

3082

*J*

# DĚJINY DALEKOHLEDU

OD

PAULINY ŠAFAŘÍKOVÉ.

1897

Zvláštní otisk ze »Zlaté Prahy« roč. XIII.



TISKEM A NÁKLADEM J. OTTY V PRAZE.

**U**ž Baco Verulamský před dvěma stoletími vyslovil prostou, však důležitou pravdu, že ve studium přírody málo platí holá ruka, nebo rozum ponechaný sobě samému; jest potřeba pomůcek a nástrojů. Že přírodní nauky v celém klasickém starověku přes všecken pronikavý důvtip řecký přece jenom uvázly v nejslabších počátcích, má příčinu hlavně v tom, že onen bystrý a nadaný národ pracoval v oboru přírodopytu, jak Baco praví, holou rukou, neznaje ani nejjednodušších fysikálních pomůcek, a jsa přinucen nahrazovati, čeho na této straně se mu nedostávalo, pouhou spekulací, často bezpodstatnou.

K nejmocnějším pomůčkám, které nám dovolují postihnouti více než pouhou povrchnost přírodních zjevů a hmot, a proniknouti takoruka do vnitra přírody, náležejí drobnohled a dalekohled. Bezmála souvěký vynález obou na začátku století 17., má význam nad pomyšlení veliký; jimi teprve nám otevřen neobmezený přístup k nekonečnosti přírody, ke světu nekonečné malému a světu nekonečně velikému. Zde pojednáme jen o druhém z nich.

Slouží to poněkud k pokoření pýchy lidské, že vynález tak dalekosáhlý, jako vynález dalekohledu, vynález, jenž změnil náš celý názor světový, nebyl výsledkem hlubokých vědeckých studií, a nestal se vynikajícím přírodozpytcem, ale byl činem náhody, a stal se nepatrným brusičem brejlí. Veliký nizozemský geometr a fyzik, Huygens, přiznává, že kdyby někdo z pouhé známosti základních vlastností světla důsledným rozumováním byl dospěl k sestavení dalekohledu, že by ho pokládal bezmála za vyšší nadlidskou bytost. Alexander Humboldt ve krásném historicko-filosofickém přehledu o rozvoji našeho poznání přírody ve druhém dílu svého »Kosmos« praví takto: »Světla nebeská zvěstují nám, že se nachází hmota i v nejdalších končinách všehomíra. Názor světa zakládá se na tom, co můžeme okem postihnouti. Vynález dalekohledu dal tedy člověčenstvu moc, jejížto meze dosud nelze vykázati.« A dále praví: »Na konci 15. a na začátku 16. století shledáváme soustředění velikých událostí v životě národův evropských na politickém, náboženském a mravním: reformaci, odkrytí nového dílu světa, Koperníkovu novou soustavu slunečnou, a výkvět umění malířského v Itálii. Tyto události měly ohromný vliv na rozšíření duševního obzoru člověčenstva, vzbuzující vznešenější názory, nový čilejší život a zlepšení společenských poměrů. Jest to pamětihodná shoda, že brzy po těchto událostech, které na povrchu zemském daly veškerenstvu nový, vyšší vzlet, následoval vynález nástroje, kterým se pojednou otevřely tajemné prostory

kosmické. Práce duševní kráčely teď ku předu navzájem se doplňují. K velkému netušenému pokroku v poznání světa hvězd družil se vývoj nauky mathematické, významná to skvělá doba duševního povznesení, která v dějinách národů nemá sobě rovné. Jest to ideální sdružení dvou století, kde postup intelektuální a mravní jedné doby vedl druhou ke konečnému poznání důležitých fysických pravd.\*

Nový rozvoj nauky hvězdářské počíná koncem století 16.; dříve nebylo potřebných pomůcek ke zkoumání hlubin nebeských, a badatelé věků předešlých byli obmezeni na pozorování zjevů, které možno postihnouti okem prostým. Tycho a Koperník opustili zemský svět, nejsouce si vědomi, že stojí na rozhraní nové skvělé doby, která člověčenstvu odhalí hlubiny světa, jejichžto nekonečnost v celém jejím významu posud nikdo nebyl tušil.

První ze jmenovaných velikánů trval do smrti pevně na staroklasickém a dvoutisíciletým všeobecným souhlasem takofka posvěceném stanovisku geocentrickém, jemuž země jest středem ostatního světa. Teprve druhý z nich vrozeným bystrozrakem badatele poznal mylnost nauky geocentrické, a se vzácnou silou a svobodou ducha, jsa kanovník římské církve, vyřkl a hlásal poznanou jím pravdu heliocentrickou, že totiž slunce jest středem a mocnářem soustavy planet, mezi nimižto země náleží k menším a skromnějším. Jest na jevě, jakou důležitost a jaké důsledky tento obrat myšlenek měl nejen pro přírodopyt, ale i ve světě filosofickém a mravním.

Po obou jmenovaných velikánech přišli na počátku století 17. dva jim sourodí: Galilei ve Florencii a Kepler v Praze. Ti směle uchopili pochodeň rozžehnutou Koperníkem, a přivedli ku konečnému vítězství představu heliocentrickou. K tomu ovšem bylo jim hlavně zabývati se studiem zákonů o pohybu hmoty, což oba učinili neunavnou prací mnoholetou, a mocným důvtipem matematickým i filosofickým. Galilei hlavně se stanoviska fysiky; Kepler se speciálnějšího stanoviska astronomie.

Že vítězství nauky heliocentrické, která přece v Koperníkově spise »De Revolutionibus Orbium Coelestium« už od šedesáti let před světem ležela, teprve vystoupením Keplerovým a Galileovým tak rychle a skvěle se rozhodlo, k tomu hlavně přispěl souvěký vynález dalekohledu a četné nové zjevy jím na nebi odkryté. Proto pochopujeme a jsme vskutku dojati, čtouce, jakým radostným nadšením oba vitali, dílem v soukromých dopisech, dílem ve svých publikacích, vynález v první své tvárnosti ještě velmi nedokonalý. »O nástroji mnohovědoucí!« volá Kepler v předmluvě své dioptriky (1611), »vzácnější nade všecka žezla! Kdo tě v pravici drží, zdaž nemá býti králem, nemá-li býti pánem nade dílem Božím? V pravdě ty tam co nad hlavami jest, mocná tělesa i pohyby, důvtipu podrobujš.«

\* \* \*

Než přistoupíme k vypravování dějinnému, chceme stručně připomenouti základní vlastnosti světla, pokud toho potřeba. Světlo ze zdroje

svého šíří se na všechny strany přímočárně, a paprsky jeho nemění směru svého, pokud se pohybují v témž ústředí. Jinak jest, jakmile přecházejí z ústředí do ústředí, na příklad ze vzduchu do vody nebo do skla. Dejme tomu, že obě ústředí jsou oddělena rovnou plochou, jako tichá voda v rybníce od vzduchu nad ní ležícího. Padá-li světlo na tuto plochu kolmo, pokračuje ve své cestě beze změny svého směru; padá-li šikmo, mění směr, čili láme se. Padajíc na povrch tělesa neprůhledného, světlo částečně jím se pohlcuje a zraku tratí (hmoty tmavé, jmenovitě černé), částečně odráží (hmoty světlé, jmenovitě bílé). Odraz světla jest buďto roztroušený, t. j. na všechny možné strany, anebo pravidelný, čili zrcadlový, t. j. v jistém určitém směru. Zrcadlo rovné, jako naše obyčejná domácí zrcadla, odráží paprsky rovnoběžné, t. j. tentýž společný směr mající, zase rovnoběžně; zrcadlo pravidelně prohlubené (ku př. vniterný povrch dokonale vyleštěné duté kovové koule) sbírá paprsky rovnoběžné od něho odražené do společného punktu, jenž slove ohnisko (focus). Zrcadlo vypuklé (na příklad zevnější vyleštěný povrch tétož koule) činí, že rovnoběžné paprsky po odrazu se rozbíhají.

Podobně věc má se při lomu světla; deska skleněná opatřena plochami rovnými a rovnoběžnými (na př. naše tabule v oknech) zůstává rovnoběžné paprsky rovnoběžnými; však jakmile má plochy pravidelně zakřivené, mění rovnoběžnost procházejících paprsků. Má-li plochy vypuklé, způsobuje, že paprsky za ní se sbíhají do ohniska; má-li plochy prohlubené, paprsky za

ni se rozbíhají. Kotouč skleněný, opatřený s obou stran pravidelnými plochami, jež mohou býti ploské (plan), vypuklé (convex) nebo prohlubené (concau), slove optická čočka. Povrch čoček a zrcadel optických bývá takofka výhradně zakřiven jako povrch koule; toliko výjimečně uděluje se mu zakřivení jiné (parabolické, eliptické, hyperbolické). Čočka, zrcadlo a hranol čili prisma jsou elementy, ze kterých záleží všechny optické nástroje.

