

E. van de Wetering, C. M. Groen en
J. A. Mosk

Beknopt verslag van de resultaten van het technisch onderzoek van Rembrandts Nachtwacht*

Aanleiding tot het onderzoek
Monstername
Rembrandts schildertechniek

DOERNERS RECONSTRUCTIE
EEN NIEUWE RECONSTRUCTIE

Monsteronderzoek

DOEK EN PLAMUUR
ONDERSCHILDERING
OVERIGE VERFLAGEN
OVERSCHILDERING
VERNIS

Rembrandts palet

* De beperkingen, die bij dit onderzoek aanwezig waren, lagen enerzijds in de korte tijd (een week), die beschikbaar was voor het mikroskopisch onderzoek van het schilderij, anderzijds in de beperkte tijd voorafgaande aan deze publicatie, waarin niet alle gewenste analyses aan het deels overvloedige monstermateriaal konden worden gedaan. In het kader van het lopende Rembrandt-onderzoek zullen de nog te verzamelen gegevens en verdere interpretaties gepubliceerd worden. Ter zake van het onderzoek aan de monsters zijn de auteurs veel dank verschuldigd aan mej. W. G. Th. Roelofs voor de analyses met dunnelaag-chromatografie, aan mej. Th. B. van Oosten voor analyses met infraroodspektrofotometrie en gaschromatografie en de heer P. B. Hallebeek voor Röntgendiffraktie-analyses. Met erkentelijkheid denken de auteurs terug aan de belangstelling en de hulp, die zij in het Rijksmuseum ondervonden van de kant van de directie en met name van de restauratoren, de heren L. Kuiper en W. Hesterman.

*Summary Report on the Results of the Technical Examination of Rembrandt's Night Watch**

*Reasons for the examination
Taking the samples
Rembrandt's painting technique*

*DOERNER'S RECONSTRUCTION
A NEW RECONSTRUCTION*

Examination of samples

*CANVAS AND GROUND
UNDERPAINTING
OTHER LAYERS OF PAINT
OVERPAINTS
VARNISH*

Rembrandt's palette

** This examination was subject to limitations, on the one hand because only one week was available for the microscopical examination of the painting, and on the other because of the limited time preceding this publication, in which it was not possible to do all the analyses considered desirable on the sample material, which in some cases was abundant. Information still to be gathered and further interpretations will be published later in the context of the ongoing research into Rembrandt. In connection with the examination of the samples the authors are greatly indebted to Miss W. G. Th. Roelofs for the analyses with thin-layer chromatography, to Miss Th. B. van Oosten for analyses with infrared spectrophotometry and gas chromatography and to Mr. P. B. Hallebeek for X-ray diffraction analyses. They also recall with gratitude the interest and help extended to them in the Rijksmuseum by the authorities and in particular by the restorers, Messrs. L. Kuiper and W. Hesterman.*

Het herstel van de beschadigde *Nachtwacht* maakte technisch onderzoek van het schilderij noodzakelijk, maar ook mogelijk. Een deel van het onderzoek had rechtstreeks betrekking op de restauratieproblemen. Maar de unieke gelegenheid werd ook benut om antwoord te vinden op vragen van algemener aard, met name vragen betreffende Rembrandts werkwijze en zijn materiaalgebruik. Dit verslag is geschreven in nauwe samenwerking tussen een kunsthistoricus en twee natuurwetenschappelijke onderzoekers, verbonden aan het Centraal Laboratorium voor Onderzoek van Voorwerpen van Kunst en Wetenschap te Amsterdam. De kunsthistoricus (E. v. d. W.) behoort tot de teamleden van het Rembrandt Research Project, dat – daartoe in staat gesteld door de Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek – een uitvoerig gedocumenteerde catalogus van Rembrandts schilderijen samenstelt.¹

Aanleiding tot het onderzoek

Het Centraal Laboratorium was al eens eerder, in 1972, door het Rijksmuseum geraadpleegd naar aanleiding van de toen al zorgelijke toestand van de vernislaag van de *Nachtwacht*. De vraag was toen, of aard en samenstelling van de oudere, bij de restauratie van 1946/47 op het schilderij achtergebleven vernislagen konden worden vastgesteld door middel van chemische analyse. De recente restauratie gaf opnieuw aanleiding tot een verzoek om laboratoriumonderzoek. Het mikroskopisch onderzoek van de heren Kuiper en Hesterman leverde namelijk een aantal vragen op met betrekking tot de aard van sommige op het schilderij aangetroffen materialen. In enkele gevallen bleek er reden tot twijfel aan de eigenhandigheid van bepaalde partijen, die mogelijk overschilderingen konden zijn. Bovendien was de vraag gerezen, of de eerder aangevoerde argumenten om het naamschild als een latere toevoeging te beschouwen, wel doorslaggevend waren. De derde aanleiding tot onderzoek vloeide voort uit de samenwerking tussen het Centraal Laboratorium en het Rembrandt Research Project op het gebied van onderzoek naar

The restoration of the damaged Night Watch made technical examination not only necessary, but also possible. The examination was in part directly concerned with restoration problems, but this unique opportunity was also used to find answers to questions of a more general nature and in particular to those relating to Rembrandt's method of work and use of materials.

This report has been written by an art-historian and two scientific research workers of the Central Research Laboratory for Objects of Art and Science working in close collaboration. The art-historian (E. v. d. W.) is a member of the Rembrandt Research Project team, which, with the aid of the Netherlands Organization for the Advancement of Pure Research, is compiling an extensively documented catalogue of Rembrandt's paintings¹.

Reasons for the examination

The Central Laboratory had been consulted by the Rijksmuseum about the Night Watch on a previous occasion, in 1972, on account of its varnish layer, which was already in a critical condition at that time. The question then was whether the nature and composition of the older layers of varnish, which had remained on the painting after the 1946–7 restoration could be determined by means of chemical analysis. The recent restoration once again occasioned a request for laboratory examination, since the microscopical examination undertaken by Messrs. Kuiper and Hesterman had given rise to a number of questions connected with the nature of some of the materials to be found on the painting. There appeared in some cases to be reason to doubt the authenticity of certain areas, which could have been overpaints. In addition, the question had arisen as to whether the arguments adduced in the past for regarding the shield with the names as a later addition were really decisive. The third reason for the examination arose from the co-operation between the Central Laboratory and the Rembrandt Research Project, which is

Rembrandts schildertechniek in al zijn aspecten.

Monstername

De drie bovengenoemde groepen van vragen gaven alle aanleiding tot het nemen van enkele materiaalmonsters. Voor het leveren van bewijskrachtige argumenten in geval van twijfel over materiaalgebruik van de schilder en over mogelijke latere toevoegingen speelt mikroskopisch en chemisch onderzoek van monsters namelijk een belangrijke rol.

De omvang van de monstername kon betrekkelijk beperkt blijven, omdat er al materiaal voor onderzoek in overvloed was: door de beschadiging van de *Nachtwacht* kwam er veel monstermateriaal vrij. Door de kracht waarmee het mes gehanteerd was, werd de droge en brossie vernis versplinterd. Waar het mes door het doek heen was gegaan, waren aan weerszijden van de sneden duizenden stukjes verf afgebrokkeld, al dan niet met de vernis er nog op. Daar waren ook stukjes losgeraakt van het originele doek en brokjes van het was-hars mengsel, dat in 1946/47 bij de verdoeking was gebruikt. Op 16 september, twee dagen na de beschadiging, bezochten medewerkers van het Centraal Laboratorium het schilderij. De vloer voor de *Nachtwacht* was toen gelukkig nog niet aan-geveegd en de lijst van het schilderij nog niet afgestoft. De ca. 6 cm brede vlakke rand van de lijstspinning lag nog bezaaid met 'monstertjes'. De rand werd in een aantal vakken ingedeeld, opdat de plaats van herkomst van het materiaal later althans nog bij benadering zou kunnen worden vastgesteld, en per vak werd het materiaal bij elkaar geveegd en in een monsterbuisje verzameld. Later werd ook van het profiel van de lijst en van de grond monstermateriaal bijeen geveegd. De brokjes variëren in grootte van enkele tiende millimeters tot ruim één millimeter. De gemiddelde afmeting van een opzettelijk genomen monster ligt tussen 0,5 en 1 mm. De bruikbaarheid van al deze losgeraakte stukjes wordt beperkt door de omstandigheid, dat de precieze plaats van herkomst niet meer is op te sporen. Bepaalde vragen zouden dan ook niet beantwoord kunnen worden, wanneer er

concerned mainly with questions about Rembrandt's painting technique in all its aspects.

Taking the samples

Each of the three groups of questions mentioned above gave every incentive for taking some samples of material, since microscopical and chemical examination of samples plays an important part in furnishing conclusive arguments in cases of doubt about a painter's use of materials or possible later additions. Only a relatively limited number of samples had to be taken from the Night Watch, since an abundance of material for examination had already become available as a result of the damaging. The force with which the knife had been wielded had caused the dry and brittle varnish to splinter and where the knife had gone through the canvas, thousands of bits of paint had crumbled away on both sides of the cuts, some with varnish still on them, others without. Bits of the original canvas had also come away, as well as fragments of the wax-resin mixture used for the relining in 1946-7. On 16 September, two days after the damaging, members of the staff of the Central Laboratory went to have a look at the Night Watch. Fortunately the floor in front of the painting had not yet been swept, nor had the frame been dusted. The flat edge of the rabbet of the frame, which was about 6 cm wide, was still strewn with 'samples'. It was divided into a number of areas, so that later on it would still be possible to establish, at any rate approximately, the place the material had come from, and the material in each area was brushed together and collected in a sample tube. Later on sample material was also swept up from the moulding of the frame and from the floor. The fragments varied in size from several tenths of a millimetre to over a millimetre, the average size of a sample taken deliberately being between 0.5 and 1 mm. The usefulness of all these loose fragments was limited by the fact that their precise place of origin was no longer traceable. Thus there remained certain questions which it would not be possible to answer unless a number of other samples were taken specially for the purpose.

niet ook nog een aantal gericht gekozen monsters werd genomen.

In januari 1976 kreeg het Centraal Laboratorium een aantal verfmonsters, dat was verzameld door de restauratoren. Deze monsters waren voornamelijk genomen met het oog op restauratieproblemen. De herkomst was aangekend op een foto van de *Nachtwacht* en kon zo met een loep of met de operatiemikroskoop op het schilderij opgezocht worden. In de tweede helft van januari, toen het schoongemaakte schilderij tijdelijk met een dunne vernislaag was bedekt, hadden medewerkers van het Centraal Laboratorium en teamleden van het Rembrandt Research Project een goede gelegenheid tot nadere bestudering van het schilderij met behulp van de operatiemikroskoop. Bij die gelegenheid werden ook verfmonsters genomen, waarvan verwacht mocht worden dat de bestudering ervan zou bijdragen tot het oplossen van vragen betreffende Rembrandts schildertechniek.

Spoedig zou blijken, dat voor de beantwoording van vragen over de aanwezigheid van latere overschilderingen een duidelijk inzicht in de door Rembrandt gebezigde techniek onontbeerlijk is. Vandaar, dat in dit artikel die techniek het eerst besproken zal worden. Overschilderingen e.d. komen ter sprake bij de behandeling van een reeks monsters. Aan de hand van die monsters zullen dan ook de belangrijkste punten van onze opvatting over Rembrandts schilderwijze nader worden toegelicht.

Rembrandts schildertechniek

DOERNERS RECONSTRUCTIE

De meest gangbare opvatting over Rembrandts schildertechniek is die, welke Max Doerner in 1921 in zijn invloedrijke, vaak herdrukte boek *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde* gaf.² Al is die opvatting in de kleine kring van onderzoekers, die zich speciaal met Rembrandts techniek bezig houden, inmiddels verlaten, voor vele minder gespecialiseerde geïnteresseerden heeft zij nog geldigheid. Volgens Doerner zou het principe van Rembrandts schilderwijze zijn, dat hij werkte op een in verschillende grijze toon-

In January 1976 the Central Laboratory received a number of paint samples which had been collected by the restorers. These had been taken mainly with an eye to restoration problems. The places they had come from had been marked on a photograph of the Night Watch and could thus be looked for on the painting with a lens or the binocular microscope. In the second half of January, when the cleaned painting had been given a temporary coat of varnish, members of the staff of the Central Laboratory and of the Rembrandt Research Project team had a good opportunity to examine the painting more closely with the aid of the binocular microscope. On this occasion too paint samples were taken, the study of which could be expected to contribute to solving problems relating to Rembrandt's painting technique.

It was soon to become evident that a clear picture of the technique used by Rembrandt is indispensable for answering questions about the presence of later overpaints. It is for this reason that that technique will be discussed first in this article. Repaints and suchlike will be dealt with in the discussion of a series of samples and on the basis of these samples a more detailed explanation will also be given of the most important points in our conception of Rembrandt's way of painting.

