätt temperatur, den rätta temperaturen fick avläsas på en särskild termometer som var inbyggd i värmeskåpet. För varje steg som utfördes under dessa förberedelser märktes proverna noggrant för att undvika misstag med att blanda ihop de olika lösningarna och proverna. Proverna märktes följande:

Aq50-04A	Aq50-04B		
Aq200-04A	Aq200-04B	Aq200-13A	Aq200-13B
Aq500-04A	Aq500-04B	Aq500-13A	Aq500-13B

Aq står för Aquazol, följt av molekylvikten för det använda ämnet. Därefter står inköpsår och bokstaven på slutet definierar om provet har utsatts för artificiellt åldrande eller inte, där A är icke behandlat och B är behandlat.

Vad denna accelererade åldringsprocess hade motsvarat i naturligt åldrande går inte att säga då fler än en temperatur behövs för att avgöra detta (Informant nr 1).

2.3.2. Observationer av accelererat åldrande

Proverna togs ut ur värmeugnen 35 dagar efter att de satts in. De prover som ändrat sig mest var Aq50-04, som hade störst koncentration, där en tydlig gulning skett. Även de prover med Aq200-13 hade gulnat något, men inte alls i samma grad. De andra proverna visade inga synliga förändringar. Ingen sprickbildning eller krackelering observerades. Bilder på proverna kan ses i bilaga 1.

2.3.3. Mätning med FTIR

Medan proverna låg i värmeugnen utfördes en undersökning med FTIR på den olösta Aquazolen. Spektrumet som erhöles kan ses i bilaga 2. Proverna som beretts gick inte att avlägsna från objektsglasen, det var därför inte möjligt att utföra undersökning med FTIR på dem. Proverna smulades sönder och flisorna var för små för att använda till undersökningen. Hade proverna suttit kvar på glasen under undersökningen hade glasen förstörts, så det var inte ett alternativ.

2.3.4. Mätning av transparens

Mätning av transmissionsförändringar utfördes med en UV- Vis spektrofotometer. Proverna testades på flera olika våglängder för att få ett mer korrekt resultat. Först testades Aq50-04 proverna, då dessa visat störst färgförändring. Proverna visade ingen betydande skillnad i transparens. Då mätningen var tidskrävande och inte visat någon skillnad i transparens på det mest förändrade provet utfördes inga undersökningar på de övriga proverna då dessa skulle ge samma resultat.

2.3.5. Lösighetstest

Lösighetstest gjordes med tre olika lösningsmedel, avjoniserat vatten, etanol och aceton. Lösningsmedlen valdes då de är vanligt förekommande inom konservering och de är inte hälsovådliga i samma utsträckning som exempelvis toluen. Till testet användes fabriksstillverkade bomullspinnar för att få så jämn storlek som möjligt. Bomull var fäst på båda pinnens båda ändar, dessa doppades i lösningsmedlen då det inte räckte med en för att lösa hela provet. Bomullspinnen fördes över provet i snabba cirkulära rörelser, för att så snabbt som möjligt lösa provet. Ett jämnt tryck hölls i möjligaste mån. När testet utfördes observerades att etanolen hade svårt att lösa proverna, utan förde istället runt Aquazolen. Aquazol 500-proverna löstes bättre i etanolen än de andra proverna. Detsamma gäller för acetonen som på grund av sin flyktighet hann torka innan proverna med Aquazol 50 och Aquazol 200 löst sig helt. Tiden för dessa prover är därför ej helt korrekt. Variation i tid kan förekomma i testet på grund av storleksskillnad på proverna som droppats på objektsglas. Flera test utfördes därför på prover med samma lösning, ett medelvärde räknades sedan ut.

2.3.6. Felkällor

Vid laboratorieexperiment ska alltid reservation för mätfel göras. Slarv, stress med mera kan göra att felmätning uppstår. Ett mätfel i tidigt skede av experimentet påverkar alla följande led av undersökningen. Vid mätningar kan avläsningsfel alltid uppstå, även om ett korrekt mätinstrument använts. Detta kan påverka koncentrationer, mängder med mera och därmed påverka hela experimentet.

När lösningarna precis blandats men ännu ej löst granulaten välte en av lösningarna, Aq500-04, vid transport och visst läckage skedde. Granulaten hade börjat lösa sig något och det gick inte längre att veta den exakta koncentrationen. En ny lösning kunde inte beredas då det inte fanns fler granulat. Det förmodades att det mestadels var avjoniserat vatten som läckt ut och mer avjoniserat vatten tillsattes därför till lösningen. För att avgöra volymen vatten som skulle tillsättas vägdes burken med Aq500-04 och burken med Aq500-13 då dessa haft samma koncentration och mängd. Burkarna vägde 22,0g respektive 23,2g. 0,8g vatten tillsattes till lösningen med pipett. Jämvikt mättes inte upp på grund av att lite Aquazol kan ha läckt ut och därför tillsattes inte de resterande 0,4g vatten. Även om den exakta koncentrationen fortfarande är okänd och inte exakt samma som den andra lösningens är den nu mer korrekt än tidigare. Detta kan dock påverka resultatet av undersökningen. Det ska också nämnas att även de andra lösningarna som inte läckt vägdes och på dessa burkar skilde 0,2g. Dessa koncentrationer är därmed förmodligen inte helt samma. Det är okänt vad som har orsakat skillnaden. Det kan ha varit fel på mätutrustningen, avläsningsfel med mera. Ett beslut fattades att låta lösningarna vara. Även detta kan påverka resultatet i undersökningen.