Zákony odrazu nebo katoptrické jsou jednodušší než zákony lomu nebo dioptrické, ve shodě s tím objevuje se ve starobylosti zrcadlo dříve než čočka. Jest podobno pravdě, že povrch tiché stojaté vody a lesklé plochy přirozených krystalů byly první pobídkou k hotovení umělých zrcadel. Zrcadla ve starověku bez výjimky byla kovová, a sice bronzová, t. j. zhotovená ze slitiny mědi a cínu, která přijímá výborný lesk. Ve hrobkách egyptských, řeckých, římských a etruských nalezlo se na tisíce bronzových zrcadel, na zadní straně větším dílem opatřených krásnými výkresy a sáhajících námnoze do druhého tisíciletí před Kristem. Řek Pasiteles první hotovil zrcadla stříbrná, která později, jak Plinius nám vypravuje, tak zobecněla, že za jeho doby (80 po Kr.) už i služby nechtěly bronzových,

Španělský cestovatel a námořský důstojník Ulloa vypravuje (1748), že prabydlitelé peruanští za doby svého podmanění od Španělů už měli hojnost zrcadel, výborně broušených, s jedné strany plcských, s druhé vypuklých nebo prohnutých.

Později než zcadla vyskytují se čočky, však i ony sáhají hluboko do starobylosti. Ve britickém museu chová se jako vzácná památka čočka s průměrem několika centimetrů, broušená ze křišťálu, a nalezená ve zříceninách prastarého Ninive.

Starověk už věděl, že prohnutým zrcadlem možno paprsky slunečné soustřediti v té míře, že hořlavé předměty zapalují, t. j. znali zapalovací zrcadla. Plutarch vypravuje, že posvátný oheň na oltáři Vesty, když nedbalostí vyhasl, směl býti obnoven toliko paprsky slunečnými. Později i vymyslili, že Archimedes (214 před Kristem) zapálil zrcadlem lodi římské při obléhání města Syrakus, což však nemá žádného základu.

V Aristofanově veselohře »Oblaka« (400 př. Kr.) starý Strepsiades chlubí se, že našel dobrý způsob zbaviti se dluhů, a tož vypálením písma na dlužném spise pomocí skla, které slouží k rozdělení ohně. Seneca věděl, že malé a tmavé písmeny vypadají větší a jasnější, díváme-li se na ně skleněnou koulí, plnou vody. Týž autor vypravuje, že císař Nero, jemu souvěký a velmi krátkozraký, hledíval na hry gladiátorů smaragdem. Pro přílišnou stručnost slohu nedovídáme se, zdali mu onen smaragd sloužil ke zmírnění světla (jako nám šedé brejle), anebo zdali měl kámen prohloubené plochy, jako naše brejle pro krátkozraké.

Že starověk, aspoň pozdější, znal zvětšovací skla, jest pravdě podobno při neobyčejné zručnosti tehdejších umělců v mistrovském rytí velice drobných a jemných obrazů do drahých



kamenů, na vypuklých kamenách a prohlubných gemmách. Víme, že i moderní rytec do kamene při své práci neustále užívá lupy.

Theoretické poznání zákonů světla nebo optiky postupovalo velice zvolna, jakž nejlépe vidíme, že celý starověk přijímal mylné učení, Aristotelem téměř uzákoněné, že při vidění něco z oka vychází a k viděnému předmětu dochází (Synaue). První vědeckou optiku napsal ve druhém století po Kristu Ptolemaeus. Řecký originál jest ztracen, zachoval se toliko latinský překlad, učiněný ze překladu arabského; jeden exemplář v Oxfordě, druhý v národní knihovně Pařížské. »Tento velký muž,« praví Humboldt o Ptolemaeovi, »má nepopřené právo, by byl pokládán za zakladatele důležitého odvětví v optice.« Ptolemaeus konal první optické pokusy a zahájil směr experimentální. Jmenovitě první studoval refrakci, čili lom světla. Pouštěl tenký paprsek světla pod různými úhly na povrch klidné vody, a měřil úhel dopadu a úhel lomu; dokázal, že způsobem analogickým paprsky světla nebeských, když atmosférou šikmo procházejí, od přímé cesty se odchyľují; měřil tuto odchylku a upozornil astronomy, aby při užívání starších pozorování dbali této opravy. Jeho spis jedná i o zrcadlech, o odraze světla, o zraku a o theorii barev.

Odtud přichází mezera bezmála tisíciletá. Antický svět a jeho vzdělanost ustoupily středověku, době války, poroby a utiskování lidských práv; po celá století panovalo násilí, a věda uchýlovala se do tichých, odloučených kobek klášterských, ve kterých pilní řeholníci sbíráním

rukopisův, opisováním a překládáním mnohý poklad starobylosti dochovali k dobám lepším. Jediný národ Arabů tehdáž byl utěšenou výjimkou, ačkoli doba jeho rozkvětu netrvala dlouho. Ve dvanáctém století napsal Alhazen (zemř. 1038 v Kahýře) spis optický v sedmi knihách, jenž značí nemalý pokrok v nauce. Jedná v něm o zvětšující moci čoček, o refrakci světla, atmosféře zemské a o soumraku, ovšem jenom theoreticky, bez pokusů; však nelze upřít, že jeho spis obsahuje první základ k vynálezu brýlí. On i vysvětlil, proč vycházející hvězdu už vidíme nad obzorem, ač vskutku posud jest pod ním.

Téměř o dvě století později přišel učený anglický mnich františkán Roger Baco (roku 1214 až 1292). Byl netoliko všestranný učenec, ale i obdařen čilou fantasií, která se zračí ve všech jeho pracích, a vzácná jeho učenost zdála se tenkrátě věcí tak málo přirozenou, že mu vzbudila kromě obdivu i závist. Byl obžalován z čarodějství a po dlouhá léta vězněn ve Francii; propuštěn, vrátil se do své vlasti a zemřel v Oxfordě. Ve svém »Opus majus« probírá myšlenku, která vyúžitkovati prakticky lom paprsků. Můžeme-li blízké malé věci zvětšovati, proč bychom nemohli též přiblížiti věci vzdálené, jako slunce a měsíc? Zrcadlo vypuklé mohlo by snad sloužiti k pozorování vzdálených předmětů. Však nezmiňuje se nikde, že by se byl pokusil o sestavení podobného nástroje, a že ho nikdy nesestavil, je zřejmo z toho, co praví o možných jeho účincích, totiž, že by chlapec mohl vyhlížeti jako obr, a dospělý muž jako hora.

Nelze upříti, že Alhazenovo a Baconovo badání přispělo k vynálezu brejli, jenž se stal brzy po smrti anglického mnicha.

První brejle vyskytly se v Itálii na konci 13tého století, a podivno, že jméno muže, kterému děkujeme za tento vynález, pro človenstvo tak důležitý, není nad pochybnost zajištěno. V současné literatuře vyskytuje se několik jmen; však zdá se, že největší nároky na tuto čest má florentinský šlechtic Salvino degli Armati. V kostele Maria Maggiore dlouho nacházel se náhrobek (nyni už zrušený) s nápisem: »Qui giace Salvino degli Armati, inventore degli oschiali. Dio gli perdoni le peccata« 1317. (Zde leží Salvino degli Armati, vynálezce brejlí. Bůh mu odpusť hříchy.) Jiných zpráv o něm nemáme.

V 16tém století uveřejnil Veronský lékař, Fracastoro, o optice spis (1538), v němžto jedná též o účinku několika čoček dohromady složených. Tatáž myšlénka vrací se u Neapolského šlechtice Giambattista della Porta, jenž vydal 1558 spis ve čtyrech knihách nadepsaný »Magia naturalis«, a obsahující podivnou směsici fyzikálních pokusův a nejnesmyslnějších magických povídaček. Tento spis rychle rozšířil se po celé Evropě, byl přeložen do několika jazykův a brzy úplně rozebrán; 1589 vyšel v novém, velice změněném vydání s vynecháním nejhorších báhorek, ačkoliv jich dosti zbylo.

Porta pojednával první o dvou známých nástrojích, Camera obscura i Laterna magica; co do první, dokázáno později, že Leonardo da Vinci ji znal už asi 40 let dříve; co do druhé,

zdá se, že není pochyby o Portově prioritě. Císaři Rudolfovi II. v Praze, jenž čile se interesoval o všechny novosti v oboru umění a nauky, zalíbila se Laterna v té míře, že si touto optickou hračkou dal představití všechny císaře od Julia Caesara až k své vlastní osobě.

V Portově spisu nachází se následující místo: »Čočky prohlubené zřetelně ukazují věci vzdálené, vypuklé věci blízké, pročež možno na prospěch zraku užívati obojího. Sklem prohlubeným věci vzdálené vypadají malé, ale zřetelné, vypuklým blízké se vidí větší, ale mlhavé. Znáš-li oboje skládati jak se patří, zvětšené a zřetelné uvidíš jak věci vzdálené, tak i blízké.«

Z tohoto místa později reklamována prioritá vynálezu dalekohledu pro Portu, avšak bezdůvodně: dvě čočky těsně složené ještě nejsou dalekohled: k tomuto patří i určitý poměr síly obou čoček a určitá distance obou. Krom toho jest účinek skutečného dalekohledu tak rozdílný od účinku pouhých složených čoček, a tak překvapující, že chvástavý Porta, kdyby byl složil skutečný sebe slabší dalekohled, zajisté by nebyl opominul pustiti se o něm do dlouhých a chlubných řečí.

