

izvirni znanstveni članek

UDK 929(091) Gruber G.
929(091) Gruber T.
37(497.4 Ljubljana):371.2"16/17"
prejeto: 14. 3. 2003



Stanislav Južnič

dr. zgodovinskih znanosti, Fara 2, SI-1336 Vas

Pedagoško in znanstveno delo bratov Gruber

(Ob dvestoletnici izvolitve generala jezuitskega reda Gabrijela Gruberja)

IZVLEČEK

Raziskali smo delo najbolj znanega ljubljanskega jezuita Gabrijela Gruberja in njegovega polbrata Tobije. Posebno pozornost smo posvetili njunemu raziskovanju hidromehanike, geologije in optike. Opisali smo njune povezave z drugimi raziskovalci, še posebej z Boškovičem.

KLJUČNE BESEDE

Ljubljana, jezuiti, Rudjer Josip Bošković, Gabrijel Gruber, zgodovina fizike, zgodovina geologije

SUMMARY

THE PEDAGOGICAL AND SCIENTIFIC WORK OF THE GRUBER BROTHERS (AT THE BICENTENARY OF THE ELECTION OF THE ORDER OF THE JESUITS GENERAL GABRIJEL GRUBER)

We have researched the work of the most known Jesuit of Ljubljana Gabrijel Gruber and his stepbrother Tobija. We paid special attention to their researching of hydromechanics, geology and optics. We have described their connections with other researchers, particularly with Bošković.

KEY WORDS

Ljubljana, Jesuits, Rudjer Josip Bošković, Gabrijel Gruber, history of physics, history of geology

1. UVOD¹

Gruberjev oče je bil premožen dunajski orožar slovenskega rodu.² Gabrijel Gruber je bil rojen 4. maja 1740 in dva dni pozneje v dunajski cerkvi Mariahilf krščen kot Gabriel Erhard Johannes Nepomuk.³ Tudi njegovi mlajši polbratje Tobija,⁴ Janez Nepomuk⁵ in Anton⁶ so bili jezuiti. Vsi so se odlikovali v matematičnih znanostih in so med seboj tako tesno sodelovali, da je zgodnje delo Gabrijela in Tobije med seboj težko ločiti. Lanska dvestoletnica izvolitve Gabrijela Gruberja (1740-1805) za generala jezuitskega reda je gotovo prava priložnost za raziskovanje njegovega dela.

2. GRUBERJEV POUK V LJUBLJANI

Dne 9. avgusta 1766 so izdali dvorni odlok za obrtno šolo v Ljubljani. Ob nedeljah in praznikih naj bi poučevali mojstre in predvsem pomočnike o uporabi šestila in merila v civilnih in vojaških umetnostih. Podobno šolo je od leta 1765 vodil Leopold pl. Apfaltrer (1731-1804) v Celovcu. V Gradcu so imeli šolo za zidarske, tesarske in kamnoseške mojstre.

V soboto 4. junija 1768 je prišel profesor eksperimentalne mehanike Gabrijel Gruber iz Judenburga v Ljubljano in postal naslednjega leta predstojnik katedre za risanje, geometrijo, mehaniko in hidravliko na jezuitskem kolegiju v Ljubljani, ki so jo ustanovili na pobudo Kranjske kmetijske družbe. S poukom so pričeli 8. aprila 1769. V jezuitskem dnevniku je bil Gruber označevan kot profesor mehanike, leta 1770 tudi kot "Exhortator Dominicalis". V decembru je vedno hodil na duhovne vaje, navadno skupaj z vodjo semenišča Maksimilianom Moravčerjem (Morautscher, 1721-

1806),⁷ ki je leta 1761 v Ljubljani poučeval fiziko.

Gabrijel Gruber je 15. januarja 1773 dobil 2000 goldinarjev za gradnjo šole za mehanične in hidravlične študije in je še istega leta začel z zidavo.⁸ Po poročilu iz 12. junija 1773 je Gruber hotel ob Ljubljani v neposredni bližini jezuitskega kolegija postaviti državno ladjedelnico. Tam je imel že spravljen ladjedelski les in ladje. Vendar je gradnja odpadla zaradi finančnih težav,⁹ gotovo tudi zaradi prepovedi jezuitskega reda.

Gruber je obdržal katedro na liceju v Ljubljani do leta 1784. Na katedri za mehaniko in hidravliko, kjer je poučeval tudi nizke gradnje in mapiranje, je imel poseben ladijski "brodarski" oddelek, ki so ga obiskovali celo Benečani. Jurij Vega (1754-1802) je tako ob koncu študija v letu 1775 prejel diplomu z nazivom "brodarski inženir", ki ga je usposabljala za projektiranje mostov, pristanišč in suhih dokov. Kot brodarski inženir je Vega dobival plačo 600 goldinarjev.¹⁰ Brodarska šola v Ljubljani je nastala znotraj širših prizadevanj po pomorstvu v habsburški monarhiji, ki jih je začel Karel VI. z razglasitvijo svobodne plovbe po Jadranu leta 1717.

Med letoma 1774 in 1783 so bili na plačilnem seznamu kranjskih deželnih stanov tržaški modelar Spirito Vigo s plačo 1 fl 8 kr na dan, Tržačan Michelle Gabiatti s 30 goldinarji na mesec in Pirančan Checco (Franc) Davanzo z enako plačo. Ob njih sta bila zaposlena še sodelavca Dominik Persoljo in Franc Perušič s plačo po en goldinar na dan. Njihovo delo v Ljubljani je bilo povezano z Gruberjevim predlogom za ustanovitev državne ladjedelnice ob Ljubljani. Vigo je bil zaposlen od 18. februarja 1774, ostali pa bržkone že od leta 1772.

Med letoma 1772 in 1774 so pri Gruberju izdelovali modele za rečne ladje, ki so plule po Ljubljani in Savi. Po prihodu "najspretnjšega ladijskega mojstra" Viga so izdelovali modele pomorskih ladij za pouk pri Gruberju. Modeli so danes last Narodnega muzeja v Ljubljani, hrani pa jih Pomorski muzej Sergeja Mašere v Piranu. Izdelovali so modele za korvete, trgovsko dvojarnico z 80 do 100 ton nosilnosti in vlačilec za les v plitvih vodah severnega Jadrana. Vsaj en model fregate so izdelali po portugalskem vzoru, morda pod vplivom pomorske šole v Sagresu na rtu St. Vincenta, ki jo je princ Henrik Pomorščak (1394-1460) ustanovil leta 1418. Šolo so strokovno in upravno najprej vodili dominikanci, nato pa jezuiti. Jezuiti so bili pregnani s Portugalske, preden je

¹ Za pomoč se zahvaljujem dr. prof. Jožetu Grasselliju in dr. Lojzetu Kovačiču, S. J.

² Ingot, La Compagnia, str. 98-99, 256, 287.

³ Ingot, Gabriel Gruber, str. 357.

⁴ TOBIJA GRUBER, 12. 9. 1744 Dunaj, roj. – 18. 10. 1860 Dunaj, vstop. – 31. 3. 1806 Praga, u. 1761-1762 Dunaj, noviciat – 1763 Leoben, štud. hum. – 1764-1765 Gradec, štud. fil. – 1766 Dunaj, rep. jezikov – 1767 Passau, gra. 1768-1773 Dunaj, rep. mat, teol. – 1774-1777 Temišvar, navigacijski ravnatelj – 1780-1806 Praga, ravnatelj kameralnih posesti na Češkem in predsedovatelj češke znanstvene družbe, ustanovljene v Pragi leta 1777 (Stoeger, Scriptorio, str. 111-112; Lukács, Catalogus 1, str. 473).

⁵ JANEZ NEPOMUK GRUBER, 1746 Dunaj, roj. – 1762 Dunaj, vstop. – 1766-1767 Gradec, štud. fil. – 1768 Neustadt – 1769-1770 Gradec, štud. jezikov, mat. – 1771-1772 Krems, gra. – 1773 prof. teol. (Lukács, Catalogus 1, str. 471).

⁶ ANTON GRUBER, 26. 3. 1750 Dunaj, roj. – 18. 10. 1765 Dunaj, vstop. – 1819 u. 1769 Gradec, štud. fil. – 1770-1772 Dunaj, štud., rep. mat. – 1773 Krems – 1773 Ljubljana, pomaga bratu Gabrijelu pri računanju – 24. 4. 1788-1802 Ljubljana, prof.mat., asesor. (Lukács, Catalogus 1, str. 468).

⁷ Vrhovnik, Mali zapiski, str. 98; Kopatkin, Gabrijel Gruber, str. 9; Serše, Začetki obrtnega šolstva, str. 42.

⁸ Pahor, Gabrijel Gruber, str. 13.

⁹ Pahor, Gabrijel Gruber, str. 14.

¹⁰ Kopatkin, Gabrijel Gruber, str. 9.

Gruber začel s pedagoškim delom. Tako so neposredno vplivali na Gruberjev pouk brodarstva. Trgovske stike s Portugalci je imel že med letoma 1721 in 1724 kranjski ladjar Franc Henrik pl. Raigersfeld (1697-1760), družabnik reškega podjetja d'Orlando in član tedaj ustanovljene Orientalске družbe. Njegov sin baron Mihael Amadej Janez Nepomuk Raigersfeld (1744-1783) je leta 1763 na Terezijanišču poslušal predavanja fizike nekdanjega ljubljanskega profesorja Janeza Krstnika Schöttlja (1724-1777), prirejena po učbeniku Paula Maka von Kerek Gedeja (1721-1793). Starejši sin Janez Luka Raigersfeld (1735-1817) je po končanem Terezijanišču leta 1756 odšel v avstrijsko diplomatsko službo v London, kjer je gotovo sodeloval v Gruberjevi evropski politiki. Kot namestnik odsotnega veleposlanika je Janez Luka leta 1813 vodil pogajanja za drugo koalicijsko zoper Napoleona.¹¹

Tržaška navtična šola in ljubljanska brodarška šola sta poleg portugalskih zgledov sledili še zgledu pomorskih šol, ustanovljenih v Marseillu (1728) in Hamburgu (1749). Biser ljubljanskega modelarstva je bil model beneške galeje s tremi jambori z latinskimi jadri, ki so ga izdelali v letih 1779 in 1780. Bojno linijsko ladjo cesar Karl VI s stošestimi topovi na štirih krovih so ob pomoči strokovnjakov iz Antwerpna sestavili na Reki med letoma 1717 in 1719. Gruberjevi študentje so v letih 1781 in 1782 sestavili skoraj tri metre dolg model ladje po originalnih načrtih, bržkone v razmerju 20 proti 1. Načrte jim je verjetno dostavil reški jezuit Franc Ksaver Orlando (1723-1784), ki je imel preko podjetja d'Orlando tesne zveze z reškimi ladjedelnici. To je največji med modeli, ki jih hranijo v Piranu. Modela fregat iz let 1775-1777 so hranili v mornariškem muzeju v Puli, vendar sta izginila po kapitulaciji Italije leta 1943. Gruber je večkrat obiskal Orlandovo tržaško navtično šolo, kjer so se prav tako ukvarjali z modelarstvom. Gruberjeva "brodarška" šola je bila edina te vrste v monarhiji. Izobraževala je prve domače strokovnjake za astronomsko navigacijo in vojno pomorske oficirje.¹² Njen uspeh je bil povezan z novo pomorsko usmeritvijo dunajskega dvora.

Po ukinitvi jezuitskega reda je Gruber še naprej poučeval tudi na obrtni šoli Kmetijske družbe. Predaval je predvsem zemljemerstvo in zemljemersko risanje. Nabavil je knjige za hidravliko, tesarstvo, mlinarstvo, urarstvo in graditev mostov. Poskrbel je za merilne naprave, stružnico, mikrometersko šestilo in kovaško delavnico. Bil je tako vpliven, da so mojstri in polirji lahko opravljali delo predvsem na osnovi njegovih priporočil.¹³

¹¹ SBL, 1, 1925-1932, str. 14.

¹² Pahor, Gabrijel Gruber, str. 11, 13, 14, 18, 25, 28-29, 32, 33, 34, 35, 36; Hlaj, Ladijski modeli, str. 767-769; <http://www.sogang.ac.kr/egesukr/sj/sjgen11.html>.

¹³ Serše, Začetki obrtnega šolstva, str. 42.