3. Resultat

Nedan presenteras resultaten av de olika experimentella undersökningarna.

3.1. Resultat av FTIR

Då det inte fanns någon Aquazol 50 inköpt år 2013 kan ingen jämförelse göras med denna molekylvikt. Däremot visar spektrumet utan tvekan att det är Aquazol som har testats, då topparna som visar de funktionella grupperna är lika de andra spektrumens, se bilaga 2. Spektrumet för Aquazol 200 indikerar att ämnet har åldrats. Topparna är på samma position men är kraftigare och tydligare på Aq200-13 än på Aq200-04. Detsamma gäller för Aquazol 500. Skillnaden är dock inte lika markant som för Aquazol 200, vilket indikerar att Aquazol 500 inte brutits ned i samma utsträckning som Aquazol 200.

3.2. Resultat av transparensmätning

I tabell 1 nedan visas resultatet av mätningen med spektrofotometern. Absorbans mättes på olika våglängd, mätt i nanometer. Resultatet anges i absorption.

Tabell 1. Resultat av transparensmätning för Aquazol 50.

Våglängd	Aq50-04 A	Aq50-04 B
450nm	0,57	0,55
500nm	0,57	0,52
550nm	0,56	0,49
600nm	0,54	0,48
650nm	0,54	0,49

Resultatet av mätningen visar ingen avgörande skillnad i transparens.

3.3. Resultat av löslighetstest

I tabellerna 2, 3 och 4 nedan visas medelvärden för hur lång tid det tog att lösa proverna, tiden mättes i sekunder. Samtliga tider för löslighetstestet kan ses i bilaga 3. För att lättare få överblick har varje molekylvikt en egen tabell.

Tabell 2. Resultat av löslighetstest för Aquazol 50.

Lösningsmedel	Aq50-04 A	Aq50-04 B
H ₂ O	41	33
Etanol	52	45
Aceton	(40)	(43)

Tabell 3. Resultat av löslighetstest för Aquazol 200.

Lösningsmedel	Aq200-04 A	Aq200-04 B	Aq200-13 A	Aq200-13 B
H ₂ O	32	29	34	30
Etanol	36	34	35	35
Aceton	(33)	(35)	(34)	(34)

Tabell 4. Resultat av löslighetstest för Aquazol 500.

Lösningsmedel	Aq500-04 A	Aq500-04 B	Aq500-13 A	Aq500-13 B
H ₂ O	27	32	36	26
Etanol	32	28	32	27
Aceton	28	29	28	26

Värden som står inom parentes innebär en viss osäkerhet i den utsatta tiden. Se under experimentell metod.

Resultaten visar ingen signifikant skillnad men ett mönster kan ändå anas. Som visas i tabellerna är vatten det mest effektiva lösningsmedlet för Aquazol 50 och Aquazol 200. För Aquazol 500 är Aceton det effektivaste lösningsmedlet. Precis som i testen utförda av Wolbers, McGinn & Duerbeck (1998) visar dessa resultat att Aquazol blir mer lösligt efter accelererat åldrande. Ingen större skillnad märks mellan de nyinköpta och de naturligt åldrade proverna.

4. Diskussion

Studien kompletterar de tidigare utförda ålderstesterna på ämnet då denna studie utförde accelererat åldrande med hjälp av värme istället för ljus som tidigare använts. Det är möjligt att värmen påverkat Aquazolen på ett sätt som ljus inte gjort. Nackdelen med att använda värme istället för ljus är som nämnt tidigare att det inte går att beräkna vad artificiellt åldrande i värmeugn motsvarar i naturligt åldrande, åtminstone inte utan att ett naturligt åldrat material finns att jämföra med som också är välkaraktäriserat med avseende på kemiska förändringar.