Avšak podobné úvahy a pokusy jako Fracastorovy a Portovy razily cestu ke skutečnému nálezu dalekohledu. Cest jeho patří malému, odlehlému Holandsku, kde r. 1608 zhotoven byl první dalekohled. První počátky tohoto vynálezu byly dlouho obklíčeny pochybnostmi, ačkoli záhy počalo se po nich pátrati; Ital Sir-

urus 1618 a francouzský lékař Borel 1655 vydali zvláštní spisy o tomto vynálezu, k nimžto s velikou prací sbírali zprávy a dokumenty; avšak teprve v našem století slovuťný matematik profesor Van Swinden v Amsterodamu prozkoumal listiny uložené ve státním archivu nizozemském, a uložil konečný výsledek svůj v pojednání, které vydal teprve po jeho smrti 1831 profesor Moll v Utrechtě.

Dne 2. října 1608 optikus Hans Lippershey, rodem z Weselu, žijící v Middelburgu, odevzdal generálním státům holandským žádost, aby obdržel na dobu třiceti let patent, anebo výroční pensí za vynález nástroje, kterým je možno viděti do dálky. Za tu cenu zavazuje se, že odevzdá svůj nástroj výhradně službě státní. Odpověděno mu, že má svůj náález dříve zdokonaliti, aby bylo možno hleděti oběma očima zároveň. Přece hned zvolena komise, do které povolána z každé provincie jedna osoba, aby nástroj vyzkoušela a podala dobré zdání. Komise uznala už 6. října, že nástroj je vskutku velmi užitečný, a uloženo vynálezci, by zhotovil tři podobné nástroje s čočkami křišťálovými, začež se mu vyplatí 900 zlatých. Lippershey tak učinil, zhotovil i žádaný nástroj binokulární, avšak patent nebyl mu povolen, poněvadž v tétěž době dvě jiné osoby ohlásily týž vynález, tak že výlučné užívání už nebylo možné. Už 17. října neodvisle podal žádost za patentování nového nástroje syn purkmistra v Alkmaaru, Jacob Adriaanszoon, známý též pod jménem Metius. Otec jeho byl onen Metius, jenž určil poměr průměru a periferie kruhu =

113:355. Práví, že podařilo se mu dlouhým přemítáním zhotoviti nástroj, jenž ukazuje předměty pouhým okem neviditelné, a prosí za ochranu vlády na 22 let, by směl samojediný takové nástroje hotoviti a prodávati. Dalekohled přiložený k žádosti je prý zhotoven ze špatného materiálu, ale ukazuje zajisté tolik, co onen předložený jistým občanem Middelburgským. Slibuje, že chce nástroj ještě zdokonaliti. Odpověděno mu, aby svůj vynález dříve zdokonalil, než s ním bude jednáno o udělení výsady. Zdá se, že Metius už se nepřihlásil; byl prý nepřístupný samotář, a jednou odmítnut, nechtěl podruhé nabídnouti; jenom několika přátelům bylo dovoleno nástrojem se podívat.

Jakub zabýval se broušením optických skel, a není nemožno, že měl svůj nástroj už hotový, neodvisle od Middelburgského, avšak priorita náleží Lippersheyovi, jenž vynález dříve ohlásil.

Současní spisovatelé nizozemští jmenují ještě třetího pretendenta, Zachariáše Jansena, též optika v Middelburgu; však není pochyby, že přišel teprve po Lippersheyovi a Metiovi. Pouštíme docela mimo sebe anekdotickou povídačku, že vynález učinily vlastně děti optikovy, hrajíce si čočkami náhodou složenými a hledíce jimi na vzdálenou věž, kde pak z nenadání spatřily kohouta na věži silně přiblíženého a zřetelného.

Pověst o novém vynálezu rychle rozšířila se po celé Evropě. Vyslanci cizozemští zasýlali z Nizozemska svým panovníkům zprávy o vynálezu, a vyslanec francouzský chtěl hned získati nástroj pro svého krále, což Lippershey

odmítl, poněvadž jeho jednání s vládou nebylo ukončeno. Král Jindřich IV. v jakési předtuše odpověděl vyslanci, že rád přijme dalekohled, o kterém mu píše, ačkoli by mu byl užitečnější nástroj, který by mu ukazoval věci blízké, tak jak skutečně jsou. Nedlouho potom byl Jindřich IV. zavražděn od Ravailaca.

První, jenž obrátil nový nástroj na oblohu nebeskou a zároveň jej zlepšil, byl slavný Galileo Galilei.

Meškaje návštěvou v Benátkách z jara roku 1609, uslyšel o holandském vynálezu, a jakmile se vrátil do Padovy, kdež byl profesorem matematiky na universitě, začal usilovně přemýšlet o konstrukci nového nástroje, a už po několika dnech podařilo se mu složití ze dvou čoček dalekohled téhož účinku jako nástroj holandský, avšak mnohem lepší. Jak známo, sklárství v Itálii záhy dosáhlo veliké dokonalosti (Murano), a patrně čočky italských optiků byly broušeny pečlivěji a z lepšího materiálu, než čočky holandské. Galilei předložil svůj dalekohled senátu Benátskému, jakožto vrchnosti své, kdež byl přijat jednohlasnou pochvalou, a Galileovi odměnou zdvojnásobněn plat.

Tvrdilo se tenkrát, že Galilei exemplář holandského dalekohledu viděl, a jeho konstrukci prohlédl, tedy vlastně jenom napodobil, což on sám rozhodně upíral. Několikrát ve svých spisech vrací se k této otázce s ujištěním, že sám zkoušel kombinaci čoček prohnutých a vypuklých, až došel výsledku, že tedy má stejné právo na vynález jako Nizozemec, který nejsa žádným učencem bez vlastního důmyslu naho-

dilým spojováním čoček jejich účinnost objevil. Galilei důrazně hájil své samostatnosti jako vynálezce. Ve svém »Saggiatore« (1623) praví: »Čteme ve starých spisech, že Archytas zhotovil létacího holuba; nuže, kdyby teď někdo chtěl zhotoviti podobný umělý mechanismus, trvám, že jistota úspěchu bude mu značnou podporou v jeho pokusech; ale přesvědčí se zároveň, jak málo mu prospěje pouhá vědomost, že někdo před ním tuto věc už udělal.«

Není příčiny, proč bychom nevěřili rozhodnému tvrzení muže tak vynikajícího, jenž tenkrát byl už jedním z prvních fysiků své doby a zajisté o theorii čoček věděl vše, co tenkrát známo bylo; pročež jeho důvtipu bylo snadno namířiti pokusy v tu stranu, ve kterou ukazoval pokyn z Holandska obdrženy.

Holandský dalekohled záleží z vypuklé přední čočky čili objektivu a prohnuté zadní čočky čili okularu; dalekohled Galileův měl tutouž konstrukci, ale byl zhotoven z dokonalejších čoček a dával obraz jasnější a silněji zvětšený. Jeho první exemplář zvětšoval toliko třikrát; však brzy zhotovil několik silnějších, až na konec došel k tubusu, jenž zvětšoval čili přibližoval předměty třicetkrát. Pak teprve obrátil svůj nástroj na předměty nebeské, a učinil na konci r. 1609 a na začátku 1610 svá věčně památná objevení na nebi: skvrny na slunci, hory a doly na luně, fásy Venuše, sate-lity Jupitera, nesčíslné hvězdy v mléčné dráze, hvězdokupy, mlhoviny atd. Odkrytí svá oznámil žasnoucímu světu spiskem, jenž vyšel v Benátkách v březnu 1610 pod titulem Nuncius Si-



dereus čili hvězdný posel, a byl dedikován velikému vévodovi toskánskému. Avšak s uznáním a obdivem dostavily se i odpor a závisť, jmenovitě od tuhých přívržencův Aristotelových i Ptolemaevých. Učený Jezovita Clavius pravil: »Ano, kdo chce uviděti satelity, musí míti nástroj, který je teprv utvoří;« a Galilei sám s nemalou veselostí vypravuje, že jeden profesor Padovský mermomocí ani nechtěl dalekohledem se podívat, aby snad neviděl to, co svědčilo proti jeho theorii nebes

Ve Florencii jest pěkné zvláštní museum »Tribuna del Galilei«, v němžto jsou uloženy četné fysikálné i astronomické přístroje tohoto učence a jeho žákův. Mezi nimi nachází se jako vzácná reliquie objektiv dalekohledu, kterým odkryl dne 9. ledna r. 1610 satelity Jupiterovy a poprvé spatřil skvrny na slunci. Galileův věrný žák Viviani odevzdal tento objektiv, tenkrát už prasklý, princí Leopoldovi dei Medici, který dal jej zasaditi do rámce ze slonové kosti a opatřiti nápisem.