Rembrandt's painting technique

DOERNER'S RECONSTRUCTION

The most generally held idea of Rembrandt's painting technique is that given by Max Doerner in 1921 in his influential and often reprinted book, Malmaterial und seine Verwendung im Bilde². Although this theory has in the meantime been abandoned by the small circle of students specially concerned with Rembrandt's technique, it still retains validity for many less specialized cognoscenti. According to Doerner, the essential feature of Rembrandt's method of painting was that he worked on a preparatory painting done in

waarden uitgevoerde voorbereidende schildering. Deze zgn. onderschildering zou de gewenste voorstelling al geheel weergeven in vorm en licht-donker verhoudingen. Daaroverheen zou Rembrandt dan met sterk harshoudende, doorzichtige verf geschilderd hebben: het zgn. glaceren. Op die manier bleef de onderschildering doorschemeren en een essentiële functie vervullen bij de bepaling van vorm, licht en schaduw. Op de transparante verflaag zouden dan weer lichte en donkere accenten gezet zijn. Hoewel Doerner opmerkte, dat bepaalde partijen dekkend en pasteus kunnen zijn (bij de *Nachtwacht* noemt hij de sterkst belichte partijen), vormt de glacerende werkwijze over de monochrome onderschildering volgens hem de basis van Rembrandts techniek. Aangezien de meeste vernissen hoofdzakelijk uit hars bestaan, achtte Doerner de kans groot, dat bij het verwijderen van vernis met oplosmiddelen de bovenste transparante verflagen aangetast zouden worden. Deze waren volgens hem immers in hoofdzaak bereid met harsen. Bij een dergelijke voorstelling van Rembrandts werkwijze moest men wel bijzonder huiverig zijn om schilderijen van zijn hand te reinigen van vergeelde vernis.

Doerner had zijn visie gevormd al kijkend en kopiërend naar niet schoongemaakte schilderijen. Zijn kopieën, uitgevoerd in wat hij meende de zeventiende eeuwse schilder-techniek te zijn, zijn nu – vijftig jaar later – sterk nagedonkerd en verschillen daardoor aanzienlijk van de originelen, die hem tot voorbeeld dienden.³

Er bestonden ook andere ideeën over Rembrandts techniek. Laurie ging er vanuit, dat Rembrandt in de regel werkte op een over een witte grond aangebrachte donkere grondtoon. Dat hield in, dat de lichtere partijen dekkend aangebracht moesten zijn. Laurie's belangstelling was na deze vaststelling echter voornamelijk geconcentreerd op Rembrandts penseelvoering op de plaatsen waar de verf wat dikker gebruikt was. Voor Laurie stond onderzoek van Rembrandts schilderwijze vrijwel gelijk aan onderzoek van zijn handschrift.

Geen van de ontwikkelde theorieën werd

various tones of grey. This underpainting, as it is called, already gave the desired composition as a complete whole both as regards form and the relationships between light and dark. Rembrandt then painted over it with transparent paint containing a great deal of resin, i.e. in the technique known as glazing. In this way the underpainting continued to show through and to fulfil an essential function in determining form, light and shadow. Then on the layer of transparent paint were set in their turn light and dark accents. Although Doerner noted that certain parts of a painting can be opaque and impasted (in the Night Watch he mentioned the most strongly lit areas), in his view the method of glazing over a monochrome underpainting formed the basis of Rembrandt's technique.

Since most varnishes consist mainly of resin, Doerner considered that there was a great risk that when varnish was removed with solvents, the upper layers of transparent paint would be damaged, for after all, according to him, these had been also prepared mainly with resins. In the light of such a theory about Rembrandt's technique people must certainly have felt extremely hesitant about cleaning yellowed varnish from paintings by him.

Doerner had formed his theory by looking at and copying paintings that had not been cleaned. His copies, carried out in what he thought to be the seventeenth-century painting technique, have now darkened badly and thus differ considerably from the originals which served him as models³.

There were also other ideas in existence about Rembrandt's technique. A. P. Laurie started from the premise that Rembrandt worked as a rule on a dark priming applied over a white ground, which meant that the lighter areas would have to be applied opaquely. However, having said this, Laurie concentrated his attention principally on Rembrandt's brushwork in the places where the paint had been applied rather more thickly. For him the study of Rembrandt's way of painting was virtually equivalent to a study of his handwriting.

None of the theories that were evolved was accepted as the last word on the question

aanvaard als afdoend antwoord op de vraag hoe Rembrandt een schilderij maakte. Het onderzoek werd voortgezet. Er werden vele nieuwe, meer of minder op zichzelf staande observaties gedaan en er werden tal van materiaalmonsters geanalyseerd en monsterdwarsdoorsneden bestudeerd door o.a. Plesters, Kühn, Hell, Stolow, Von Sonnenburg⁴, Johnson⁵ en door Froentjes in samenwerking met L. Kuiper. Hermann Kühn besloot een recent artikel over een onderzoekproject aan monsters van Rembrandts te Kassel met woorden, die de huidige stand van het onderzoek weergeven. Hij stelt daar namelijk, dat zijn onderzoek naar door Rembrandt gebruikte materialen niet meer is dan een los mozaïeksteentje: dat met name nog antwoorden ontbreken op vragen betreffende de gebruikte bindmiddelen voor de pigmenten en de toegepaste technische opbouw van het schilderij.⁶

EEN NIEUWE RECONSTRUCTIE

Het onderzoek van de *Nachtwacht* heeft, in combinatie met onze bevindingen bij recent onderzoek van een aantal vroege werken van Rembrandt, geleid tot inzichten in de technische opbouw van diens schilderijen, die – althans op dit moment – een samenhangend beeld daarvan opleveren. Dat beeld wijkt op een aantal punten wezenlijk af van wat Doerner en Laurie veronderstelden. Wij hebben onze theorie kunnen funderen op ruime ervaring opgedaan bij het Rembrandt Research Project. Bij dat onderzoek zijn thans vrijwel alle schilderijen van Rembrandt grondig met het blote oog en met de loep bestudeerd, waarbij steeds de röntgenfoto's zijn geraadpleegd voorzover die beschikbaar waren. De observaties betreffende de verfbehandeling zijn in rapporten vastgelegd. Bij de uitwerking van al die waarnemingen zijn bepaalde complexen van verschijnselen gesignaleerd, die karakteristiek bleken voor schilderijen van één type of uit één periode. In het afgelopen jaar werd aan de hand van die specifieke verschijnselen een reeks hypothesen geformuleerd over Rembrandts werkwijze in zijn Leidse periode. Daarbij werd ook van andere gegevens gebruik gemaakt, namelijk van de gepubliceer-

of how Rembrandt made a painting and research into the matter continued. Many new observations were made more or less independently and numerous samples of materials were analysed and cross-sections of samples studied by, among others, Plesters, Kühn, Hell, Stolow, Von Sonnenburg⁴ and Johnson⁵, and by Froentjes in collaboration with L. Kuiper. Hermann Kühn ended a recent article on a research project on samples from Rembrandts in Cassel with words that characterize the present state of research, saying that his investigation of the materials used by Rembrandt was nothing more than a separate cube in a mosaic and that answers were still lacking in particular to questions concerning the binding medium used for the pigments and the technique applied in building up the painting.⁶

A NEW RECONSTRUCTION

The examination of the Night Watch, in combination with our findings from recent research into a number of early works by Rembrandt, has led to insights into the technical build-up of his paintings which, at the present moment at any rate, provide a coherent picture of it. In that picture there are essential differences at a number of points from the assumptions of Doerner and Laurie. We have been able to base our theory on wide experience acquired through the Rembrandt Research Project. In that project virtually all Rembrandt's paintings have now been subjected to thorough examination with the naked eye and the lens, X-ray photographs having always been consulted as well where available, and observations relating to the handling of paint have been set out in reports. In working through all these observations certain complexes of phenomena have been noted, which seem to be characteristic of paintings of a single type or from a single period. Last year a series of hypotheses relating to Rembrandt's method of work during his Leiden period was formulated on the basis of these specific phenomena. In this use was also made of other information,



Afb. 1. Macrofoto van het rechter oog van de schutter uiterst links. Vergroting $2,4 \times$. Donkere lijnen van de onderschildering van het oog kunnen worden geobserveerd. Ze liggen direkt op de plamuur, die ter plaatse sleets is, waardoor het doek er doorheen schemert.

Fig. 1. Macro photograph of the right eye of the militiaman on the extreme left. Magnification $2,4 \times$. Dark lines of the underpainting of the eye can be seen. They lie directly on the ground, which is abraded at this point so that the canvas shows through it.



Afb. 2. Macrofoto van de schaduw rechts van de neus van de tweede schutter van links. Vergroting $2,4 \times$. De donkere schaduw op de witte onderschildering, beide behorend tot de eerste opzet van het schilderij, is uitgespaard bij het 'opmaken', aangezien hij ter plaatse precies de goede toon had.

Fig. 2. Macro photograph of the shadow to the right of the nose of the second militiaman from the left. Magnification $2,4 \times$. The dark shadow on the white underpainting, which, like the underpainting, belongs to the first design of the painting, has been left in reserve in the 'working up', because it was already of the precise tone required at this point.



Afb. 3. Macrofoto van de halsberg van Van Ruytenburch. Vergroting $2,4 \times$. In het midden ziet men de witte onderschildering, daarop links de donkere schaduwpartij, rechts het loodwit, gebruikt voor de lichte partij, dat van een ander karakter is dan dat van de witte onderschildering.

Fig. 3. Macro photograph of Van Ruytenburch's gorget. Magnification $2,4 \times$. In the middle can be seen the white underpainting with the dark shadow over it on the left and on the right the lead white used for the light part, which is of a different character from that of the white underpainting.

de resultaten van elders verricht monsteronderzoek en van gegevens ontleend aan bronnen over schildertechniek en -materiaal uit de eerste helft van de zeventiende eeuw. Deze hypothesen vormden het uitgangspunt voor verder onderzoek van een aantal vroege werken van Rembrandt. De resultaten daarvan zullen over enige tijd worden gepubliceerd. Het werd duidelijk, dat de jonge Rembrandt een logische, economische werkwijze had, die bij vergelijking van de

namely the published results of examinations of samples carried out elsewhere and data derived from sources on the technique and materials of painting from the first half of the seventeenth century.

These hypotheses formed the starting-point for further study of a number of early works by Rembrandt, the results of which will eventually be published. It has become evident that the young Rembrandt had a logical and economical method of work,

schilderijen onderling wel varianten laat zien maar geen wezenlijke verschillen. Hoewel de techniek van de latere Rembrandt op een aantal punten aanzienlijk lijkt af te wijken van die, welke hij in zijn vroege tijd bezigde, hebben de ervaringen, die we bij het onderzoek van zijn vroege werk opdeden, ons zeer geholpen bij de bestudering van de manier waarop Rembrandt de *Nachtwacht* schilderde. In sommige opzichten bleek er namelijk geen verschil in werkwijze te bestaan.

Aangezien er vrijwel geen schetsen of voorstudies voor schilderijen van Rembrandt bekend zijn, moet men er rekening mee houden, dat de eerste opzet van de *Nachtwacht* ook direct op het met lijm minder zuigend gemaakte en daarna geplamuurde doek ontstond. Dat sluit aan bij wat geconstateerd werd, namelijk dat zo'n eerste opzet in het voltooide schilderij vaak, óók bij de *Nachtwacht*, in allerlei opzichten meer of minder gewijzigd blijkt te zijn. Bij de *Nachtwacht* werd de voorstelling met dunne bruine en zwarte verf geschetst op de bruine nu waarschijnlijk nagedonkerde plamuurlaag. Sporen van deze fase zijn op sleetse plekken zichtbaar (afb. 1). In vele monsters is direct op de plamuur een bruine, vaak uiterst dunne verflaag aangetroffen (afb. 13-16). Vervolgens werden met tamelijk dik aangebrachte witte, soms naar gelig of grijs zwemende verf de lichte partijen aangegeven (afb. 2-3, 9-11, 14). Dat gebeurde over het algemeen met vlotte streken, maar soms ook, bij voorbeeld bij de glimmende delen van metalen voorwerpen, met grotere nauwkeurigheid. De kleur van de plamuur moet als tussentint hebben gediend tussen de dunne donkere verf en de dikke lichte. We merkten de lichte delen van de onderschildering op, doordat soms zeer vrij geplaatste, niet rechtstreeks met de voorstelling corresponderende lijnen en vlekken zichtbaar zijn geworden door slijtage van donkere partijen. Ze bevinden zich niet zelden vrij ver van de overeenkomstige definitieve vormen. Dit is bij voorbeeld het geval bij de belichte laars van Van Ruytenburch. Eenmaal vertrouwd met het typische, nogal ruwe aspect van deze verf en de

which, when the paintings are compared with one another, shows variation, but no essential differences.

Although Rembrandt's later technique seems to depart considerably at a number of points from that which he used in his early period, the experience gained in examining his early works has helped us a great deal in studying the way in which he painted the Night Watch and in fact in some respects there does not seem to be any difference in the method applied.