Under litteraturstudien uppmärksammades det att inga skillnader mellan de olika molekylvikterna nämndes i de olika artiklarna som studerades. Det borde vara så att de olika molekylvikterna har särskilda egenskaper, som mer eller mindre bindkraft, skillnad i glans med mera. Varför skulle det annars tillverkas Aquazol i olika molekylvikt? Inte i någon av de undersökta artiklarna nämns att det finns någon som helst skillnad, utan alla former av Aquazol behandlas på samma sätt. Ändå utförs tester med olika molekylvikter, vilket tyder på att man ändå förväntar sig en viss skillnad. Det är självklart en möjlighet att någon artikel tar upp dessa möjliga skillnader men att de inte fångats upp till denna studie. Detta är en av anledningarna till att det hade varit bra att förutom de koncentrationer som användes i denna studie även göra prover med samma koncentration på de olika molekylvikterna. Nu i efterhand hade det förmodligen varit bättre att enbart ha använt samma koncentration, istället för de koncentrationer som nu använts. Resultaten hade då kunnat jämföras med varandra på ett helt annat sätt. Nu kan endast resultaten på samma molekylvikt jämföras, istället för att jämföra alla prover med varandra. För det är högst troligt att Aq50-04-proverna visade störst förändring för att det var högst koncentration av detta ämne. Den högre koncentrationen innebär att detta prov är tjockare än de prover med lägre koncentration. Eftersom proverna är transparenta syns färgen tydligare på ett tjockare prov. Det betyder att färgförändringen inte nödvändigtvis är större hos Aq50-04, utan bara upplevs så på grund av skillnad i tjocklek hos proverna.

Löslighetstestet visade ingen direkt skillnad mellan de naturligt åldrade proverna och de nya. Detta kan bero på att nio år är för kort tid och ämnet har helt enkelt inte brutits ned tillräckligt mycket för att visa resultat. Man vet inte heller med säkerhet när Aquazolen verkligen har tillverkats. Den Aquazol som inhandlats 2013 behöver nödvändigtvis inte vara tillverkad samma år. Den kan ha legat förvarad i ett lager i flera år, i okänt klimat. Eftersom Aquazol är en kommersiell produkt och att det skiljer nio år mellan beställningarna kan receptet ha ändrats. Aquazolen kan vara beställd från olika leverantörer, vilket innebär att kompositionen från början kan vara annorlunda. Aquazolgranulaten som inhandlats 2013 var gulare än de som inhandlats 2004, vilket skulle kunna vara en indikation på att sammansättningen inte är densamma. Det kan också indikera att den senare inhandlade Aquazolen är tidigare tillverkad eller att Aquazolen från 2004 faktiskt har ljusnat med tiden. Det senare påståendet strider dock mot de resultat som erhållits av denna undersökning.

Precis som i Wolbers m.fl. studie (1998) indikerar även denna undersökning att Aquazol blir mer lösligt med tiden, vilket som tidigare nämnt kan bero på kedjebrytning. Denna egenskap gör ämnet lämpligt inom konservering. Gulningen som inträffade gör ämnet mindre lämpat inom konservering. Detta observerades inte i de tidigare utförda ålderstesterna. Om detta beror på skillnad i koncentration eller metod av artificiellt åldrande går inte att säga. Däremot skedde ingen förändring i ytstrukturen, vilket observerats i studien som Wolbers m.fl. utförde.

FTIR indikerar att Aquazol 200 har brutits ned mer än Aquazol 500 vid naturligt åldrande. Detsamma kunde anas vid det artificiella åldrandet där Aq200-13 prover hade gulnat, medan inga Aquazol 500 prover visade färgförändring. Detta kan bero på att koncentrationerna skiljer sig åt,

men det kan också indikera att Aquazol 500 är mer åldersbeständigt än Aquazol 200. Eftersom att nyinköpt Aquazol 50 saknades till denna studie fanns enbart spektrum för det naturligt åldrade materialet. Topparna på detta spektrum är mindre och otydligare än spektrumen för Aq200-04 och Aq500-04. Detta skulle kunna innebära att Aquazol 50 har brutits ned mest av de olika molekylvikterna. Det går dock inte att säga säkert utan att jämföra med ett spektrum av det nyinköpta materialet. Aquazol 50 visade också störst förändring vid naturligt åldrande då denna inte längre var i form av granulat utan en homogen massa. De andra molekylvikterna hade också klumpat ihop sig men man kunde fortfarande se granulaten. De olika molekylvikterna av ämnet hade under tiden förvarats under samma förhållanden. Detta skulle i så fall indikera att ju lägre molekylvikt, desto sämre åldringsegenskaper. Ihopklumpningen skulle också kunna bero på att Aquazol är hygroskopiskt och dragit till sig fukt.

Resultaten visar att fler undersökningar är nödvändiga för att kunna säkerställa ämnets åldersbeständighet. Framförallt då vissa resultat från olika undersökningar strider mot varandra. Viktigast är naturligtvis att utföra tester på naturligt åldrat material, då det är det enda sättet att få korrekta resultat angående åldersbeständighet. För att få meningsfulla resultat av den naturliga åldringen måste dock förutsättningarna vara väl definierade, exempelvis vilket temperaturintervall provet förvarats i eller om det utsatts för ljus eller UV strålning under den naturliga åldringen. Undersökningen visar inga markanta resultat men ger ändå en indikation för hur ämnet kan påverkas över tid.