Tou dobou dlel v Praze při dvoře císaře Rudolfa II. slavný Johannes Kepler, jsa už od delší doby ve vědecké korespondenci s učen-  
cem italským. Jakmile Kepler obdržel zprávu o Galileiových odkrytích, odpověděl obšírným veřejným dopisem, jenž vyšel 1611 ve Frankfurtě pod titulem »Dissertatio cum Nuncio Sidereo nuper ad mortales misso« (Rozprava se hvězdným poslem, nedávno ke smrtelníkům poslaným). Tento spisek naivně a zároveň úchvatně líčí nadšené pohnutí myslí, způsobené Galileiovými objevy. Kepler sám už dříve zabýval se

studiemi optickými, a r. 1604 uveřejnil spisek o nich. Vypravuje, že něklikráte tázal se ho císař Rudolf II., bylo-li by možno podle pokynu Portova zhotoviti nástroj pro hledění do dálky; však že odpověděl záporně. Později vší silou oddal se studiu běhu planet; teprve po vyjití Galileova spisu vrátil se k optice, a 1611 vydal malý, ale důležitý spis »Dioptrice«, v němžto poprvé geometricky zpytuje lom paprsků v různých čočkách, sběracích a rozptylovacích, pokud to bylo možno tenkrát, kde posud nebyl znám zákon lomu světla, jež teprve po smrti Keplerově objevili Snellius a Descartes. Proto mohl určití ohniskovou dálku čočky toliko v každém případě zvláště, nikoli všeobecně pro všechny případy, což dovedl teprve profesor Cavalieri v Bologni 1647. Kepler ve své knize vykládá ještě jiné možné konstrukce dalekohledu kromě holandské; z nich zvláště jedna podnes slove dalekohled Keplerův čili astronomický prostý. Záleží ze dvou čoček vypuklých, většího objektivu a menšího okuláru, dovoluje mnohem silnější zvětšení a poskytuje mnohem větší pole zřecí než dalekohled holandský, avšak ukazuje všechny předměty převráceny, proto slouží toliko v astronomii, kde tato okolnost nevádí. Kepler sám nekladl váhy na tyto své návrhy a patrně nikdy se nepokusil, aby je konstruktivně provedl; přiznával sám, že se neznal v broušení čoček, a patrně nedovedl si je opatřiti odjinud. První dalekohled Keplerský zhotovil učený jezovita Scheiner v roce 1613 a užíval ho hlavně k pozorování skvrn slunečních; bylť první systematický pozorovatel těchto

výjevů a počínal si v té práci opatrněji než Galilei, jenž svou horlivost v těchto pozorováních zaplatil oslepnutím, dříve částečným, potom úplným. Scheiner první zavedl pozorování slunce temně zbarvenými skly nebo temnidly, vloženými mezi okulár a oko, aneb »helioskopem«, t. j. promítnutím zvětšeného obrazu slunečného skrze dalekohled na bílou tabuli v zatemněné komoře, což dává obraz oku příjemný a několika osobám zároveň přístupný. Scheiner uveřejnil svá posud důležitá pozorování r. 1630 pod titulem »Rosa Ursina« ve foliantu neslýchaně rozvlácném, v němžto též obšírně vykládá konstrukci Keplerského dalekohledu, avšak bez jmenování Keplera.

Jest zajímavo, že Scheiner svá první pozorování o skvrnách slunce musil uveřejniti (1612) pod pseudonymem »Apelles post tabulam«, aby nedal pohoršení tehdejšímu učencům, jmenovitě bratřím své vlastní řehole; platiloť posud Aristotelovo učení, že slunce jest nejčistší oheň. Později vyvinula se dlouholetá, jízlivá hádka o prioritě tohoto objevu mezi Galileem a Scheinerem; prioritu objevu má Galilei, prioritu publikace žádný z nich, ale německý lékař i astronom Dr. Jan Fabricius, v červnu 1611.

Keplerův dalekohled hodil se pouze k účelům astronomickým, poněvadž dává obrazy obrácené. Byl to opět řeholník z řádu Kapucínů, Pater Antonín Schyrl ze Rheitu v Čechách, obyčejně zkrátka nazvaný Rheita (zemřel 1660), jenž sestavil a r. 1645 uveřejnil dalekohled terestrický, ze čtyř vypuklých čoček. Tato konstrukce dává obraz přímý jako dalekohled ho-

landský, avšak zrakové pole mnohem větší. Rheita první užíval názvu objektiv a okulár, t. j. čočka předmětná a očná. Galilei a Kepler nazývali dalekohled ve svých spisech »perspicillum« (hledítko); souvěký řecký učenec Demiscianus v Římě utvořil názvy teleskop a mikroskop, které ihned všeobecně byly přijaty.

Jest zajímavo pozorovati, kolik osob kněžského stavu tenkrát mělo vynikající účastenství u pěstování nauk přírodních, i tenkrát, když už papežská stolice v politování hodném procesu Galileově rozhodně byla vystoupila proti svobodnému badání. Jmenovitě v Itálii a Francii druhá polovice 17tého století vykazuje značný počet kněží, kteří ve fysice a v astronomii čestně se osvědčili. Jest dosti podobno pravdě, že hojné účastenství kněží v povolání profesorském přirozeně vysvětluje tuto okolnost.

Dalekohled, v rukou prvních vynálezců malý a slabý, rychle se vyvinul a dosáhl netušených rozměrův a účinkův. Nejvíce přispěli k tomu v Itálii Giuseppe Campani v Římě a Eustachio Divini v Bologni; v Nizozemsku pak veliký geometr a fysik Christian Huyghens se svým bratrem Konstantinem, sekretářem anglického krále Viléma. K astronomickým účelům jde hlavně o to, aby dalekohled předměty co nejvíce přibližoval, nebo co nejvíce zvětšoval; avšak čím více zvětšuje, tím musí míti větší objektiv a býti delší, a takž optikové rychlým pokrokem došli k dalekohledům zdělí 50, 100, 150 stop, a takovými to nad pomyšlení obtížnými, nemotornými stroji tehdejší astronomové konali první pozorování o povaze jednotlivých planet,

slunce a luny; zvláště mezi nimi vynikl ředitel Pařížské hvězdárny, rodilý Ital, Jan Dominik Cassini (zemř. 1712) a jeho synovec Filip Maraldi; pozorovali oba pomocí dalekohledů od Campani, které jim štědrost Ludvika XIV. za drahé peníze zjednávala.

O něco dříve než optikové itaští začal se zabývatí zdokonalením dalekohledu Huyghens, a už prvním dalekohledem svým, majícím 12 stop délky, podařilo se mu (1655) objeviti největšího mezi osmi satelity planety Saturna a vysvětliti podivné měnivé tvary, které tato planeta průběhem svého třicetiletého oběhu kolem slunce dalekohledu ukazuje a které po tu dobu nikdo nemohl vysvětliti. Huyghens dal vysvětlení v latinské větě: »Jest obklíčen kruhem tenkým, ploským, nikde s kulí nesouvislým, k ekliptice nakloněným.« První uveřejnění podal o tom r. 1655, druhé obšírnější (*Systema Saturnium*) r. 1658. Později Huyghens zabýval se více badáním v oboru fysiky theoretické, a co astronomický pozorovatel nevynikl tou měrou jako Cassini; za to v hotovení obrovských dalekohledů byl prvním mistrem svého století; brousil a leštil své čočky vlastnoručně, a jako pravý učenec nezištně uveřejnil metody a stroje, které si k tomu cíli vymyslel, kdežto Campani a Divini je tajili. Zachovaly se posud četné čočky Huyghensovy v Anglii a Nizozemsku, a novější jich zpytování ukázalo, že mají tvar bezmála naprosto bezchybný; většinu těchto skel zhotovil Huyghensův bratr Konstantin.

Též první dvanáctistopový objektiv, kterým Huyghens 1655 odkryl satelita Saturnova, za-

choval se do našich dnův. Harting odkryl jej r. 1867 mezi jinými starými čočkami ve fyzikálním kabinetě university Leydenské, a poznal jej tím, že na okraji má démantem vryté datum svého dokončení, a anagram, kterým Huyghens poprvé ohlásil odkrytí satelita Saturnova: *Admovere oculis distantia sidera nostris* (přiblížení vzdálené hvězdy k našim očím).