Gabrijel Gruber je bil med letoma 1772 in 1781 še ravnatelj plovbe po Ljubljani in Savi. Enako službo je med letoma 1774 in 1777 opravljal njegov polbrat Tobija Gruber v Temišvarju. Tobija je leta 1780 postal stavbni ravnatelj kameralnih posestev na Češkem. Trikrat je predsedoval Češki znanstveni družbi v Pragi med 16. oktobrom 1790 in 23. avgustom 1791, 1. majem 1799 in 25. junijem 1800 ter med 24. aprilom 1801 in 22. julijem 1802, ko mu je svoj mandat prepustil Otto Steinbach von Kranichstein. Član Znanstvene družbe je leta 1800 postal Vega, nekdanji učenec in sodelavec Gabrijela Gruberja. V glasilu Znanstvene družbe je Tobija Gruber objavil številne razprave, ki gotovo zrcalijo fizikalne ideje njegovega polbrata Gabrijela Gruberja. Znanstveno sodelovanje Gabrijela in Tobije Gruberja je mogoče dokazati pri objavi pisma s hidrografske in fizikalne vsebine leta 1781 na Dunaju, z dvema nadaljevanjema leta 1784 in 1785.

Baron Ignac von Born (1742-1791) si je že v letih 1771-1772 prizadeval za ustanovitev Znanstvene družbe v Pragi. Osnovani so jo leta 1777 pod imenom Böhmsche Gelegenten Privatgesellschaft. Leta 1784 so jo imenovali Česká Společnost Nauk, od leta 1790 pa Královská Česká společnost nauk oziroma Königlischen Gesellschaft der Wissenschaften und Kunst. Po Tobiji Gruberju so ji predsedovali najbolj ugledni praški znanstveniki, med njimi matematik Bernard Bolzano (1781-1848; 13. 12. 1818 – 26. 12. 1819, 28. 11. 1841 – 5. 10. 1845, 6. 11. 1845 – 18. 12. 1848), profesor mineralogije na univerzi v Pragi in pozneje na Dunaju František Xaver Zippe (1791-1863; 3. 12. 1837 – 2. 12. 1838), Christian Johann Doppler (1803-1853; 1. 1. 1847 – 7. 11. 1847), od leta 1850 direktor fizikalnega inštituta in redni profesor na dunajski univerzi, Karel Kreil (1798-1862; 1. 1. 1848 – 31. 12. 1848), direktor zvezdarne v Pragi in pozneje prvi profesor meteorologije na dunajski univerzi, Joseph Redtenbacher (1810-1870; 1. 1. 1849 – 2. 5. 1849), pozneje profesor kemije na dunajski univerzi in član dunajske akademije ter Jan Evangelista Purkyně (1787-1869; 6. 4. 1854 – 4. 4. 1855), profesor fiziologije na univerzi v Breslauu (Wrocław) in od leta 1850 na univerzi v Pragi.

3. ARHITEKTURA GABRIJELA GRUBERJA V LJUBLJANI

3.1. Palača

Gruber je odkupil del pogorišča na obeh straneh sedanje Zvezdarske ulice; tu je 28. junija 1774 pogorel jezuitski kolegij na Šentjakobskem trgu št. 2 skupaj z 58 okoliškimi hišami in 51 hišami onstran Ljubljane v Krakovem. Gruber je tam zgradil hišo z mehanično delavnico in zvezdarno,

zato ga je cesar Jožef II oprostil hišnega davka.¹⁴ Gradnjo je podpiralo deželno glavarstvo, nasprotoval pa ji je jezuitom sicer naklonjeni škof Herberstein, ki je hotel imeti na prostoru nekdanjega jezuitskega kolegija semenišče. Herberstein je kritiziral načrt Gabrijela Gruberja zaradi premajhnih sobic, preskromnih za stanovanja duhovnikov, primernih le za manj zahtevne jezuite; ti po cesarskem ukazu niso smeli stanovati skupaj. Nasproti palače ležeči del pogorišča je Gruber prodal s pogojem, da se tam ne bo zidalo. Prostor se je v začetku 20. stoletja imenoval Virantov vrt.¹⁵ Prizidek Gruberjeve palače na nekdanjem Šentjakobskem (sedaj Levstikovem) trgu 2 se je imenoval Virantova hiša. Danes ima Gruberjeva palača vhod v Zvezdarski ulici št. 1, kjer domuje Arhiv Slovenije. Gruber je material za gradnjo dobil v lastni opekarni, ki je delovala med letoma 1774 in 1790.¹⁶

Pri Gruberjevi novogradnji so sodelovali znani umetniki; hišno kapelo je poslikal slikar Kremser-Schmidt. Gruber je 4. aprila 1783 stavbo opisal v poročilu deželni vladi. Pod št. 1 je zapisal učilnico za mehaniko in poljedelstvo z modeli za pouk obeh predmetov. Pod št. 4 je popisal dvorano z zbirko ladijskih modelov, ki je bila po njegovem mnenju "edina v naših deželah", saj Orlandovih modelov v Trstu in na Reki ni cenil posebno visoko. Gruberjeva zbirka je imela vsaj petnajst modelov dolžine in višine okoli 2,5 m in večji model ladje cesarja Karla VI. V sedmem delu Gruberjeve stavbe, namenjenemu poučevanju, je bila astronomska opazovalnica in velika terasa. Na terasi je Gruber svoje študente poučeval v praktični astronomski navigaciji. Štirje stanovanjski prostori so bili namenjeni profesorju matematike in ravnatelju brodarstva, torej Gruberju samemu. Šola ni zaživela, saj zaradi gmotnih težav Gruber načrtov ni izpeljal do konca.¹⁷

3.2. Vila Podrožnik

Gruber je 12. oktobra 1774 s svojo dediščino ter s podporo svojih nekdanjih sobratov jezuitov barona Inocenca Tauffererja (1722-1794), Karla Pauerja (u. 1801), Ignaca Rosenbergerja (1724-1801), Moravčerja in Karla Rozmana (u. 1824) kupil Viderčanov grad na Glincah (Rosenbüchel) za 6.500 goldinarjev od duhovnika Jožefa Antona pl. Pancera. Pristavo je Gruber prepisal na Jožefo, vdovo svojega očeta. Jožefa je bila drugič poročena pl. Schwindel.

Gruber je na kupljeni posesti zgradil današnjo

vilo Podrožnik. Tja so nekdanji jezuiti radi hodili na razvedrilo. Danes je to protokolarni objekt slovenske vlade na robu Rožne doline. Sprejme 200 do 250 gostov, ima 4 apartmaje za 8 gostov, urejen park in teniško igrišče.

Jožefa pl. Schwindel je umrla leta 1787. Posest so dedovali bratje Gruber, nekdanji jezuiti Gabrijel, Janez in Tobija. Med dediči ni bilo najmlajšega Gabrijelovega polbrata Antona Gruberja.

Ker je bil Gabrijel v tem času že v Belorusiji, so 13. julija 1787 trije bratje Gruber pristavo prodali na dražbi. Kupil jo je najstarejši polbrat Žige Zoisa Avguštin baron Zois (1731-1808). Kupnina 6.969 goldinarjev je bila malce višja kot cena, plačana trinajst let prej. Zois je nameraval plačati iz svojega denarnega fidejkomisa, kar je bilo razmeroma zamudno. Zato je posest prevzel kot zakupnik in plačeval bratom Gruber pet odstotne letne obresti od kupnine. Šele 21. januarja 1793 je bila pristava prepisana na Zoisa.¹⁸

4. GRUBERJEVO NARAVOSLOVNO DELO

4.1. Gruberjevo sodelovanje s kranjskimi mineralogi in geologi

Naravoslovna raziskovanja bratov Gruberjev so bila del širše kranjske tradicije, ki je temeljila na gospodarskih potrebah rudnika v Idriji, Zoisovih rudnikov železa in drugih obratov. Na današnjih slovenskih tleh je bilo že pred letom 1700 šestindvajset fužin in peči oziroma plavžev. Med letoma 1724 in 1742 so ustanovili pet novih obratov in med letoma 1785 in 1820 še dvanajst. Leta 1779 so na Kranjskem pridobili 1846 ton surovega železa, na Koroškem leto pozneje 5600 ton. Leta 1811 je na Kranjskem delalo v metalurgiji 5152 delavcev. Jesenicam je bila priznana čast izuma prvega postopka za pridobivanje večjih količin feromangana. Železovo zlitino s 37% mangana so izdelali pod vodstvom viteza Lamberta Pantza (1835-1895) v plavžu na Javorniku. Na dunajski svetovni razstavi leta 1873 je dobila zlato medaljo kot najboljša in najbogatejša, tri leta pozneje pa je dobila diplomu na mednarodni razstavi v Philadelphiji. Tako so Kranjci sledili razvoju metalurgije v habsburški monarhiji, kjer je med drugim Jacob leta 1857 prvi v svetu pridobil volframovo jeklo.¹⁹

Pomembne geološke raziskave Kranjske je objavil Janez Anton Scopoli (1723-1788) iz Južne Tirolske. Bil je zdravnik v Idriji med letoma 1754 in 1769. Od 23. septembra 1763 do Scopolijevega odhoda je v Idriji delovala metalurška in kemična

¹⁴ Steska, Gabriel Gruber, str. 43-44.

¹⁵ Steska, Gabriel Gruber, str. 44.

¹⁶ Šorn, *Začetki industrije*, str. 129.

¹⁷ Pahor, Gabrijel Gruber, str. 13, 15, 24, 26-27.

¹⁸ Smole, *Graščine*, str. 523-524, 681; Stoeger, *Scriptores*, str. 110; Faninger, *Izvor rodovine Zois*, str. 92-93. Jožefa je bila mačeha Gabrijela Gruberja, saj je bil Tobija Gruber njegov mlajši polbrat.

¹⁹ Šorn, *Začetki industrije*, str. 149-162.

šola, ki jo je zasnoval upravitelj rudnika Franc Anton pl. Steinberg (1684-1765). Scopoli je bil njen direktor in prvi predavatelj kemije v deželah, poseljenih s Slovenci. Jožef Mrak (1709-1786) je prevzel praktični in teoretični pouk. Pomagal mu je brat Anton Mrak, nekdanji študent idrijske šole.²⁰ Ker sta Scopoli in sedemnajst let mlajši Gruber skoraj leto dni delala v razmeroma bližnjih krajih na Kranjskem, sta se verjetno osebno poznala. Tako kot pozneje Gruber tudi Scopoli ni bil posebno navdušen nad Hacquetom.

Med letoma 1769 in 1776 je bil Scopoli profesor mineralogije in metalurgije na rudarski akademiji v Banski Štiavnici.²¹ Tam je bil prvi direktor Nikolaus Joseph baron Jacquin (1727-1817) iz Leydna. Botanik in zdravnik Jacquin je v svojih zbornikih objavljajl prispevke jezuita Franca Ksaverja Wulfna (1728-1805), prvega predavatelja Newtonove fizike v Ljubljani.

Med letoma 1783 in 1784 je Scopoli prevedel slovar kemije pariškega akademika P. J. Macquerja iz leta 1766 iz francoskega v italijanski jezik. V slovarju je obravnaval Aristotelove elemente in osnovne lastnosti flogistona. Prevod je objavil v Pavii, kjer je bil od leta 1777 profesor kemije in botanike in pozneje rektor. Na isti univerzi je med letoma 1763 in 1769 matematiko poučeval Rudjer Josip Bošković (1711-1787), naravoslovje eksperimentalni fiziolog Lazzaro Spallazani (1729-1799), fiziko pa od leta 1778 Alessandro Volta (1745-1827). Spallazani je v letu Scopolijeve smrti pod psevdonomom Francesco Lombardini objavil svoje pismo Scopoliju, v katerem je kritiziral Volto. Pozneje je Spallazani podpiral Galvanijevo teorijo živalske elektrike v sporu z Volto.²²

Po Scopoliju je na rudarski akademiji Banski Štiavnici poučeval tudi Born.²³ Mineralog Born je pozneje postal dvorni svetnik, kustos dvornega naravoslovnega kabineta na Dunaju in veliki mojster najpomembnejše dunajske prostozidarske lože "Pri pravi slogi". Dopisoval si je z baronom Žigo Zoisom (1747-1819), Gruberjem in Francozom Baltazarjem Hacquetom de La Motte (1739-1815) iz La Conqueta. Nekdanji jezuit Born je v letih 1776 in 1777 v glasilu privatne češke družbe v Pragi objavil Hacquetova pisma o popotovanju v Zemun in razpravo o kovini platini.²⁴ Leta 1778 je Hacquet v Milanu objavil potopise, naslovljene na

Borna. Očitno sta Gruber in Hacquet, kljub sporu, imela skupnega prijatelja Borna.²⁵ Med letoma 1772 in 1775 je Hacquet javno nastopil proti svojemu vrstniku Gabrijelu Gruberju, čeprav sta med letoma 1773 in 1784 poučevala na istem liceju. Očital mu je med drugim ukvarjanje z alkimijo, pomanjkljiv pregled nad izdatki pri prekopu in zgrešeno uporabo večjih tovornih jadrnic z vesli in drogovi za plovbo po Ljubljani in Savi od Ljubljane do Beograda, ki jih je bilo zelo težko poganjati nasproti toku. V resnici so savske ladje, projektirane v Gruberjevi brodarški šoli med letoma 1779 in 1801, prihranile velike vsote pri vojaških prehrambenih transportih na turško mejo. Hacquet v svojih napadih ni vedno omenjal Gruberjevega imena, vendar so opombe "prejšnji jezuit iz glavnega mesta" seveda letele prav nanj.²⁶

