

Factsheet Lenzen slijpen in de 17e eeuw

Bronnen over Spinoza als lenzenlijper

- Nalatenschap: "Een slijpmoolen en gereedschap daertoe behoorende, alsmeed' eenig veerkijckers, dogh niet bequam, edoch daer onder een bequam, mitsgaders eenigh glas en blicke pijpen"
- Inventaris Kunstkamer huis Sachsen-Gotha: "een Nederlandse kijker gemaakt door Spinoza, met zeven groene trekbuizen en vijf lenzen, bekleedmet verguld zwart leder"
- Huygens (1668): "Als [Spinoza's] objectieflenzen niet voldoen in telescopen van 3 of 6 voet, heeft hij nog een lange weg te gaan voor de lange kijker die hij met Hudde overeen is gekomen"
- Late jaren 1660: onderneemt met/voor Hudde een project voor een 40-voetstelescoop, resultaat niet bekend
- Spinoza aan Hudde (1666): "Ik zie niet in welke meerwaarde hol-bolle lenzen zouden bieden" + berekening (!)
- Constantijn Huygens: slijpt in 1686 een 40/43-voets-lens in de slijpschaal van Spinoza
- 1670: (Anatoom) Theodor Kerckring vermeldt een microscoop gemaakt door Spinoza, en prijst de kwaliteit



Illustratie Baruch de Spinoza bezig lenzen te slijpen. A. Pichler Houtsnede 19e eeuw.

De enige gevonden afbeelding of beschrijving van machines aangaande het lenzenlijpen van Spinoza (1632-1677) komt uit Huygens' briefwisseling, vrijwel de enige bron is, waaruit wij hierover bijzonderheden kunnen putten. In verschillende levensbeschrijvingen van Spinoza staat dat hij zich met het slijpen van optische glazen heeft beziggehouden. Dat hij ook brillen sloop schijnt het eerst vermeld te zijn door de Amsterdamse chirurgijn Johannes Monnikhof (1707-1787) in zijn 'Beschrijving van Spinoza's leven'; deze vermeldt, dat Spinoza,, door het slijpen van Vergrootglazen, Verrekijkers en Brillen (die Zijne Vrienden van hem afhaalden en voor hem tot zijn bestaan verkogten) zig heel soberlijk geneerden". Verder meldt hij Spinoza's groote,, eraarendhijid" in deze kunst. Bron: p.25 uit "Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin , Amsterdam 1929.

Hoe en waarom Slijpt Spinoza lenzen?

Experimenten in de 17^e eeuw plus waarnemen had een theologische drijfveer! "Wat was Gods bedoeling met de schepping?" "Waarom zijn er natuurwetten om zijn schepping te beschermen heeft God natuurwetten geschapen." Alchemie Scheikunde is hier onderdeel van. Vroeger heette het "natuurfilosofie"!!! Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Alleen Huygens' correspondentie geeft enkele bijzonderheden van zijn praktijk. En wat de theorie betreft: waarschijnlijk was Spinoza ook bekend met de theoretische grondslagen van het vak en had zijn werkzaamheid dus een min of meer wetenschappelijk natuurkundig karakter. Dit blijkt om te beginnen hieruit, dat hij een klein geschrift over een optisch onderwerp; de Reekening van den Regenboog 1) heeft uitgegeven, waaruit wij duidelijk zien, dat Spinoza de wetten van de breking en de terugkaatsing van het licht niet alleen kende, maar dat hij er ook mee kon rekenen. Bron: "Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin , Amsterdam 1929. Albert:

Tegenwoordig is men het erover eens dat dit geschrijfje niet van de hand van Spinoza is. Zo is b.v. de illustratie erbij een regelrechte kopie van de illustratie in La Dioptrique van Descartes, die zeker van oudere datum is!

Spinoza wilde kennis vergroten: “Wat is waarheid?” Spinoza heeft geen brillenglazen geslepen. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

'Leven is begrijpen. En dat is de reden waarom Spinoza, net als Hudde, Boreel, Huygens en Hooke, lenzen slijpt. Hij is niet meer ambachtsman dan de grote opticiens uit zijn tijd. Hij slijpt lenzen om te begrijpen, 'enkel en alleen' om te begrijpen. Bron: Maxime Rovere 'Spinozaland' Albert: Dat is wel heel sterk. Hij leefde er tenslotte ook van.

'In de eerste dialoog van zijn Korte Verhandeling van God, de mensch, en deszelvs welstand laat hij het Intellect zeggen: 'Ik, voor mij, en aanschouw de Natuur niet anders als in zijn geheel, oneijndelijk, en ten oppersten volmaakt.' Bron: Maxime Rovere 'Spinozaland'

Spinoza is in contact met Huygens maar ze delen niet hun grootste geheimen. Huygens ontwerpt ook lenzenslijpmachines, waarbij je met constante druk de lens in de vorm drukt. Spinoza blijft bij een traditionele (Albert: handmatige) slijpwijze van lenzen. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

We weten van Spinoza's commentaar op de semi-automatische ontwerpen van Christiaan Huygens, wiens huis in Voorburg hij zeker meerdere malen heeft bezocht, dat Spinoza de voorkeur gaf aan simpele slijp mechanismes, een waarin het glas dat geslepen diende te worden vrij met de hand vastgehouden kon worden. Spinoza bekeek de ontwerpen van lenzenslijpmachines waarin de menselijke tussenstap zoveel mogelijk werd vermeden met wantrouwen." Dit betekende niet dat hij geen mechaniek toepaste. Vraag is maakte Spinoza gebruik van hand en/of voet mechaniek (vb Hevelius tekening uit 1647) gedreven lenzenslijpmachine? We kunnen niet zeker zijn of hij een of beiden heeft gebruikt. Er is een simpeler ontwerp, de hand gedreven lenzenslijpmachine, waarmee hij zou hebben kunnen werken (1660 Manzini manuscript). (MM: dat is de replica in MHS!) Bewijs hiervoor lijkt in nalatenschap lijst. Dat er meerder molens werden verkocht impliceert een variëteit aan meer gespecialiseerde instrumenten, in plaats van een grote werkbank zoals in Hevelius voorbeeld). Kleine handgedreven lenzenslijpmachines zijn mogelijk gebruikt voor microscooplenzen war Spinoza de voorkeur aan gaf of oogstukken (tegenwoordig oculairen) voor telescopen, de voetgedreven lenzenslijpmachine werd voor grotere lenzen toegepast" Bron: Spinozas grinding lathe An extended Hypothesis."

“Wat weten we over Spinoza? Nalatenschap beschrijving molen en gereedschap waaronder 'enige verrekijkers en een partij glas en blikken pijpen'. Meeste informatie over Spinoza als lenzenslijper komt uit correspondentie Huygens. “Hij beschrijft dat de laatste stap polijstwerk om de lens glad krijgen door de jood uit Voorburg van hele goede kwaliteit is en dat hij niet over de hele lenzenoppervlakte polijst.” Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Grootte van lenzen

Christiaan Huygens aan Constantijn (1668): De ervaring bevestigt wat Spinoza beweert, dat kleine microscooplenzen de zaken scherper vertonen dan grote ... Wanneer je de hoogst mogelijke mogelijkheid wil, heb je kleine lensjes nodig.” Bron: lezing Tiemen Cocquyt Albert: Inderdaad! Dit geldt echter vooral het microscoop-objectief, het oculair wil je niet te klein hebben om comfortabel te kunnen kijken.

N.B. Dit laatste geldt niet voor de microscoopjes van Van Leeuwenhoek, want dat waren eigenlijk alleen objectieven d.w.z. supersterke loepjes! Zie ook procédé van Hudde 2 alina's verder

Spinoza werkte met Hudde aan een 40 voet lens, die zou ongeveer 5 inches in diameter moeten zijn geweest van een lichte buiging en alleen 5-8 mm dikte. Of Spinoza inderdaad zich in de praktijk bezig hield met het slijpen van deze grote lenzen is onzeker. Hij lijkt wel betrokken te zijn geweest bij de berekeningen die nodig waren.” Bron: Spinozas grinding lathe An extended Hypothesis."