Hlavní obtíž v užívání tehdejších dalekohledů činila ohromná jejich délka, která rostla v poměru čtverce velikosti otvoru. Měl-li býti objektiv třikrát větší, musil býti dalekohled devětkrát delší, a vskutku nacházíme, že největší tři dalekohledy Huyghensovy měly délku 123, 170 a 210 stop: roury tak dlouhé pevně postavit a zabrániti jejich prohnutí vlastní tíží převyšovalo téměř možnost lidskou. Huyghens pomohl tomu důvtipným vynálezem dalekohledu vzdušného. Na prostorné rovině zapuštěn kolmo do země silný trám zvýší 50—90 stop; na hořejším konci byl upevněn pomocí kloubu volně pohyblivý objektiv, zasazený do krátké kovové roury, od níž vedla tenká, pevná hedbávná šňůra dolů k okuláru, jež pozorovatel v ruce držel a objektiv šňůrou dle libosti řídil. Délka šňůry rovnala se asi ohniskové dálce objektivu; ruka pozorovatelova spočívala na lehounkém přenosném podstavci; malá lucerna sloužila k tomu, aby pozorovatel za tmavé noci vzdálený ve vzduchu visící objektiv mohl vyhledati a řídit. Dvě olověná závaží udržovala čočky v rovnováze a několik menších částí doplňovalo tento důmyslný stroj, o němžto Huyghens tvrdil, že po některém cviku snadno a bez-

pečně se řídí. Trpělivost a vytrvalost těchto starých pozorovatelův jest obdivuhodna. Takovými nástroji Cassini a Huyghens pozorovali pásy Jupitera, jeho sploštění a rotaci, skvrny a rotaci Marsa, kruh a satelity Saturna, určili doby oběhu těchto satelitů atd.

Však nejvíce žasneme čtouce, že Pound a Bradley těmito nástroji konali mikrometrická měření planet, a Otto Struve v Petrohradě ukázal, že Bradleyova měření Saturna jsou nejspřávnější ze všech vykonaných až do konce století minulého.

Ředitel hvězdárny Leydenské, Kaiser, r. 1846 srovnal několik objektivů Huyghensových s novějšími dalekohledy od Merza v Mnichově a od Plossla ve Vídni; ukázalo se, jakž to vychází na jevo už z pouhého přirovnání pozorování starších a novějších, že síla starých dalekohledů je nepoměrně menší. Třípalcový objektiv Huyghensův ukazuje toliko dva satelity Saturna, dvoupalcový novější tři až čtyry.

Příčina, proč účinek prostého Keplerského dalekohledu nestojí v náležitém poměru k jeho velikosti, jest v okolnosti, která tehdejším fysikům nebyla jasna: v chromatické aberaci, v barevné odchylce prostých čoček. Při každém lomu bílé světlo slunečné nebo denní rozptyluje se na barvy duhové nebo prismatické, jak je vidáme ve skleněných hranolech, které visívají s lustrů. Následkem toho obraz světlych předmětů v dalekohledu prostém, utvořen jsa lomem v čočce, vždycky jest obklíčen barevnou obrubou, která vyniká tím více, čím více světlosti dalekohled dává, t. j. čím

větší jest, a jediný prostředek, aby se zmírnila tato vada, jest, dáti objektivu při témž otvoru největší možnou dálku ohniskovou.

Jiný prostředek k uvarování této vady jest, utvořiti obraz odrazem od prohlubeného zrcadla, neboť zrcadlo odráží paprsky všech barev týmž způsobem a obraz utvořený zrcadlem nemá barevných lemů.

První, jenž zkusil zvětšiti pomocí okuláru obraz odražený od prohlubeného kovového zrcadla, byl jezovita Nicolo Zucchi v Parmě; dle svého udání připadl na tuto myšlénku už r. 1616, ale uveřejnil ji teprve r. 1652. Jiný, poněkud přiměřenější návrh na sestavení dalekohledu zrcadelného čili reflektoru (spojením dvou prohnutých zrcadel proti sobě postavených) uveřejnil r. 1644 francouzský minorita Mersenne, avšak upustil od své myšlénky následkem námitek Descartesových.

Po něm chopil se úlohy skotský matematik James Gregory (zemřel mlád jako profesor v Edinburgu 1675). Ve své »Optica promota« r. 1663 uveřejnil svou konstrukci reflektoru, který po něm sluje Gregoriánský a bezmála až do konce minulého století zůstal v obecném užívání. Záleží ze dvou kovových zrcadel prohlubených, velikého, které tvoří primární obraz vzdálených předmětův, a malého, které tvoří zvětšený obraz sekundární, na nějžto se hledí zvětšujícím okulárem skrze malý otvor v centrum velikého zrcadla. Gregory podal úplnou theorii svého nástroje, však nedočkal se jeho provedení, poněvadž tehdejší optikové angličtí nedovedli zrcadla zhotoviti



v náležitě přesnosti a čistotě, jaké bylo při tomto třeba.

Teprve slavný Newton rozřešil tuto úlohu. Okolo roku 1670 učinil své základní objevení disperse, t. j. barevného rozptýlení světla. Dlouhým zkoumáním poznal, že bílé světlo záleží z nesčíslných světél barevných, majících rozličnou lomnost, a sice pro každou barvu jinou, ale pro tutouž barvu stálou. Následkem nestejně lomnosti různobarevných paprsků bílé světlo rozptyluje se každým lomem na duhové barvy, a Newton ukázal, že tato okolnost je hlavní příčina nedokonalostí tehdejšího dalekohledu, nikoli, jak do té doby se myslelo, tak nazvaná sférická aberace, t. j. nedokonalé spojení paprsků pomocí lomu na plochách kulových. Připadl sice sám na myšlénku, nebylo-li by možno, kombinováním různých průhledných medií opravit barevnou odchylku, avšak na základě jediného nezdařeného pokusu upustil od ní, prohlásil chromatickou aberaci dalekohledu za nezhojitelnou, a obrátil všechnu svou naději na dalekohled katoptrický čili reflektor. Navrhl jinou, jednodušší konstrukci než Gregory, která podnes se udržela jako reflektor Newtonův, a v nížto obraz velkým zrcadlem utvořený zachycuje se malým ploským zrcátkem uprostřed roury šikmo zavěšeným. Toto vrhá obraz stranou na stěnu roury, v níž se nachází okulár, kterým obraz se zvětšuje.

Newton, poučen nezdařem Gregoryovým, nespolehal na pomoc optikův, ale zhotovil svůj nástroj sám. Vyzkoumal opěťovanými pokusy sloučenství slitiny, dávající kov nejbělejší a nej-

lesklejší (dvě části mědi a jedna část cínu), vlastnoručně zrcadlo ulil a vybrousil, vlastnoručně i vyleštil, vyzkoumav dříve pronikavým důvtipem svým, že leštění nejlépe se děje pomocí t. zv. cínového popela na vrstvě smoly, kterýžto materiál posud slouží k tomu cíli a ještě žádným lepším nebyl nahrazen. Roku 1672 mohl první svůj hotový reflektor představití královské společnosti nauk v Londýně; jest asi 17 centimetrů zdělí, má rouru z lepenky, a spočívá na dosti primitivním stativu dřevěném. Zvětšuje 40krát, a účinkem svým rovnal se nejlepšímu tehdejšímu dioptrickému dalekohledům desetkrát delším. Stojí posud ve knihovně Král. Společnosti s nápisem: »Invented by Sir Isaac Newton and made with his own hands 1671«.

Téhož roku jako Newton (1672) profesor Mikuláš Cassegrain v Chartres ve Francii ohlásil vynález třetí konstrukce reflektoru, od obou předešlých rozdílné, která posud se udržela jako teleskop Cassegrainův; jest to modifikace teleskopu Gregoryova, mající místo prohlubeného malého zrcátka takové též vypuklé. V čistě optickém ohledě má značné výhody před oběma předešlými, přece však vešla nejméně v užívání. Po Newtonovi přišel též horlivý a neunavný jeho krajan Robert Hooke, a provedl skutečnou konstrukci teleskopu Gregoryova, která původci svému se nezdařila. Hooke byl muž neobyčejně důvtipný a neunavně činný ve fysice, zvláště v optice; ale byl též povaha nepokojná i vášnivá, jmenovitě hlavní odporce Newtonův, s nímžto neustále se hašteřil, nemoha

ani z daleka vyrovnati se mu hloubkou ducha i velikostí povahy.