Hacquet je bil nekaj časa Scopolijev sodelavec kot rudniški kirurg v Idriji med letoma 1766 in 1773. Nato je bil do leta 1787 profesor anatomije, fiziologije, kirurgije in porodništva na ljubljanskem liceju, kjer so šolo za babice obdržali še po ukinitvi filozofskih študijev 20. oktobra 1785. Objavil je številna mineraloška dela, tudi o Idriji. Bil je precej nepriljubljen na Kranjskem zaradi ostrih kritik duhovščine.²⁷ Tudi Zois ni bil posebno navdušen nad Hacquetovim značajem,²⁸ čeprav sta kot zbiratelja kamnin seveda sodelovala. Drugače od drugih zbiralcev mineralov v Evropi je podjetnik Zois svoje minerale naročnikom zaračunaval.²⁹

Leta 1755 Bernard Ferdinand Erberg (1718-1773) ni naštel mineralov v popisu nabav za fizikalni kabinet v Ljubljani. Po letu 1773 so pri pouku na liceju v Ljubljani gotovo uporabljali Hacquetove mineraloške, geološke in druge zbirke, ki si jih je uredil na liceju. Hacquetove zbirke so si ogledovali mnogi pomembni sodobniki: nadvojvodinja Marijana leta 1781, papež Pij VI. in cesar Jožef II. leta 1784. Hacquetove zbirke na ljubljanskem liceju si je ogledal tudi poznejši ruski car Pavel I. (1754-1801) med poročnim potovanjem leta 1782. Tedaj je verjetno prvič srečal Gruberja. Med potovanjem si je ruski prestolonaslednik ogledal poskuse pariških akademikov. Svoje zbirke je Hacquet pozneje odnesel s seboj v Galicijo in končno prodal univerzi v Krakovu.³⁰

²⁰ Serše, Začetki obrtnega šolstva, str. 45.

²¹ Nemško Schemnitz, latinsko Schemnitzium, ogrsko o Selmečbánya, slovaško Banská Štiavnica v habsburški severni Ogrski, 100 km severno od Budimpešte v današnji Slovaški.

²² *SBL*, 10, 1967, str. 256; Polvani, Alessandro Volta, str. 152, 174, 420; Marković, Ruđe Bošković, str. 639, 756; Šumrada, Žiga Zois, str. 66.

²³ Winter, *Absolutismus*, str. 233.

²⁴ *SBL*, 1, 1925-1932, str. 285.

²⁵ Barić, Mineralogija, str. 121.

²⁶ Hacquet, *Oryctographia carniolica*, 2: 9; Hacquet, *Oryctographia carniolica*, 3: 51, 151-153; Hacquet, Veneti-Iliri-Slovani, str. 77; Kopatkin, Gabrijel Gruber, str. 10; Pahor, Gabrijel Gruber, str. 14, 21, 23.

²⁷ *SBL*, 1, 1925-1932, str. 284.

²⁸ Šumrada, Žiga Zois, str. 66-67.

²⁹ Šumrada, Žiga Zois, str. 68, 70.

³⁰ Voroncov-Beljaminov, *Laplace*, str. 23; *SBL*, 1, 1927-1932, str. 284; Hacquet, Veneti-Iliri-Slovani, str. 19-20.

Gruberjeva skica prekopa (Gruber, Herrn Tobias Grubers, Tab. 1)

Osnovna zbirka Kranjskega deželnega muzeja v Ljubljani so postali minerali Žige Zoisa, popisani leta 1804. Leta 1823 jih je vlada kupila za 6000 fl iz kranjskega provincialnega fonda in so nato prišli v Rudolfinum, današnji Narodni muzej v Ljubljani. Velikost zbirke ter minerala wulfenit (PbMo_4) in zoisit (poimenovan leta 1805) kažeta na veliko zanimanje za rudnine na Kranjskem.³¹

Kranjska kmetijska družba je znala izkoristiti znanje obeh pomembnih naravoslovcev, Hacqueta in Gruberja, ki se med seboj nista marala. Na seji odbora Družbe 20. aprila 1774 so sklenili, da bodo trije njeni člani prepotovali Kranjsko. Med tremi izbranimi popotniki je bil Hacquet, član Družbe od leta 1772. Popisali naj bi naravna bogastva, predlagali njihovo izkoriščanje in pomnožitev ter zbirali gradivo za politično zgodovino dežele, katere prvi del je 1. maja 1786 končal tedanji licejski študent Anton Tomaž Linhart (1756-1795).

Gabrijel Gruber je poleti 1778 na pobudo Družbe preizkušal uporabnost cinobrovega firneža, ki je bil ponujen kot sredstvo proti črivosti lesa in za zaščito lesenih predmetov v vodi. Novost bi bila gotovo lahko pomembna pri gradnji ladij v Gruberjevi šoli. Gruber je izum odklonil, saj se mu je zdela primernejša do tedaj uporabljana oljnata barva.³² Ocenil je tudi kvaliteto papirja, izdelanega iz lesnega žaganja in kolovrat z dvema vretenoma.

Največ kristalografskih del med ljubljanskimi profesorji je objavil jezuit Leopold Gotlib Biwald (1731-1805). Kranjski naravoslovci so objavljali svoja odkritja predvsem po odhodu iz Kranjske: Scopoli v Banski Štiavnici, Gruber v Pragi, Hacquet v Galiciji, Biwald pa v Gradcu. V Gradcu se je Biwald zanimal za botaniko, zato je prijateljeval in si dopisoval s Carlom Linnéjem (1707-1778) iz Uppsale in z Wulfnom iz Celovca. Leta 1764 je Biwald ob svojih izpitnih tezah ponatisnil izbor iz Linnéjevih del o sistematizaciji vrst. Leta 1771 je

³¹ Faninger, Izvor rodovine Zoisa, str. 94.

³² Šorn, *Začetki industrije*, str. 192.

Kovina v ljubljanskem kabinetu leta 1811	Leto odkritja	Odkritelj kovine
Volfram	1783	Španec Don Fausto d'Elhuyar (1755-1833)
Uran	1789	Nemec Martin Heinrich Klaproth (1743-1817)
Krom	1797	Francoz Louis Nicholas Vauquelin (1763-1829)
Osmij	1804	Anglež Smithson Tennant (1765-1815)
Stroncij, magnezij (v spojini)	1808	Anglež Humphry Davy (1778-1829)

Tabela 1

Biwald prevedel iz francoščine v nemščino poročilo profesorja fizike Aepinusa pri Peterburški akademiji o podobnosti med električno in magnetno silo. Poročilo je bilo del razprave o novih poskusih z električnostjo turmalina iz leta 1756, v kateri je poročal o odkritju piroelektričnosti, ki so jo sicer poznali že v antiki. Pojav je Haüy pozneje pojasnil s sestavo določenih vrst kristalov, kjer segrevanje povzroči neenakomerno porazdelitev elektrike. Piroelektričnost sta leta 1888 ponovno raziskala brata Jacques (1855-1941) in Pierre Curie (1859-1906). Napetost, s katero deformiramo kristal turmalina, povzroči polarizacijo in z njo električno napetost. Pojav opazimo še pri drugih kristalih, ki nimajo središča simetrije. To lastnost turmalina še danes uporabljamo v radiotehniki.

Leta 1771 je Biwald svoje teze ponatisnil ob prevodu razprave Williama Lewisa (1714-1781), člana Kraljeve družbe v Londonu in avtorja pomembnih knjig o kemiji. Biwald je teorijo leda in zmrzovanja povzel po de Mairanu.³³ Dve leti pozneje je iz francoščine v nemščino prevedel trinajsti zvezek glasila berlinske akademije.³⁴ Vseboval je poskuse s platino, ki so jo v Evropi spoznali po odkritju Amerike, vendar jo sprva niso imeli za posebno kovino. Prvi je njene kovinske lastnosti opisal Julius Caesar Scaliger leta 1557, za njim pa še Anton de Ulloa leta 1748, Anglež William Watson leta 1750 in švedski kemik Heinrich Teophile Scheffer leta 1752. Leta 1777 je tudi ljubljanski profesor Hacquet objavil razpravo o platini.

Leta 1777 je Biwald svoje izpitne teze vezal ob novo razvrstitev mineralov z upoštevanjem kemijske sestave Šveda Axela Frederika Cronstedta (1722-1765) iz leta 1758, ponatisnjeno v Gradcu leta 1775. Cronstedt je bil sin visokega častnika podobno kot šest let mlajši ljubljanski profesor Wulfen. S pihalnikom je dvigoval temperaturo ognja ter iz barve in izparin kristala ugotavljal njegove lastnosti.

Leta 1780 je Biwald vezal izpitne teze ob popis švabskih strupenih rastlin Nemca Johanna Friedricha Gmelina, ki so jih ponatisnili v Gradcu leta

1776. Gmelin je bil začetnik dinastije kemikov, ki sta jo nadaljevala sinova in nato še dva vnuka, Leopold Gmelin (1788-1853) in Christian Gottlieb Gmelin (1792-1860).

Leta 1811 je Janez Krstnik Kersnik (1783-1850) v kemijskem in fizikalnem kabinetu na Centralnih šolah v Ljubljani v oddelku s številko devet popisal 33 "vzorcev mineralov" iz rudnika v Idriji in še 250 vzorcev drugih mineralov. Popis 56 drugih "kemijskih objektov", večinoma kovin, je sledil na poldrugi strani A3 formata. Pri nekaterih kovinah je opisal tudi barvo, npr. rumeni, rdeči in (temno) rjavi svinec, črno in rdeče železo, ter črno in rdeče živo srebro. Popisal je tudi kovine, ki so jih odkrili že po njegovem rojstvu (glej tabelo 1).

4.2. Gruberjeva kranjska pisma o fiziki in o vodah

4.2.1. Gruberjevi viri

Večina objavljenih naravoslovnih del Gabrijela Gruberja je bila posvečena kranjskim vodam. V delih, povezanih s kranjskimi fizikalnimi pismi, je citiral številna dela svojih predhodnikov (glej tabelo 2).

Gruber v svojih spisih ni citiral nekaterih knjig o podzemnih vodah iz ljubljanske licejske knjižnice, npr. rudarske enciklopedije Johanna Gottfrieda Jugela (1707-1786). Jugelovo delo je izšlo v letu prepovedi jezuitskega reda. Ljubljanski jezuiti so ga takoj nabavili in vanj vpisali nedatiran ekslibris. Gruber je citiral številne avtorje nejezuite. Kazal je nekaj nestrpnosti do drugače mislečih, vendar bolj na šaljav način. Tako je omenil Fremauta kot moža "neduhovnega imena",³⁵ ki ga ni osebno poznal. Gruber je sodeloval s prostoziidarjem Bornom, podobno kot je Bošković prijateljeval s prostoziidarjem Benjaminom Franklinom (1706-1790).

³³ Biwald, *Wilhelm Lewis*, tezi 32, 33.

³⁴ Sitzungsberichte der wissenschaftliche Akademie.

³⁵ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, 17.