Hudde smolt glas op de punt van een naald (beschreven door 2 a 3 bronnen) en kon daar heel kleine bolletje mee maken. Neemt gesmolten glas op punt en laat de naald draaien in het vuur zodat hij een perfecte bolvorm.

Daarmee heeft hij geëxperimenteerd. Swammerdam beschrijft de methode Hudde. 1-3 mm groot. Hoe kleiner de bolletjes zijn hoe groter de vergroting. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

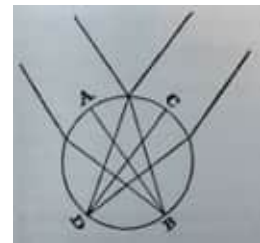
Wat leerde Spinoza door lenzen te slijpen?

De bedoeling van Spinoza bij het schrijven van zijne verhandeling was, een commentaar te geven op Descartes' beschouwingen over de regenboog; die men in zijne Dioptrique kan vinden. Descartes komt de eer toe het eerst de brekingswet op het vraagstuk van den regenboog toegepast te hebben, waardoor hij werkelijk in staat was een bevredigende verklaring van het verschijnsel te geven. Hij geeft echter alleen de uitkomsten en verzwijgt de berekeningen, waarmee hij deze vindt. Spinoza voert deze berekeningen uit en licht hiermede de uitkomsten van Descartes toe. (naar het handschrift in de Koninklijke Bibliotheek.) Bron: "Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin, Amsterdam 1929. Albert: Albert: Tegenwoordig is men het erover eens dat dit geschriftje niet van de hand van Spinoza is. Zo is b.v. de illustratie erbij een regelrechte kopie van de illustratie in La Dioptrique van Descartes, die zeker van oudere datum is!

Door de komst van kijkinstrumenten wordt die vertrouwensrelatie tussen de zintuigen en de werkelijkheid verstoord. Nieuwe, totaal onbekende, 'dimensies' van het zijn komen tevoorschijn, waar het leven zich blijkt voort te zetten. Er bestaat opeens veel meer dan we gewend zijn te zien.' Bron: Maxime Rovere 'Spinozaland'

Uit brief 39 van Spinoza aan Jarig Jelles Voorburg 3 maart 1667 schrijft Spinoza: n.a.v. Descartes Dioptrica "...

Omdat hij (Descartes) naar ik vermoed, geen kans zag de stralen die evenwijdig van verschillende punten komen in evenveel andere punten te verzamelen; en daarom heeft hij die hoek niet wiskundig kunnen bepalen. Ja, misschien heeft hij die verzwegen om in geen enkel opzicht de cirkel boven andere door hem ingevoerde figuren, te hoeven stellen. Want het is zeker dat de cirkel in dit opzicht alle andere figuren die men kan bedenken overtreft: omdat de cirkel namelijk overal gelijk is, heeft hij overal dezelfde eigenschappen."..." Als men alleen op de lengte van het oog of van de kijker let, zou men zeer lange kijkerbuizen moeten maken er men de dingen op de maan even nauwkeurig zou kunnen onderscheiden als die op de aarde. Maar, zoals ik zei, het komt vooral aan op de grootte van de hoek die de stralen komende uit verschillende punten aan het oppervlak van het oog vormen, wanneer zij daar elkaar kruisen. En deze hoek wordt ook groter of kleiner naarmate de brandpuntsafstanden van de lenzen die in de kijker gezet worden meer of minder verschillen..." Bron: Spinoza Briefwisseling F.Akkerman e.a. 1992.



Uit brief 40 van Spinoza aan Jarig Jelles Voorburg 25 maart 1667 schrijft Spinoza: "...Men kan immers uit ieder punt van het voorwerp een lijn trekken die door het middelpunt van de cirkel gaat, hoewel men hiertoe de opening van de kijker veel kleiner moet maken dan anders het geval zou zijn wanneer er slechts een brandpunt nodig zou zijn..."Wat ik hier van de cirkel zeg kan niet van de ellips, noch van de hyperbool, laat staan van andere samengestelde figuren gezegd worden, omdat men dan slechts uit een enkel punt van het voorwerp een enkele lijn kan trekken die door beide brandpunten gaat." Bron: Spinoza Briefwisseling F.Akkerman e.a. 1992.

Albert: Toen men - véél later - eenmaal doordrongen was van het golfkarakter van licht, ontstond de fysische optica (i.t.t. de geometrische optica) waardoor duidelijk werd dat de maximale zinvolle ("niet-lege") vergroting van een telescoop evenredig was met de diameter van het objectief. Het maximaal mogelijke scheidend vermogen is dan ongeveer $2 \times \text{diameter/golflengte}$, dus circa $1/100.000$ (= 2 boogseconden) bij een diameter van 5 cm.

Langere brandpuntsafstanden bij een relatief klein objectief zouden alleen een lege vergroting geven, en bovendien grote mechanische problemen bij het richten van de kijker.

"Nadat Spinoza uit het Joodse district verhuisde, weg van zijn familie en thuis, in 1656 maar nog steeds in Amsterdam woonde (met af en toe verblijf in Leiden) en zichzelf in zijn levensonderhoud moest bedruipen terwijl hij het ambacht van lenzen slijpen leerde en het maken van microscopen en telescopen, was hij ongetwijfeld even afhankelijk van een docentenbaan bij de Latijnse school van Van den Enden..."

Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy"

“...afhankelijk van het voldoende op niveau krijgen van hun kennis van Latijn en ook op kansen voor het bijwonen van colleges en demonstraties, waarschijnlijk zoals Steno naderhand, eerst in het Athenaeum in Amsterdam en daarna Leiden, gelijktijdig met zijn ontwikkeling in de lenzen slijpwereld. Microscopen en optica, experimenten en in Wiskunde in het algemeen.” [Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy](#)”

“...De Vries...speelde een meer ondersteunende rol in Spinoza's leven, vooral in latere jaren toen de filosoof in toenemende mate ziek werd en minder in staat was zichzelf te onderhouden met het lenzen slijpen en het maken van microscopen...” [Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy](#)”

Glazemaker (een atheïst in 17^e eeuwse termen) zou de eerste hebben kunnen zijn die Spinoza's belangstelling in Descartes aanspoorde tijdens gesprekken in de boekhandel van Rieuwertsz...”Om Spinoza's vroege interesse in Cariaanse filosofie en hem in de richting van wiskunde en lenzen slijpen te sturen.” [Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy](#)”

“Voordat hij naar Rijnsburg verhuisde in 1661, verbleef Spinoza een periode weg van de stad, op zoek naar rust van het platteland aan de rand van Amsterdam, logerend in een huis “aan de weg naar Ouderkerk,” het dorp enkele kilometers ten zuiden waar de Sefardische begraafplaats en de graven van zijn ouders waren gesitueerd.” Daar, ver van zijn vrienden en bekenden, vervolgde hij rustig zijn studie en ontwikkelde zijn filosofisch systeem, terwijl voor zijn onderhoud hij lenzen sneed en sleep voor microscopen die zijn vrienden vervolgens ophaalden en voor hem verkochten.” [Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy](#)”

“Twee kamers hurende bij zijn huisbaas in wat voor de chirurgijn in principe een ‘zomerhuis voor buiten de stad’ was. Een kamer gebruikte Spinoza als leefruimte, de ander om lenzen te snijden en slijpen met de ronde metalen ‘schijven’ die hij ‘veiliger en beter’ beschouwde dan de slijpmachines die vaker voor dit werk werden gebruikt, bijvoorbeeld door de gebroeders Huygens. In deze tweede kamer bouwde hij ook zijn microscopen en telescopen (Klever, “Insignis opticus”; Van Delft, Antoni van Leeuwehoek, 89.) [Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy](#)”