Since virtually no sketches or preliminary studies for paintings by Rembrandt are known, it must be taken that the first design of the Night Watch was done directly on the canvas after it had been sized to make it less absorbent and after the ground had been applied. This fits in with something else that has been established, namely that these first designs often appear to have been altered to a greater or lesser extent in all sorts of respects in the finished paintings, something which is also true of the Night Watch. In the case of the Night Watch the composition was sketched in thin brown and black paint on the brown ground which has probably become darker by now. Traces of this first stage can be seen in abraded areas (Fig. 1), while in many of the samples a layer of brown paint, which is often extremely thin, was found directly on the ground (Figs. 13-16). Next the light areas were indicated with whitish paint, applied rather thickly (Figs. 2-3, 9-11, 14). This was generally done with rapid strokes, but sometimes also with greater accuracy, for example in the gleaming parts of metal objects. The colour of the ground must have served as an intermediate tone between the thin dark paint and the thick light. We noticed the light parts of the underpainting, because very freely applied lines and dabs, which do not correspond directly with the composition, have sometimes become visible as a result of damage to darker areas. They are not infrequently quite far removed from the corresponding definitive forms. This is the case, for example, beside Van Ruytenburch's boot which is in the light. Once one has become familiar with the characteristic, rather rough aspect of this paint and the free

Afb. 4. Rembrandt. *De eendracht van het land*, detail. Museum Boymans-Van Beuningen, Rotterdam.

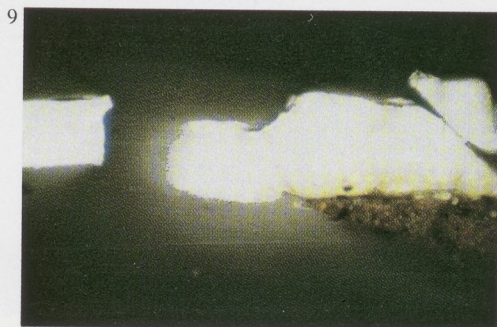
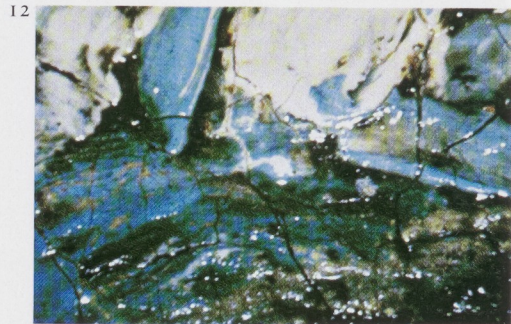
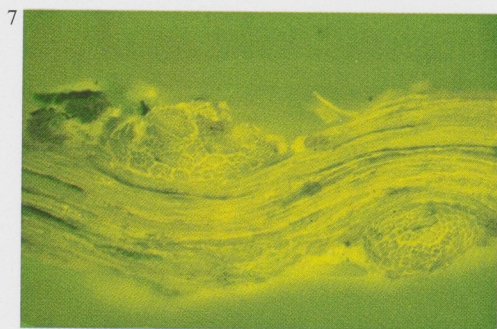
Fig. 4. Rembrandt. *The Concord of the State*, detail. Museum Boymans-Van Beuningen, Rotterdam.



Afb. 5. Rembrandt. *De verkondiging aan de herders*.
Ets, eerste staat (B. 44 I). British Museum, Londen.

Fig. 5. Rembrandt. *The Angel Appearing to the
Shepherds*. *Etching, first state* (B. 44 I). *British
Museum, London.*





Afb. 6. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een monster van het doek. Vergroting $47 \times$. Een in de lengte doorgesneden draad en twee draden, die loodrecht zijn doorgesneden, zijn te zien. Linksboven is een stuk van de bruine plamuur zichtbaar.

Afb. 7. Als afb. 6, echter opgenomen met ultraviolet licht. Zowel het doek als de plamuur zien eruit, alsof ze zijn verzadigd met hars en/of olie.

Afb. 8. Macrofoto van de gedeeltelijk onbewerkte plamuur in de voorgrond. Vergroting $2,4 \times$. Door sleetse plekken in de plamuur schemert het doek door. Rond en tussen de groene 'eilandjes' verf is de plamuur dikker. Dit bewijst, dat de plamuur op de sleetse plekken nooit beschilderd is geweest.

Afb. 9. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een monster van de pluim op de hoed van Van Ruytenburch. Vergroting $160 \times$. Direkt op de bruine plamuur twee lagen loodwit, waarvan de onderste $\pm 25\%$ krijt bevat en tot de lichte onderschildering moet worden gerekend.

Afb. 10. Macrofoto van de kraag van Kemp, na monstername. Vergroting $2,4 \times$. Dikke witte onderschildering, in het midden de zwarte schildering van de kleding, rechts de dunne, aanvankelijk verdachte, grijs-witte bovenste verflaag van de kraag.

Afb. 11. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een monster van de kraag van Kemp. Vergroting $160 \times$. Van onder af ziet men de bruine plamuur, de loodwitonderschildering, die in twee maal is opgebracht, een dun zwart laagje van de schildering van de zwarte kleding, dun grijs-wit laagje.

Afb. 12. Macrofoto van de blauwe kwast aan de sabel van Van Ruytenburch. Vergroting $2,4 \times$. Voor stofuitdrukking is in de laatste fase van de totstandkoming van het schilderij veel afwisseling in de kleur gebruikt.

Afb. 13. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een monster van het gezicht van de schutter uiterst links. Vergroting $240 \times$. Direkt op de plamuur ziet men sporen van de bruine eerste opzet. Daarop de laag loodwit, die een geringe hoeveelheid van een transparant bruin pigment, oker, zeer weinig zwart pigment en vermiljoen bevat.

Fig. 6. Microphotograph of a cross-section of a sample of the canvas. Magnification $47 \times$. A thread cut through lengthways and two threads cut straight through can be seen. A bit of the brown ground is visible top left.

Fig. 7. As Fig. 6, but taken by ultra-violet light. Both the canvas and the ground look as if they are impregnated with resin and/or oil.

Fig. 8. Macro photograph of the partly unpainted ground in the foreground. Magnification $2,4 \times$. The canvas can be seen through worn places in the ground. The ground is thicker around and between the little 'islands' of green paint. This shows that the ground in the worn areas was never painted.

Fig. 9. Microphotograph of a cross-section of a sample from the feather on Van Ruytenburch's hat. Magnification $160 \times$. Immediately on top of the brown ground are two layers of lead white, the lower of which contains around 25% chalk and must be regarded as belonging to the light underpainting.

Fig. 10. Macro photograph of Kemp's collar after the sample had been taken. Magnification $2,4 \times$. There is thick white underpainting, the black painting of the garments in the centre and on the right the thin greyish-white top layer of paint of the collar, which was at first suspected of being an overpaint.

Fig. 11. Microphotograph of a cross-section of a sample from Kemp's collar. Magnification $160 \times$. From bottom to top can be seen the ground, the lead white underpainting, which was done in two stages, a thin black layer from the painting of the black garments and a thin greyish-white layer.

Fig. 12. Macro photograph of the blue tassel on Van Ruytenburch's sword. Magnification $2,4 \times$. A great many alternations of colour were used in the last stage of the build-up of the painting in order to render the texture.

Fig. 13. Microphotograph of a cross-section of a sample from the face of the militiaman on the extreme left. Magnification $240 \times$. Immediately on top of the ground can be seen traces of the first design in brown and over this the layer of lead white which includes a small quantity of a transparent brown pigment, ochre, a very little black pigment and vermilion.

vrije behandeling ervan, ontdekt men de sporen van die werkfase op vele plaatsen: in relief onder meestal eveneens lichte verf (bij voorbeeld onder de meeste kragen), onder door slijtage dun geworden donkere partijen (bij voorbeeld de aanduiding van bladeren boven het eikeloof op de helm van de schietende schutter) of waar ze met opzet dan wel toevallig onbedekt zijn gelaten of gebleven (bij voorbeeld de overgang tussen glans en schaduw op Van Ruytenburchs halsberg; afb. 3). In allerlei opzichten, vooral in zijn consistentie, verschilt deze verf duidelijk van de witte verf, die aan het oppervlak van het schilderij is gebruikt. Hierop wordt bij de bespreking van enkele monsters nader ingegaan (afb. 9).

Toen we deze lichte partijen in kaart gebracht hadden, drong de vergelijking zich op met Rembrandts *Eendracht van het land te Rotterdam* (afb. 4). Er is alles voor te zeggen, dat schilderij niet langer te beschouwen als een grisaille of een schets maar als een 'gedootverfd' schilderij, dat klaar was om, zoals men dat in de zeventiende eeuw noemde, 'opgemaakt' te worden. In schildersinventarissen, bij voorbeeld in die van Lastman en Jan Miense Molenaar, worden vaak diverse 'gedootverfde' schilderijen genoemd.⁷ Dat wijst erop, dat dit stadium een afgeronde fase vertegenwoordigt in de wordingsgeschiedenis van het schilderij. De *Eendracht* is nooit 'opgemaakt', d.w.z. nooit in kleuren voltooid.

Werkte Rembrandt dan dus toch op een meer of minder monochrome onderschildering, zoals Doerner al vermoedde? Ja, maar de functie van die fase van het schilderproces was volgens ons wezenlijk anders dan Doerner veronderstelde. Bij het 'opmaken' van het schilderij gebeurde namelijk iets, dat in de bestaande theorieën over het hoofd is gezien. Er werd een werkwijze gevolgd, die heel logisch en consequent is, maar die de twintigste eeuw, bekend met latere ontwikkelingen, wat zakelijk kan aandoen. Men stelt zich de schilder aan het werk eerder voor zoals Cézanne zijn methode beschreef aan Gasquet: *Ik bewerk, snap je, het hele doek tegelijk, in z'n geheel.*⁸ Bij ons onderzoek van Rembrandts vroege historiestukken is het

way in which it is handled, one can detect the traces of this stage of the work in many places: in relief under paint that is mostly also light (e.g. under most of the collars), under dark areas worn thin by abrasion (e.g. the indication of leaves above the sprig of oak on the helmet of the militiaman who is firing), or where it has been left uncovered on purpose or has remained so by accident (e.g. the transition between shine and shadow on Van Ruytenburch's gorget; Fig. 3). This paint differs in some ways, especially in its consistency, from the white paint used on the surface of the painting, a point which will be gone into in more detail in the discussion of some of the samples (Fig. 9).

When these light areas had been mapped out, a comparison with Rembrandt's Concord of the State in Rotterdam seemed inescapable (Fig. 4). There is everything to be said for the view that this painting must no longer be regarded as a grisaille or a sketch, but as a 'dead-coloured' painting which was ready to be, as they said in the seventeenth century, 'worked up'. 'Dead-coloured' paintings are often mentioned in painters' inventories, e.g. in those of Lastman and Jan Miense Molenaar⁷, and this indicates that this state represents a completed stage in the creation of a painting. The Concord was never 'worked up', i.e. it was never finished off in colours.

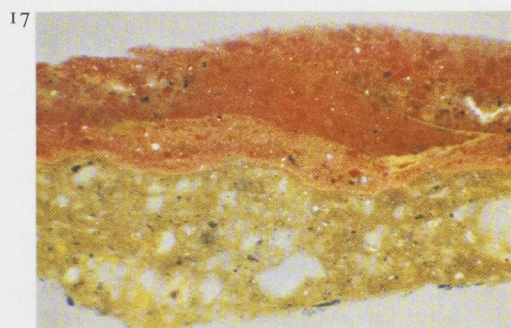
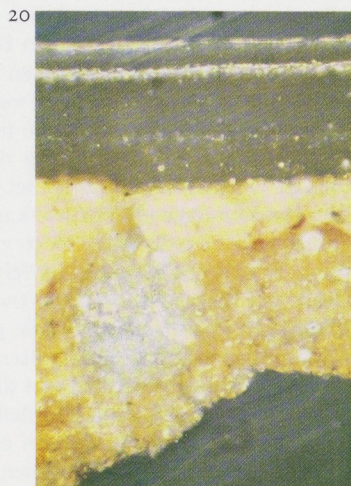
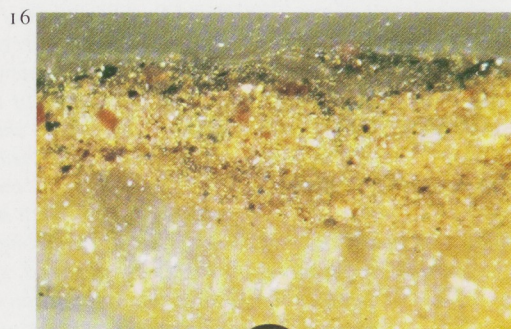
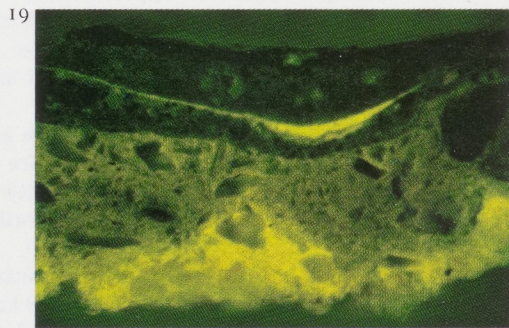
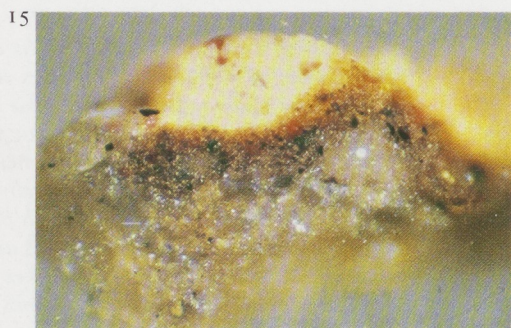
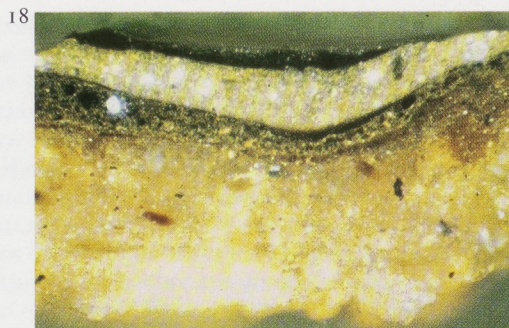
Did Rembrandt, then, work on a more or less monochrome underpainting after all, as was already suggested by Doerner? The answer is yes, but with the proviso that the function of that stage in the process of painting was, in our view, essentially different from that which Doerner posited. In fact when a picture came to be 'worked up', something happened which has been overlooked in the existing theories: a method of work was followed, which is completely logical and consistent, but which can seem a bit business-like to us in the twentieth century, who are familiar with later developments. We rather tend to imagine the painter working in the way Cézanne described to Gasquet⁸: Je mène, comprenez un peu, toute ma toile, à la fois, d'ensemble, but in our study of Rembrandt's early history pieces it became clear that he