Leto in stran citata	Citirana oseba	Citirano delo	Leto, kraj natisa ³⁶
1781/127, 130	Heron (gorilnik)		
1781/6, 120	Garzarolli, Blagaj	Mlin, stavba	
1781/114, 135, 156, 158, 1785/21	Neron, Trajan, Domicijan, Vergil, Horac		
1784/24	Platon	Timeaus	
1787/11	Galileo Galilei		
1781/36, 110	Kircher S. J.	Mundo Subteraneo	Rim 1657
1781/16, 36, 63, 102, 106, 110, 128	Valvasor	Die Ehre	Ljubljana 1687
1781/56, 88, 1787/4, 10, 13, 15	Isaac Newton	Principi, Optika	London 1687, 1704
1781/5	Durchlasser, Renner	Bakrorez prekopa	Ljubljana 1739
1785/14, 15	Lehmann	Von Flözgebirgen	(Berlin 1756)
1781/16-17, 40-41, 110, 125, 141	Steinberg	Zerkitzen See	Ljubljana 1758
1781/107, 138	Ivan Dizma Florjančič de Grienfeld (1691-po 1757), zemljevid		Ljubljana 1744
1784/17	Whistonov komet		
1784/7, 1785/16	Delius, dvorni uradnik	Anleitung zu der Bergbaukunst	(Dunaj 1773)
1781/16	Giovanni Antonio Lecchi S. J. (1702-1776)		Milano
1781/16	Siegmund Hubert (Huebert)	Kameralni inženir	
1785/32	Leibniz	Protogea	1749
1781/136, 1785/13, 20	von Büffon (de Buffon)	Histoire de la Academie	(Pariz 1749-)
1787/14	Bošković, S. J.	Theoria	Benetke 1763
1781/131	Scherffer S. J.	Poskusi na dunajski univerzi	(1766)
1781/17, 145	Maximilian Fremaut	Nizozemsko risanje, Banat	
1787/25	Liesganig S. J.	Dimensio Graduum Meridiani	Dunaj 1770
1781/156-158	Grof Thurn, Imperati, Aldrovandi, Bianchini		Benetke 1752
1781/92, 1784/3, 9	Scopoli	Mineralogia; Fossilien	1769, 1772
1787/6	Herbert S. J.	Gruberjevo pismo	(1776)
1781/75, 1785/25	Walcher S. J.	Nachriten von den Eisbergen	Dunaj 1773
1784/12, 1785/9, 10, 14	Arduino	Saggio fisico-mineralogico	Benetke 1775
1784/7, 1785/3, 4, 23	Gruner, Beitrage zur Naturgeschichte des Schweizerlandes		Bern 1775
1781/113	(Gruner)	Naturhistoire des Schweizerlandes	Zürich
1785/9, 10	Ferber	Briefe	(1776)
1785/3	J.-A. De Luc	O ledenikih v Savoiji	(1778)
1784/2	(Delamétherie)	Beytrages zur Theorie der Erde	
1785/22	ing. Fischer (prijatelj)	Omenjen v opombah	
1785/22	von Fichtel	Uprava plovbe po Tisi	
1784/24	James Cook (1728-1779)	Plovba po južnih morjih	(1774)
1787/4, 6, 9, 29, 34-35	Büsch	Tractatus duo argumenti optici	Hamburg 1783
1787/29	Inšpektor Deichgräber		
1781/31	Vincenc Jurij Struppi (Strupi, 1733-1810)		
1787/34	Beurtheilung Physikalische Freunde (Born's Physikalische Arbeiten)		
1784/2, 1785/21, 1787/3	Gruber		Dunaj 1781

Tabela 2

³⁶ V oklepaju so zapisani podatki, ki jih Gruber ni navedel.

4.2.2. Cerkniško jezero

Kranjske vode je začel raziskovati že Athanasius Kircher (1601-1680), čeprav naših krajev in Cerkniškega jezera ni obiskal.³⁷ Z raziskovanji je nadaljeval Anglež Edward Brown (1642-1708) v letih 1669 in 1674. Kircherjevo razlago presihanja in poplavljanja je povzel Janez Ludvik Schönleben (1618-1681), ki je kot ribniški naddiakon od leta 1667 do 24. aprila 1676 upravljal cerkniško župnijo. Schönleben je, tako kot pozneje Gruber, sprejel plutonsko teorijo o vdoru zemlje, zaradi katerega je nastalo jezero. Poznal je tudi ponikalnice, med njimi Timav in Pivko.³⁸

Baron Janez Vajkard Valvasor (1641-1693) je 17. novembra 1687 objavil skice podzemlja Cerkniškega jezera označene s črkami. Na osnovi teh risb in razlag je postal član Kraljeve družbe v Londonu.

Kircherjeve in Valvasorjeve domneve je povzel Steinberg z gradu Na Kalcu (Steinberg, Stembeg) pri Zagorju na Krasu; grad so njegovi predniki sezidali v 17. stoletju. Steinberg je študiral mehaniko in geodezijo na Dunaju. Bil je dolgoletni nadzornik kranjskih in primorskih deželnih cest in od leta 1724 upravitelj rudnika v Idriji. Kot upokojenec je živel na Marofu pri Cerknici na pristavi sv. Marije Magdalene; pristava je obsegala eno samo kmetijo. Tam je poglobil svoje raziskovanje jezera iz let 1718-1720. Med prvim in zadnjim Steinbergovim opazovanjem so minila več kot štiri desetletja, tako da so se vmes nekatere luknje in globeli že zarasle z drevesi.³⁹

Gruber si je ogledal Cerknico in idrijski rudnik.⁴⁰ Objavil je nekaj jezikoslovnih opomb glede povezave "kranjske besede luknja" z nazivom gradu Lueg (Luegg), ki nedvomno kažejo na njegovo dobro poznavanje slovenskega jezika. Naziv Luegg se je uporabljal tako za grad Luknja, ki je bil v Gruberjevem času last grofov Barbo, kot za Jamo pri Postojni v lasti grofa Janeza Karla Filipa Cobenzla (1712-1770). Glede na povezavo z Bianchinijevim pismom Cobenzlovemu bratu je Gruber bržkone razpravljal o Jami.⁴¹

Višinske razlike je Gruber meril z lastnim baro-

metrom.⁴² Pravilno je opisal kroženje zraka zaradi različnih temperatur, padec tlaka ob streli in zgoščevanje zraka v jamah.⁴³

Predzadnje enajsto Gruberjevo pismo je bilo datirano 22. junija 1779 v Ljubljani. V njem je ponazoril Cerkniško jezero z delovanjem hidravličnega stroja in z modelom Heronovega reakcijskega gorilnika. Umetni ventili in pipe delujejo na podoben način kot jezero.⁴⁴ Tlak zraka v prostoru je določen z višino vodne cevi, s katero ga uravnovesimo.⁴⁵ Razlika med višinama veznih posod določa razliko tlakov v njih.⁴⁶ Napravo postavimo tako, da lahko zgornja voda uhaja v spodnjo. Ukrivljene cevi nam omogočajo zdvajanje novih količin vode na stisnjeni prostor zraka, iz katerega uhaja zgoščeni zrak.⁴⁷ Višino vodometa določata pritisk in premer cevi, po kateri teče voda. Pri razlagi podzemnih pretokov je Gruber uporabil princip sifona, ki deluje kot vzvod brez pip in ventilov in ga najdemo tudi v naravi, čeprav se mu ni zdel primeren za Steinbergov opis Cerkniškega jezera. Gruber je računal po analogiji s Heronovim gorilnikom, ki ga je spoznal že v šolskih klopeh v Scherfferjevem laboratoriju dunajske univerze.⁴⁸ Upošteval je Bernoullijevo hidrodinamiko, vendar po tedanji navadi ni zapisoval enačb, čeprav bi precej skrajšale obseg teksta.

4.2.3. Ponikalnica Timave

Zadnje dvanajsto Gruberjevo pismo je bilo datirano 6. novembra 1779 v Ljubljani, skoraj pet mesecev po predzadnjem. Skupaj z devetindvajseto vinjeto je bilo posvečeno predvsem podzemnemu toku reke Timav. Zastoj v dopisovanju je povzročilo Gruberjevo popotovanje iz Postojne v Gorico s postankom ob morju pri Trstu in v visokih furlanskih Alpah ter nato vrnitev v Ljubljano.⁴⁹

Gruber je v tem pismu uporabil svojo klasično izobrazbo. Citiral je rimske pesnike in zapisal, da so že rimski cesarji Nero, Trajan in Dominicijan imeli svoje letne postojanke na območju med Devinom in Vidmom, kraji pa so postali posebno znani med pohodom Hunov.⁵⁰ Gruber je bil izkušen popotnik, zato ni pozabil omeniti, da se je v Dolomitih med Vrhniko in Postojno treba čuvati roparjev.⁵¹ Primorske reke je primerjal s tistimi, ki si jih je ogledal v Banatu.⁵² Omemba delovanja v

³⁷ Kircher, *Misurgia universalis*, 9. knjiga, 2. del, 7. poglavje; Schott, *Magia Universalis*, 4. knjiga, 2. del, 518-533, 554-555; Habe, Kranjc, Delež Slovencev, str. 20-21; Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 110.

³⁸ Habe, Kranjc, Delež Slovencev, str. 17.

³⁹ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, 119, 141; Habe, Kranjc, Delež Slovencev, str. 20; Smole, *Graščine*, str. 111, 313; Serše, *Začetki obrtnega šolstva*, str. 44. V nekdanji Steinbergovi graščini Na Kalcu je živel Fran Levstik (1831-1887) od septembra 1858 do marca 1861 kot domači učitelj pri pesniku Miroslavu (Frideriku Karlu) Vilharju (*SBL*, 1, 1925-1932, str. 653-654).

⁴⁰ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 35.

⁴¹ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 36.

⁴² Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 37, 101, 124, 154.

⁴³ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 123-124.

⁴⁴ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 127, 130.

⁴⁵ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, Tabla III, fig. 1.

⁴⁶ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, Tabla III, fig. 2.

⁴⁷ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, Tabla III, fig. 3.

⁴⁸ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 130-131.

⁴⁹ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 133-134.

⁵⁰ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 135, 145, 156.

⁵¹ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 136.

⁵² Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 145, 150.

Banatu kaže, da je pri pisanju pisem sodeloval tudi Tobija, ki je bil tam do leta 1777 direktor plovbe.

Pri opisu reke Timav je Gruber navajal pismo benediktinca Pietra Imperatija iz samostana Sv. Duha (Santo Spirito) v Devinu. Septembra 1602 je Imperati poročal Ulysseju Aldrovandiju (1522-1605), da je uporabil obtežene kose lesa in druge predmete za raziskovanje podzemne povezave med Reko in Timavo. Imperati je v treh zaporednih poskusih v Škocijanske jame vrgel posušeno morsko rastlinje, iglice bora z listi ciprese in pleve. Vendar material ni priplaval na površje v Timavi. Ta sicer neuspešen in nezanesljiv poskus je bil prvo opisano zasledovanje toka podzemnih voda.⁵³

Aldrovandi je bil profesor logike in medicine na univerzi v Bologni, direktor botaničnega vrta in utemeljitelj dragega naravoslovnega kabineta. Slovel je po knjižnici s 360 rokopisi in 3800 tiski. Leta 1605 je objavil znamenito knjigo o ribah, v istem letu pa sta oba z Imperatijem umrla v Bologni.

Leta 1752 je Giovanni Fortunato Bianchini (1719-1779) našel del Imperatijevega pisma v samostanu Sv. Duha, ki ga je postavil grof Rajmund Thurn-Valsassina (tudi Turizmund, Raimondo della Torre) leta 1598.⁵⁴ V Valvasorjevem času je grof z enakim imenom združil gospostvi Devin (Duino, Tybein) in Sistjan (Sistiana) ob reki Timavi v fidejkomis. Thurni so imeli v lasti obe posesti med letoma 1459 in 1865.⁵⁵

Bianchini je dve leti po najdbi Imperatijev zapis komentiral in objavil kot dodatek na koncu svojih dveh pisem. Gruber je Bianchinijevi pismi gotovo dobro poznal, saj je prvo od njiju obravnaval že jezuit Mako v razpravi, ki so jo leta 1775 Jurij Vega in sošolci ponatisnili v Ljubljani ob svojih izpitnih tezah.

Mako je opisal tako Imperatijeve kot Bianchinijeve poskuse s strelo na gradu Devin "na mejah Kranjske". Bianchinijevo pismo, ki ga je obravnaval Mako, je bilo poslano pariški akademiji. Med letoma 1803 in 1826 so ga nabavili v ljubljanski licejski knjižnici, vezano skupaj z drugimi pismi iz leta 1754. Podobne poskuse iz poznejšega Bianchinijevega pisma, datiranega 16. decembra 1758, je sto let pozneje raziskal ljubljanski gimnazijski profesor fizike Mitteis (1828-1878), ki je uporabljal nemški

prevod razprav pariške akademije.⁵⁶

Bianchini je prvo pismo, poslano pariški akademiji leta 1754, posvetil poslancem beneškega mesta Videm, ki ni spadalo pod habsburško oblast. Bianchini je bil habsburški podanik, zato je Valvasorja imenoval "našega".⁵⁷ V prvem pismu iz leta 1754 je opisal svoje poskuse na gradu Devin iz leta 1752. Kraj je že Plinij omenjal po dobrem vinu. Od davnin so imeli pri grajskih zidovih zelo lepo kaljeno ost, ob kateri je bil zvonec. Ko se je ost naelektrila, je zvonec opozarjal na grozečo nevihto, točo in vetrove, posebno poleti ob sončnem vremenu. O devinskem "strelovodu" je v pismu poročal že Imperati leta 1602, ko je opisal še strelo in ogenj sv. Elma pri gradu.⁵⁸

V prvem pismu iz leta 1754 je Bianchini opisal električne poskuse, ki so vzbudili "zanimanje najbolj upoštevanih Akademij v Evropi". Posebej je izpostavil delo P. van Musschenbroeka, ki so ga visoko cenili tudi ljubljanski jezuiti. Slavil je domnevno italijansko odkritje, da morska voda vsebuje fosfor. Vendar danes velja, da so fosfor šele v sedemdesetih letih 17. stoletja odkrili nemški raziskovalci. Poleg tega naj bi Italijani odkrili še delovanje in vir ognja sv. Elma, ki ga povzroči elektrika. Bianchini je opisal uporabnost tega odkritja, ki so ga raziskovalci onstran Alp preizkušali za izdelavo osti za strelovode. Tako je Bianchini opisoval strelovode le 6 let za francoskim botanikom Thomasom Françoisom Dalibardom (1703-1799). Dalibard je 17. maja 1752 pri svojem dvorcu Marly-La-Ville 20 km od Pariza uspel prvič načrtno ujeti električno strelo.⁵⁹ S tem je dokazal teorijo Franklina, ki je že leta 1749 delal poskuse s strelo. Ko je skušal energijo strele ujeti v kondenzator, se je leta 1753 v Sankt Peterburgu ponesrečil akademik Georg Wilhelm Richman (1711-1753), medtem ko jo je njegov sodelavec odnesel le s poškodbami.