5. Sammanfattning och slutsatser

Denna uppsats undersöker åldringsegenskaper hos ämnet Aquazol, vars användning ökat inom konservering. Aquazol är ett adhesiv som inledningsvis användes som konsolideringsmedel men vars användning nu ökat till en rad olika användningsområden, bland annat används det nu som retuscheringsmedium och som bindemedel vid förgyllning. Ämnet har visat sig ha bra åldringsegenskaper vid de tester som gjorts med artificiellt åldrande. Dock har få tester utförts och för att säkerställa ämnets stabilitet behöver ytterligare tester utföras.

I denna studie har både naturligt åldrat material och accelererat åldrat material jämförts med nytt. Tester med Aquazol av tre olika molekylvikter, 50, 200 och 500 g/mol, utsattes för artificiellt åldrande med värme under 35 dagar. Därpå följde tester för att undersöka löslighet samt mäta transparens. Resultaten jämfördes sedan med varandra för att kunna utröna om någon förändring skett. Undersökning med FTIR utfördes på granulaten av det nya respektive naturligt åldrade materialet.

Aquazolen löstes i avjoniserat vatten och droppades därefter upp på objektglas. Hälften av proverna utsattes för accelererat åldrande med värme. Transparens mättes med hjälp av en spektrofotometer som användes som densitometer, endast mätning på Aquazol 50-proverna var nödvändigt. Löslighetstest gjordes på samtliga prover med avjoniserat vatten, etanol och aceton som lösningsmedel. För att få en uppskattning om hur effektiva de olika lösningsmedlen var togs tiden under testet. En okulär bedömning gjordes för att avgöra om någon färgförändring uppstått.

Resultaten av undersökningen visar att Aquazol blir mer lösligt med tiden. Av de testade lösningsmedlen visade sig vatten vara det mest effektiva. Även ur hälsosynpunkt är vatten det lösningsmedel man helst använder sig av på grund av att det är minst hälsovådligt. Det är dessutom lättillgängligt, vilket också är en fördel. Det verkade som att Aquazol 50 hade sämst åldringsegenskaper då det gulnade mest efter artificiellt åldrande. Aquazol 50 hade dessutom visat störst förändring vid naturligt åldrande, då granulaten klumpat ihop sig mest av de olika molekylvikterna. Minst påverkat av åldrandet var Aquazol 500 som inte visade någon färgförändring. Undersökningen med FTIR indikerade också att Aquazol 500 efter naturligt åldrande visade minst förändring i de funktionella grupperna.

Käll- och litteraturförteckning

Anonymous (2001) Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry.

<http://mmrc.caltech.edu/FTIR/FTIRintro.pdf> - 2013-05-24

Anonymous UV/VIS Spectrophotometer.

www.bio.huji.ac.il/upload/optical_spectrophotometers_Tutorial.pdf - 2013-05-24

Bosetti, E (2012) A Comparative Study of the Use of Aquazol in Paintings Conservation. *e-conservation magazine*, No.24, ss. 72-87

Tillgänglig på Internet: <http://www.e-conservationline.com/content/view/1073/>

Caple, Chris (2000). *Conservation skills: judgement, method and decision making*. London: Routledge

Friend, S. (1996). Aquazol: One Conservator's Empirical Evaluations. *WAAC Newsletter*, vol. 18 nr 2.

Horie, Charles Velson (2010). *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*. 2nd ed. Amsterdam: Butterworth-Heinemann.

Knight, E., Borgioli, L. (2008) A new Polymer for Consolidation. *The care of painted surfaces: materials and methods for consolidation, and scientific methods to evaluate their effectiveness : proceedings of the conference, Milan, November 10-11, 2006*. Saonara: il prato. ss. 180-181.

Lechuga, K (2011) Aquazol-Coated Remoistenable Mending Tissues. *Proceedings of Symposium 2011, Adhesives and Consolidants for Conservation: Research and Applications*, 17-21 October 2011, Ottawa, Canadian Conservation Institute. ss.1-13.

Tillgänglig på Internet: <http://www.cci-icc.gc.ca/symposium/2011/Paper%20%20-%20Lechuga%20-%20English.pdf>

Muñoz Viñas, Salvador (2005). *Contemporary theory of conservation*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann

Nationalencyklopedin: *Densitometer*. <http://www.ne.se.ezproxy.ub.gu.se/lang/densitometer> – 2013-05-03 (se bilaga 3.)

Polymer Chemistry Innovations (2013) *Safety Data Sheet*.