duidelijk geworden, dat hij daar heel anders werkte: hij werkte in principe van achteren naar voren in de beeldruimte. Hij voltooide plan na plan, beginnend bij de achtergrond en eindigend bij de figuren op de voorgrond. Hij spaarde daarbij de vóórliggende vormen uit, die als gedoodverfde 'silhouetten' in de klaar gekomen schildering bleven staan tot ze aan de beurt waren. Hij droeg er zorg voor, dat hij de contouren van die vormen juist iets overschreed, zodat de vormen op de voorgrond de erachter liggende een klein stukje zouden overlappen wanneer ze definitief geschilderd waren. Deze methode was beslist geen privé-methode van Rembrandt, maar werd ook door andere schilders toegepast.

Een aantal van Rembrandts etsen geeft in onvoltooid staat een vergelijkbare werkwijze te zien (afb. 5)⁹, waarvan de functie in het bestek van dit artikel niet kan worden uitgediept.

Er is een aantal symptomen, waaraan men deze werkwijze bij de schilderijen kan herkennen. Bepaalde reliefeffecten, slijtplekjes en een specifieke richting van de penseelstreek in de directe omgeving van contouren zijn significant. Röntgenfoto's kunnen belangrijke informatie geven. Daarop kan men bijvoorbeeld waarnemen, dat contouren van donkere vormen, die zijn uitgespaard in lichtere partijen erachter, enigszins rafelig zijn en binnen de contouren van de op het schilderij zichtbare vorm liggen. Het ruwe karakter van deze alleen op de röntgenfoto zichtbare contouren is te verklaren uit het feit, dat de schilder met zijn penseel vrijelijk over de contouren van de meer naar voren gelegen partijen heen werkte. Die contouren zouden immers pas bij het schilderen van die meer naar voren gelegen partijen hun definitieve loop krijgen. De lichte, meer of minder loodwit bevattende partijen tekenen zich in het röntgenbeeld licht af, maar de donkere absorberen nagenoeg geen röntgenstralen, waardoor de contouren daarvan zich niet aftekenen. Uit de nieuwe röntgenopname van de *Nachtwacht* blijkt, dat die rafeligheid ook optreedt bij de daarop zichtbare contouren van Banning Cocq, het been van de schietende schutter, de lansen op de

*worked there in quite a different way: in principle he worked from the back to the front of the pictorial space, completing one plane after another, starting with the background and ending with the figures in the foreground. In so doing he left the foreground forms in reserve, so that they remained as dead-coloured 'silhouettes' against completed areas of painting until their turn came. He took care to paint over the outlines of these forms just a little, so that they would slightly overlap whatever lay behind them when they were finally painted. This method was by no means a private one of Rembrandt's own, but it was used by other painters as well. A number of Rembrandt's etchings show a comparable method of work in their unfinished states (Fig. 5)⁹, but space does not permit us to go any deeper into its function here. There are a number of signs whereby one can recognize this method of work in a painting. Certain relief effects, rubbed spots and a specific direction of the brushstrokes in the immediate neighbourhood of outlines are significant. X-ray photographs can supply important information, for on them one can see, for example, that the outlines of darker forms, which have been left in reserve in lighter areas behind them, are somewhat ragged and lie inside the outlines of the forms visible on the painting. The rough character of these outlines, which are only visible on an X-ray photograph, is explained by the fact that the painter worked freely with his brush over the outlines of parts of the composition lying more towards the foreground, since these outlines would, after all, only acquire their definitive course when the parts in question came to be painted. The light areas containing more or less lead white appear light in the X-ray image, but the darker areas hardly absorb any X-rays and thus their outlines do not show up on the image. From the new X-ray photograph of the *Night Watch* it appears that this raggedness is also present in the outlines visible there of Banning Cocq, the leg of the shooting militiaman, the lances in the background and numerous other dark forms. Thus the *Night Watch* too was in principle 'worked up' from background to foreground.*



Afb. 14. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een monster, genomen in de hand van de schutter, die zijn musket laadt. Vergroting $160\times$. Direct op de plamuur ziet men plaatselijk een dun bruin laagje, behorend tot de eerste opzet. Bij het prepareren van het monster is hierboven een breuk ontstaan. Rechts ziet men de witte onderschildering (deze is niet over de hele breedte van het monster aanwezig); links en vandaar uit doorlopend over het wit, de bovenste verflaag van de hand, die loodwit, oker, vermiljoen en een organisch rood pigment bevat. De smalle donkere lijn door de bovenste lichte lagen is ook een breuk.

Afb. 15. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een monster van de lichte partij van een lans in de achtergrond. Vergroting $160\times$. Onder het geel ziet men op de plamuur twee donkere gemêleerde lagen, behorend tot de eerste fase van de schildering. De lansen zijn in de achtergrond uitgespaard.

Afb. 16. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een monster van de donkere partij van een lans in de achtergrond. Vergroting $240\times$. Direct op de plamuur ziet men twee gemêleerde lagen, behorend tot de eerste opzet van het schilderij. Daarop een donkere laag, om de schaduwpartij op de lans aan te geven.

Afb. 17. Microfoto van een dwarsdoorsnede van een brokje van het materiaal, dat was verzameld na de beschadiging van de *Nachtwacht*, waarschijnlijk afkomstig van de sjerp van Banning Cocq. Vergroting $80\times$. Op de plamuur ziet men vier rode lagen, waarvan een van de middelste het meest transparant is door de aanwezigheid van een groot gehalte aan organisch rood pigment.

Afb. 18. Microfoto van de dwarsdoorsnede van het monster van de rand van het naamschild. Vergroting $160\times$. Van onder naar boven ziet men een grofkorrelige oranje laag, twee bruine lagen zonder duidelijke scheidslijn (de onderste is de plamuur), een donkere laag, gemêleerd met oker, een donker pigmentloos laagje, een dikke grijze laag en een zwart laagje.

Afb. 19. Als afb. 18, doch ultravioletfluorescentieopname. Vergroting $160\times$. De dikke, heldere, geelgroene laag onderaan is de laag oranje verf. Het naar weerszijden dun uitlopende geel-groene laagje is het donkere pigmentloze laagje. Het fluorescentieverschijnsel wijst op de vernis, waar het naamschild overheen is geschilderd.

Afb. 20. Microfoto van een dungslepen dwarsdoorsnede van een opgeveegd 'kompleet monster'. Vergroting $80\times$. De donkere lagen boven de geelbruine laag met transparante rode deeltjes zijn de vernislagen. Er zijn er drie: de onderste twee zijn het dikst en slechts gescheiden door een reeks stofdeeltjes, de bovenste (van 1947) is dunner en als aparte laag beter te onderscheiden.

Fig. 14. Microphotograph of a cross-section taken from the hand of the militiaman who is loading his musket. Magnification $160\times$. Immediately on top of the ground can be seen in places a thin brown layer belonging to the first design. In the preparation of the sample a break occurred above this. On the right can be seen the white underpainting (which is not present over the whole width of the sample), on the left and running through from there over the white, the topmost layer of paint, which contains lead white, ochre, vermilion and an organic red pigment. The narrow dark streak through the upper bright layers is also a break.

Fig. 15. Microphotograph of a cross-section of a sample from the light part of a lance in the background. Magnification $160\times$. Under the yellow two dark layers which run into one another can be seen on the ground. They belong to the first stage of the painting. The lances have been left in reserve in the background.

Fig. 16. Microphotograph of a cross-section of a sample from the dark part of a lance in the background. Magnification $240\times$. Immediately on top of the ground can be seen two layers which run into one another and belong to the first design of the painting. On them is a dark layer indicating the shadow on the lance.

Fig. 17. Microphotograph of a cross-section of a fragment from the material collected after the damaging of the Night Watch, which probably comes from Banning Cocq's scarf. Magnification $80\times$. On the ground can be seen four red layers; one of the middle layers is the most transparent, thanks to the presence of a large amount of organic red pigment.

Fig. 18. Microphotograph of the cross-section of a sample from the border of the shield with the names. Magnification $160\times$. From bottom to top can be seen a coarse-grained orange layer, two brown layers without a clear dividing line between them (the lower one being the ground), a dark layer mixed with ochre, a dark layer with no pigment, a thick grey layer and a black layer.

Fig. 19. As Fig. 18, but taken by ultra-violet light. Magnification $160\times$. The thick, bright, yellowish-green layer at the bottom is the layer of orange paint. The yellowish-green layer running out thinly on both sides is the dark layer with no pigment. The fluorescence indicates the varnish over which the shield with the names was painted.

Fig. 20. Microphotograph of a thin cross-section of a 'complete sample' from the material that was swept up. Magnification $80\times$. The dark layers above the yellowish-brown layer with transparent red particles are the layers of varnish. There are three of them: the two lower layers are the thickest and are separated only by a series of dust particles, the top layer (of 1947) is thinner and easier to distinguish as a separate layer.

achtergrond en vele andere donkere vormen. Ook de *Nachtwacht* blijkt dus in principe van achteren naar voren 'in de verf' gezet te zijn. De consequentie van die manier van 'opmaken' van het schilderij voor de aard van de te gebruiken verf is evident: zo'n werkwijze is niet uitvoerbaar als de verf niet dekkend is, omdat de overlappingsen dan zouden doorschemeren. Dit betekent, dat ook de onderschildering onder dekkende verflagen verdwijnt, behalve op die plaatsen waar hij bewust wordt vrijgelaten, omdat hij de juiste kleur en toon al heeft. De onderschildering moet bij een dergelijke werkwijze in de eerste plaats gezien worden als een eerste meer of minder grove opzet, waarin de toekomstige licht en donker verdeling al is aangeduid. Het is dus een fase van het schilderij voorbestemd om weer te verdwijnen.

Er dient hier wel een verschil gemaakt te worden tussen repentirs en de bijverschijnse-len van de beschreven techniek. Repentirs, d.w.z. door de schilder zelf opzettelijk uitgevoerde vormveranderingen, vloeien niet voort uit de werkwijze. Zulke herschilderingen treft men op de *Nachtwacht* óók aan, bij voorbeeld de bij nader inzien minder perspectivisch verkorte punt van de partisaan (een korte spies) van Van Ruytenburch (p. 53, afb. 1). Afwijkingen van de gedoodverfde onderschildering zijn bijverschijnse-len van de gevolgde werkwijze. Het zijn in principe preciseringen van de in eerste opzet ruw aangelegde vormen. De elkaar overlappende contouren, die soms lastig zijn te onderscheiden van opzettelijke contourveranderingen (repentirs), zijn eveneens het directe gevolg van de werkwijze.

Heeft men aanvaard, dat de onderschildering een stadium is dat weer moet verdwijnen, dan zal men zich al gauw afvragen, waarom Rembrandt het lichte deel van de onderschildering zo pasteus heeft uitgevoerd dat het aan het oppervlak van het schilderij duidelijk meespeelt, vaak zeer effectief maar soms door misplaatsing de duidelijkheid al-lerminst bevorderend. Heeft Rembrandt deze effecten bewust nagestreefd of heeft hij ze voor lief genomen? Vaststaat, dat hij ook in zijn vroege tijd, toen hij alleen met dunne

The consequence of this method of 'working up' a painting for the nature of the paint is obvious: such a method cannot be employed unless the paint has covering power, because otherwise the overlaps will show through. This means that the underpainting will disappear under layers of opaque paint as well, except in those places where it is deliberately left untouched because it is already of the right colour and tone. This kind of underpainting must be regarded primarily as a first more or less rough design, in which the eventual distribution of light and dark is already indicated. It is, therefore, a stage of the painting that is predestined to disappear again.