Nadáli bychom se, že prostý dioptrický dalekohled reflektoru hned naprosto ustoupí; však toto se nestalo, hlavně pro mnohem větší technické obtíže, spojené s výrobou reflektoru. Teprve John Hadley, mechanikus v Londýně a místopředseda Královské Společnosti, první zhotovil větší reflektor (dle Newtonovy konstrukce), a předložil Královské Společnosti (1723) popis svého nástroje a pozorování jím konaných. Nástroj měl 5 střevců ohniskové dálky a ukazoval všecko to, co Huyghensův objektiv ohniskové dálky 123 stop, t. j. 25krát delší. Avšak všechny tyto práce byly brzo překonány vystoupením znamenitého skotského optika Jamesa Shorta (1710—1768). Studoval původně teologii, však brzy věnoval se mathematice, mechanice a optice. Dal přednost konstrukci Gregoryově, a zhotovil dle ní tisíce exemplárů nejenom neobyčejně dokonalých, ale též v rozměrech dříve nevídaných. Jeho oba největší reflektory měly ohniskovou dálku 12 stop, otvor bezmála 2 stopy a zvětšovaly až na 1200krát. Short učinil osmnácté století stoletím reflektoru, a četné dobře zachované exempláry ve sbírkách a na hvězdárnách svědčí podnes o dokonalosti a důkladnosti jeho práce. Za příčinou snadného oslepnutí kovových zrcadel Newton ve své Optice navrhol hotoviti zrcadla reflektorů ze skla, na zadní straně potaženého rtuťí; Short na počátku své činnosti konstruoval několik podobných, však brzo upustil od nich, poněvadž kovovým zrcadlům daleko se nerovnaly, a od té doby

přidržel se výhradně kovu. Short byl též první, který zhotovil aequatorial, t. j. dalekohled spojený se kruhy dělenými na stupně, a otáčející se kolem osy rovnoběžné s osou světovou. Takovým nástrojem, ač je-li správně postaven, možno zamířiti beze všeho hledání na každý předmět nebeský, jehožto rektascensi a deklinaci známe, ku př. vyhledati planety a světější stálice za jasného dne.

Polovice osmnáctého století způsobila veliký převrat v konstrukci dalekohledu. Jak už pravěno, Newton vyřknul, že lom světla bez rozptýlení na barvy jest nemožný, a zoufal nad možností odstraniti hlavní chybu dioptrického dalekohledu, chromatickou aberaci. Proti Newtonovi svědčila ta prostá okolnost, že v lidském oku máme neobyčejně silný lom paprsků, a přece žádnou aneb jen docela nepatrnou chromatickou aberaci. Už r. 1695 Oxfordský profesor David Gregory vyřknul ve svých Elementech katoptriky a dioptriky, že by snad bylo dobře, složiti objektiv dalekohledu z několika různých medií, jak to v oku učinila příroda, která nikdy nic nadarmo nekoná.

Jeho myšlénka zůstala nepovšimnuta, i teprve 50 let později veliký matematik Leonard Euler vyslovil, že různá průhledná ústředí v oku (mok vodnatý, mok skelný a čočka) mají snad za účel, aby zrušila chromatickou aberaci oka (1747). Vyvinul důsledky této myšlénky mathematickým počtem, a navrhl konstrukci objektivu pro dalekohled ze dvou čoček skleněných s vrstvou vody mezi nimi. Anglický optikus John Dollond, potomek vystěhovalých

hugenotů a prvotně tkadlec hedvábí, podnikl řadu pokusů k obránění Newtonova učení o nevyhnutelnosti chromatické aberace, avšak docela mimo nadání své našel, že jsou možny kombinace různých druhů skel, ve kterých barevná disperse jest zrušena a přece ještě zbývá silný lom světla. Zakládá se to v tom, že dle Newtonova mylného domnění hmoty průhledné měly světlo v témž poměru silněji roztrušovati na barvy, ve kterém je silněji lámou. Však Dollond brzy našel mezi anglickými skly dva druhy, které lámou světlo malo rozdílně, ale jeden z nich (sklo flintové čili flint) roztrušuje barvy bezmála dvakráte silněji než druhý (sklo korunové čili crown). Jeho důvtip ihned odvodil důsledky tohoto odkrytí, a konstruoval první objektiv achromatický, to jest žádných barevných lomů neokazující, složený z vypuklé čočky korunové a prohlubené čočky flintové.

Tento epochální vynález učinil 1757 a uveřejnil 1758 ve spisech Královské Společnosti Londýnské. Od té doby Dollond hotovil pouze achromatické dalekohledy, které jeho syn a nástupce Petr ještě značně zdokonalil. Vynález achromatických objektivů značí neobyčejně velký pokrok v dějinách optiky, a dalekohled achromatický byl by zajisté rychle a úplně vytlačil všecky druhy reflektoru, kdyby nebylo bývalo dvou okolností. První jest, že není lze dosáhnouti achromatismu úplného: zbývá vždycky velice malý zbytek barevného lemu, tak zvané sekundární spektrum, jenž ve velkých dalekohledech a pod silným zvětšením nepříjemně oko

uráží a čistotu obrazu ruší. Za druhé výroba optického skla bezchybného podléhá velikým obtížím a nechtěla v minulém století přes všecko úsilí fabrikantů a přes ceny vypsané od akademii náležitě se dařiti. Jmenovitě činilo obtiže sklo flintové čili krystal, které kromě obyčejných součástí (křemene a drasla čili potaše) vyžaduje velikou (až do 50 procent jdoucí) přísadu kysličníka olovnatého čili klejtu. Tento pro velikou svou hutnotu nepadno úplně se slučuje s ostatními součástmi, a tvoří ve skle žíly, které je činí k optickému užívání nezpůsobné. Z této příčiny nepodařilo se až do konce minulého století nikomu zhotoviti bezchybný achromat, jenž by měl větší otvor než čtyři palce, a tak se stalo, že reflektor ještě jednou vystoupil do popředí.

Slavný William Herschel (1738—1822), pužen touhou neodolatelnou, z hudebníka i komponisty stal se jedním z největších astronomických pozorovatelů všech století, a nucen jsa zhotoviti své nástroje vlastní rukou, vrhl se na konstrukci reflektoru, ve které brzy dosáhl takové dokonalosti a takových rozměrů, že překonal všecko, co před ním v té věci bylo vykonáno. Herschel je zjev tak mohutný, že od něho začíná nová skvělá doba astronomie, jmenovitě astronomie stellární, t. j. té, která jedná o nebi stálic. Ponechávajíce líčení jeho osudův a činnosti astronomické jiné příležitosti, obmezujeme se zde na jeho činnost optickou. Za patnáctiletého pobytu v Bathu, kde působil jako varhaník, ředitel orchestru a učitel hudby, maje někdy na 40 hodin týdně vyučovati, zhotovil se svým

bratrem Alexandrem asi 200 zrcadel ohniskové délky sedmistopové, 150 desítistopových a 80 dvacetistopových, bezmála výhradně dle konstrukce Newtonovy, která nejvíce prodal v Anglii a do ciziny, aby nabyl prostředkův k vědeckým pracem. Když r. 1781 objevením nové planety Urana pozornost celého světa na sebe obrátil, kral Jiří III. vykázal mu roční plat, aby mohl výhradně se věnovati astronomii. Posud byl pozoroval a objevy své činil reflektorem dvacetistopovým, majícím otvor 18 palců; se hmotnou podporou královou pokusil se o konstrukci dalekohledu co možná největšího, kterým by mohl vniknouti do nejvzdálenějších hlubin nebeských. Po tříleté usilovné práci byl v malé vsi Slough nedaleko Windsoru postaven jeho pověstný 40stopový reflektor, a roura jeho se zrcadly stojí posud na zděném podstavci v malé zahrádce, jako vhodný pomník muže, jenž na tomto místě vykonal práce nesmrtelné. Chvillemi až 40 mužů pracovalo pod Herschelovým řízením na zhotovení různých částí obrovského stroje, k němužto náležela dvě stejná kovová zrcadla, mající průměr  $49\frac{1}{2}$  palce a vážící po dvaceti centech. Roura ze železného plechu, čtyřicet stop dlouhá, musela býti dvacíti a čtyřmi muži na místo donesena, a lešení z ohromných trámů, řebříků a galerií bylo upraveno tak, že tubus mohl snadno býti obrácen každým směrem.

Bylo později tvrzeno nekritickými spisovateli, kteří jeden druhého opisovali, že tento obrovský nástroj zůstal pouhou kuriositou, a že nikdy neužilo se ho k práci vědecké, a že

zrcadlo za nedlouho za jedinou vlhkou noc úplně osleple. Tomu není tak: Herschel tímto nástrojem objevil v srpnu a září 1789 za tři neděle oba nejmenší satelity Saturna (Mimas a Enkeladus), které jeho dřívějších jakkoli mocných nástrojů zůstaly tajny, a ještě r. 1811 pozoroval tímto obrem mlhovinu Oriona.

Ovšem nemohl užívati tak kolosálního nástroje k systematickému prozkoumání celé oblohy, poněvadž čím větší nástroj, tím více závisí při pozorování jemných předmětů na povětrnosti. Čím více optická síla se zvětší, tím více se zvětší i nedostatky objektivu a jmenovitě drobné vlnění atmosféry, bez něhožto bez mála nikdy není.

Dle Herschelovy zkušenosti klima anglické dovoluje sotva 100 hodin do roka pozorovati nebe s úspěchem skrze reflektor čtyřicetistopový se silným zvětšením; bylo by tedy třeba 600 let k prohlédnutí celého nebe, kdyby na každý předmět díval se jenom jediný okamžik. Krom toho bylo řízení celého stroje dosti obtížno a vyžadovalo vždy několik pomocných sil; proto Herschel užíval svého největšího reflektoru toliko výjimkou k pozorováním zvláště jemným, a systematické běžné práce své konal hlavně pomocí vyhlášeného reflektoru svého dvacetistopového.