Borg die colleges bezoekt en collecties inspecteert in Leiden maakt in zijn dagboek melding van “Rijnsburgs ongewone nieuwe inwoner” na een ontmoeting met D. Langermann in een gesprek met een van de Huygensbroers op 9 september 1661. Op een gegeven moment bespreken ze het onderwerp Spinoza. “Er is een exJood die zich heeft bekeerd tot Christen, maar nu bijna een atheïst is, die het oude testament niet respecteert en het nieuwe testament, de Koran en de fables van Aesop allen als gelijkwaardig beschouwt.[...] een persoon die anders leeft op een oprechte en onberispelijke manier zichzelf bezighoudend met het maken van lenzen en microscopen.” Dit is feitelijk de eerste vermelding van Spinoza's relatief recente verworven expertise in het slijpen van lenzen en bouwen van optische instrumenten, decennia eerder dan de rapportage van Kerckring, Colerus en Monnikhoff.” [Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy](#)”

“Spinoza studeert tekenen, rapporteert ook Colerus die, zoals Sebastian Kortholt voor hem, een aantal van Spinoza's tekeningen werd getoond door Van der Spijck, nadat hij had vernomen wat hij moest weten over het ambacht van lenzen slijpen: dat hij zichzelf in die kunstvorm had geperfectioneerd.” Hij leerde zichzelf portretten met inkt en kool. Colerus bekeek een boek vol portretten van Spinoza's hand.” [Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy](#)”

“In juni 1666 werkte Spinoza met Hudde aan de bouw van een extra grote nieuwe telescoop en voorbereiding van de bijbehorende lenzenplaten die hij daarvoor nodig waren en gemaakt moesten worden tbv het polijsten van lenzen. It was zowel van praktisch als theoretisch belang om het proces te verhelderen. Spinoza's betrokkenheid met astronomie was toen op een hoogtepunt. Sinds Galileo zijn er veel experimenten geweest met de combinatie van de effecten van concave (buiging naar binnen/holle) en convex (buiging naar buiten toe/bolle) lenzen. ‘Maar ik zie de toegevoegde waarde van deze experimenten niet.’ Door het slijpen van convex-concave lenzen (Nederlandse versie Opera Postuma 1677) bolle en holle lenzen, dat voorbereiden een bolle gebogen lens dun en hol gebogen in het midden.” De meeste vroege telescopen o.a. van Galileo hadden 2 lenzen; de eerste het dichtst bij het oog die hol was aan beide zijden (concave) en dun in het midden, terwijl de tweede richting het einde van de kijker een bolle

convex lens was, bol aan beide zijden, dus dikker in het midden.” Spinoza schreef Hudde: Als mijn berekeningen juist zijn, gecombineerd convex en platte glazen (bollige en platte). Dat de lens aan de rand naar buiten toe gebogen is maar plat in het midden, ervoor zorgend dat lichtstralen convergen op een punt, zal zeker nuttiger zijn’. Uit hun correspondentie blijkt dat Spinoza Hudde’s Specilla circularia over gebogen lenzen bestudeerde voor zowel microscopen als telescopen, terwijl hij de bredere wiskunde wetenschappelijke aspecten met Hudde besprak, en de metafysische vragen rond God.” Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy” Albert: De holle (meestal bi-concave) oculairen hadden als groot voordeel dat het beeld niet op zijn kop stond. Dit was vooral gunstig voor nautische en militaire toepassingen. De astronomen namen het omgekeerde beeld voor lief ten gunste van een hogere beeldkwaliteit.

Terwijl Spinoza, Hudde en de gebroeders Huygens gerenommeerd waren in de microscopen wereld halverwege de 1660-er jaren, begon Van Leeuwenhoek het lenzenslijpen pas te leren en rapporteerde opmerkelijke ontdekkingen in het decennium dat volgde.” Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy”

“Van Leeuwenhoek revolutioneerde de microscopenbouw vanaf 1673 door fijnmazig slijpen van linzenvormige of beide zijden (dubbelbolle) lenzen om een veel sterkere vergroting te krijgen dan daarvoor mogelijk was geweest.” Bron: Jonathan Israels Spinoza Life and legacy” Albert: dat waren eigenlijk alleen objectieven d.w.z. supersterke loepjes!

Geschiedenis en oorsprong van lenzen slijpen

De uitvinding van (puur) leesglazen en brillen had ongeveer plaats in het midden van de 13de eeuw in Venetië. De Arabische mathematicus en opticus Alhazen (±970-1038) 2) schreef al dat een glazen bolsegment een voorwerp vergroot. In 1267 schreef de Engelsche Franciscaner monnik Roger Bacon (1214-1294) dat zo’n bolsegment een voortreffelijk hulpmiddel zou zijn slechtzienden. Galileo Galilei(1564-1642) uit Florence richtte voor het eerst een kijker naar den hemel. Bron: “Het Lenzenslijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin, Amsterdam 1929.

Van bergkristallen worden leesglazen geslepen. (Relieken in monstransen werden uitvergroet door kristallen lenzen). Brillen werden vooral door geleerden gebruikt maar waren voor breed publiek. Glazen waren eerst uit bergkristal. In Venetië in de 14^e eeuw vindt men een zuivere glasproductie uit, van goede kwaliteit (proces was geheim). Lenzen worden heel goedkoop wijdverspreid verkocht. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

In 1605 komt er in Middelburg een glasfabriek. In 1608 vragen twee brillenslijpers octrooi aan (Alkmaar en Middelburg) Met een holle en met een bolle lens kun je een ‘ver-siende bril’ maken. Via het diplomatieke netwerk verspreidt dit nieuws zich. Eerste telescoop was bescheiden, daarna innovatie. Na 1608 massaal gemaakt. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Wetenschappelijke werking van lenzen

Een telescoop die uitsluitend lenzen gebruikt is een refractor. Deze manipuleert lichtstralen door breking. Zo'n telescoop bestaat uit minstens twee lenzen of groepen van lenzen: het objectief en het oculair. (bron: Wikipedia)

Kepler (1611 Dioptrice) Lenzen verklaard vanuit breking. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Natuurfilosofie publicatie Il Saggiatore (1623) van Galileo Bron: lezing Tiemen Cocquyt

De wiskunde wordt in de optiek ontzettend belangrijk. Ook voor Spinoza die dagelijks lenzen slijpt. Er dient onderscheid gemaakt te worden tussen spiegels en lenzen. Gedrag van Spiegels (Catoptrica) is eenvoudig te beschrijven. Meetkunde volstaat: Hoek van inval is gelijk aan de hoek van uittreden.

Lenzen (Dioptrica) is andere materie. We moeten weten wat zich in het glas afspeelt. Daar is geen eenvoudige formule voor. Je hebt bovendien twee oppervlakten bij een lens. Bij lenzen is een model voor lichtbreking nodig hebt. Het idee van projecteren is nog niet aanwezig.

Lenzen zijn metafoer voor alles wat vervormt en corrupt is. In de 16^e eeuw is de werking van het oog (begrijpen van tussenliggende lenzen) nog niet bekend. Bron: lezing Tiemen Cocquyt Albert: Nóg een groot bezwaar van lenzen: de chromatische aberratie (verschillende lichtbreking voor verschillende kleuren),

Met heel veel moeite kon men later achromatische objectieven maken, zoals die nu in onze fotoestellen zitten. Vandaar ook de later voorkeur van astronomen voor spiegeltelescopen, want die kon je ook nog eens met grotere diameter maken (zie eerdere opmerking).

Snellius (1621 Brekingwet) Werking Brekingswet van Snellius. Natuurkundig wordt het licht van uit een optisch minder dichte in een optisch dichtere stof treedt, gebroken. De brekingswet van de Leidse hoogleraar Snellius (1591-1626) is in het begin van de 17de eeuw gevonden op grond van uitvoerige en nauwkeurige proeven. Daarna kwam de lenzenslijperij onder wetenschappelijke invloed en begonnen de wiskundigen de lenzen te berekenen en natuurkundigen en sterrenkundigen gesteund door de theorie, de lenzen ook zelf te slijpen die aan wetenschappelijk eisen voldeden. Albert: Terecht krijgt Snellius de eer van de EERSTE uitvinding, maar Descartes publiceerde de brekingswet in 1637, terwijl de versie van Snellius pas in de jaren 80 teruggevonden werd, ik meen door Chr. Huygens!