A distinction must certainly be made here between pentimenti and the phenomena associated with the technique described above. Pentimenti, i.e. changes of form made deliberately by the painter himself, are not natural consequences of this method. Such alterations or repaints are also to be found on the Night Watch, for example, the point of Van Ruytenburch's partisan (a short spear), which appears on closer inspection to have been foreshortened with reduced perspective (p. 53, Fig. 1). Departures from the 'dead-coloured' underpainting are, on the other hand, phenomena associated with the method of work used, since in principle they are more precise renderings of the forms indicated roughly in the first design. Overlapping outlines, which are sometimes difficult to distinguish from deliberate alterations of outline (pentimenti), are likewise a direct consequence of the method.

Once one has accepted the idea that the underpainting was bound to disappear, one then soon begins to wonder why Rembrandt used so much impasto in carrying out the light parts of the underpainting that it clearly tells on the surface of the painting, often very effectively, but sometimes, when it is misplaced, in a way that is the reverse of helpful from the point of view of clarity. Did Rembrandt deliberately strive for these effects or did he just put up with them? What is certain is that in his early period, when he was in the habit of painting his first design on a light ground in thin brown paint only, he deliber-

bruine verf zijn eerste opzet op een lichte plamuurlaag placht te schilderen, plaatselijk bewust pasteus werkte tijdens het 'opmaken', vooral in de lichte partijen. Door de spiegeling en verstrooiing van het natuurlijke licht op het verfreliet wordt de lichtwerking nog versterkt.

Het lijkt erop, dat Rembrandt bewust gebruik maakte van het reliet in de onderschildering, hoewel hij in principe niet de bedoeling had om de kleur of de toon van de onderschildering te laten bijdragen tot het uiteindelijke effect. We hebben het gevoel, dat het grootste deel van het reliet op de *Nachtwacht* wordt veroorzaakt door de pasteuse onderschildering. Overigens wil met dit alles niet gezegd zijn, dat Rembrandt nooit glacerend werkte. Om bepaalde effecten en kleuren te bereiken werkte hij ook in zijn vroege tijd wel degelijk plaatselijk glacerend, bij voorbeeld om een diep rood te verkrijgen. Maar het glaceren vormde niet, zoals Doerner suggereerde, de basis van zijn techniek. Althans niet bij het schilderen van de *Nachtwacht*. Nader onderzoek van later werk zal moeten leren, welke evolutie zijn techniek verder doormaakte.

Monsteronderzoek

DOEK EN PLAMUUR

De mikroskopische en analytische technieken voor het onderzoek van materiaalmonsters van kunstvoorwerpen staan elders in détail beschreven.^{10, 11} Een korte aanduiding ervan wordt slechts gegeven telkens wanneer dit bij de behandeling van een bepaald probleem nuttig is.

In de beschadigingsmonsters van de *Nachtwacht* komen vele stukjes vezel en draad van het originele doek voor en ook vele brokjes verf, die aan de onderkant de afdruk vertonen van het doek. Wanneer zo'n brokje ook nog vernis als bovenste laag heeft, weet men zeker, dat er sprake is van een 'kompleet monster'. In een dwarsdoorsnede ervan kan men de welvende vorm van een weefseldraad nog zien. Bij het materiaal werd ook een stukje van het oude linnen aangetroffen, dat uit vier nog in elkaar gevlochten draadjes bestond.

ately used impasto in places during the 'working-up', especially in the light areas, where the play of light is still further strengthened by the reflection of scattered natural light caused by the relief in the paint.

It seems that, though in principle Rembrandt did not intend the colour or tone of the underpainting to add to the final effect, he consciously made use of the relief of the underpainting. We have the feeling that in the Night Watch the heavy underpainting provides the greater part of the relief.

For the rest, all this is not intended to imply that Rembrandt never worked with glazes. Even in his early period he used a certain amount of glazing in places in order to achieve certain effects and colours, such as a deep red, for example, but glazing did not form the basis of his technique, as Doerner suggested, at any rate not in painting the Night Watch. We shall need to examine his later work more closely in order to learn how his technique evolved.

Examination of samples

CANVAS AND GROUND

The microscopical and analytical techniques for examining samples of material from works of art have been described in detail elsewhere^{10,11}. Here brief descriptions of them will be given only when it seems useful to do so in discussing a given problem.

In the samples from the damage on the Night Watch there were numerous bits of fibre and thread from the original canvas, as well as many fragments of paint which showed the imprint of the canvas on their undersides. If a fragment like this still has varnish as its top layer in addition, then one can be certain that it is a 'complete sample'. In a cross-section of it one can still see the wavy form of a woven thread. In addition a piece of the old canvas consisting of four threads still woven together was found in the material. In the cross-section of this can be seen a thread cut through lengthways and two threads cut straight

In de doorsnede ervan is een in de lengte doorgesneden draad te zien en twee draden, die loodrecht zijn doorgesneden. Aan één kant zit er nog een stukje van de plamuur aan de draadjes vast (afb. 6 en 7).

De manier, waarop een verfdwarsdoorsnede wordt gemaakt is de volgende: een stukje van het monster, dat alle (verf)lagen, die ter plaatse van het monster aanwezig zijn, moet bevatten, wordt ingegoten in doorzichtig plastic. Het blokje plastic wordt na uitharding zodanig afgeslepen, dat een doorsnede loodrecht op de verflagen zichtbaar wordt. Aangezien verflagen in dikte variëren tussen 1 mikron (1/1000 mm) en enkele tiende mm moet men de doorsnee bekijken met een vergroting van 100 tot 500 maal. In de doorsnede ziet men de volgorde waarin de verflagen zijn opgebracht, van de plamuur tot en met de vernis.

Zowel het doek als de plamuur zien eruit alsof ze verzadigd zijn met hars en/of olie. In ultraviolet licht fluoresceren ze sterk, wat op hars en/of olie wijst. Fluoresceren betekent in dit geval: zichtbaar licht uitzendend bij bestraling met (onzichtbaar) ultra-violet licht. Vernislagen, die hars bevatten, fluoresceren met een geel-groene kleur.

Men verwacht een gelijmd doek en een olie bevattende plamuur als drager en preparatie voor een zeventiende eeuws schilderij op doek. Diverse delen van de monsters zijn getest op hars, olie en dierlijke lijm in de hoop gegevens te krijgen over de materialen, die door Rembrandt zijn gebruikt. Door allerlei behandelingen en bedoelingen in de loop der eeuwen kunnen stoffen in de originele materialen zijn doorgedrongen, die het beeld van Rembrandts techniek vertroebelen.¹²

De bedoekingsspecie van 1946/47 bestond uit bijenwas (5 delen), colofonium (4 delen) en venetiaanse terpentijn (1 deel). Zoals verwacht kon worden, werden bij een chromatografische test op harsen colofonium en venetiaanse terpentijn in de monsters van het doek aangetroffen. Een test op drogende oliën viel echter ook positief uit: lijnolie werd door middel van gaschromatografie aangetoond. Aangezien beschreven staat, dat schilderijen aan de achterzijde met olie wer-

across, while on one side a bit of ground is still stuck to the threads (Figs. 6 and 7).

The method of making a cross-section of paint is as follows: a small portion of a sample, which must contain all the layers of paint that are present in the place from which the sample was taken, is embedded in a block of transparent plastic. When the block has hardened, it is ground down and polished until a vertical cross-section through the layers of paint becomes visible. Since layers of paint vary in thickness from 1 micron (1/1000 mm) to several tenths of a millimetre, the cross-section has to be examined at a magnification of from 100 to 500 times. In the cross-section the layers of paint can be seen in the order in which they were applied, from the ground up to and including the varnish.

In the Night Watch samples of both the canvas and the ground looked as if they were impregnated with resin and/or oil. They fluoresced strongly in ultra-violet light, which is an indication of these substances. To fluoresce means in this case to emit visible light on irradiation with (invisible) ultra-violet light. Layers of varnish which contain resin fluoresce a yellowish-green colour.

One would expect to find a sized canvas and a ground containing oil as the support and preparation of a seventeenth-century painting on canvas. Various parts of the samples were tested for resin, oil and animal glue in the hope of obtaining information about the materials which were used by Rembrandt. The picture of Rembrandt's technique can, however, be obscured by the fact that as a result of all sorts of treatment, including relinings, over the centuries extraneous matter may have penetrated the original materials.

The relining adhesive used in 1946-7 consisted of beeswax (5 parts), colophony (4 parts) and venice turpentine (1 part). As was to be expected, colophony and venice turpentine were found in the samples of canvas in a thin-layer chromatography test for resins. However, a test for drying oils also proved positive: linseed oil was shown by means of gas chromatography. Since it is recorded in writing that paintings were rubbed on the back with oil around the beginning of the eighteenth century¹² (a method already recommended by De

den ingesmeerd (rond het begin van de achttiende eeuw¹²; reeds De Mayerne, 1620, beval deze methode aan¹³), mag men veronderstellen, dat bij zo'n gelegenheid de *Nachtwacht* ook is behandeld met olie. Tevens werd het doek met dunne-laag-chromatografie getest op de aanwezigheid van dierlijke lijm (eiwitten). Dat ook deze test positief uitviel ondersteunt de veronderstelling, dat het doek werd voorgelijmd. Op die manier werd het doek gesloten voor het bindmiddel van de plamuur, dat er anders in zou worden opgezogen en het doek zou aantasten.

De plamuur vertoont zich in alle monsterbrokjes en in alle mikroskopische dwarsdoorsneden als een donkerbruine laag, die brokken organisch, transparant materiaal bevat naast bestanddelen, die zijn toe te schrijven aan okerachtig pigment: ijzeroxide en kwarts. De rijkdom aan organisch materiaal is echter opvallend. Dit zou verband kunnen houden met de soepelheid van de plamuur, die de restauratoren hebben gekonstateerd. Wat het originele bindmiddel van de plamuur is geweest is moeilijk te achterhalen: zowel hars (colofonium) als lijnolie en lijm werden aangetoond. Men moet aannemen, dat de lijm-component origineel is, maar hoe en in hoeverre hars en olie bij latere behandelingen door het doek heen in de plamuur zijn getrokken, is niet gemakkelijk na te gaan. Uit de omstandigheid, dat venetiaanse terpentijn niet werd aangetoond in de plamuur zou men misschien afleiden, dat de hars in de plamuur niet het gevolg is van de bedoelingen. Wanneer echter bij vroegere bedoelingen geen venetiaanse terpentijn is gebruikt maar colofonium als enige hars, is de plamuur daarmee verzadigd geraakt en niet toegankelijk gebleven voor verder materiaal. Het hoge gehalte aan hars in de plamuur, zoals dat door de restauratoren werd verondersteld, is op deze manier verklaard.

Er zijn redenen om aan te nemen, dat de nu tamelijk donkere grijs-bruine plamuur oorspronkelijk lichter van toon was en een middelbruine kleur had. Wanneer er oorspronkelijk minder bindmiddel in de plamuur heeft gezeten, en met name, wanneer de plamuur in enige mate met lijm gebonden is geweest,

Mayerne in 1620¹³), it may be assumed that the Night Watch was also treated with oil on such an occasion. The canvas was tested by thin-layer chromatography for the presence of animal glue (proteins) as well. That this test also proved positive supported the assumption that the canvas had been sized before anything else was done. A canvas is sealed in this way against the binding medium of the ground, which would otherwise be absorbed by it and might damage it.

The ground appeared in all the sample fragments and all the microscopical cross-sections as a dark brown layer, which contained particles of transparent organic material alongside components attributable to ochreous pigments and quartz. The wealth of organic material is, however, striking. It could be connected with the suppleness of the ground noticed by the restorers. What the original binding medium of the ground was is difficult to discover: resin (colophony) was shown to be present as well as linseed oil and glue. It must be taken that the glue component is original, but it is not easy to find out how and to what extent resin and oil were drawn into the ground through the canvas during later treatment. One might perhaps deduce from the fact that venice turpentine was not shown to be present in the ground that the resin in the ground is not a result of the relinings. However, if venice turpentine was not used in earlier relinings, but colophony was the only resin employed, then the ground could have become impregnated with colophony and thus rendered impervious to other material. This would explain the large amount of resin in the ground, the presence of which was suspected by the restorers.

There are reasons for thinking that the ground, which is now a rather dark greyish-brown, was originally lighter in tone and of a medium brown colour. If there was originally less binding medium in the ground and, in particular, if the ground was bound with glue to a certain extent, then it will have looked lighter. When a test was done whereby resin and/or oil were extracted by means of solvents from a paint sample including ground, the ground largely kept its cohesion, but became several shades lighter. The organic components now

zal hij er lichter hebben uitgezien. Er is een proefje gedaan, waarbij hars en/of olie uit een verfbrokje met plamuur zijn geëxtraheerd met solventen.

De plamuur behield daarbij zijn samenhang grotendeels, maar werd enkele tinten lichter. De organische bestanddelen, die er nu in zitten, zijn zelf in de loop der tijden verbruind.