V nadaljevanju pisma iz leta 1754 je Bianchini opisal nastanek bliska po Scipionu Maffeiju. Bianchini je menil, da je treba teorijo, po kateri "nebesna elektrika povzroči strele na Zemlji in na bližnjih oblakih", šele dokazati s poskusi, čeprav vanjo verjamejo mnogi tudi v Italiji. Dejstvo, da je domneva dobra in lepa, še ni dovolj za njeno pravilnost.

S tem je leta 1752 končal svoja opazovanja. Odpotoval je na grad Devin, ki mu je celo za tedanje razmere napačno odmeril 30° širine in 40° zemljepisne dolžine, medtem ko je Stainer že 38

⁵³ Shaw, Bishop Hervey, str. 286.

⁵⁴ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 157; Bianchini, *Osservazioni*, str. 85-86. Pietro Imperati (Bianchini, *Osservazioni*, str. 81) oziroma P. Imperati (Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 158; Mitteis, Abbé Nollet, str. 89) ni enak sodobniku Ferranteju Imperatoju (1550-1625), ki je leta 1599 v Neaplju objavil naravoslovno delo o podzemnih in drugih vodah (Shaw, Bishop Hervey, str. 286).

⁵⁵ Smole, Graščine, str. 132, 438; Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 157.

⁵⁶ Mako, *Dissertatio physica*, str. 93-95; Mitteis, Abbé Nollet, str. 88-89.

⁵⁷ Bianchini, *Osservazioni*, str. 74.

⁵⁸ Tudi Erma, Helma, Helene (Mako, *Dissertatio physica*, str. 93; Mitteis, Abbé Nollet, str. 89; Bianchini, *Osservazioni*).

⁵⁹ Rousseau, *Zgodovina znanosti*, str. 346.

let prej dovolj natančno določil zemljepisno širino Ljubljane. Celó zimo 1753 in dovršen del pomladi Bianchini ni mogel delati poskusov z elektriko. Nato je preizkušal delovanje konice na strelo in zatrdil, da "je kar najbolj uporabna naprava za pomorstvo", kar je bilo za Trst seveda zelo važno.

Bianchini je zapičil v tla kot sveča ravno vojaško helebarde in jo povezal z verigo. Opazil je "notranji ogenj sv. Helene". Leta 1750 je za strelodod uporabil 9 čevljev (skoraj 3 m) dolg lesen drog, bržkone s kovinsko ostjo. Poskus je trajal le četrt ure, ker so se opazovalci morali s tekom rešiti pred nevihto v grad. Bianchini je rezultate poskusa pojasnil z domnevo, da je električna materija iz ozračja vstopila v helebarde.⁶⁰ Poskusi Baluarda in Marinija v Bologni so pokazali, da se elektrika pojavi v verigi šele nekaj minut za začetkom nevihte.⁶¹

Mitteis je sto let po Bianchiniju predvsem poudarjal dejstvo, da so ob kranjski jugozahodni meji že sto in več let pred Franklinovo iznajdbo strelododa izvajali elektriko iz oblakov s koničastim telesom. Skliceval se je na pismo "dr. G. F. Bianchinija" iz leta 1758, ki ga je bržkone povzel po objavi pri Pariški akademiji. "Ob gradu Devin na bregu Jadrana se od davnin nahaja pokončna sulica s konico obrnjeno navzgor. Ko je poleti vreme postalo viharno, je vojak na straži opazil, da se železni del njegove helebarde močno iskri, na njeni konici pa je snop plamenov. Zato so tam namestili zvon, ki zazveni ob grozečem neurju in opozori delavce na polju in ribiče na morju. Starodavnost tega običaja je mogoče dokazati s številnimi legendami in z Imperatijevim pismom iz leta 1602, kjer beremo: "Ti ljudje so iz ognja in konice sestavili izredno napravo, ki napoveduje plohe, točo in viharje, še posebno poleti." Kranjski kronist Valvasor, ki je ob opisih gradov in mest vestno navajal zgodbe in dogodke, teh posebnosti gradu Devin ni zapisal.⁶²

V drugem pismu je Bianchini leta 1754 opisal izvir in tok podzemne reke Timave na Goriškem. Antični avtorji so domnevali, da se Timava pod vodo izliva v morje.⁶³ Valvasor je pomotoma opisal podzemno povezavo Timave z nekaj km severnejšim jezerom Dobradò, ki so jo raziskovali še v 20. stoletju.⁶⁴ Imperati je že pred Valvasorjem pravilno domneval, da je Timava pod zemljo povezana z reko Reka (Recca). Reka naj bi dvakrat poniknila in nato tekla kot Timava.⁶⁵ Bianchini je

sistematično raziskoval kraške jame in iskal podzemne povezave s Cerkniškim jezerom. Ugotavljal je, da je voda Timave sicer pitna, vendar čudnega okusa, saj se med podzemnimi potmi meša z zemljo in morjem.⁶⁶ Pismo je poslal grofu Gvidu Cobenzlu (Gvidon, Guido, Guidobaldo, 1716-1797) v Gorico. Gvido je bil brat Boškovičevega prijatelja J. K. F. Cobenzla, ki je bil rojen v Ljubljani. Boškovič je sodeloval z Bianchinijem in mu je 3. junija 1754 pisal o pristanišču v Riminiju, katerega vode je raziskoval celo desetletje. Obenem mu je poslal svojo 75 strani dolgo astronomsko razpravo, natisnjeno leto poprej.⁶⁷ Med Bianchinijevimi prijatelji je bil tudi raziskovalec slovenskega krasa Frederick Augustus Hervey (1730-1803), anglikanski škof v Derryju na Irskem.⁶⁸

Gvido Cobenzl je bil rojen v Gorici materi Carlotti pl. Rindismaul in očetu Janezu Gašparju (1664/1669-1742), goriškemu in od leta 1714 kranjskemu deželnemu glavarju. Po očetu je podedoval gospostvo Ribnica, ki ga je pozneje združil s sosednim gospostvom Breg. Leta 1747 se je preselil iz Ljubljane v Gorico, kjer sta bili sestri poročeni z grofoma Coronini in Edling. Tam je Gvidov sin Janez Filip Cobenzl (1741-1810) nekaj časa nosil jezuitsko obleko. V Gorici je imela družina Cobenzl palačo že od leta 1597. Gvido je skupaj s Colettijem kot prvi predsednik pomagal ustanoviti učeno društvo "Accademia degli Arcadi Romano-Sonziaca", ki je leta 1780 uradno postalo podružnica rimskih Arkadijcev. Zato je Bianchini v pismu povsem upravičeno izpostavljala Cobenzlovo "poznavanje znanosti fizike in matematike".⁶⁹

Bianchini je pisal Cobenzlu predvsem o vodnih tokovih. Poleg jam okoli Timave je opisoval še Nil in druge slavne reke. Bianchini je sprva menil, da je reka pod Predjamskim gradom Janeza Karla Filipa Cobenzla prav tako povezana s podzemnim tokom Timave. Pozneje je obiskal številne jame na Primorskem in končno ugotovil, da pod zemljo v Timavo teče le Reka (Recca), kar je po njem privzel Gruber.⁷⁰

4.2.4. Gruberjeva mehanika kapljev in

Gruber je zaključil pisma s popisom petnajstih večjih kranjskih ponikalnic.⁷¹ Ob dobrem pregledu tedanje strokovne literature je pojave ob Cerkniškem jezeru primerjal z raziskovanji na Tirolskem.⁷² Odklanjal je Valvasorjev in Steinbergov

⁶⁰ Mako, *Dissertatio physica*, str. 94-95; Mitteis, Abbé Nollet, str. 88.

⁶¹ Bianchini, *Osservazioni*.

⁶² Mitteis, Abbé Nollet, str. 89.

⁶³ Bianchini, *Osservazioni*, str. 74.

⁶⁴ Bianchini, *Osservazioni*, str. 71; Galli, *Timavo*, str. 13, 60, 66.

⁶⁵ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 157; Bianchini, *Osservazioni*, str. 78.

⁶⁶ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 157-158.

⁶⁷ Markovič, *Rude Boškovič*, str. 665.

⁶⁸ Shaw, Bishop Hervey, str. 286.

⁶⁹ Bianchini, *Osservazioni*, str. 81.

⁷⁰ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 157.

⁷¹ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 160 (nepaginirano).

⁷² Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 75.

model neskončnega zaporedja sifonov pod Javornikom, ki naj bi prelivali deževnico v jezero. Pojave je razlagal z veznimi posodami po podobnosti s krogotokom krvi v živih telesih, ki ga je opisal William Harvey (1578-1657). Gruber je menil, da imata opazovanje v naravi in pogovori z domačini prednost celo pred najlepšimi teorijami.⁷³ Model je ponazoril s prvimi tremi slikami na tretji (zadnji) tabli. Prvi dve figuri sta prikazovali dele na tretji sliki narisane sestavljene vezne posode. Njen dotok je uravnaval ventil, voda pa se je iztekala v nižji in višji zbiralnik.

Gruber je odklanjal električne vplive na podvodno vodovje. Takšni pojavi so bili v duhu Franklinovih teorij, zato sta jih do neke mere sprejemala tako Steinberg kot Bošković. Gruber je opisal nekaj udarcev strele, med njimi v vodo pri Vranji jami. Električna iskra bi res lahko povzročila razširitev zraka, zaprtega med skalami. Naelektren zrak s parami žvepla bi s svojim tlakom lahko iztiskal vodo iz lukenj v hribih. Vendar po Gruberju ni bilo dokazov za naelektrenost podzemnega zraka, čeprav se z gostoto zraka spreminjajo tudi njegove električne lastnosti.⁷⁴

Poznal je Newtonovo matematično raziskovanje lastnosti hiperboličnega kosinusa ali verižnice, ki jo tvorijo prosto obešeni delci zaradi vpliva lastne teže. Model je uporabil za opis izločanja apnenca iz vode pri nastajanju kapnikov v kraških jamah in ga ponazoril z zadnjo četrto sliko na koncu knjige.⁷⁵ Za opis izločanja apnenca iz vode je uporabil "temeljni izrek kristalizacije". Vsaka izločena kaplja je tvorila nov element na krivulji. Kristalizirana snov tvori vedno daljše vrste v plasteh na stalaktitu. Obliko površine stalaktita je primerjal s cevmi v orgelski piščali.⁷⁶

Gruberjevo praktično (1772-1777) in poznejše teoretično delo v hidromehaniki je povsem ustrezalo duhu tedanjega časa. V osemnajstem stoletju so med vsemi panogami fizike največ uporabljali ravno hidrodinamiko. S praktičnimi izkušnjami so zgradili vodomete najpomembnejšim vladarjem v Versaillesu, pri Sankt Peterburgu, pri Schönbrunnu na Dunaju in drugje. Švicar Daniel Bernoulli (1700-1782) je leta 1737 praktične izkušnje utemeljil v teoriji hidrodinamike, ki jo je ljubljanski profesor Gregor Schöttl uporabil v izpitnih tezah leta 1771.⁷⁷

Vežne posode v Gruberjevem modelu pretakanja vode pod Cerknjskim jezerom (fig. 1-3) in skica tvorbe stalaktita (fig. 4). (Herrn Tobias Grubers, Tabla III).

4.3. Gruberjeva teorija Zemlje (1784, 1785)

Gruber je raziskoval kranjsko gorovje, da bi dopolnil teorijo razvoja površja Zemlje. V svojih raziskavah se je opiral na Boškovičevo teorijo površine Zemlje, prednico sodobnega opisa geoida.

Kranjska pisma, objavljena leta 1781, so bila prvo Gruberjevo tiskano delo. Tri in štiri leta pozneje je pri Bornu priobčil nadaljevanji, v katerih ni več uporabil pisemske oblike s krajem in datumom. Nadaljevanj pisem ni dopolnil z novimi vinjetami. V njih je obravnaval splošnejšo teorijo in ni opisoval le kranjskih geoloških posebnosti ter svojega dela na prekopu.