Descartes (1637 La Dioptrique) Hyperbolische lens geeft optimale resultaat. Descartes gaat naar Nederland om hier lenzen te slijpen. Hyperbolische lens slijpen lukt niet en rond 1650 geeft men het op. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Descartes begint met het ontwikkelen van een geometrische optica, die niet alleen de terugkaatsing maar ook de breking omvatte; om met zekerheid voorspellen hoe de loop der lichtstralen in een lens zou zijn. Hij probeerde als eerste de wetten der breking en terugkaatsing een fysisch-mechanische interpretatie te geven. Zijn La Dioptrique, een anoniem aanhangsel bij zijn Discours de la Méthode in Leiden in 1638 gaat over licht en de fysiologische wijze waarop het menselijk oog waarneemt. Het is opgedeeld in 10 verhandelingen. 'De tiende verhandeling is een ingenieuze, zij het uiteindelijk onpraktische, methode voor het snijden van lenzen en op intrigerende wijze wordt gesuggereerd dat, hoewel telescopen kunnen worden gewaardeerd voor zover ze "beloven ons in de hemel te brengen", microscopen in feite nuttiger kunnen blijken omdat "door middel van hen we in staat zullen zijn om de verschillende mengsels en arrangementen van de kleine deeltjes te zien waaruit de dieren en planten zijn samengesteld, en misschien ook de andere lichamen die ons omringen, en daardoor groot voordeel zullen hebben om tot de kennis van hun aard te komen". Bron artikel "Descartes' Dioptrics" van Jeffrey K.McDonough.

De ovalen van Descartes. Toepassingen in optica. Zoals Descartes ontdekte, kunnen Cartesische ovalen gebruikt worden bij het ontwerpen van lenzen. Door de verhouding van afstanden van P en Q zo te kiezen dat ze overeenkomen met de verhouding van sinussen in de wet van Snellius, en het omwentelingsoppervlak van een van deze ovalen te gebruiken, is het mogelijk om een zogenaamde aplanatische lens te ontwerpen, die geen sferische aberratie heeft.



Bovendien, als een sferisch golffront (de meetkundige plaats van alle punten van een golf met een gelijke fase, bijvoorbeeld de top van die golf. Een recht golffront kan door middel van een bolle lens worden geconvergeerd (naar elkaar toe bewogen). Bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Golffront>) wordt gebroken door een sferische (bolvormige) lens, of gereflecteerd van een concaaf sferisch oppervlak, neemt het gebroken of gereflecteerde golffront de vorm aan van een Cartesiaans ovaal. De vorming van het brandpunt die in dit geval wordt gevormd door sferische aberratie (lichtbreking) kan daarom worden beschreven als de evolutie van een Cartesisch ovaal.

Illustratie: convergentie. Een recht golffront kan door middel van een bolle lens worden geconvergeerd. Bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Golffront>

Lenzenslijpmachines

Descartes ontwerpt twee machines voor het slijpen van hyperboloidische oppervlakken.

De een dient om op uit metalen plaat met een beitel een hyperbool te snijden, de tweede om holle of bolle hyperboloidische slijpvormen te vervaardigen en bovendien het glas die vorm te geven. P.10. Beiden werken niet maar zijn puur theoretisch!

Bolle lens heeft een klein blikveld, alsof je door een rietje kijkt.

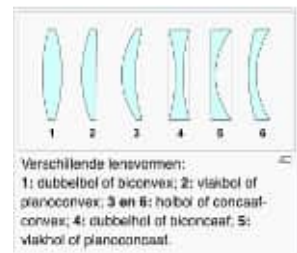
Rond 1640/1650 stand van zaken. Rond 1655 ligt de theorie er en niemand heeft de Snellius brekingswet op bolvormige lens toegepast. Er was wel verbetering door vakmanschap maar via trial and error: alle innovatie komt uit de praktijk. In 1652 is Huygens is volledig gewijd aan dioptrica. Hij is de eerste die Snellius brekingswet op sferische/bolvormige lens toepast! Wiskundige beschrijving van brandpunt. Hij legt relatie tussen kromtestralen/brandpunt voor verschillende types lenzen en publiceert dat allemaal niet. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Huygens heeft zijn theoretisch-optische onderzoeken neergelegd in twee werken, de Dioptrica (na diens dood uitgegeven 1703) en de Traité de la Lumière die hij in 1678 voltooit. **De Dioptrica**, in collectie universiteit Leiden.

In zijn verhandeling **Commentarii de formandis poliendisque vitris ad Telescopia** beschrijft Christiaan Huygens de methoden waarop hij en zijn broer Constantijn hun lenzen geslepen hebben. Dit werkje werd onder zijn nagelaten handschriften gevonden en is pas postuum uitgegeven. p.15. In de 17de eeuw was het gewoonte technische vindingen, geheim te houden uit vrees voor concurrentie. Huygens is de eerste geweest, die het lenzen slijpen op zuiver wetenschappelijke grondslag is gaan beoefenen met het doen van astronomische waarnemingen als doel. Ook ellipsoidische en hyperboloidische glazen komen ter sprake, Huygens zelf ontwerpt een methode om een bolvormige lens werkelijk te vervaardigen. Een boloppervlak is het enige vlak is, dat in alle richtingen een gelijke kromming heeft. Bron: "Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin , Amsterdam 1929.

Een telescoop die bestaat uit twee positieve lenzen, keert het beeld om. Om een rechtopstaand beeld te verkrijgen zijn extra optische hulpmiddelen noodzakelijk, zoals omkeerprisma's. (Bron:Wikipedia)

Verschillende lensvormen: 1: dubbelbol of biconvex; 2: vlakbol of planoconvex; 3 en 6: holbol of concaaf-convex; 4: dubbelhol of biconcaaf; 5: vlakhol of planoconcaaf.



Positieve en negatieve lenzen. Een positieve lens bundelt (convergeert) het licht. Deze lenzen worden onder meer toegepast bij een loep en een leesbril. Een negatieve lens spreidt (divergeert) het licht. In het midden is de lens dunner dan aan de rand. Deze lenzen worden onder meer toegepast bij een bril voor veraf, dus voor iemand die bijziend is. Men spreekt ook wel van een bolle of convexe lens, en een holle of concave lens. Een holle (dus negatieve) lens zou vaak een verkleinende lens genoemd en een bolle (positieve) lens zou altijd vergroten, maar dat klopt niet altijd. (bron:Wikipedia)

Wetenschappelijke instrumenten

Verrekijker is het eerste filosofische instrument. Maakt iets zichtbaar. Schijngestaltes alleen verlicht, deel is zichtbaar. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Filosofische instrumenten (telescoop, microscoop, luchtpomp en Weerglas etc.) maken natuurverschijnselen zichtbaar en komen vooral op in de 17e eeuw. Er is een onderscheid tussen wiskundige instrumenten en Filosofische instrumenten. Later zijn de maatstreepjes toegevoegd en zijn ze tot meetinstrumenten gemaakt. Baroscoop werd Barometer. Thermoscoop werd thermometer. Vaak 18e eeuwse toevoegingen van een 17e eeuw instrument! (Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Wiskunde speelt een belangrijke rol in de 17e eeuwse natuurwetenschappen. Er gebeurt ontzettend veel. Wetenschappelijke revolutie. Nederland was cultureel wetenschappelijk. 16e eeuwse publicatie over anatomisch menselijk lichaam. Wetenschapper was geen beroep.

Observatie Laat middeleeuws kruidenboek, gekopieerde beschrijvingen. Kruidenboek Fuchs late 16e eeuw is op basis van kritische observatie. Nieuwe zaken door ontdekking van Amerika. Goede graveurs/tekenars nodig. Late 16e eeuw anatomisch theater.

Met nieuwe methodologie en experimenten ging men in 17^e eeuw naar natuurwetten kijken om natuurwetenschappelijke inzichten te krijgen. Bron: lezing Tiemen Cocquyt
Geheime samenkomsten met geleerden om over proeven praten. In 1665 eerste wetenschappelijke tijdschrift. Tot die tijd: Spil voor alle wetenschappelijke correspondentie in de 17^e eeuw was Marin Mersenne in Parijs (1588-1648).