Vanuit het inzicht in de werkwijze van Rembrandt is het aannemelijk, dat hij de onderschildering heeft uitgevoerd op een middentoon. De huidige kleur van de plamuur is daarvoor te donker. De waarschijnlijk nog uit de zeventiende eeuw daterende, aan Lundens toegeschreven kopie is in dit opzicht een heel belangrijk document. De partijen, waar op de *Nachtwacht* van Rembrandt de onbewerkte plamuur te zien is, vertonen zich op de kopie lichter, en wel in een middentoon. Dat de plamuur op de *Nachtwacht* op die plaatsen nooit helemaal beschilderd is geweest, is goed te zien rond en tussen 'eilandjes' groene verf, waar de plamuur dikker is (afb. 8). Een voorbeeld van zo'n partij is de schuine donkere baan in de voorgrond, links van de voeten van Banning Cocq. Dat de onbewerkte partijen er op de *Nachtwacht* zo donker uitzien komt ook, doordat het doek, dat op die plaatsen door de plamuur heen te zien is, zoveel donkerder is geworden.

ONDERSCHILDERING

Eén van de vragen van de restauratoren was die naar de samenstelling van de verf, waarmee de lichte gedeelten in de onderschildering zijn gedaan. Deze verf leek, met name ook bij de monsternamen, zachter dan het loodwit, dat in de later aangebrachte verflagen werd gebruikt. Naar het verloop van het verfreliëf te oordelen is de figuur van Van Ruytenburch in de onderschildering vrijwel totaal met witte verf aangeduid. Plaatselijk is ook iets van die onderschildering te zien, waar zij zich in een enigszins gelig wit voordoet. Zo ook bij de witte pluim van Van Ruytenburchs hoed. Er werd daar een monster genomen.¹⁴ In de dwarsdoorsnede ervan ziet men inderdaad twee witte lagen, waarbij de onderste iets transparanter is. Door mid-

present in it have themselves become darker in the course of time.

From our insight into Rembrandt's method of work it can be taken that he carried out the underpainting in a medium tone. The present colour of the ground is too dark for this. The copy of the Night Watch, which probably dates from the seventeenth century and is attributed to Lundens is a very important document in this respect. The areas corresponding to those in which, on Rembrandt's painting, unpainted ground can be seen, appear lighter on the copy where they are indeed of a medium tone. That the ground of the Night Watch proper was never completely covered with paint in that area can be seen round and between little 'islands' of green paint, where the ground is thicker (Fig. 8). An example of such an area is the oblique dark strip in the foreground to the left of Banning Cocq's feet. That these unpainted parts on the Night Watch now look so dark is also due to the fact that the canvas, which can be seen through the ground in those places, has become so much darker.

UNDERPAINTING

One of the restorers' questions concerned the composition of the paint with which the light parts of the underpainting are done. This paint appeared, especially in taking samples also, to be softer than the lead white used in the layers of paint applied on top. To judge from the way the relief runs, the figure of Van Ruytenburch was indicated in the underpainting almost entirely with white paint. Something of this underpainting is also to be seen in places, where it appears as a somewhat yellowish white, e.g. in the white feather on Van Ruytenburch's hat, from which a sample was taken¹⁴. In the cross-section of this sample one can indeed see two white layers, the lower one being a little more transparent. By means of X-ray diffraction analysis lead

del van Röntgendiffractieanalyse werd in de onderste laag, die zich direkt op de plamuur bevindt, loodwit met ca. 25% krijt aangevoerd (afb. 9). De bovenste laag bestaat alleen uit loodwit. Hoewel het er bij de nog lopende verdere analyses niet naar uitziet, dat die 25% het vaste krijtgehalte van het wit uit de onderschildering is, zou een zekere bijmenging van krijt bij het loodwit de grotere zachtheid van dit materiaal kunnen verklaren.

De vondst van krijt in het wit van de onderschildering brengt ons echter op twee andere, zeer interessante, al eerder betreden sporen. J. A. van de Graaf¹⁵ toonde – nadat een krijt-loodwitmengsel in de laag direkt boven de plamuur van Rubens' Antwerpse *Kruisafname* was gevonden – op grond van geschreven bronnen aan, dat er in de zeventiende eeuw inderdaad twee soorten wit worden gebruikt. Daar was het zuivere loodwit, dat 'schelpwit' werd genoemd, en er was een mengsel van loodwit en krijt, dat 'lootwit' of 'céruse' werd genoemd. Beurs¹⁶ vermeldt in 1692 over dit materiaal, dat . . . *het mede onkostelijker is, daarom 't meest in gebruik, en wel in min keurige en in grootere schilderijen*. Aan het laatste voldoet de *Nachtwacht* wel; wat de min keurigheid betreft, dat vertaald zou kunnen worden met grof in de uitvoering; dit gaat voor de onderschildering van de *Nachtwacht* zeker op. Verder zegt Beurs over het krijt-loodwitmengsel, dat het . . . *gemakkelijker om [te] vryven . . . anders in witheid en bestendigheid van verve* is. Een betrekkelijk geringe toevoeging van krijt aan in olie gewreven loodwit levert een verf die van nature pasteuzer is dan alleen in olie gewreven loodwit, terwijl deze verf toch heel gemakkelijk, gemakkelijker dan loodwit, uit te strijken is. Mogelijk was A. P. Laurie¹⁷ op het juiste spoor, toen hij – in plaats van het met vele anderen in de keuze van een bijzonder bindmiddel te zoeken – suggereerde, dat Rembrandt de opvallende pastositeit van zijn lichte verf door bijmenging van krijt bereikte. Uit Van de Graaf's artikel¹⁵ blijkt dan, dat het hier niet om een soort alchemistische uitvinding ging, maar om de aanschaf van het goedkoopste witte pigment in de schilder-

white with about 25% chalk was shown to be present in the lower layer, which lies directly on the ground (Fig. 9). The upper layer consists of lead white only. Although it does not seem from the further analyses that are still going on that this 25% is the constant proportion of chalk in the white of the underpainting, a certain admixture of chalk with the lead white could explain the greater softness of this material.

The discovery of chalk in the white of the underpainting brings us, however, to two other highly interesting lines of enquiry which have already been pursued previously. After a mixture of chalk and lead white had been found in the layer directly above the ground of Rubens' Descent from the Cross in Antwerp, J. A. van de Graaf demonstrated, on the basis of written sources, that two sorts of white were indeed used in the seventeenth century¹⁵. There was pure lead white, which was called schelpwit (shell white, or, in English usage, flake white or fine white), and there was a mixture of lead white and chalk which was called lootwit (literally lead white) or céruse (ceruse, common white or Spanish white). Beurs¹⁶ said in 1692 of this material that . . . because it is also less expensive it is the most in use and that certainly in less choice and in larger paintings. The Night Watch undoubtedly falls into the latter category, while as far as 'less choice' is concerned, it could be interpreted as roughly executed, which certainly applies to the underpainting of the Night Watch. Beurs also says of the mixture of chalk and lead white that it is easier to pound . . . being otherwise certainly to be placed lower than shell white as regards whiteness and the durability of the paint. A relatively small addition of chalk to lead white pounded in oil produces a paint which is more of an impasto in its nature than lead white pounded in oil on its own, while it is also very easy, easier than lead white, to brush out evenly. A. P. Laurie¹⁷ was probably on the right track when, instead of looking for the reason for the striking impasto of Rembrandt's light paint in the choice of an unusual binding medium, as many others did, he suggested that it was achieved by an admixture of chalk. From Van de Graaf's article it appears that what

winkel. De tot nog toe gevonden verschillen in percentage suggereren echter eerder, dat het krijt niet gelijkmatig verdeeld was, zodat de menging misschien in het atelier plaats vond.

Wat betreft het bindmiddel is wel eens gesuggereerd, dat Rembrandts onderschildering in tempera zou zijn uitgevoerd¹⁸. Hiernaar wordt nog onderzoek verricht.

Eén van de partijen, waarbij twijfel over de eigenhandigheid was gerezen, is de bovenste verflaag van de kraag van Kemp, de schutter rechts, die naar links wijst. Het verschil in substantie en behandeling tussen de witte verflaag van de onderschildering en de daar overheen aangebrachte grijzige verf is daar zo wezenlijk, dat aan overschildering werd gedacht. De in relief zichtbare, vlot geschilderde onderschildering steelt als het ware de show van het dunne, grijze laagje verf er overheen. Het laatste volgt ook niet erg nauwkeurig de vorm van de kraag, die aanvankelijk groter was opgezet. Dergelijke twijfels deden zich ook op andere vergelijkbare plaatsen voor, bij voorbeeld bij het gezicht van de vaandeldrager. Ze verdwenen, naarmate het inzicht in de schildertechniek groeide.

In de dwarsdoorsnede van het uit Kemp's kraag genomen monster ziet men een dikke witte laag direkt op de plamuur. Aangezien het monster genomen werd op een plaats waar de kraag de zwarte kleding overlapt, is op deze witte onderschildering een dun zwart laagje zichtbaar. Daarop vindt men het dunne grijzig-witte laagje van de aanvankelijk verdachte laag. Alle lagen liggen zodanig op elkaar, dat ze tot de normale opbouw van het schilderij kunnen worden gerekend. Een eventueel vernislaagje tussen de verflagen, waarnaar gezocht wordt wanneer aan een overschildering wordt gedacht, ontbreekt dan ook (afb. 10 en 11).

Ook de hand van Kemp riep vragen op. Over de hele breedte van de hand is een kras te zien; de bovenste verflagen lopen door in de kras. Dit doet een overschildering van een latere beschadiging vermoeden. De restauratoren hebben een monster genomen midden op de ringvinger. Ze hadden de hoop, dat een chemische analyse van de bo-

we have to do with here is not some sort of alchemical discovery, but merely the purchase of the cheapest white pigment available in the paint shop. However, the differences in the percentage of chalk so far discovered rather suggest that the chalk was not evenly distributed and thus that the mixing was perhaps done in the studio.

As far as the binding medium is concerned, it has been suggested on occasion that Rembrandt did his underpaintings in tempera¹⁸. This is something that is still being investigated.

One of the parts of the Night Watch whose authenticity had been called in question is the top layer of paint on the collar of Kemp, the militiaman on the right who is pointing to the left. There is such an essential difference in material and handling between the white paint layer of the underpainting and the greyish paint applied on top of it, that the latter was suspected of being an overpaint. The rapidly painted underpainting, visible in relief, as it were steals the show from the thin layer of grey paint over it. Similar doubts also arose about other comparable places, e.g. by the face of the standard-bearer, but they were dispelled as our insight into the painting technique grew.

In the cross-section of the sample taken from Kemp's collar a thick white layer can be seen directly above the ground. Since the sample was taken at a place where the collar overlaps the black garments, a thin black layer is visible on this white underpainting. On top of this is the thin greyish-white layer of the collar on which suspicion originally fell. All the layers lie on each other in such a way that they can be regarded as part of the normal build-up of the painting and though a layer of varnish was, of course, looked for between the layers of paint when the idea of an overpaint arose, there was none to be found (Figs. 10 and 11).

Kemp's hand also gave rise to questions. There is a scratch to be seen over its whole width and the topmost paint layers run through this scratch, which suggests an overpaint of later damage. The restorers had taken a sample from the middle of the ring finger in the hope that the top layer of paint could be dated by

venste verflaag deze zou kunnen dateren, hetgeen niet mogelijk bleek. De doorsnede vertoont enkele lagen, die geen scherpe begrenzing hebben, zodat men kan stellen, dat over nog natte verf is geschilderd. Omdat geen complete opbouw was bemonsterd, kunnen theoretisch alle waargenomen lagen deel uitmaken van een overschildering, hoewel de samenstelling van de verf daar geen aanleiding toe geeft. Wanneer de konklusie wordt getrokken, dat de bovenste verflaag origineel is, moet tevens worden vastgesteld, dat de schilder niet de moeite heeft genomen de kras in de onderschildering weg te werken.

OVERIGE VERFLAGEN

Omdat de tijdsduur, waarbinnen het onderzoek aan de *Nachtwacht* moest plaats vinden, helaas beperkt was, kon relatief weinig tijd worden besteed aan de bestudering van de verflagen, die over de onderschildering heen zijn gezet. Het aantal mogelijkheden is hier vanzelfsprekend aanzienlijk veel groter dan bij de onderschildering gezien de grote variatie in toongradatie, kleur en stofuitdrukking (afb. 12). Toch kan al het een en ander worden gezegd, dat relevant is voor de eerder geformuleerde bezwaren tegen Doerner's theorie, als zou Rembrandt hoofdzakelijk glacerend over een monochrome onderschildering in grijzen hebben gewerkt. Om te beginnen twee monsters van vleeskleuren (afb. 13-14). Het ene is genomen van de ringvinger van de in het rood geklede schutter, die zijn musket laadt, het andere van het gezicht van de schutter uiterst links. In beide monsters werden direkt op de bruine grond sporen gevonden van een transparant donkerbruin pigment, kennelijk behorend tot de eerste opzet van het schilderij. Daarop is in het monster van de schutter uiterst links een dekkende verflaag te zien, bestaande uit een mengsel van loodwit, oker, een kleine hoeveelheid zwart pigment, een transparant bruin pigment en vermiljoen (mikroskopische analyse). Het ontbreken van een lichte onderschildering in de kop is verklaarbaar gezien de relatief zwakke belichting van deze figuur. Aangezien de kop erg sleets is, zou men nog re-

chemical analysis, but this proved impossible. The cross-section shows several layers with no clear boundaries between them, so that one can posit that painting was done over paint that was still wet. Since the sample did not show the complete build-up, all the layers observed could in theory form part of a repaint, although the composition of the paint does not suggest this. If the conclusion is drawn that the top layer of paint is original, then it must also be said that the painter did not take the trouble to obliterate the scratch in the underpainting.