⁷³ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 110-114, 116.

⁷⁴ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 121-122; Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 32.

⁷⁵ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 87-88.

⁷⁶ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 90.

⁷⁷ Schöttl, *Tentamen Physicum*, teza 20.

Ostale razprave v Bornovi reviji so bile prav tako posvečene geologiji, mineralogiji, horografiji, botaniki in zoologiji. Večina avtorjev je obravnavala razmere v monarhiji, nekateri pa še Sibirijo in obe Ameriki. Born je objavljaval povzetke del znanih avtorjev, med njimi Linnéjevega učenca Šveda Toberna Olofa Bergmanna (tudi Bergman, 1735-1784) z univerze v Uppsali. V treh letnikih 1783-1785 je objavil le eno fizikalno razpravo o centralnih silah dunajskega profesorja višje matematike Franza von Kesaerja.

V prvem nadaljevanju pisem je Gruber leta 1784 na 24 straneh najprej citiral pisma iz leta 1781 vendar pomotoma s tri leta starejšo letnico izdaje. Brez navedbe avtorja je omenil naslov *Beytrages zur Theorie der Erde*, ki je bil podoben poznejšemu prevodu knjige urednika pariškega *Journal de Physique* kemika Delamétherie (1743-1817).⁷⁸ Posebno pozornost je posvetil podzemlju gora iz apnenca. Skliceval se je na Scopolijeve knjige o kamninah, fosilih in rastlinah.⁷⁹ Svoje raziskovanje krasa je primerjal z Dellusovim in Grunertovim raziskovanjem švicarskih Alp⁸⁰ ter s Scopolijevim sistematičnim opisom kranjskih fosilov.⁸¹

Čeprav je Gruber več kot stoletje starejše raziskave jezuita Kircherja omenjal le leta 1781, je svojo teorijo Zemlje utemeljil na Kircherjevih opisih podzemne toplote, jezer in votlin s praznim prostorom.⁸² Proces izsuševanja in strjevanja je Gruber pripisoval posebnim silam.⁸³ Verjel je v dve davni veliki poplavi-potopa, ki nista dosegli najvišjih vrhov. Potresi niso mogli prenesti snovi iz ene lege v drugo tako kot narasle vode.⁸⁴ Pri opisu potopa ni navajal pričevanj iz Stare zaveze. Dodatne tlake naj bi povzročalo spuščanje zraka v brezračni prostor podzemnih jam.⁸⁵ Gostoto apnenca v gorovjih je ocenil na 0,644 gostote vode. Z vzgonom je pojasnjeval sile v vznožju gora ob upoštevanju tlaka stisnjene zraka.⁸⁶

Tedanja potresa v Limi in Lizboni (1755) ter vulkane je pripisal podzemnim podmorskim silam.⁸⁷ Te sile je pripisoval tlaku vode ali zraka pa tudi skupnemu delovanju obeh. Podzemne vode naj bi potapljale dele površine Zemlje, tlak

Naslovnica Gruberjevih pisem, napisanih leta 1779 in natisnjenih dve leti pozneje. Vinjeta prikazuje ladje ob izviru Ljubljani.

zraka pa naj bi povzročal dim, plamene in pepel. Domneva je bila v skladu s starejšim opisom potresa v Lizboni, ki ga je leta 1760 objavil angleški geolog in izumitelj torzijske tehtnice duhovnik John Michell (1724-1793), ki je poučeval grščino, hebrejščino, aritmetiko in geometrijo v Cambridgeu. Leta 1760 je prvi objavil domnevo, da potrese povzročajo valovanja v notranjosti Zemlje.

Podobno kot Kircher je tudi Gruber verjel, da je pod skorjo Zemlje prav tako spremenljivo vreme kot nad njo. Morske trobente in vodne stolpe je imel Gruber za neko vrsto podzemnega električnega praznjenja od dna morij proti atmosferi. Povzročalo naj bi še bliskanje v stoječih oblakih.⁸⁸ Takšne domneve o vplivih podzemlja na vreme so bile med jezuiti celo stoletje močno priljubljene.

⁷⁸ Gruber, *Anhang*, str. 2. Gruber je v devetem pismu 1. 6. 1779 omenjal starejše delo: "... čez mesec dni sem izdal veliko delo, katerega majhen del so ta pisma..." (Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 104). O tem delu iz leta 1778 ali 1779 ni drugih podatkov.

⁷⁹ Gruber, *Anhang*, str. 4.

⁸⁰ Gruber, *Anhang*, str. 7.

⁸¹ Gruber, *Anhang*, str. 9.

⁸² Gruber, *Anhang*, str. 13, 19.

⁸³ Gruber, *Anhang*, str. 15.

⁸⁴ Gruber, *Anhang*, str. 17.

⁸⁵ Gruber, *Anhang*, str. 19.

⁸⁶ Gruber, *Anhang*, str. 20, 22.

⁸⁷ Gruber, *Anhang*, str. 24.

⁸⁸ Gruber, *Anhang*, str. 24.

*Gruberjeva skica ponikalnice vhoda v Vranjo jamo
(Gruber, Herrn Tobias Grubers, vinjeta 5)*

V drugem, deset strani daljšem nadaljevanju pisem je Gruber leta 1785 obravnaval predvsem fosile. Najprej je zibajoče gibanje ob potresih pripisal medsebojnemu tlaku ali stiskanju podzemnega zraka. Do prvega sunka lahko pride zaradi tlaka vode brez visokih plimovanj. Drugi sunek potresa naj bi bil posledica električnega ali vulkanskega vžiga v praznem prostoru votlin, zaradi katerega se poveča hitrost zraka sredi gostejših teles. Tretji sunek povzroči stisnjeni ali raztegnjeni zrak, ki izbruhne v dotlej mirno atmosfero in zaniha snov na svoji poti. Zato potrese spremljajo valovi in neurja. Do podobnih pojavov lahko pride, ko prazen prostor napolnimo z vodo ali ga postavimo globoko pod gladino vode.⁸⁹

Nato se je Gruber lotil fosilnih ostankov živali, ki so domnevno živele v globinah nekdanjih morij. Svoje ugotovitve je primerjal z Grunerovim in de Lucovim raziskovanjem v Švici in Savoiji. Gruner je bil leta 1775 prepričan, da so te živali v resnici živele v alpskem svetu, kjer je njih ostanke odplavila redka voda. Poznejši premiki naj bi jih spravili na višje nadmorske višine.⁹⁰

Jean-André De Luc (1727-1817) je bil najstarejši sin ženevskega izdelovalca ur, ki je prijateljeval z Jean-Jacquesom Rousseaujem (1712-1778). De Luc je bil vzgojen v strogem protestantskem duhu. Nasprotoval je Lavoisierjevi novi kemiji in je objavil nasprotujočo si teorijo dežja z domnevno pretvorbo zraka v vodo. Izboljšal je Pascalov postopek merjenja višine hribov z barometrom in izumil še druge meteorološke naprave, tako da je postal eden najpomembnejših evropskih fizikov. De Lucov mentor in prijatelj je bil ženevski profesor matematike in fizike Georges Louis Lesage

Gruberjeva skica Vranje jame (Gruber, Herrn Tobias Grubers, vinjeta 6)

(tudi Le Sage mlajši, 1724-1803), ki je leta 1784 z dve leti starejšo letnico pri berlinski akademiji objavil model težnosti kot posledico bombardiranja telesa s hitrimi majhnimi delci. Nihanje in gibanje etra je imel za vzrok gravitacijske sile podobno kot pred njim ljubljanska profesorja Taufferer in boškovičev Biwald. Lesageve ideje je raziskoval njegov prijatelj Bošković, ki ga je obiskal v Ženevi 18. januarja 1764, čeprav je Lesage kritiziral njegovo teorijo.⁹¹ Ob tej priložnosti je morda srečal De Luca. Lesageov model težnosti je v Ženevi leta 1818 predstavil širšemu občinstvu raziskovalec toplotnih žarkov ter univerzitetni profesor filozofije in fizike Pierre Prevost (1751-1839).⁹²

De Luc se je po propadu svojega ženevskega podjetja leta 1773 naselil v Angliji. Francoske raziskovalce je od tam seznanjal z britanskimi odkritji, še posebej z Wattovim parnim strojem.⁹³ Kot član Kraljeve družbe v Londonu je sodeloval v odboru za merjenje temperature, ki ga je vodil Henry Cavendish (1731-1810). Uveljavil se je na Windsorskem dvoru kraljice Charlotte in Georga III v Londonu. Bil je zadnji veliki zagovornik bibličnega potopa v francoskem jeziku. Dneve v stari zavezi je pojmoval kot obdobja. Prispeval je k ponovnem uveljavljanju katastrofizma med letoma 1800 in 1835, saj je imel velik vpliv na Georgesa Cuvierja (1769-1832). Podobno kot Gruber je tudi De Luc v pismih objavljaj raziskovanja, pri katerih mu je pomagal brat Guillaume-Antoine De Luc (1729-1812). Gruber je verjetno bral De Lucova dela v francoskem jeziku, predvsem pisma iz leta 1778 o

⁸⁹ Gruber, Fortsetzung, str. 1-2.

⁹⁰ Gruber, Fortsetzung, str. 4.

⁹¹ Marković, *Rude Bošković*, str. 642, 645, 1065.

⁹² Taufferer, *Ex physica Generali*, tezi 16, 18; Biwald, *Wilhelm Lewis*, teza 45; Rosenberger, *Geschichte*, str. 19; Chang, *Spirit*, str. 255.

⁹³ De Luc, *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins*, str. 79-81.

fosilih v Savoji,⁹⁴ čeprav naslovov ni citiral. De Lucova dela so pozneje utonila v pozabo, tako kot podobna raziskovanja Angleža Richarda Kirwana (1733-1812). Kirwanovo knjigo si je kupil Žiga Zois in je prišla pozneje skupaj z drugimi 75 znanstvenimi deli v knjižnico liceja v Ljubljani.

Naravoslovec Gruner iz Berna je objektivno opisoval naravne katastrofe, povezane z ledeniki. Leta 1756 je ob vzponu na Werrhorn opazoval lepo in grozljivo padanje snega z vrha ledenikov v obliki plazu. Velike sproščene energije so povzročale meglo, pare in močan udarni val v zraku, ki so ga opazovalci krepko občutili.

Gruber je zagovarjal sodobnejšo teorijo nekdanj višje ležečih morij. Menil je, da spremembe povzročajo menjavanje ravnovesja med zemljo, zrakom in vodo.⁹⁵ Zamislil si je apnenec v vsem podzemlju in globinah alpskih dežel.⁹⁶ Predvsem ga je zanimal mehanizem, zaradi katerega so nekatere gostejše plasti npr. granita nad redkejšimi, čeprav bi po posedanju iz vode moralo biti nasprotno. Menil je, da so njegove domneve v skladu s trditvami velikih mineralogov Arduinija iz Verone in prevajalca njegovega dela Ferberja, ki si je prav tako dopisoval z Bornom. Vendar je Gruber pri pomembnosti apnenca pretiraval, saj je menil, da morajo biti vse višje plasti našega planeta iz apnenca, tudi vrhovi hribov.⁹⁷ Čeprav so bili jezuiti zaradi številnih oddaljenih misijonov dobro obveščeni o tujih deželah, Gruber ni upošteval temnejših kamnin, ki tvorijo vulkanska gorovja, denimo Ande.

Gruberjeva kemija zemeljskih plasti je temeljila na raztapljanju "najmanjših delcev" soli, olj, zemelj in kovin v vodi.⁹⁸ Arduini je leta 1775 usedline povezoval z rastlinami in živalmi, v zborniku pa je objavil še Hacquetovo razpravo o železni rudi na območju Eisenerza. Lehmann je svoj model utemeljil na mineralogiji. Oba sta istočasno začela razlikovati med primarnimi in sekundarnimi gorami, De Luc pa delitve ni priznaval.⁹⁹

Gruberja je posebno zanimalo nastajanje žlahtnih kovin. Hacquet ga je javno dolžil alkimije tudi zato, ker je sam zagovarjal drugačna stališča v mineralogiji. Dvorni svetnik Delius je menil, da so žlahtne kovine nastale med drugim potopom z izsuševanjem, cepljenjem in drobljenjem kremenca. Po koncu poplav naj bi tovrstna dejavnost prenehala, s čimer se Gruber ni strinjal, saj v naravi

ni našel potrditve za Deliusovo domnevo.¹⁰⁰ Gruberju se je zdelo, da v zbrani vodi v plasti ilovice ali modre gline lahko dobimo enake razmere kot ob povodnji. Tako lahko ponovimo enake okoliščine za pretvorbo kovin, kot so bile med potopi. Drugače kot leta 1760 njegov prijatelj, ljubljanski profesor fizike Taufferer, Gruber dve desetletji pozneje ni odklanjal alkimije.