Tillgänglig på Internet:

http://www.polychemistry.com/dl/PCI18_Aquazol.pdf

Printernational: *Densitometer*. <http://www.printernational.org/densitometer.php> - 2013-05-03

Rönnerstam, C (2003) Aquazol 500 – undermedlet från USA. *Realia*, nr 2, s. 18

Shelton, C. (1996) The Use of Aquazol-Based Gilding Preparations. *American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works Wooden Artifacts Specialty Group Postprints*. June, ss. 39-45.

Sims, S., Cross, M. & Smithen, P. (2010) Retouching media for acrylic paintings. *Mixing and matching: approaches to retouching paintings*. Turnbull, R (red.) London: Archetype publications ss. 163-179.

Wolbers, R. C., McGinn, M., & Duerbeck, D. (1998). Poly(2-ethyl-2-oxazoline): a new conservation consolidant. *Painted wood: history & conservation*. Los Angeles: Getty Conservation Institute. ss. 514-527

Tillgänglig på Internet:

http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/paintedwood.html

Otryckta källor

Informant 1: Jonny Bjurman, Professor vid Institutionen för kulturvård 2013-03-18

Bilagor

Bilaga 1. Foton före och efter accelererat åldrande

Foton på proverna före och efter accelererat åldrande. Prover som slutar på -04 är inhandlade år 2004 och prover som slutar på -13 är inhandlade år 2013. Bokstaven A indikerar att provet ej utsatts för artificiellt åldrande, bokstaven B står för att provet har utsatts för artificiellt åldrande. Samtliga foton är tagna av författaren.



Figur 1. Aq50-04 A till vänster. Aq50-04 B till höger.



Figur 2. Aq200-04 A till vänster. Aq200-04 B till höger.



Figur 3. Aq200-13 A till vänster. Aq200-13 B till höger.



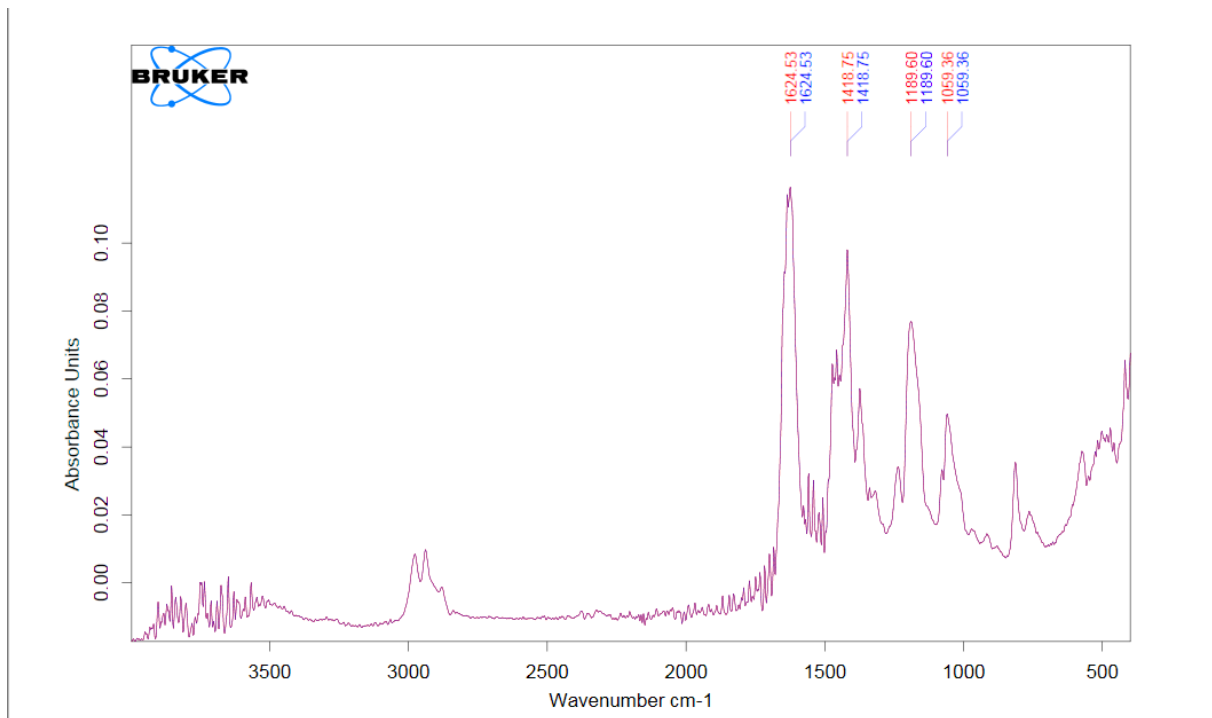
Figur 4. Aq500-04 A till vänster. Aq500-04 B till höger.