Začátek devatenáctého století přinesl dvě objevení druhu docela různého, která však obě dohromady opět způsobila obrat v umění teleskopickém. Jedno z nich bylo objevení pevných černých čar ve barevném spektru prismatickém, jmenovitě spektru slunečném, kteréž učinili nedokonale Wollaston (1804) a dokona-



leji Fraunhofer (1814). Toto objevení teprve usnadnilo přesné určení poměrů mezi dispersemi dvou různých skel, následovně přesný výpočet zakřivení, které nutno dáti plochám achromatického objektivu, aby chromatická aberace byla odstraněna co nejdokonaleji. Druhá podstatná okolnost bylo objevení pravého principu v přípravě skla flintového švýcarským truhlářem Petrem Guinandem (1744 až 1824). Roku 1805 Utzschneider v Mnichově povolal ho do svého nově zřízeného optického ústavu, by si zařídil samostatnou fabrikaci optického skla; zároveň byl do své služby vzal geniálního Fraunhofera, jenž, seznav Guinandův princip, po jeho odchodu samostatně jej zdokonalil a ve krátké době učinil Mnichovský optický ústav prvním na světě.

Roku 1801 zbořil se v Mnichově náhle dům dvorního sklenáře; několik obyvatelů zachránilo se útekem, ale žena majitelova a jeden učedník pohřbeni v ssutinách. Pracováno s úsilím o jejich zachránění, až po namáhání několika hodin vytažen čtrnáctiletý hoch nepatrně poraněn. Kurfirst Max Josef, jenž byl přikvapil a sám podněcoval k práci ochranné, s radostí uvítal hochu, daroval mu sto zlatých a nařídil zároveň dvornímu radovi Utzschneiderovi, aby vzal hochu do své ochrany. Tento hoch byl Josef Fraunhofer. Narodil se ve Straubingu r. 1787 jako jedenácté dítě chudého sklenáře, záhy osiřel a byl dán na vyučenou ke dvornímu sklenáři do Mnichova. Musil se zavázati, že bude pracovati šest let bez náhrady. Mistr byl muž obmezený a přísný, jenž nechtěl učed-

níku ani v neděli dovoliti čtení nějaké knihy; však odtud obrátil se Fraunhoferův osud. Části královského daru užil na zakoupení malé brusírny optické, a ve prázdných chvílích cvičil se ve broušení čoček; ideál jeho byl, státi se výborným optikem. Jeho ochránce Utzschneider daroval mu několik matematických a fyzikálních učebnic; avšak ubohý učedník nesměl ani večer ve své komůrce rozsvítiti.

Konečně odkoupil zbytkem svých peněz část svého otroctví; musil sic dále pracovati u mistra, ale mohl aspoň navštěvovati nedělní školu a semo tamo konati malé práce optické. Brzy mohl podrobiti se malé zkoušce z matematiky, a obstál výborně. Utzschneider, jenž byl spolumajitel mechanicko-optického ústavu v Mnichově, doporučil Fraunhofera svému společníkovi, geniálnímu mechanikovi Reichenbachovi, a mladý muž vstoupil do ústavu jako spolupracovník. Chtěje rozšířiti mechanickou dílnu v Mnichově, Utzschneider přestěhoval optickou dílnu do blízkého Benediktbeuern, a odevzdal její samostatné řízení devatenáctiletému Fraunhoferovi.

Nyní Fraunhofer byl na svém místě: jeden výtečný nástroj po druhém opouštěl jeho dílnu, jedno důležité pojednání za druhým jeho péro; stal se doktorem, profesorem, členem akademie nauk a (1818) samostatným ředitelem optického ústavu, když tento od ústavu mechanického se oddělil. Vypracoval novou přesnější theorii achromatického objektivu, která však nikdy nebyla uveřejněna, a jeho dalekohledy dosáhly na tomto základě takové optické síly a doko-

nalosti, že dosud jsou na slovo vzaty, málokým dostiženy a nikým nepřekonány. Nejznamenitější dva nástroje z jeho rukou vyšlé jsou refraktor s devítipalcovým objektivem pro hvězdárnu Dorpatskou (1826), kterým starší Struve konal mnoholeté podivuhodné práce o dvojhvězdách, a důvtipný, velice komplikovaný heliometr s objektivem šestipalcovým pro hvězdárnu Královeckou (1829).

Tímto druhým konal veliký astronom Bessel svá podivuhodná mnoholetá měření planet a stálic, jmenovitě své první zdařilé určení paralaxy 61té hvězdy v Labuti. Oba nástroje jsou po sedmdesáti letech úplně zachovány a ve stálém užívání; druhý z nich byl postaven teprve po smrti svého původce; zemřel Fraunhofer už r. 1826, maje toliko 39 let věku svého: přílišná činnost ztrávila před časem jemný jeho organism; náhrobek jeho nese nápis: »Approximavit sidera« (Hvězdy k nám přiblížil).

Optickou silou nástroje Fraunhoferovy zůstávaly za Herschelovými, dokonalostí jmenovitě mechanickou daleko nad ně vynikaly. Velké reflektory Herschelovy měly vesměs stojany dřevěné a řídily se pomocí řetězů a provazů; Fraunhofer adoptoval pro větší své dalekohledy pokud možno konstrukci kovovou a postavení paralaktické či aequatoriální, o němž nahoře při Shortovi zmínka se stala; jmenovitě zdokonalil své velké refraktory přidáním hodinového pohybu, jehožto pomocí dalekohled samočinně za hvězdami jde i astronomovi volné ruce zůstává; pak přidáním velmi dokonalého mikrometru, t. j. stroje ku přesnému měření drobných úhlů na nebi.

Nástupci Fraunhoferovi v Mnichově přesně šetřili jeho method, pečlivě v tajnosti chovaných, ku kterým pokud vědomo sami nic podstatného nepřidali, a tím udrželi až do polovice našeho století ve svých rukou monopol v dodávání velikých dalekohledů hvězdárnám celého světa. Zvolna i v tom oboru chystaly se veliké změny, a tož dvojím směrem.

V Anglii nedlouho po smrti Herschelově vysoce vzdělaný a mohovitý šlechtic, Lord Oxmantown, pozdější hrabě Rosse, vstoupil do šlepějí Herschelových, a vytknul si cíl: přivésti reflektor k větší dokonalosti a možno-li k větším rozměrům, než přivedl jej Herschel. Obojí skvěle vydařilo se mu po patnáctiletém úsilí; r. 1840 postavil reflektor vlastní práce otvoru třístopového, a pět let později reflektor otvoru šestistopového (183 centimetrů) a ohniskové dálky 54 stop (16 metrů).

Druhý z těchto nástrojů jest největší dalekohled doposud existující. Spočívá na mocném, umělém mechanismu mezi silnými stěnami, položenými ve směru meridianu, a zrcadlo samotné váží 75 centů. Lord Rosse nezištně popsal všechny pokusy vedoucí ke konstrukci těchto dvou nástrojů ve dvou památných pojednáních, plných vzácného důvtipu a poučení; nástroje pak samotné věnoval takřka výhradně na studium mlhovin, začaté a založené Herschelem; hlavní výsledek toho studium bylo objevení spirální struktury ve značném počtu těchto záhadných těles. Věčná škoda, že tento vzácný nástroj postaven jest ve hraběcím sídle Parsonstown, v centrum mlhavého, deštivého

Irska. Syn hraběte Rossa (zemř. 1868) pokračuje v astronomických pracích svého otce.

Bezmála zároveň s lordem Rossem počal zabývat se hotovením reflektorů anglický průmyslník William Lassell v Liverpoolu, a vynikl obzvláštní dokonalostí svých nástrojů. K broušení a leštění svých zrcadel užíval stroje založeného na principu docela jiném než stroj Rossův, a není pochyby, že zrcadla Lasselova náležejí k nejdokonalejším, která vůbec kdy byla zhotovena. Roku 1844 postavil reflektor dvacetistopový, otvoru dvou stop; r. 1860 pak sedmatřicetistopový otvoru čtyř stop. Prvním z nich objevil satelita planety Neptuna, dva nové satelity Urana a osmého satelita Saturnova; oběma pak vykonal četná důležitá pozorování a měření velikých planet a mlhovin, kterými se postavil mezi přední pozorovatele našeho století. Lassell první s úspěchem opatřil své reflektory paralaktickým pohybem, a dvakráte se svými nástroji ztrávil po několika letech na ostrově Maltě, aby těžil z tamního neobyčejně jasného čistého nebe. Po návratu do Anglie postavil toliko menší ze svých dvou velikých reflektorů, a onen veliký nabídl darem hvězdárně v Melbournu v Australii; avšak dar jeho z neznámých příčin byl odmítnut, a nový reflektor téže velikosti objednan od Grubba v Dublině. Po několika letech Lassell, nemaje naděje, že svého kolosa v bednách uloženého už kdy postaví, dal celý nástroj rozbiti a prodal jej jako starý kov. Vypravuje sám, že mu srdce zabušilo, když zvonáři mocnými ranami kladiv jeho krásná dvě zrcadla rozbili a čistotu i lesk kovu

chválili. Reflektor dvacetistopový po jeho smrti (1880) darován hvězdárně Greenwichské, kdež posud stojí a vědě slouží.