Potresi nad takšnimi plastmi ilovice so veliko nevarnejši kot na krasu. Med podporniki svoje teorije je našel slovitega grofa Georgesa Louisa Leclerca de Buffona (1707-1788),¹⁰¹ katerega knjige je lahko našel v Zoisovi knjižnici. Ilovico je leta 1789 raziskoval tudi Hacquet.¹⁰²

Gruber je podrobno opisal nekdanje Panonsko morje. Postregel je s številnimi podrobnimi opisi kamnin in voda v Banatu. Ni mogoče dokazati, da je Gabrijel obiskal Banat, kjer je bil njegov brat Tobija Gruber ravnatelj plovbe v Temišvarju med letoma 1774 in 1777. Prav tako ne vemo ničesar o morebitnem Tobijevem naravoslovnem obisku na Kranjskem in v Primorju.¹⁰³ Zato domnevamo, da sta polbrata delo napisala v sodelovanju.

Gruber je opisal ostanke školjk na nekdanjem morskem dnu v Slankamnu in banatskih hribih.¹⁰⁴ Tam naj bi ostale po splošnem znižanju ravni svetovnih morij. Ko je morje odtekalo po Donavi, se je dno prekrilo z debelo plastjo zemlje črnice, "materere vseh rastlin". Odtekanje je primerjal s Cerkniškim jezerom in s spremenljivimi jezери na Tirolskem, ki jih je dvanajst let prej opisal Joseph Walcher (1718-1803).¹⁰⁵ Walcher je bil profesor mehanike in matematike na dunajski univerzi v času, ko je tam Gabrijel Gruber študiral teologijo. Leta 1759 in 1760 je izdal svoja predavanja o mehaniki, utemeljena na delu Jakoba Leupolda (1674-1727), ki je izhajal iz šole jezuita Erharda Weigela (1625-1699) in Leibniza. Matematik, izdelovalec astronomskih naprav in raziskovalec kalendarjev Weigel je poučeval v jezuitskem kolegiju v Breslauu in nato na univezah v Leipzigu in Jeni. Njegova najbolj znamenita študenta sta bila Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) in Caspar Neumann (1648-1715). Njun učenec je bil Christian Wolff (1679-1754).¹⁰⁶

Gruber je z Walcherjevim delom podprl svojo teorijo, da podzemni hlapi in pare vplivajo na spremembe vremena v atmosferi z dotokom vodnih par, porušile pa so tudi nekoč zašiljene vrhove planin. Apnenčasto podzemlje naj bi delovalo kot

⁹⁴ Ellenberger, Gohau, str. 217, 220, 222-223, 225, 234, 250; Chang, Spirit, str. 254.

⁹⁵ Gruber, Fortsetzung, str. 7.

⁹⁶ Gruber, Fortsetzung, str. 8.

⁹⁷ Gruber, Fortsetzung, str. 29-30.

⁹⁸ Gruber, Fortsetzung, str. 10.

⁹⁹ Ellenberger, Gohau, str. 237, 244-245; *SBL*, 1, 1925-1932, str. 285.

¹⁰⁰ Gruber, Fortsetzung, str. 16-18.

¹⁰¹ Gruber, Fortsetzung, str. 19-20.

¹⁰² Barič, Mineralogija, str. 116.

¹⁰³ Obisk omenjata Habe in Kranjc (Delež Slovencev, str. 21).

¹⁰⁴ Gruber, Fortsetzung, str. 22.

¹⁰⁵ Gruber, Fortsetzung, str. 25, 30.

¹⁰⁶ Winter, *Absolutismus*, str. 54, 177.

velikanski zbiralnik vode.¹⁰⁷ Številni zgodovinski dogodki z vdiranjem velikih otokov naj bi potrjevali obstoj neenakomerno velikih apnenčastih podzemnih prostorov v jedru Zemlje, kar seveda ne drži v sodobni znanosti. Po Gruberju bi se lahko podzemne jame napolnile tudi s stoječo morskovo vodo, če se vanjo potopi gorovje iz apnenca. Površje Zemlje si je zamislil kot steklasto pokrivalo, podobno kot skoraj sto let pred njim Leibniz, ki je prav tako zagovarjal transformizem s katastrofami. Po več milj dolgih špranjah v oceanih naj bi se prenašala podzemna toplota in hlapci, tako da bi delovale kot lonec za destilacijo.¹⁰⁸ Svoje prepričanje o pomembnosti hlapov je Gruber prenesel celo v vesolje, saj je napačno verjel, da repe kometov sestavljajo vodne pare.¹⁰⁹ Ni se opredelil glede svetlobnega tlaka sončnih žarkov, ki naj bi po Keplerju in Newtonu povzročal gibanje v repu komet; podmeno je Bošković zavrnil že leta 1746.¹¹⁰

Čeravno imamo Baltazarja Hacqueta (1739/40-1815) za utemeljitelja znanosti o krasu,¹¹¹ je njegov osebni nasprotnik Gruber prav tako mnogo prispeval k njegovemu raziskovanju. Oba sta objavljala v dobi velikih nasprotij med geološkimi teorijami, predvsem med nemškimi neptunisti in francoskimi ter angleškimi plutonisti.

Najpomembnejši neptunist je bil Šlezijec Abraham Gottlieb Werner (tudi Gottlob, 1750-1817). Leta 1774 je predložil, da bi za rudnine uporabili naravno razporeditev po Linnéjevem modelu. Linnéjev *Systemae naturae*, objavljen v Leydenu leta 1735, je vseboval klasifikacijo rud in kamnin. Rokopis s povzetkom Linnéjevega dela je uporabljal B. F. Erberg v Ljubljani.¹¹² Linné se je zavzemal za razvrščanje po številu ploskev kristalov, medtem ko so Werner in njegovi učenci za identifikacijo raje uporabljali kemijske lastnosti. Kot profesor na Višji rudarski akademiji v Freiburgu je Werner ločil mineralogijo od drugih rudarskih ved in leta 1774 zasnoval kristalografsko metodo. Menil je, da so vse kamnine izvirale iz usedlin, nastalih z delovanjem vode.¹¹³ Wernerjev neptunizem je med drugimi podpiral Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832). Werner je raziskoval predvsem na Saškem. Ko pa sta njegova freiburška učenca Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander baron Humboldt (1769-1859) in Gabriel Christoph Benjamin Busch (1774-1854) raziskala še druge kraje, so nje-

govo teorijo zavrgli. Postalo je očitno, da je bazalt vulkanskega izvora.¹¹⁴

Wernerjev nasprotnik je bil plutonist (vulkanist) Škot James Hutton (1726-1797), ki je leta 1795 objavil *Teorijo o Zemlji*. Menil je, da so sedimentarna tla nastala s počasnim kopičenjem delcev rudnin na dnu morij, kjer jih je v tisočletjih preoblikovala toplota Zemlje, kar je bil že metamorfizem. Drugače od katastrofistov je imel Hutton čas za važen faktor geološkega razvoja. Menil je, da v razvoju narave ni skokov, kar je bilo pod Boškovićevim vplivom prevladujoče mnenje med škotskimi znanstveniki.¹¹⁵ Pomemben zagovornik plutonizma je bil utemeljitelj znanstvene geologije in mineralogije Déodat de Gratet de Dolomieu (1750-1801). Dolomieu si je dopisoval s Scopolijem in Žigo Zoisom. Zois si je o mineralogiji dopisoval s približno petdesetimi osebami, v svoji knjižnici pa je imel štiri Dolomieujeve knjige. Dolomieu ga je leta 1784 obiskal v Ljubljani in se tam seznanil s Hacquetom,¹¹⁶ morda pa tudi z Gruberjem, nekdanjim Zoisovim domačim učiteljem matematike. Gruber je zgodaj naslednje leto zapustil Ljubljano.

Gruberjeva geologija je vsebovala sestavine obeh tedanjih nasprotujočih si sistemov. Pri opisih nekdanjih evropskih sredozemskih morij in njih usedlin je bil blizu neptunizma s primesmi metamorfizma. Njegova ideja o dveh potopih v zgodovini Zemlje spominja na katastrofizem De Luca in pozneje Cuvierja, ki je leta 1812 objavil razmišljanja o prevratih na površini zemeljske krogle. Gruber je prvi objavil, da so padavinske razmere na Cerknškem polju vzrok za nastanek jezera, saj je podobna tri desetletja starejša ugotovitev dvornega matematika Jožefa Antona Nagla (1717-1800) ostala v rokopisu.¹¹⁷ Gruber je kritiziral Valvasorjeve in Steinbergove domneve. Dokazal je, da nihanje gladine jezera ne sledi letnim časom temveč deževnemu vremenu s periodo 2 do 3 ali 7 let. Po plutonski teoriji je domneval, da so jame nastale z udorom jamskih stropov. Naravne mostove in loke je pojasnil z vdorom tal.¹¹⁸

Hacquet je bil do vseh teorij zelo kritičen, čeprav mu je bil kot Francozu morda bližji plutonizem. Bil je aktualist in predhodnik Charlesa Lyella (1797-1875),¹¹⁹ ki je zavrgel Cuvierjev katastrofizem s *Principi geologije* iz let 1830-1833.¹²⁰ Tako so geološke teorije prispevale k osebnim nasprotjem med Gruberjem in Hacquetom.

¹⁰⁷ Gruber, Fortsetzung, str. 31.

¹⁰⁸ Gruber, Fortsetzung, str. 32; Ellenberger, Gohau, 1981, 240.

¹⁰⁹ Gruber, Fortsetzung, str. 33.

¹¹⁰ Bošković, *Theoria*, str. 227.

¹¹¹ Barić, *Mineralogija*, str. 116; Habe, Kranjc, Delež Slovencev, str. 24.

¹¹² AS, I 6d, št. 53.

¹¹³ Rousseau, *Zgodovina znanosti*, str. 536-537; Palter, *Some Impressions*, str. 367.

¹¹⁴ Ravikovič, *Čarlz Laiel*, str. 18.

¹¹⁵ Rousseau, *Zgodovina znanosti*, str. 536-537; Ravikovič, *Čarlz Laiel*, str. 14, 18-19.

¹¹⁶ Šumrada, Žiga Zois, str. 65, 66, 69.

¹¹⁷ Kranjc, *Dvorni matematik*, str. 340.

¹¹⁸ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 108; Gruber, *Anhang*, str. 4; Habe, Kranjc, Delež Slovencev, str. 21.

¹¹⁹ *SBL*, 1, 1925-1932, str. 285.

¹²⁰ Ravikovič, *Čarlz Laiel*, str. 5.

4.4. Gruberjevo raziskovanje optičnih prividov

Optični privid je slika objekta, ki se kaže v drugi legi od navadne. Opazimo ga v puščavi ali pa nad morji in jezeri zaradi nenavadnih okoliščin v ozračju.

Toplotno sevanje segrete površine Zemlje zniža gostoto zraka tik nad površino puščave ali široke asfaltirane ceste. Tako je plast gostejšega zraka nad redkejšim, nasprotno kot pri navadnih pogojih. Meja med plastema je podobna gladini vode. Obnaša se kot leča in lomljene svetlobne žarke iz oddaljenega objekta ukrivi navzgor. Pojava se je prijel naziv fatamorgana; naziv so najprej uporabljali v južni Italiji.

Nad morjem ali jezerom so včasih gostejše plasti zraka ob hladni površini vode, tako da se svetloba na meji z redkejšimi višjimi plastmi ozračja lomi tako, da se ukrivi navzdol. Zato pri tej zgornji fatamorgani vidimo za obzorje. Optični privid v daljavi je popačena in podaljšana slika, ki visi v zraku.

Optične privide je opisal že Aristotel. Huygens jih je leta 1690 pravilno pripisal spreminjanju lomnega kvocienta z višino ozračja in posebnim fizikalnim pogojem.¹²¹ Privide je junija 1752 opazil jezuit Bošković med meritvami poldnevnika ob reki Usa blizu Riminija v tedanji papeški državi. Boškovičev prijatelj jezuit Joseph Xavier Liesganig (1719-1799) je videl podobne pojave med meritvami poldnevnika pod močnim soncem na širokih planjavah Ogrske. Skupaj s Karlom Scherfferjem (1716-1783) je meril med letoma 1762 in 1767 med Brnom in Varaždinom, med letoma 1768 in 1769 pa na območju Czurok-Petrovaradin-Kištelek. V tem času je Scherffer poučeval matematiko Gabrijele Gruberja in pozneje njegovega polbrata Tobijo. Verjetno je optične privide opisal svojim študentom, čeravno ga kot vir Gruber v svojih delih ni citiral. Liesganig je leta 1770 objavil svoja opazovanja optičnih prividov.¹²²

Med 5. januarjem 1776 in 16. majem 1776 je Gregor Schöttl objavil 6 meteoroloških poročil v Javnem tedenskem listu Vojvodine Kranjske (*Des wöchentlichen Kundschaftsblattes im Herzogthume Krain*), glasilu Kmetijske družbe. Urednik je bil Schöttl, založnik pa ljubljanski tiskar Janez Friderik Eger (ok. 1735-1799). Tiskali so predvsem gospodarska in politična poročila ter osmrtnice.