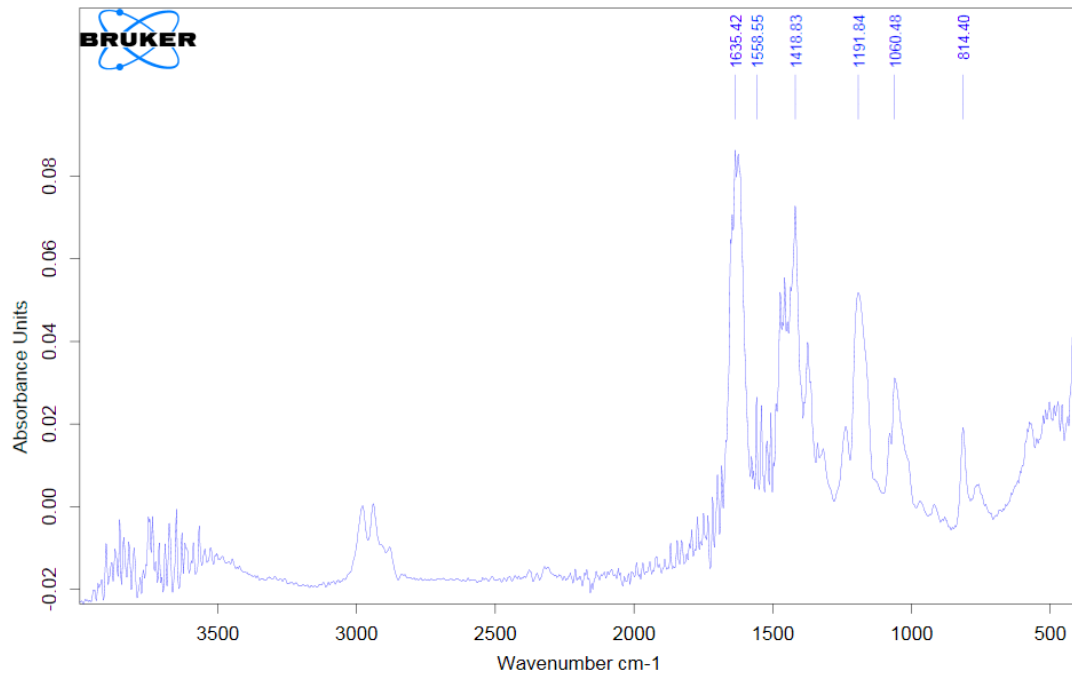
Figur 5. Aq500-13 A till vänster. Aq500-13 B till höger.

Bilaga 2. Spektrum erhållna från FTIR

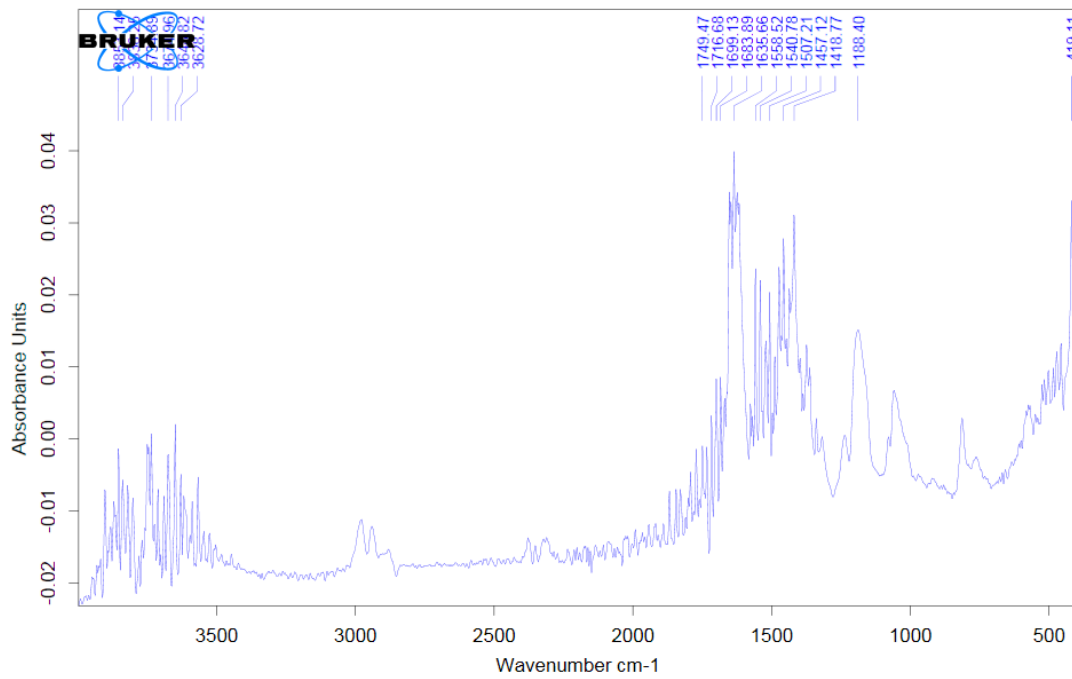
Spektrum erhållna från undersökning med FTIR.