Begin 17de eeuw werden de eerste wetenschappelijke optische instrumenten, verrekijker en microscoop uitgevonden. Hans Lippershey (Middelburg) was van huis uit professionele brillenslijper. Het is niet met zekerheid uitgemaakt, wie de uitvinder van den verrekijker is of wie de eerste microscoop geconstrueerd heeft.

De Telescoop

Een telescoop is een optisch instrument waarmee verre voorwerpen vergroot kunnen worden waargenomen. De naam komt van het Griekse $\tau\eta\lambda\epsilon$ (tèle), ver en $\sigma\kappa\omicron\pi\epsilon\tilde{\iota}\nu$ (skopéin), zien, bekijken.[1] De woorden telescoop en verrekijker betekenen hetzelfde, maar de instrumenten zijn voor verschillende toepassingen. Verrekijker voor waarnemingen op aarde, vaak met twee ogen, om in de hand te houden. Geeft (meestal door ingebouwde prisma's) een rechtopstaand beeld.

Telescoop voor astronomische waarnemingen (of aardse waarnemingen op grote afstand), monoclair, moet op een statief worden gebruikt, geeft een omgekeerd beeld. (bron Wikipedia)

De telescoop heette eerst 'instrument omme verre te sien' en daarna 'telescopium' = het verziend instrument.

De eerste bruikbare verrekijkers werden ontwikkeld in het eerste decennium van de 17e eeuw. De Duitse opticien Hans Lippershey (Nederland) wordt algemeen erkend als de uitvinder van de verrekijker en de Florentijn Galileo Galilei verbeterde de verrekijker. (bron: gesprek met Huib Zuidervaart in MHS 2022).

In 1608 wordt de verrekijker gelanceerd. Dan demonstreerde Hans Lippershey uit Middelburg een 'Seecker instrument omme verre te sien', binoculair met 2 parallelle buizen aan prins Maurits in Den Haag. Hele voorste lens wordt gebruikt bij verrekijker.

Lippershey heeft er een diafragma erover gezet waardoor er alleen een klein stukje scherpte glas wordt gekeken. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Een Hollandse kijker is een lenzenkijker (of refractor) met een positieve lens als objectief (gericht op object) en een negatieve lens als oculair (waar je doorheen kijkt). Een Hollandse kijker geeft een rechtopstaand beeld. Om afbeeldingsfouten te beperken heeft de Hollandse kijker een objectieflens met een vrij lange brandpuntsafstand en is daarom nogal lang. Mobiele Hollandse kijkers hebben daarom een buis die in- en uitgeschoven kan worden dat ook wordt gebruikt om het beeld mee scherp te stellen. (bron: Wikipedia)

Waarom duurde het na de uitvinding van de bril bijna vier eeuwen om lenzen te combineren tot een telescoop? Doordat de randen van de lenzen onvoldoende sferisch waren en het beeld vervormden. Lippershey loste deze beperkingen op door de randen van het objectief te bedekken met een diafragma, zodat alleen het niet-gevormde middendeel werd gebruikt. (bron: wikipedia)

Zowel het allerbeste glas als de beste slijptechnieken moeten aanwezig zijn om uit de combinatie van twee gewone brillenglazen een bruikbare telescoop te kunnen samenstellen. Bron: "Lenzen slijpen inde 17e eeuw door Rijk-Jan Koppejan"

“Volgens Simon Marius was “in 1609 in Middelburg het beste Venetiaanse glas en de beste slijptechniek voorhanden.”

In 1538 twee lenzen achter elkaar. dr Wickel (?) opticus Zwitserland optisch doorgemeten. Conclusie: rond 1500 en 1600 worden zelfde lenzen toegepast. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Bolle en holle lens plus diafragma. Galileo heeft 300 lenzen gemaakt en heeft gecombineerd. van 5 x naar 30 x vergroting. Meer details maar kleiner blikveld.

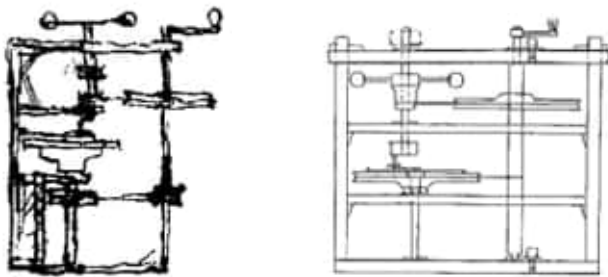
Langzamerhand krijgt het wetenschappelijke lenzen slijpen in verscheidene landen zijn beoefenaars.

Welke tijdgenoten slijpen ook lenzen en/of gebruiken zijn lenzen?

De gebroeders Huygens In 1661 is Huygens in discussie met de Royal Society te Londen waar ook kijkers berekend en geconstrueerd worden. Bron: "Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin , Amsterdam 1929.

Wat de gebroeders Huygens betreft is het jaar 1662 op het gebied der lenzenlijperij bijzonder belangrijk; in een brief aan zijn broer Lodewijk schrijft Christiaan voor het eerst over een machine: „Je suis apres aujourd'hui à faire une machine tailler les verres des grandes lunettes, sans que Von y employe la main autrement que pour tourner une rouë". (vertaling: Vandaag ben ik een toestel aan het maken voor het slijpen van glazen voor grote kijkers, zonder dat met de hand gebruikt dan om een wiel te draaien... Het is 2 dagen geleden dat broer Zeelhem en ik er een model van maakten dat heel goed gelukt was, ten vervolgwaarvan we het met de vereiste perfectie laten bouwen en het zal nog deze avond klaar zijn... als ik me niet vergis zal het met $\frac{2}{3}$ ° tijd verkorten die we gewoonlijk gebruikten om een van de grote glazen te maken..” bron: artikel over lenzen slijpen door Huygens. Chat GPT-AD" III

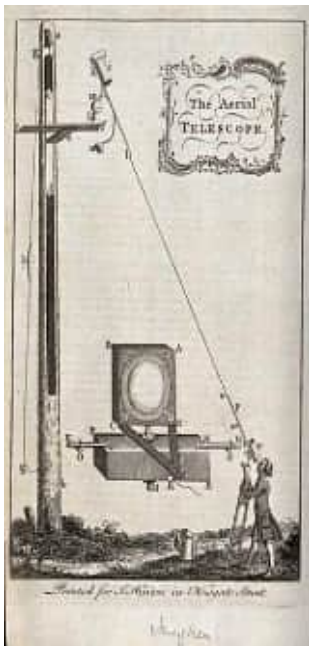
Illustraties links: tekening waarschijnlijk van toestel uit brief aan Lodewijk van 1 juni 1662, rechts: "misschien de definitieve vorm. Het glas en de schotel worden beide rondgedraaid, de assen liggen niet in elkaars verlengde. (uit Glazen slijpen' Chartae astronomicae."



Robert Hooke (1635-1703 Londen) heeft een machine vervaardigd, die voor het eerst genoemd wordt in een brief van R. Moray aan Christiaan van 5 Dec. 1664 en die HOOKE kort daarna beschreven heeft. p.21. Bron: "Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin , Amsterdam 1929.

In 1667 maakte Constantijn een telescoop. Een andere werd in 1683 door Christiaan en Constantijn gezamenlijk vervaardigd. Deze laatste is bewaard gebleven met het volledige stel lenzen, waarvan het objectief de handtekening van Christiaan draagt en wordt in de Leidsche Sterrewacht bewaard.

illustratie: Een luchttelescoop, ontworpen door Christiaan Huygens. Dankzij het ontwerp van de telescoop kon Huygens Saturnus bestuderen en zijn maan Titan ontdekken. (bron: Illustratie uit Astroscopia Compendiaria, 1684)
Credit: Wikipedia



De gebroeders Huygens leggen zich voor de constructie van hun verrekijkers vooral toe op het slijpen van bolle lenzen van zéér grote brandpuntsafstand. In plaats van het opstellen en richten van een zéér lange en zware kijkerbuis bedachten zij een constructie waarbij de buis geheel kon vervallen: de kijker bestond alleen uit een ter manshoogte opgesteld oculair en een objectief, dat op een tafeltje was geplaatst, dat in een hoge paal kon worden opgehesen. P.23. Bron: "Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin , Amsterdam 1929.