OTHER LAYERS OF PAINT

Because the time in which the examination of the Night Watch had to be done was, unfortunately, limited, relatively little time could be devoted to studying the layers of paint applied over the underpainting. Obviously the number of possibilities here is much larger than in the underpainting in view of the great variation in gradations of tone, colour and rendering of textures (Fig. 12). Nonetheless one or two things can be said which are relevant to the objections set out above to Doerner's theory, that Rembrandt mainly worked with glazes over a monochrome underpainting in grisaille.

We may begin with two samples of flesh colours (Figs. 13-14). One was taken from the ring finger of the militiaman dressed in red, who is loading his musket, the other from the face of the militiaman on the extreme left. In both traces of a transparent dark brown pigment obviously belonging to the first design of the painting were found immediately on top of the brown ground. On this in the sample from the militiaman on the extreme left is to be seen an opaque layer of paint, consisting of a mixture of lead white, ochre, a small amount of black pigment, a transparent brown pigment and vermilion (microscopical analysis).

The absence of light underpainting in the head is explained by the relatively weak lighting of this figure. Since the head is very abraded, one must still reckon with the possibility that a layer of glaze has disappeared. However, it

kening kunnen houden met de mogelijkheid, dat een glacis-laag verdwenen is. Het blijkt echter, dat de vleeskleur van die kop niet wezenlijk verschilt van die op de aan Lundens toegeschreven verkleinde kopie van de *Nachtwacht*. Dat geldt bij voorbeeld ook voor de weer geheel andere vleeskleur van de nog sleetsere kop van de schutter, die zijn musket laadt. Deze waarneming vormt nog een sterk argument tegen Doerners glacis-theorie.

In het monster van de vinger van deze laatstgenoemde schutter worden op het bruine laagje twee dekkende verflagen aangetroffen. De onderste bevat loodwit met slechts zeer weinig vermiljoen, de bovenste een mengsel van oker, loodwit, vermiljoen en een organisch rood pigment (mikroskopische analyse). Ook hier is geen glacis-laag aanwezig, maar misschien wel een lichte onderschildering, want de hand vangt vrij veel licht.

Uit de tot nu toe bestudeerde monsters blijkt, dat de laagopbouw over het algemeen niet bijzonder complex is. In de achtergrond wordt op de plamuur binnen de poortboog slechts één bruingrijze verflaag aangetroffen, op de plaats van de lansen drie. Van de twee monsters van de lansen werd het ene genomen uit een donkere partij, het andere uit een lichte. In allebei de monsters werden op de plamuurlaag twee gemêleerde bruinrode lagen aangetroffen. Daarop volgt in de lichte partij een dikke opaque gele verf, in de donkere een dunnere zwarte, de donkere aanduiding van de lans (afb. 15 en 16). De twee bruine lagen moeten gerekend worden tot de tonige onderschildering.

Ingewikkelder wordt de opbouw op plaatsen, waar een grotere afwisseling in lichte en schaduwpartijen te zien is. Dit is bij voorbeeld het geval in de kleding van de figuren zoals de rode sjerp van Banning Cocq, het rode pak van de ladende schutter en de groene mouw van de trommelslager. Het heeft weinig zin om in deze partijen een monster te nemen met de bedoeling de laagopbouw te bestuderen, aangezien die een halve centimeter verder al weer anders zal zijn. Dit bleek uit een brokje rode verf, dat werd aangetroffen in het materiaal dat was

appears that the flesh colour of this head does not differ in any essential way from that on the reduced copy of the Night Watch attributed to Lundens. This also holds good for, for example, the flesh colour, which is again quite different, of the even more worn head of the militiaman who is loading his musket. This observation provides another strong argument against Doerner's glazing theory.

In the sample from the finger of the last-mentioned figure two opaque layers of paint are found on the brown layer. The lower one consists of lead white with only a very little vermilion, the upper a mixture of ochre, lead white, vermilion and an organic red pigment (microscopical analyses). Here too there is no layer of glaze present, but there is perhaps a light underpainting, since the hand catches quite a lot of light.

From the samples studied up to now it is evident that the build-up of layers is in general not particularly complex. In the background only one layer of brownish-grey paint was found on the ground inside the arch of the gateway and three at the place where the lances are. Of the two samples taken from the lances, one came from a dark part, the other from a light. In both of them two reddish-brown layers running into one another were found on the ground layer. Then came in the light part a thick, opaque yellow paint and in the dark a thinner black paint, the dark indication of the lance (Figs. 15 and 16). The two brown layers must be regarded as belonging to the tonal underpainting.

The build-up was more complicated in places where a greater alternation between light and shadow is to be seen. This is the case, for example, in the garments of the figures, such as Banning Cocq's red scarf, the red suit of the militiaman loading his musket and the green sleeve of the drummer. There is little point in taking samples in these areas with the intention of studying the build-up of the layers, since this will already be different again half a centimetre further on. This was evident from a fragment of red paint which was found in the material collected after the damaging and which in all probability came from Banning Cocq's scarf. In it four red layers were found on the ground, one of the middle

verzameld na de beschadiging. Met grote waarschijnlijkheid is het afkomstig uit de sjerp van Banning Cocq. Hierin worden op de plamuur vier rode lagen aangetroffen, waarbij één van de middelste het meest transparant is door de aanwezigheid van veel organisch rood pigment (afb. 17). De onderste en bovenste verflagen zijn veel ondoorzichtiger. Ze bevatten een mineraal rood pigment vermengd met een organisch rood. Aangezien een glacerende verflaag onder een dekkende geen functie heeft, moeten we aannemen, dat het glacijs op een andere plaats in de sjerp wél als bovenste verflaag is gebruikt. Eerder werd vermeld, dat om een diep rode kleur te bereiken juist glacerend werd gewerkt met een organische kleurstof, omdat de anorganische rode pigmenten, die voorhanden waren, oranje-rood waren getint.

OVERSCHILDERING

Bij de behandeling van de kraag van Kemp is het woord overschildering al gevallen. Soms zal het de restaurator met de hem ten dienste staande methoden niet mogelijk zijn vast te stellen, of een bepaalde partij een latere toevoeging is of toch een door de schilder in de normale opbouw van het schilderij uitgevoerde partij. Een partij kan er ook uitzien als een overschildering, terwijl het in feite gaat om een verandering (*repentir*), die de schilder in de loop van het werk heeft aangebracht, in elk geval vóór het aanbrengen van de vernislaag. Gewoonlijk werden schilderijen geruime tijd na de voltooiing gevernist.

De vraag of het naamschild, dat boven de schutters aan de muur hangt, authentiek is, kon nu aan de hand van monsters worden onderzocht. Deze vraag is op een aantal gronden in het verleden ontkennend beantwoord.¹⁹ De beide monsters van het naamschild zijn genomen, nadat de vernis was verwijderd. De onderste laag van het ene monster, dat in de bladerrand van het schild was genomen, is helder oranje van kleur, zoals loodmenie. Dit materiaal komt trouwens op merkwaardige en nog niet verklaarde wijze op enkele plaatsen op het schilderij voor en het is ook in vegen achter op het

layers being the most transparent thanks to the presence of a great deal of organic red pigment (Fig. 17). The top and bottom layers, which are much less transparent, contain a mineral red pigment mixed with an organic red. Since a glaze serves no purpose under an opaque layer, we must take it that the glaze was used as the top layer of paint in another part of the scarf. As has been mentioned earlier, in order to obtain a deep red it was necessary to use glazes with organic pigments, because the inorganic red pigments available at that time were orange-red in colour.

OVERPAINTS

*The word overpaint has already cropped up in the discussion of Kemp's collar. Sometimes it is not possible for the restorer to determine with the methods at his disposal whether a given area is a later addition or was done by the painter himself as part of the normal build-up of the painting. An area can also look overpainted while in fact being an alteration (*pentimento*) made by the painter himself in the course of the work and in any case before the application of the coat of varnish. Paintings were usually varnished a considerable time after completion.*

The question of whether the shield with the names, which hangs on the wall above the company, is authentic could now be investigated with the aid of samples. It has been answered in the negative in the past on a number of grounds¹⁹. Two samples were taken from the shield after the varnish had been removed. The bottom layer of one of them, taken from the leafy border of the shield, is bright orange in colour like red lead. This material does indeed appear on several places on the painting in a remarkable and as yet unexplained manner and it is also found in brush strokes on the back of the original canvas. On top of it is a brown layer such as is present elsewhere as the ground layer. Over this we

originele doek gevonden. Een bruine laag, zoals elders als grondlaag (plamuur) aanwezig is, ligt er op. Daaroverheen vinden we een laag okerachtige bruine verf en een zwarte laag. De architectuur in de achtergrond, waar het schild overheen is geschilderd, is met de verf van deze lagen uitgevoerd. In zichtbaar licht ziet men in de doorsnede daarboven nog twee verflagen: een grijze en een zwarte (afb. 18). Deze zijn duidelijk gescheiden van de eronder liggende lagen, maar dat is op zich niet voldoende om te concluderen, dat het om een latere toevoeging gaat. De ultra-violetfluorescentie biedt uitkomst: in een verfdwarsdoorsnede is het met name hars, die zich daarbij in een overigens veel minder oplichtende omgeving geel-groen aftekent. Harsen komen voor in vernis. In de dwarsdoorsnede van het naamschild is er zo'n fluorescerend laagje onder de grijze laag, waarmee het fond van het schild is uitgevoerd (afb. 19). Bij nadere beschouwing blijkt het transparant en verbruind te zijn en geen pigment te bevatten. De conclusie moet zijn, dat de *Nachtwacht* voltooid en gevernist was, toen het naamschild werd aangebracht. Het andere monster, genomen in het grijze fond van het schild, vertoont het vernislaagje ook, zodat van toeval geen sprake kan zijn.

Een ander argument voor de latere toevoeging van het schild volgt uit de hiervoor beschreven werkwijze van Rembrandt. Beginnend bij de achtergrond spaarde hij alle meer naar voren in de beeldruimte liggende vormen uit. Zo heeft hij bij het schilderen van de architectuur ook de lansen uitgespaard om die pas in een volgend stadium te schilderen. Het schild zou hij ongetwijfeld ook in de architectuur hebben uitgespaard, indien hij het had voorzien. De architectuur loopt echter door onder het schild.

VERNIS

De vernismonsters, die in 1972 waren genomen met het oog op de voorgenomen reiniging, bevatten mastix en bijenwas. Dit komt overeen met wat bekend was over de laatste behandeling van het schilderij. Het ontbreken van onbekende of onverwachte kompo-

*find a layer of ochreous brown paint and a black layer. The architecture in the background, over which the shield is painted, is done in the paint of these layers. In normal light two more layers of paint, one grey, one black, can be seen in the cross-section above these layers (Fig. 18). They are clearly separated from the layers below them, but that in itself is not enough for the conclusion to be drawn that they are a later addition. Ultra-violet fluorescence offered a solution here, for with this technique resins in particular show up yellowish-green in a paint cross-section between less fluorescent areas and resins are present in varnish. In the cross-section of the shield there proved to be a fluorescent layer of this type under the layer of grey paint in which the background of the shield is done (Fig. 19). On closer inspection it proved to be transparent, to have turned brown and to contain no pigment. Thus the conclusion must be that the *Night Watch* was finished and varnished when the shield was added. The other sample, taken from the grey background of the shield, also showed the layer of varnish, so there can be no question of pure chance here.*

Another argument for the shield being a later addition follows from Rembrandt's method of work as described here. Beginning with the background, he left all the forms lying more to the foreground of the picture area in reserve. Thus in painting the architecture he also left the lances in reserve in order to paint them in at a later stage. He would undoubtedly have left the shield in reserve in the architecture as well, if he had made provision for it, but in fact the architecture continues underneath it.

VARNISH

The samples of varnish which had been taken in 1972 with a view to the cleaning that had been decided on contained mastic and beeswax. This agrees with what was known about the last treatment of the painting. The absence of unknown or unexpected components made

nenten vergemakkelijkte de besluitvorming over de voorgenomen reiniging.

Van een compleet monster uit het bijeengeveegde materiaal is een dungslepen doorsnede gemaakt ter bestudering van de opbouw van de vernis (afb. 20). Met diverse mikroskopische technieken zijn er in dit monster drie vernislagen te onderscheiden, niet omdat ze in tint verschillen, maar omdat ze gescheiden zijn door een laagje, dat stofdeeltjes bevat (onder) en een grenslaagje, dat het licht reflekteert. Het bovenste laagje is het dunst. De vernismonsters, die bij de beschadiging beschikbaar waren gekomen, zijn ook getest op lijnolie. Deze test viel positief uit, zodat van een oliehoudende vernis kan worden gesproken. Aangezien de vernis van 1946/7 niet oliehoudend was, moeten de oudere vernislagen de olie bevatten.