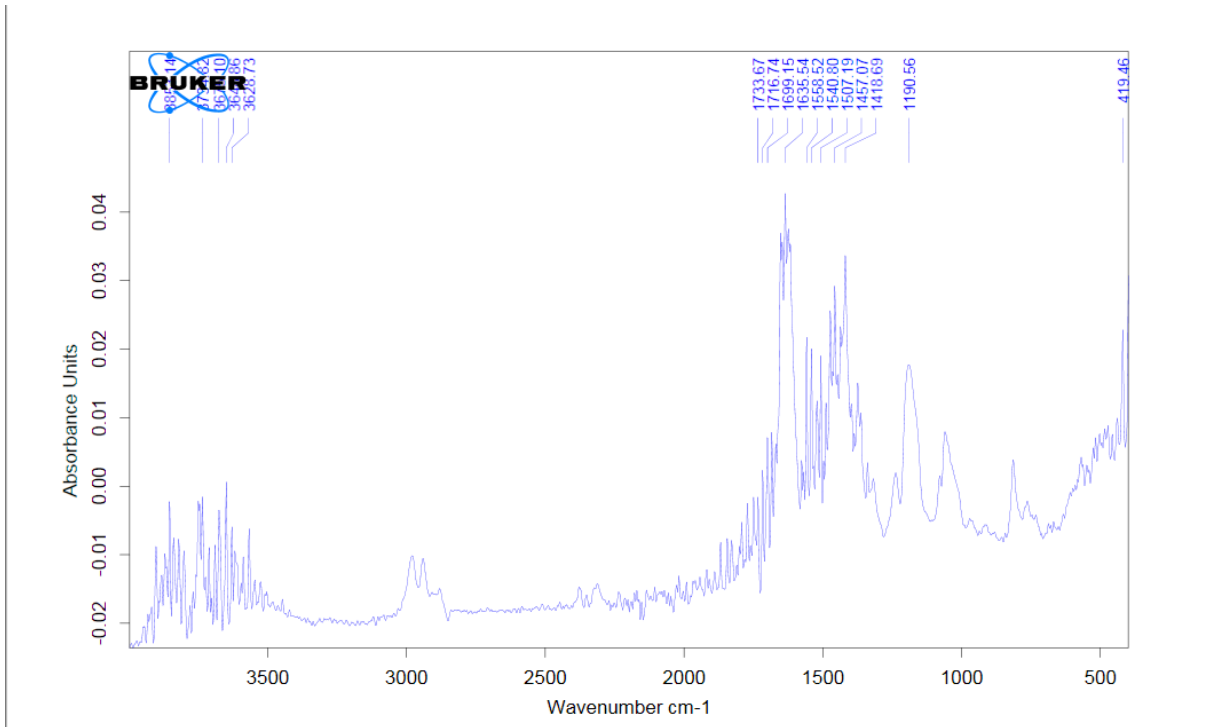
Figur 6. Spektrum erhållet av FTIR för Aq50-04.



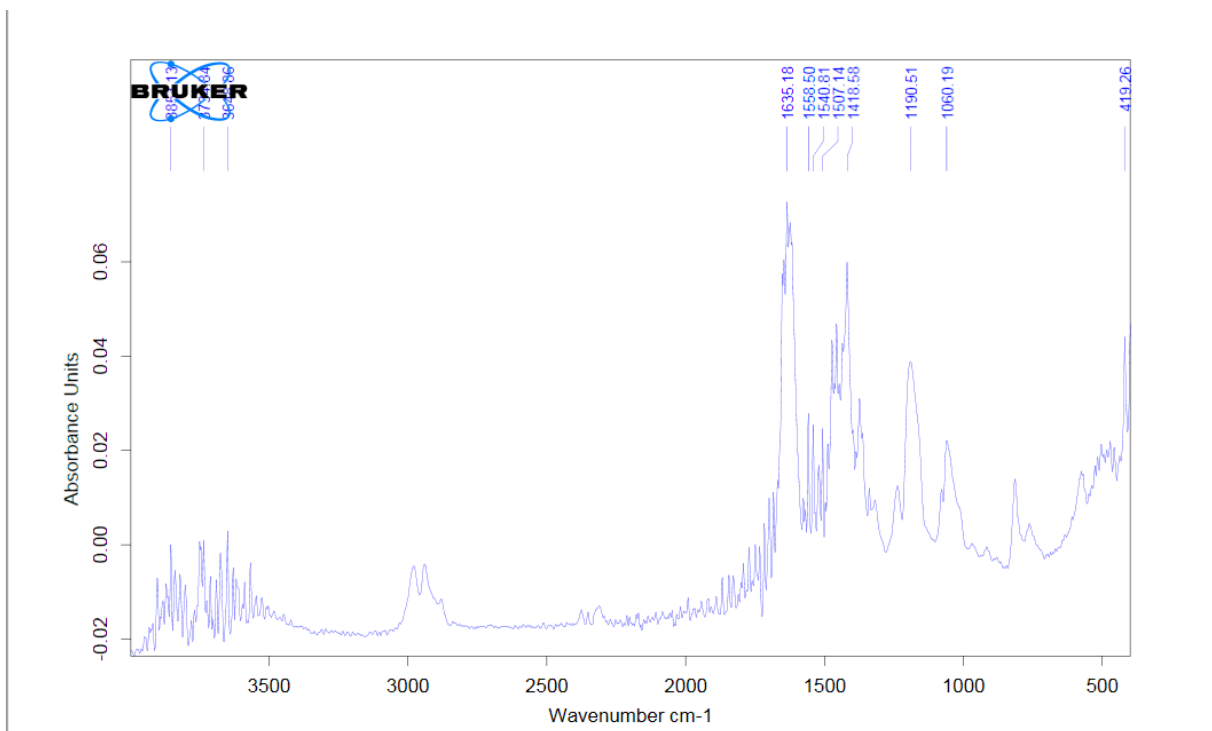
Figur 7. Spektrum erhålet av FTIR för Aq200-04.