Ook was er een inrichting om oculair en objectief te centreren. Diameter en brandpuntsafstand van objectief en oculair, die voor de beeldvorming het gunstigst waren, werden door Christiaan steeds zorgvuldig

berekend volgens de algemene stellingen, in zijn Dioptrica neergelegd.

Johan van der Wyck (1623-1679), leverde lenzen aan Constantijn en Christiaan Huygens en was een van de meest prominente optici (maakte telescopen, microscopen en andere optische zaken zoals camera obscura) in begin 1650-er jaren. Tussen 1654- 1657 werkte hij als militair engineer in Delft, gaat daarna naar Zweden. "Christiaan wilde alles weten van Van der Wycks lenzenlijp technieken." ... "optisch speelgoed Er zijn nog 6 perspectief boxen uit de 17e eeuw bewaard, maar geen enkele met de illusionistische arrangement zoals omschreven door Van der Wijck.".. Gesuggereerd is dat het schilderij (gezicht op Delft uit 1652) van Fabritius bedoeld was voor een perspectief box." Perspectief dozen werden hoogstwaarschijnlijk i.s.m. Delftse schilders gemaakt. Van der Wijck maakte in opdracht telescopen met 5 lenzen in een houten buis. Dit aantal lenzen gaf aan dat Van der Wijck het nieuwe uitgevonden schema voor een "oogstuk-buis met meerdere lenzen" in 1645 voorgesteld in een publicatie van Antonius Mariua Schryrl de Rheita." In vergelijking met de eerder Nederlandse telescopen met twee lenzen gaf z'n multiple lens telescoop een groter gezichtsveld." Je kon daarmee volgens hem "twee cohorten van soldaten waarnemen i.p.v. een halve soldaat." Bron: Zuidervaart, H. J. (2018). The Remarkable Career of a 'Most Rare Workman': Johan van der Wyck (1623-1679), a Dutch-educated Military Engineer and Optical Practitioner: PART 1: In the Service of the Dutch Republic. Bulletin of the Scientific Instrument Society, 138, 16-23.

De latere spiegeltelescoop (1668) is gebaseerd op het principe van James Gregory en in 1669 door Newton gemaakt (en door Newton in 1671 aan de Royal Society geschonken). Deze wordt pas in de 18e eeuw populair. Spiegeltelescoop Newton achromatisch groter en meer licht Newton wist als enige hoe je een goede spiegel kon maken voor een spiegeltelescoop. Die reflecteert licht gelijk! Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022)

De Microscop

Overeenkomst tussen microscoop en telescoop is dat het een combinatie van lenzen is die ons van dichtbij laat kijken en de telescoop is een combinatie van lenzen waarmee je ver kunt kijken. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Vanuit theoretisch-optisch standpunt is het veel ingewikkelder om een microscoop te bouwen omdat men objecten van nabij zeer sterk moet vergroten. Kleine lenzen met een zeer kleine brandpuntsafstand zijn nodig.

Hudde was uitvinder van de druppelmicroscoop (correspondentie) Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Hudde heeft werkte geschreven dat rond 2020 weer is teruggevonden met berekeningen. Competitie met Huygens.
Bron: Lezing Tiemen Cocquyt

Johannes Hudde is burgemeester van Amsterdam geweest. Stond dicht bij Spinoza. Hij was uitvinder van de microscoop waar Swammerdam, Huygens, Van Leeuwenhoek en Nicolaas Hartsoeker mee verder gingen. Bron: Lezing Tiemen Cocquyt

Swammerdam, Van Leeuwenhoek vader en zoon Huygens maakten de microscoop belangrijk! “De eerste microscopen werkten met samengestelde lenzen: twee in een buisje. Die konden waarschijnlijk 10 tot 20 keer vergroten. Later maakte Johannes Hudde vriend vd Huygens familie een versie met een klein bolletje. die 100 tot 400 x vergrootte. Swammerdam heeft er meer aan bijgedragen dan Van Leeuwenhoek. Vooral insecten waren een succes. Het was een grote verrassing dat de wonderen van God zich ook op dat kleine niveau openbaarden. Tot dan toe werd gedacht dat insecten uit rottend vlees en vuilnis voortkwamen.” (Eric Jorink). Bron: NRC artikel Speeltje om naar vliegen en sperma te kijken 17 juni 2013 Liesbeth Koenen <https://www.nrc.nl/nieuws/2013/06/17/speeltje-om-naar-vliegen-en-sperma-te-kijken-1259447-a818077>

Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) maakt de meest geslaagde microscoop met de sterkste lens van zijn tijd. Dit is gebaseerd op een klein glazen bolletje vervaardigd uit gesmolten glas. Hij hield zijn vervaardigingswijze geheim! NB Echter, onderzoekers van de TU Delft en Boerhaave in Leiden ontdekten mbt neutronenbundel van de onderzoeksreactor van de TU Delft (een soort CT-scanner), dat hij voor zijn microscopen dunne zelfgeslepen lensjes gebruikte. Hierbij maakten ze een 3D beeld van de binnenkant. Van de 400 microscopen die Antoni van Leeuwenhoek maakte zijn er 11 bewaard gebleven. (4 in de collectie van Boerhaave). Van Leeuwenhoek kon zijn preparaten ruim 250 x vergroten. en zag als eerste de microwereld van bloedcellen tot micro organismen in slotwater. Bron nrc 21 maart 2018. Raadsel microscoop Van Leeuwenhoek opgelost. Tiemen Cocquet conservator bij Boerhaave wordt geciteerd.

Microscoop met glazen bol. De glazen bollen worden als vergrootglas gebruikt zonder dat zij verder geslepen of gepolijst hoeven te worden. Johannes Hudde is de eerste die deze bolletjes voor zijn microscopen gebruikte. Naar voorbeeld van Van Leeuwenhoek vervaardigen de broers Huygens ook een enkelvoudige druppelmicroscoop.

De Leidse instrumentmakers Van Musschenbroek, de broers Samuel en Johan Joosten vervaardigden natuurkundige en medische instrumenten maakten ook microscopen met glasbolletjes. o.a. voor Johan Swammerdam. Van Johans microscopen zijn enkele bewaard gebleven.

Cornelis Drebbel (1572-1633, Alkmaar) bouwde de eerste samengestelde microscoop in 1619 met twee lenzen. Lange tijd is de microscoop niet gebruikt, die rond 1620 is uitgevonden. Men wist niet dat er iets te ontdekken viel!!! (Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022)

Drebbel verbleef in Praag en in Engeland. Daar kocht de vader van Christiaan Huygens, Constantijn een camera obscura en microscoop van hem. Over de eerste ontmoeting schreef Constantijn Huygen. “Van Drebbel heb ik slechts een glimp mogen opvangen, de geleerde die oogde als een Hollandse boer, maar spreken kon als de wijzen van Samos en Sicilië tezamen.” Mede door deze contacten had Constantijn Huygens een sterke interesse in optica, een interesse die hij overdroeg op zijn zoons. Zijn zoon Christiaan had een boekje van Drebbel in bezit. Rond 1622 werden Drebbels telescopen en microscopen door heel Europa verkocht en deed de Fransman Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (1580-1637), een relatie van Galileo Galilei, rond 1622 de eerste waarnemingen met Drebbels microscoop. (bron: Wikipedia)

Rond 1660 Laatste boek Descartes komt postuum uit. Men krijgt heel veel aandacht voor voortplanting. Sperma ontdekt door enkelvoudige microscoop.