Rembrandts palet

Wat betreft de pigmenten, die op Rembrandts palet voorkomen, zijn bij analyses aan monsters van de *Nachtwacht* tot nu toe geen opzienbarende vondsten gedaan en die kunnen hoogstwaarschijnlijk ook niet worden verwacht. In ieder geval is er geen afwijking gevonden van pigmenten, die reeds eerder door anderen zijn vermeld als voorkomend op andere schilderijen van Rembrandt.²⁰ Opvallend is wel, dat soms veel verschillende pigmenten werden gemengd om een bepaalde kleur te krijgen. Zo zien we in een verflaag van de architectuur een mengsel van gele, bruine en rode oker, een transparant bruin (bister? Keulse aarde?), een zwart pigment, een organisch rood pigment, azuriet en een weinig geel pigment.

Als bijzonderheid kan ook het geheel ontbreken van een groen pigment worden opgemerkt. Groen wordt steeds verkregen door menging van geel en blauw. Dit is dan loodtingeel, eventueel met toevoeging van loodwit, soms gemengd met azuriet, in andere gevallen met smalt. Dit was reeds eerder opgemerkt aan andere schilderijen van Rembrandt.

Bij vergelijking van pigmenten, gebruikt in de *Nachtwacht* met die, gebruikt in schil-

it easier to reach a decision about the cleaning that was to be done.

From a complete sample taken from the material that was swept up a thin cross-section was made in order to study the build-up of the varnish (Fig. 20). By means of various microscopical techniques three layers of varnish can be distinguished in this sample, not because they differ from one another in colour, but because they are separated below by a layer containing dust particles and above by a demarcation layer that reflects light. The top layer is the thinnest. Samples of varnish made available by the damaging were also tested for linseed oil. This test proved positive, so that we can speak of an oil-containing varnish. Since the varnish of 1946-7 did not contain any oil, it must have been the older layers that did so.

Rembrandt's palette

As far as the pigments to be found on Rembrandt's palette are concerned, no startling discoveries have so far been made in analyzing samples from the Night Watch and in all probability none are to be expected either. In any case no difference has been found from pigments already mentioned by others on previous occasions as appearing on other paintings by Rembrandt²⁰. What is striking is that sometimes many different pigments were mixed together in order to obtain a given colour. Thus in a layer of paint on the architecture we see a mixture of yellow, brown and red ochre, a transparent brown (perhaps bistre or Cologne earth), a black pigment, an organic red pigment, azurite and a little yellow pigment.

The complete absence of a green pigment may be noted as an unusual feature. Green was always obtained by mixing yellow and blue. Thus it is lead-tin yellow, possibly with the addition of lead white, mixed sometimes with azurite and in other cases with smalt. This has already been noticed before on other paintings by Rembrandt.

When the pigments used on the Night Watch are compared with those used in paintings of the early Leiden period, it emerges that the range of

derijen uit de vroege Leidse periode, valt op, dat de reeks van pigmenten dezelfde is gebleven; de voorkeur voor bepaalde pigmenten is echter veranderd. Bij analyses aan monsters van de *Nachtwacht* werden de volgende pigmenten aangetoond: *wit* - loodwit, loodwit gemengd met krijt; *geel* - loodtingeel I gemengd met loodwit; *blauw* - witte bolus met smalt, witte bolus en kiezel met smalt, azuriet; *groen* - loodtingeel gemengd met azuriet of smalt; *rood* - rode oker, vermiljoen, organisch rood pigment (nog niet geïdentificeerd); *bruin* - oker(s), transparant bruin pigment (transparante bruine pigmenten, zoals bister, asfalt, Keulse aarde, zijn chemisch niet te onderscheiden, omdat ze allemaal uit soortgelijke organische verbindingen, koolwaterstoffen, bestaan); *zwart* - nog niet geanalyseerd.

pigments remains the same, but that there is a change in the preference for certain pigments. The following pigments were shown by analyses of samples from the Night Watch: white - lead white, lead white mixed with chalk; yellow - lead-tin yellow I mixed with lead white; blue - white bole with smalt, white bole and silica with smalt, azurite; green - lead-tin yellow mixed with azurite or smalt; red - red ochre, vermilion, organic red pigment (not yet identified); brown - ochre(s), transparent brown pigment (transparent brown pigments such as bistre, asphaltum and Cologne earth cannot be distinguished from one another chemically, since they all consist of similar organic compounds, namely hydrocarbons); black - not yet analyzed.

Noten

- ¹ De Rembrandt Research groep wordt gevormd door de volgende personen: prof. dr. J. Bruyn, prof. dr. J. G. van Gelder, B. Haak, dr. S. H. Levie, dr. P. J. J. van Thiel, drs. E. van de Wetering.
- ² M. Doerner, *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde*, Stuttgart 1965, pp. 347-353.
- ³ H. Ruhemann, *The cleaning of paintings*, London 1968, pp. 357/8.
- ⁴ Voor een zeer uitvoerig overzicht over de literatuur op dit gebied, zie H. von Sonnenburg, *Maltechnische Gesichtspunkte zur Rembrandt-forschung*, *Maltechnik* 82 (1976), pp. 9-24.
- ⁵ B. Johnson, *Examination and Treatment of Rembrandt's 'Raising of Lazarus'*, *Los Angeles County Museum of Art Bulletin* 20 (1974), pp. 18-35.
- ⁶ H. Kühn, *Untersuchungen zu den Pigmenten und Malgründen Rembrandts, durchgeführt an den Gemälden der Staatlichen Kunstsammlungen Kassel*, *Maltechnik* 82 (1976), pp. 25-33.
- ⁷ A. Bredius, *Künstler-Inventare*, deel I, Den Haag 1915, pp. 1-9 en K. Freise, *Pieter Lastman, sein Leben und seine Zeit*, Leipzig 1911, pp. 18-21.
- ⁸ Joachim Gasquet, *Cézanne*, Paris 1926², p. 130: *Je mène, comprenez un peu, toute ma toile, à la fois, d'ensemble.*
- ⁹ Bartsch 192; Bartsch 44 I, II en III; Bartsch 77 I en II.
- ¹⁰ J. Plesters, *Cross-sections and Chemical Analysis in the Study of Paint Samples*, *Studies in Conservation* 2 (1956), pp. 1-47.
- ¹¹ J. A. Mosk, *Analytical methods applied in the investigation of the Bardwell samples*, *Studies in Conservation* 20 (1975), pp. 103-107.
- ¹² A. van Schendel en H. H. Mertens, *De Restauraties van Rembrandt's Nachtwacht*, *Oud-Holland* 62 (1947), pp. 1-52.
- ¹³ T. de Mayerne in: E. Berger, *Quellen für Maltechnik während der Renaissance und deren Folgezeit*, München 1901, pp. 104/5 (3).
- ¹⁴ Bij het nemen van een monster krijgt het een nummer, bestaande uit een objectnummer (voor de *Nachtwacht* is dit 924) en een volgnummer. Hier volgt een lijst van de in dit artikel behandelde monsters in de volgorde, waarin ze in de tekst voorkomen: 924/18 pluim van de hoed van Van Ruytenburch; 924/17 kraag van Kemp; 924/19 incarnaat (vleeskleur)

Notes

- ¹ *The members of the Rembrandt Research group are as follows: Professor J. Bruyn, Professor J. G. van Gelder, B. Haak, Dr. S. H. Levie, Dr. P. J. J. van Thiel, E. van de Wetering.*
- ² M. Doerner, *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde*, Stuttgart 1965, pp. 347-353.
- ³ H. Ruhemann, *The Cleaning of Paintings*, London 1968, pp. 357-8.
- ⁴ *For a very extensive survey of the literature in this field see H. von Sonnenburg, Maltechnische Gesichtspunkte zur Rembrandtforschung, Maltechnik 82 (1976), pp. 9-24.*
- ⁵ B. Johnson, *Examination and Treatment of Rembrandt's Raising of Lazarus*, Los Angeles County Museum of Art Bulletin 20 (1974), pp. 18-35.
- ⁶ H. Kühn, *Untersuchungen zu den Pigmenten und Malgründen Rembrandts, durchgeführt an den Gemälden der Staatlichen Kunstsammlungen Kassel*, *Maltechnik* 82 (1976), pp. 25-33.
- ⁷ A. Bredius, *Künstler-Inventare*, Vol. 1, The Hague 1915, pp. 1-9, and K. Freise, *Pieter Lastman, sein Leben und seine Zeit*, Leipzig 1911, pp. 18-21.
- ⁸ Joachim Gasquet, *Cézanne*, Paris 1926², p. 130.
- ⁹ Bartsch 192; Bartsch 44 I, II and III; Bartsch 77 I and II.
- ¹⁰ J. Plesters, *Cross-sections and Chemical Analysis in the Study of Paint Samples*, *Studies in Conservation* 2 (1956), pp. 1-47.
- ¹¹ J. A. Mosk, *Analytical methods applied in the investigation of the Bardwell samples*, *Studies in Conservation* 20 (1975), pp. 103-107.
- ¹² A. van Schendel and H. H. Mertens, *De Restauraties van Rembrandt's Nachtwacht*, *Oud-Holland* 62 (1947), pp. 1-52.
- ¹³ T. de Mayerne in: E. Berger, *Quellen für Maltechnik während der Renaissance und deren Folgezeit*, Munich 1901, pp. 104-5 (3).
- ¹⁴ *When each sample was taken, it was given a number consisting of the object number (which for the Night Watch is 924) plus a serial number. The following list gives the samples discussed in this article in the order in which they appear in the text: 924/18 feather in Van Ruytenburch's hat; 924/17 Kemp's collar; 924/19 flesh colour of Kemp's ring finger; 924/33 flesh colour of the ring finger of the militiaman who is loading his musket; 924/44*

van de ringvinger van Kemp; 924/33 incarnaat van de ringvinger van de schutter, die zijn musket laadt; 924/44 incarnaat van het gezicht van de schutter uiterst links; 924/41 donkere achtergrond in poortboog; 924/30 tweede lans van rechts in de achtergrond, lichte partij; 924/31 derde lans van links op fries in de achtergrond; 924/23 naamschild, in gebladerte; 924/24 naamschild, fond, rechts van de namen.

¹⁵ J. A. van de Graaf, *Betekenis en toepassing van 'lootwit' en 'schelpwit' in de XVII-eeuwse Nederlandse schilderkunst*, *Institut Royal du Patrimoine Artistique, Bulletin 4* (1961), pp. 198-201.

¹⁶ W. Beurs, *De Grootte Waereld in 't kleen geschildert*, . . ., Amsterdam 1692, p. 9. De volledige passage luidt: 'T goede ongemalen Lootwit bereid men op dezelfde wijze als het Schulpwit; dog 't is gemakkelijker om vrijven; en alzoo het mede onkostelijker is, daarom is 't meest in gebruik, en wel in min keurige en in grootere schilderijen, zijnde anders in witheid en bestendigheid van verwe beneden het schulpwit zekerlijk te stellen.

¹⁷ A. P. Laurie, *The Technique of the Great Painters*, London 1949, p. 126.

¹⁸ M. Doerner, *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde*, Stuttgart 1965, p. 351.

¹⁹ Neil Maclaren, *National Gallery Catalogues: The Dutch School*, London 1960, p. 345 en noten 18 en 19.

²⁰ H. Kühn, *Untersuchungen zu den Pigmenten und Malgründen Rembrandts*, durchgeführt an den Gemälden der Staatlichen Kunstsammlungen Kassel, *Maltechnik 82* (1976), pp. 25-33.

flesh colour of the face of the militiaman on the extreme left; 924/41 dark background in the arch of the gateway; 924/30 second lance from the right in the background, light area; 924/31 third lance from the left on the frieze in the background; 924/23 foliage round the shield with the names; 924/24 background of the shield to the right of the names.

¹⁵ J. A. van de Graaf, *Betekenis en toepassing van 'lootwit' en 'schelpwit' in de XVII-eeuwse Nederlandse schilderkunst*, *Institut Royal du Patrimoine Artistique, Bulletin 4* (1961), pp. 198-201.

¹⁶ W. Beurs, *De Grootte Waereld in 't kleen geschildert* . . ., Amsterdam 1692, p. 9. *The whole passage reads: Good unground lead white [Lootwit] is prepared in the same way as shell white [Schelpwit]; but it is easier to pound and because it is also less expensive it is the most in use and that certainly in less choice and in larger paintings, being otherwise certainly to be placed lower than shell white as regards whiteness and the durability of the paint.*

¹⁷ A. P. Laurie, *The Technique of the Great Painters*, London 1949, p. 126.

¹⁸ M. Doerner, *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde*, Stuttgart 1965, p. 351.

¹⁹ Neil Maclaren, *National Gallery Catalogues: The Dutch School*, London 1960, p. 345 and notes 18 and 19.

²⁰ H. Kühn, *Untersuchungen zu den Pigmenten und Malgründen Rembrandts durchgeführt an den Gemälden der Staatlichen Kunstsammlungen Kassel*, *Maltechnik 82* (1976), pp. 25-33.