Velikého zdokonalení dostalo se reflektoru vynálezem skleněných zrcadel postříbřených, jež učinil Angličan Drayton r. 1844, a do optiky zavedli — neodvisle jeden od druhého — C. A. Steinheil ve Mnichově 1856 a Leon Foucault v Paříži r. 1857. Chemickým způsobem možno potáhnouti vyleštěné sklo jedностejnou tenkou mázdrou stříbrnou, na obě strany úplně lesklou; připravíme-li tedy skleněné zrcadlo dokonalého tvaru, a postříbíme je chemicky, máme zrcadlo stříbrné, které poskytuje před kovovým dvě znamenité výhody:

1. stříbro jest mnohem bělejší a lesklejší než zrcadlovina, t. j. slitina, z nížto obyčejně zrcadla se hotoví, dává tedy zrcadlo stříbrné obraz světlejší a čistší než kovové;

2. kovové zrcadlo, není-li pečlivě chráněno a není-li z kovu nejlepšího, časem nabíhá a slepne, a musí býti přeštěněno; však toto přeštěnění je operace velice choulostivá, a v rukou neumělých může udělati ze zrcadla výborného docela prostřední nebo i špatné.

Zrcadlo stříbrné nabíhá též, ale je-li naběhlé, stačí chemickou cestou rozpustiti zkaženou vrstvu stříbra a místo ní opatřiti novou, čímž kvalita zrcadla se nemění, poněvadž ona závisí jen na přesném tvaru skleněné plochy ležící pod stříbrem. Secretan v Paříži a Browning v Londýně ujali se horlivě tohoto vynálezu a zhotovili několik set výborných nástrojů tohoto druhu, jmenovitě pro milovníky astronomie,

v Anglii a ve Francii mnohem čtenější, než v jiných zemích. Těmto se nástroj zamlouvá větší lehkostí, krátkostí a obzvláště mnohem větší lácí než achromat. Největší nástroje toho druhu posud existující stojí na hvězdárně Pařížské (otvor 120 centimetrů) a na privátní hvězdárně Dra. Commona v Ealing blíž Londýna (otvor 5 anglických střečů či 152 cm.); první slouží hlavně spektroskopickému zkoumání slunce a stálic, druhý fotografii nebes.

I druhý hlavní tvar dalekohledu, achromat či refraktor, v druhé polovici našeho století dočkal se značných proměn. Do té doby optický ústav Mnichovský zachovával monopol, obzvláště tím, že sám vyráběl optické sklo velmi dokonalé, ze kterého nikomu ani kousku nepopustil; od řečené doby pak začal Guinandův vnuk Feil v Paříži vyrábět optické sklo v dokonalosti a rozměrech neustále rostoucích, až na konec převýšil všecko, co Mnichov kdy v tomto oboru dovedl. Ředitel jeho dílny Bontemps později přestěhoval se do Anglie, a jeho pomocí zařídil si fabrikaci optického skla na velko též Chance v Birminghamu, a nyní byla optikům celého světa dána možnost, aby se účastnili čestné konkurence s ústavem Mnichovským, ve které zvláště vynikli Angličané Cooke v Yorku, Grubb v Dublíně a Amerikán Clark v Bostoně, nejnověji též bratři Henry v Paříži. Jest paměti-hodno a charakteristické pro anglosaskou povahu, že Cooke byl vesnický učitel, jemuž k nejprvnějším pokusům v konstrukci dalekohledu sloužil spodek rozbité sklenice, a Alvan Clark byl původně malíř podobizen; však oba

důmyslem a vytrvalostí vznesli se na první mistry svého oboru.

Vídeňskou hvězdárnu zdobí veliký refraktor od Grubba s otvorem sedmadvaceti palců (69 centimetrů) postavený roku 1883 v nádherném mramorovém paláci; sloužil posud hlavně k pozorování malých planet a slabých komet. Cooke měl dosud méně příležitosti ke konstrukci dalekohledův největšího druhu; jeho nástroje prostředních dimensí vynikají velikou dokonalostí.

Avšak první místo mezi mistry u hotovení mocných dalekohledův dobyla si v naší době bez odporu firma Alvan Clark v Cambridgeport v severní Americe. Už první nástroje tohoto mistra skorem před čtyřiceti lety vzbudily pro velikou svou dokonalost obdiv znalců, a od těch dob vyšlo z dílen Clarkových (nyní po smrti zakladatele pod řízením obou jeho synů) více nástrojů a větších než ze všech ostatních dílen dohromady.

K nejskvělejším výrobkům jeho dílny náleží mohutný refraktor Washingtonský s otvorem 26 palců, proslulý objevením dvou malinkých satelitů Marsových; pak ještě mohutnější 30palcový dodaný pro hlavní hvězdárnu ruské říše v Pulkově; konečně nejmohutnější refraktor, nyní existující, s otvorem 36 palců, postavený na Lickově hvězdárně na hoře Hamiltoně v Kalifornii.

Jest zvláště hodno povšimnutí, že všechny četné hvězdárny ve Spojených Obcích amerických, mimo jedinou hvězdárnu státní mariny ve Washingtoně, jsou založeny a hojně vstrojeny nákladem bohatých soukromníkův a kor-



porací. Zakladatelem hvězdárny na hoře Hamiltoně byl hotovitel pian a varhan v San Francisku James Lick, který svým závodem a šťastnými spekulacemi nabyl velkého jmění. Chtěje zachovati památku svého jména do budoucnosti, původně zamýšlel dát si vystavět při vchodu do přístavu San Franciska náhrobek v podobě a velikosti egyptské pyramidy. Několik rozumných přátel odvrátilo jej od té myšlenky připomenutím, že by jeho náhrobek ve válce mohl sloužiti nepříteli za terč a mohl býti zničen; a takž na konec odkázal ve své závěti 800.000 dolarů (2 miliony zlatých) na zařízení nové hvězdárny s podmínkou, že pod pilířem velkého refraktoru má odpočívati jeho mrtvola. A tak se stalo: mistrovský kus Alvana Clarka jest zároveň náhrobkem zakladatele hvězdárny. Nejdůležitější objev posud učiněný Lickovým refraktorem jest pramalinký pátý satelit Jupiterův, jenž ve dvanácti hodinách obíhá kolem své obrovské planety.

Z té doby firma Clark podnikla konstrukci nástroje ještě většího na útraty Chicagského občana Yerkesa; má otvor 40 palců či 102 cm.; jest už dokončen, ale posud není uveden v pravidelnou činnost.

Prostý dalekohled zvětšující asi třikrát, jenž ve svém začátku byl od Galilea a Keplera vítán tak nadšeně, zmohutněl a zdokonalil se během času měrou úžasnou. Lepenková roura asi stopu dlouhá a toliko v rukou držená nebo umístěna na chatrném dřevěném stojánku, proměnila se v gigantský kovový stroj, jenž váží jako na př. Yerkesův teleskop 1500 centů, a

jenž v sobě spojuje nejdokonalejší vymoženosti optiky a přesné mechaniky. Náleží k němu dělené kruhy, hodinový stroj, jenž dalekohledem hýbe, mikrometr, elektrické osvětlení, spektroskop atd.; stojí pod obrovskou točitou střechou, která na všechny strany hleděti dovoluje, jest opatřen pohyblivými sedadly, anebo podlahou, která stisknutím ruky libovolně se zdvihá a spouští, aby pozorovatel nemusel svou polohu měniti. Zdá se, jako by dalekohled a celý jeho mechanismus už byly dosáhly krajných mezí; avšak badavý duch lidský ani teď se neuspokojí, a kam dojde ve stoletích příštích, neví nikdo. Není pochyby, že nynější veliké dalekohledy dosahují do hlubin nebeských, ze kterých světlo potřebuje celá tisíciletí než k nám dojde; a přece fotografie nám otvírá cestu, která vede ještě dále a hloub. Tím, že na místo oka postavíme velmi citlivou fotografickou desku a exponujeme ji co možná nejdéle, poznáváme existenci četných nových předmětů nebeských, které oko lidské už nevidí, třeba bylo vyzbrojeno nejmocnějším dalekohledem. Hledíme na tyto divy jiných světů, které duch lidský dosud sotva tušil, jako na nějaká nová zjevení; poznáváme živěji než kdy před tím nekonečnost všehomíra, a čerpáme z toho důvodnou naději, že ani v nejdalší budoucnosti ani nejskvělejší um lidský nedostihne mezí, a že potomkům vždycky zůstane otevřena cesta k dalším pokrokům.