Swammerdam en Steno etc met de microscoop van Hudde aan de slag. Hudde = druppelmicroscoop. Van Leeuwenhoek noemde het een vergrootglas. Ontdekte allerlei dingen over voortplanting. (Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022)

Van Leeuwenhoek ontdekt rond 1673 bacteriën in water.. Nieuwe wereld van ontdekkingen! enkelvoudige microscoop is een onhandig ding. Van Leeuwenhoek in 1745 zijn er 500 microscopen op de markt gekomen. Er zijn er 11 over waarvan 4 in Boerhaave. De Royal Society kreeg een doos met microscopen maar. Toen de samengestelde microscoop kwam bleek deze makkelijker in te stellen. In Engeland tot model verwerkt. Enige vermelding Spinoza en microscoop Theo Kerckring!!! (Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022)

Vraag: welke microscoop heeft Spinoza gemaakt voor Kerckring? Druppelmicroscoop 80 tot 200 x vergroting. Meeste microscopen geven 30x vergroting (Samengestelde microscoop). Albert vindt deze zin zeer twijfelachtig. Swammerdam heeft plaatje van Hudde's microscoop achter gelaten. Huygens laat zijn instrument door instrumentmakers bouwen. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Swammerdam (pionier van het spierfysiologisch onderzoek) studeerde aan Universiteit Leiden van 1661 en verrichtte zelfstandig anatomisch en fysiologisch onderzoek. Rond 1673 vroeg hij zich af of het natuuronderzoek niet ten koste was gegaan van zijn plichten als christen. Hij raakte in de ban van mystica Antoinette Bourignon. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022.

Tiemen Cocquet van Boerhaave heeft zich beziggehouden met doormeten van oude lenzen. Beste lenzenslijper rond 1660 was **Giuseppe Campani** (opticus en astronoom Italië 1635-1715) Niet te verbeteren, meest volmaakte sferische lenzen. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Maken van glazen lenzen hieronder

Werking van een telescoop Hierin worden lenzen heel anders gebruikt dan in brillen. De opening van het objectief (de voorste lens) zorgt als geheel voor het beeld en omdat een tweede lens, het oculair, dit beeld nog eens flink kan vergroten, moet het objectiefglas juist van uitstekende kwaliteit zijn. Bron: Lenzen slijpen in de 17^e eeuw.

Glasfabrieken

In het midden van de XVIe eeuw trof men glasfabrieken aan in Luik en in Antwerpen, maar na de afscheiding van de Zuidelijke Nederlanden, werden er ook van die fabrieken opgericht in de Noordelijke Nederlanden. Hier werkten vaklieden uit Venetië, waar dit handwerk floreerde¹. Met dezelfde ingrediënten als in Italië, maakten deze arbeiders vooral Kalium (potas)-glas, terwijl ze dat "*christol de Venise*" (in het Hollands "*chrystal*" of "*crystallyn*") noemden, om het te onderscheiden van Natrium (soda)-glas, in het Hollands "*grove glazen*" genoemd. De oudste glasfabriek van de Noordelijke Nederlanden werd in 1581 opgericht in Middelburg, op de "Cousteensche dyk" door **Govert van der Haghen** uit Antwerpen, die met Italiaanse arbeiders werkte. In Amsterdam waren er glasfabrieken vanaf 1597. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634

Grondstoffen

Glas ontstaat door het smelten van siliciumzand vermengd met Kalium (potas) of Natrium (soda). Brillenmakers en lenzenslijpers konden niets beginnen met gewoon glas omdat dat teveel zand bevatte. Langzaam afkoelen (le *recuit*) van het glas (voor de schijven die bestemd waren voor de verrekijkers: enkele weken) brengt de inwendige spanningen in het glas en het dubbel brekend vermogen dat zij met zich meebrengen terug tot een heel kleine waarde. "Venetiaans kristal" had echter de voorkeur.

"Venetiaanse spiegel" had de vereiste eigenschappen: het was heel doorzichtig, heel homogeen, niet gekleurd en zonder luchtbellens of golvingen. Men nam een stuk uit het midden van een passende grootte niet te dun, maar ook niet te dik met precies gelijke dikte hebben over zijn gehele breedte. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634

Het lenzenslijpen zelf; een lang intensief en zorgvuldig proces

Dit werd in stukken gesneden en in grootte afgestemd op het werkstuk dat men eruit wilde maken. Hierop werden met een diamant twee concentrische cirkels getrokken, waarvan er een de straal had van de opening in

het instrument waarvoor het moest dienen, de straal van de andere was een millimeter groter; de gedeelten van het glas die buiten de laatste omtrek vielen, werden eraf gebroken of men liet ze ervan af springen met behulp van een gloeiend heet ijzer. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beekman de 1604 à 1634

Bekken of de grondplaat

Er was een bekken nodig in de vorm van een zo groot mogelijke nap. Deze (meestal)ijzeren schaal werd gegoten in een mal en mocht geen oneffenheden vertonen. Met een koord met daaraan een slijpsteen en polijstpoeder wordt het bekken geslepen. Een bekken kon wel 125 cm breed zijn. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beekman de 1604 à 1634

In 1618 had Sirturus al aanbevelingen gedaan om de koperen mal beter sferisch te krijgen door deze hol te kloppen met een hamer en met de vijl oneffenheden weg te vijlen plus vloeibaar lood te gebruiken om eventuele putjes mee op te vullen. Zijn aanbevelingen hadden de vorm van de lenzen aanzienlijk verbeterd. Bron: Lenzen slijpen in de 17^e eeuw.

Handvat of knop

Slijpen met de vrije hand kan zonder of met dop, die is gemaakt van hard hout en is nooit groter dan de grootte van het glas. Deze wordt met gesmolten pek op het verhitte glas geplakt zodat er geen lucht meer zit tussenglas en pek. Middelpunten van glas en pek vallen samen. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beekman de 1604 à 1634

Passlijpen

Om het glas te slijpen gebruikt men eerst grof zand dat goed is gewassen. Tijdens het slijpen moet de dop voortdurend tussen de vingers draaien. Het zand wordt natgehouden. Het grove zand wordt steeds vervangen door fijnere soorten. Er komt veel stof bij vrij. Het passlijpen is niet alleen een zorgvuldig werk, het is ook zwaar werk. Het ogenblik waarop het passlijpen afloopt en met het polijsten begonnen moet worden is moeilijk te bepalen. Beide bewerkingen zijn bijna niet van elkaar te onderscheiden. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beekman de 1604 à 1634

Polijsten

Deze bewerking dient ervoor het oppervlak van de lens dat er dof uit ziet helder te maken en kleine oneffenheden die tijdens het passlijpen in het glas zijn gekomen te laten verdwijnen. Dat kan ook op een bekken van hout met dezelfde holheid als het ijzeren bekken. Het polijsten vereist een bijzondere vaardigheid en men moet op de bodem van die bekkens de een of andere tussenlaag van stof vastplakken. Men maakt gebruik van laken of leer of verschillende soorten poederaarde of as uit de oven dat steeds moet worden nat gemaakt met water. Tripoliet bestaat uit de schelpen van kiezelwieren (diatomeeën) en is heel fijn quartzpoeder. Polijsten kan lang duren van een tot wel 9 uur. Het brandpunt wordt gecheckt door een camera obscura: de lens wordt onderzocht in een "camera obscura", waar men checkt of door je de lens heen het omgekeerde beeld ziet van een lichtgevende vlam) dat de straal die loodrecht valt op het glas, er ongebroken doorgaat, of wanneer alle stralen voldoende bij elkaar komen in een enkel punt. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beekman de 1604 à 1634

Insert: Illustratie Camera obscura

Bron: <https://kunstvensters.com/2022/02/20/gebruikte-johannes-vermeer-een-camera-obscura/>



Er is ook mechanisch slijpen d.m.v. een draaischijf. Machines voor het slijpen van grote bolronde bolle glazen, waarbij, zoals bij die van Descartes, het de glazen waren die mechanisch bewogen werden, werden vanaf 1662 gebouwd door Christiaan Huygens. Bron: Over het slijpen en polijsten van lenzen C. de Waard, Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634

Thiemen Cocquyt heeft als proef lenzen geslepen. Is een tijdrovende klus. Je gaat steeds verder tot de polijstmethode deze goed glad maakt. Een microscoop lenzen slijpen kost een dag. Als hij loslaat kun je overnieuw beginnen. Was echt een vakmanschap in de 17^e eeuw. Bron: lezing Thiemen Cocquyt