Figur 8. Spektrum erhålet av FTIR från Aq200-13.



Figur 9. Spektrum erhålet av FTIR från Aq500-04.



Figur 10. Spektrum erhålet av FTIR från Aq500-13.

Bilaga 3. Samtliga resultat från löslighetstest

Nedan presenteras samtliga resultat från löslighetstestet. Vid vissa tester var tidsskillnaden stor och därför utfördes ytterligare test för att få ett mer korrekt resultat, även dessa är presenterade nedan. Tiden mättes i sekunder.

Tabell 5. Resultat från löslighetstest för Aq50-04 A.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
H ₂ O	44,3	36	47,2	36,5
Etanol	57,6	46,5	50,4	-
Aceton	(43)	(36,9)	-	-

Tabell 6. Resultat från löslighetstest för Aq50-04 B.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2	Test 3
H ₂ O	32	35	33
Etanol	46	43	45
Aceton	(46)	(40,5)	-

Tabell 7. Resultat från löslighetstest för Aq200-04 A.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	33	31
Etanol	35,5	36,5
Aceton	(36)	(30)

Tabell 8. Resultat från löslighetstest för Aq200-04 B.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	27	30
Etanol	33	34,7
Aceton	(36)	(34)

Tabell 9. Resultat från löslighetstest för Aq200-13 A.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	34	33
Etanol	34	36
Aceton	(31)	(37)

Tabell 10. Resultat från löslighetstest för Aq200-13 B.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	31	29
Etanol	35	35
Aceton	(35,7)	(32)

Tabell 11. Resultat från löslighetstest för Aq500-04 A.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	28	26,2
Etanol	31	33
Aceton	27	28

Tabell 12. Resultat från löslighetstest för Aq500-04 B.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	33	30,6
Etanol	28	27
Aceton	26	31,2

Tabell 13. Resultat från löslighetstest för Aq500-13 A.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	34	37
Etanol	32	31
Aceton	27	29

Tabell 14. Resultat från löslighetstest för Aq500-13 B.

Lösningsmedel	Test 1	Test 2
H ₂ O	24	27
Etanol	26	28
Aceton	25	27

Bilaga 4. Artikel från Nationalencyklopedin

Artikel om densitometer från Nationalencyklopedin.

NC Encyklopedi Svensk ordbok Engelsk ordbok Mina tjänster

Sök

GÖTEBORGS UNIVERSITET PERSONLIG INLOGGNING SKAPA PERSONLIGT KONTO

densitometer


densitome'ter (av latin de 'nsitas 'äthet' och den grekiska efterleden me'tron 'mät', 'verktyg att mäta med'). Instrument som används inom grafisk och fotografisk industri för att mäta svärtning.

Transmissionsdensitometern mäter svärtning på film, medan *reflektionsdensitometern* mäter svärtning på papper. Svärtning anges med en siffra som beskriver relationen mellan infallande och transmitterat eller reflekterat ljus.

DENSITOMETER
<http://www.nc.se/eprox/ub.gu.se/lang/densitometer>
NATIONALENCYKLOPEDIN, 2013, 457-458 [Kopiera källangivelse](#)

Tipsa och dela

Kone - en frågeduell för iPhone



Kone är ett spel för dig som älskar frågesport! Spelot är gratis, ladda ner det från App Store och utmana dina vänner!
> Kone

Relaterade artiklar

- pyrogallol
- CEA AB
- densitometer
- hydrokison
- AGFA-Gevaert Group
- Eastman Kodak Company
- densitometri
- film

Relaterade ämnen

- Fotografisk utrustning: allmänt