Waarnemingen t/m de 17^e eeuw

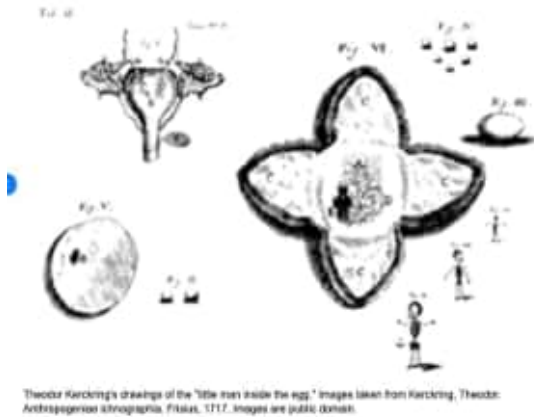
Microscopische waarnemingen

Bron: wetenschappelijk project met Illustraties van (gereconstrueerde) observaties zoals gedaan in de 17e eeuw

<https://visualizingtheunknown.com>

<https://visualizingtheunknown.com/microlabs/>

Bij, zijderups, lichaamsvloeistoffen, kleine dieren, planten en bomen, luizen en spieren zien en tekeningen



Isaac Beeckman 1620: neemt vlo waar met staart (beschrijft dit pas in 1628). Isaac Beeckman publiceert Journal "Instrumentum Drebbelianum" in 1635. Motivatie . Insecten kregen weinig aandacht, die waren het studeren niet waard. Dat veranderde in de 17^e eeuw. Pre microscopische tekeningen van Joris Hoefnagel uit circa 1580. Vergelijking met bijen naar de harmonie van insectenrijk kijken. Bron: Lezing Thiemen Cocquyt

1665 publicatie Robert Hooke Micrographia Hooke met platen van insecten. Dit boek is belangrijk geweest voor Van Leeuwenhoek, Huygens en Swammerdam. Microscopie kreeg veel navolging in de latere 17^e eeuw. Bron: Lezing Tiemen Cocquyt

Robert Hooke, Micrographia (1665)



pre-microscopisch: Joris Hoefnagel, ca. 1580



Telescopische waarnemingen

Galilei publiceert in 1610, 10 dagen na het beëindigen van zijn Jupiterwaarnemingen, zijn eerste waarnemingen zodat hij de geschiedenis is ingegaan als ontdekker van de Jupitermanen.” opische waarnemingen. Bron: Lenzen slijpen in de 17^e eeuw.

'kraters van de maan geobserveerd zoals beschreven in de Sidereus nuncius van Galilei' Bron: Spinozaland. Galileo is bekend van maantekeningen, eerste schetsen van bergen op de maan.

Galileo is niet de eerste die naar de hemel kijkt maar haalt er wel het meeste uit. Hij ziet vlekken op de maan Hij ziet dat er maantjes om Jupiter cirkelen. Tot dan was de aarde uniek met een maan! De schaduwen van de planeet Venus die binnen de baan van de aarde draaide. Dat kon alleen verklaard worden als Venus en de aarde om de zon heen draaiden en niet andersom! Hij omschrijft Jupiter “als planeet die volledig in brand staat” Galileo geeft telescoop filosofische legitimiteit, hij gaf zich als filosoof (Albert: destijds de gewone naam voor een (exacte) wetenschapper) uit terwijl hij dat niet mocht doen. De kerk oordeelde niet direct negatief over uit. Bron: lezing Tiemen Cocquyt

Simon Marius had in 1609 de planeet Jupiter “met sterren” gezien en publiceerde dat in 1614 “Mundus Jovialis (De Wereld van jupiter).

In 1655 doet Huygens een belangrijke ontdekking “van den ring en den grootsten wachter Titan van de planeet Saturnus met een door hem zelf vervaardigde lens. Bron: “Het Lenzenlijpen in de 17e eeuw door Dr C.A. Crommelin , Amsterdam 1929.



Schyrlaus of Rheita's (opticus en astronoom Oostenrijk 1604-1660) lunar map (1645)

Oudste telescoop in Delft gevonden in Museum Prinsenhof in Delft <https://erfgoedstem.nl/oudste-telescoop-van-nederland-gevonden-delft/>

1612 waren alle astronomische ontdekkingen die gedaan waren: zonnevlekken, rotatie Jupiter, Manen door Galileo. Satelliet manen. Vlekgestaltes. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

In 1612 was de verrekijker uitontwikkeld. Galileo had het maximaal vergroot 2 lenzen tot midden 17e eeuw. 1645 Schyrl de Rheita. Boek ontwerpen lenzen noemt Johannes Wiezel lenzenslijper in meer lenzen om blikveld te vergroten. Met meer licht grotere vergrotingen maken. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Hier heeft Huygens op voortgeborduurd en Titiaan ontdekt. Saturnus had 'oren'. Draait ook om zon en dan kijk je tegen de zijkant aan; conclusie Huygens geen oren maar ringen. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Descartes wilde in Middelburg goede lenzen leren slijpen. Spinoza gebruikte de grotere. Technologisch werkte hij samen met Hudde en Huygens. Hudde zie boekje KB!! Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

In de 17e eeuw was hyperbolisch lenzen slijpen niet mogelijk. Huygens vernam van Newton dat wit licht kleuren heeft. Chromatische aboratie verschillende brandpunten per kleur!

Heeft theorie geschreven maar zijn pas later bekend geworden. Hyperbolische lens pas in de 20ste eeuw!
Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Objecten mogelijke bruiklenen of als bron tbv replica's

<https://museumboerhaave.wordpress.com/2011/04/07/remake-van-leeuwenhoek-microscoop/>

Uitgebreide informatie over Van Leeuwenhoeks microscopen inclusief waarnemingen.:
<https://lensonleeuwenhoek.net/content/parts>

Leidse Instrumentenmakersschool (eventueel benaderen voor bouwen van replica's?)

We weten uit nalatenschap van Spinoza dat hij slijpschalen had en microscopen en telescopen maakte. Peter Loumans, amateurastronoom heeft oude kijkers, geen 17e eeuwse Nederlandse telescopen. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Telescopen werden van blik gemaakt. Blikken buizen materiaal was het materiaal van telescopen van Huygens en Spinoza. Spinoza gebruikte blik voor telescopen. Deze werden niet zo sjiek uitgevoerd als de instrumenten van Huygens. Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Skokloster is kasteel en tijds capsule . Man is gestorven tijdens bouw. Vlakbij Uppsala, tussen Stockholm en Uppsala. Heeft in Leiden gestudeerd. Heeft meetinstrumenten. Blikken kijkers.



<https://skoklosterslott.se/skoklosters-slotts-historia/samlingarna-i-korthet/matbar-konst/>
Bron: gesprek Huib Zuidervaart in MHS 8 juli 2022

Een verrekijker.

Veldverrekijker, midden 17e eeuw. (Inventarisnummer 10656_SKO) Foto: Fredrik Andersson, Skokloster Palace/SHM (CC BY).

De collecties van Skokloster bevatten een aantal refractorverrekijkers van het type Lippeshey/Galilei, waaronder een aantal veldverrekijkers uit Nederland van grijsgeverfd plaatstaal. Zonder deze verrekijkers zou landmeten beperkt zijn gebleven tot korte afstanden.

“17^e eeuwse telescopen zijn schaars. Twee extra kijkertjes gevonden door archeologen met lenzen die niet volledig geslepen zijn. Een uit Delft handkijkertje 1610-1650 en een telescoop die zich in Kassel bevindt door Tijmen Codde uit Alkmaar 1670-1685. Bron: lezing Tiemen Cocquyt



Bodemvondst Delft. Handkijkertje, Nederlands, ca 1610-1650



Telescoopje, Astronomisch-Physikalishes Kabinett, Kassel. Vermoedelijk door Tijmen Jacobsz. Codde, Alkmaar, ca. 1670-1685



Telescoop met omkeerooculair, Giuseppe Campani, ca. 1665