Schöttl je 17. februarja 1776 poročal o optičnem prividu v Ljubljani: "9. 2. 1776, pol ure po poldnevu, je bilo tako lepo, da se je nenavadno dobro videlo. Pokazala so se naenkrat kar tri Sonca. Res-

nično Sonce je bilo v sredi. Vsa tri so ležala na isti premici v smeri zahoda. Navidezna oddaljenost (med Sonci) je bila 40 čevljev. Sosonci nista bili okrogli, temveč bolj kolutasti. Njuna stran, obrnjena proti pravemu Soncu, je bila iz ognja. Vse skupaj je imelo obliko stožca z glavnino sončnih žarkov v sredini. Pojav je bil viden več kot četrte ure."¹²³

Že leta 1682 je Johannes Hevelius (1611-1687) v Danzigu (Gdansk) opazoval tri Sonca. Tri desetletja po Schöttlu je o podobnem optičnem prividu poročal Heinrich Wilhelm Brandes (1777-1834), profesor fizike na univerzi v Leipzigu.¹²⁴ Večkratne podobe Sonca raziskujejo tudi sodobni meteorologi.

Profesor fizike Gregor Schöttl je prišel v Ljubljano 22. oktobra 1768, nekaj mesecev po Gabrijelu Gruberju. V desetletju skupnega življenja v Ljubljani sta tesno sodelovala in se skupaj zanimala za optične privide.

Gruber je bil eden prvih sodobnih raziskovalcev optičnih prividov nad jezeri. Gruber je o njih že v času Schöttlovega poročila leta 1776 pisal nekdanjemu jezuitu, baronu Josephu Herbertu (1725-1794) iz Celovca.¹²⁵ Herbert je bil med letoma 1760 in 1784 profesor posebne in splošne fizike na dunajski univerzi, kjer je Gabrijel Gruber študiral v letih 1761 in 1763, Tobija Gruber pa leta 1766.

V dodatku k pismu iz Cerknice je Gruber leta 1779 opisal pot svetlobnih žarkov pri fatamorgani. Nad Cerkniškim jezerom je opazil podoben svetlobni pojav kot nekoč nad planjavami ob poti za Temišvar.¹²⁶ Narisal in opisal je tri oblike fatamorgane:

"Nad zelo ravnimi, več milj širokimi planjavami se na višini dveh metrov¹²⁷ nad zemljo ozračje tako zgosti, da ne prepušča svetlobe, ki pada pod zelo ostrimi koti.¹²⁸ Tako pride do velikega bleščanja. Na oddaljenostih od 1890 m do 3780 m sem opazil strehe iz vasi, ki so bile podobne prozornemu gozdičku. Prikazen se tu in tam pojavi v obliki gričkov, ki brez podlage stojijo v zraku nad ravnino. Pojavljajo se višje štrleči objekti kot so drevesa, stavbe, stolpi in podobno, ki se zrcalijo nad vodno površino v dvakratni velikosti. V večji oddaljenosti sem opazil razpršeno veliko jezero, ki se je na horizontu zdelo kakor morje."

¹²³ Schöttl, *Wöchentlichen Kundschaftsblattes*, str. 108-109.

¹²⁴ Brandes, *Beobachtungen*, str. 126.

¹²⁵ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 6.

¹²⁶ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 54-57; Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 3-5.

¹²⁷ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 6, 10.

¹²⁸ Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 54; Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 3.

¹²¹ Raman, Pancharatnam, *Optics*, str. 251.

¹²² Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 25.

Gruberjeva risba Cerkniškega jezera (Gruber, Herrn Tobias Grubers, Tab II)

"Ob približevanju je slika izginila ali pa se je vedno bolj oddaljevala. S sedeža kočije sem jo še videl meter visoko. Ko sem se približal, je izginila. Začuden sem opazoval, dokler nisem spoznal vzroka za to nenavadno igrico svetlobnih žarkov. Njeno pogosto nastajanje ob različnih okoliščinah, njeno pojavljanje in izginjanje zaradi dvigovanja in spuščanja gledalca ter njena podobnost z optičnimi poskusi so mi skrivnost končno v celoti odkrili:

Imejmo vodoravno ploskev širine okoli 600 m in oddaljen objekt, denimo stolp, in pogledimo proti horizontu. Sredi poti od objekta se nekateri svetlobni žarki odbijejo proti očesu.¹²⁹ Povsem naravno je, da ti svetlobni žarki ne dosežejo tal, saj padejo zelo poševno na območje z naraščajočo gostoto. Pri določeni višini nad tlemi se odbijejo pod kotom, ki je enak vpadnemu. Newton je to lastnost vseh zrcalnih ploskev pojasnil s teorijo odbojne sile. – Če žarki prihajajo iz določene strani neba, ali pa od vzhajajočega oziroma zahajajočega Sonca (kot smo videli pri Cerkniškem jezeru), potem ne vidimo ničesar pod ravnino objekta. Slika oddaljenega predmeta je podobna odboju od vode. Del stolpa se bo zrcalil v navidezni vodi

jezera in se bo zdel dvakrat višji. Slika jezera se bo spreminjala pri različnih zornih kotih in bo tudi izginjala, podobno kot globel v ravni pokrajini; gledalec, ki jezero opazi z enega položaja, ga ne bo več videl z višje točke, saj svetlobni žarki pod spremenjenim vpadnim kotom predrejo spodnjo plast zraka na sredi med objektom in opazovalcem.

Tako lahko pojasnim vse takšne pojave. Problem zahteva natančnejšo obravnavo, za katero tu nimam časa. Utemeljeno domnevam, da se takšni svetlobni prividi kažejo pri določeni višini, najraje okoli dveh metrov, kjer debele plasti izparin iz zemlje zgostijo spomladanski zrak nad razsežno ploskvijo.¹³⁰

Gruber je napovedano "natančnejšo obravnavo" loma in odboja svetlobe od segrelih plasti objavil pri češki znanstveni družbi pet let pozneje, decembra 1786. Delo so naslednje leto izdali v posebni knjigi, nato pa še v vodilnem nemškem fizikalnem časopisu. Na začetku razprave je Gruber ponatisnil del petega pisma in skic iz leta 1781. Ni izrecno zapisal, da optični privid nastane po totalnemu odboju žarkov, čeprav je bilo to iz opisa in skic povsem razvidno.¹³¹

¹²⁹ Tu se je v Gruberjevem zapisu iz leta 1781 pojavila tiskarska napaka, na katero ga je opozoril Büsch (Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 4-5).

¹³⁰ "6 do 7 čevljev" (Gruber, *Herrn Tobias Grubers*, str. 57; Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 5, 6, 10).

¹³¹ Raman, Pancharatnam, *Optics*, str. 252.

Gruberjeve skice fatamorgane iz leta 1787
(Gruber, *Physikalische Abhandlung*, Tab. II, fig. 11-13).

Fatamorgana je navduševala številne raziskovalce. Med njimi je bil Johann Georg Büsch (1728-1800), ki je bil od leta 1756 profesor matematike v Hamburgu in je tam sodeloval pri ustanovitvi akademije. Pojav je opazil že kot otrok med popotovanji na obisk k dedku v eno miljo oddaljeno pristanišče. Prvič ga je opisal leta 1783 skupaj s popačeno sliko vzhajajoče Lune. Objavil je enake ugotovitve kot pred njim Gruber. Komentiral je Gruberjeva pisma iz leta 1781, za njegove opombe pa se mu je Gruber posebej zahvalil.¹³²

Gruber je razdelil ozračje na majhne plasti debeline $D \cdot dx$. Pot žarka je določil z infinitezimalnim računom, ki se je med ljubljanskimi jezuiti uveljavil šele sredi stoletja. Čeprav je kot avtorja postopka citiral Newtona, je neskončno majhne količine zapisoval na Leibnizev način.

Gruber je pojav pojasnil po namigih, vsebovanih v vprašanjih 19, 20 in 31 na koncu Newtonove optike iz leta 1704 in z Boškovićevo silo na površini teles.¹³³ Majhni delci naj bi imeli "neke moči, lastnosti ali sile", s katerimi lahko delujejo na daljavo. Ne vplivajo le na svetlobne žarke ob odboju, lomu in absorpciji, temveč še drug na drugega, tako da povzročajo številne naravne pojave. Od Newtona je prevzel idejo, da se zaradi stopnjevanja gostote etra svetloba ne lomi v točki, temveč vzdolž krive črte. Pri Galileju si je sposodil opis svetlobnega žarka, ki se med odbojem v snovi s spremenljivo gostoto giblje vzdolž parabole.¹³⁴ Po Boškoviću je povzel še domnevo o zelo majhni masi svetlobnih delcev. Gruberjeve skice odboja za ponazoritev nastanka dvojne in podaljšane slike po odboju na plasti s spremenljivo gostoto niso bile povsem enake Boškovičevim.¹³⁵

¹³² *Vollständiger Bücher=Lexicon* (1834, 394) navaja izdajo Büschove knjige pri A. Campe, medtem ko je Gruber navedel drugega izdajatelja Carola Ernesta Bohna, prav tako iz Hamburga. NUK hrani le druga tri Büschova dela (Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 5, 6, 35).

¹³³ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 13, 14; Bošković, *Theoria*, str. 141-143, 225-228.

¹³⁴ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 10-11, fig. 2.

¹³⁵ Bošković, *Theoria*, str. 142, 225, 227.

*Gruberjeva skica deformacije slike po odboju
(Gruber, *Physikalische Abhandlung*, Tab. I).*

Gruber je prvi preučeval optične privide v laboratoriju. Meril je odboj svetlobe od plasti zraka, segretil nad dolgim ozkim kosom razžarjenega železa.¹³⁶ Ugotovil je, da mrzli vetrič vpliva na odboj in lom svetlobe in stopnjuje zaznavnost optičnega privida,¹³⁷ kar je ponovno odkril Indijec Sir Chandrasekhara Venkata Raman (1888-1970). Raman je uporabljal jekleno ploščo širine 150 cm in dolžine 10 cm, ki jo je grel od spodaj. Zgornjo površino je prekril s sajami. Ponovno je odkril Gruberjev postopek za stopnjevanje eksperimentalnega efekta s pihanjem hladnega zraka. Dvigoval je vročega zraka s segrete plošče je ustavljal z električnim ventilatorjem,¹³⁸ ki v Gruberjevem času seveda še ni bil dosegljiv. Raman je leta 1930

dobil Nobelovo nagrado za fiziko. Büsch je pozneje raziskoval lom in odboj na alkoholu ter na terpentinskem olju.¹³⁹

Gruber si je zamislil ognjeno snov (kalorik) med delci zraka, ki povzročata tlak in elastično silo.¹⁴⁰ Meril je odboj in lom pri različnih temperaturah ozračja, čeprav je nihanje slik oviralo natančnost meritev. Temperaturo je meril v stopinjah Francoza Renéja Antoineja Ferchaulta de Réaumurja (1683-1757), ki jih je prvi opisal De Luc pri živosrebrnem termometru s skalo, razdeljeno na 80 stopinj med lediščem in vreliščem vode.¹⁴¹ Réaumurjeve stopinje je uporabljala večina tedanjih raziskovalcev, med njimi Gregor Schöttl v meteoroloških meritvah, objavljenih leta 1776.

¹³⁶ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 24.

¹³⁷ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 15.

¹³⁸ Raman, Pancharatnam, *Optics*, str. 254.

¹³⁹ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 9.

¹⁴⁰ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 17.

¹⁴¹ Gruber, *Physikalische Abhandlung*, str. 20-21; Chang, *Spirit*, str. 257, 259.

Gruber je v delu o lomu in odboju svetlobe iz leta 1787 citiral pisma, objavljena leta 1781, kot "svoja". Ker je pisma iz leta 1781 vsaj deloma napisal in ilustriral Gabrijel Gruber, je gotovo sodeloval še pri pisanju knjižice iz leta 1787, pod katero je bil znova podpisan njegov polbrat Tobija. V tem času je bil Gabrijel že v Mogilevu v Belorusiji več kot 1000 km severovzhodno od Prage, kjer je od leta 1780 živel Tobija. Vendar so nekdanji jezuiti ostali v tesnih stikih, še posebej polbrata s podobnimi znanstvenimi interesi. Verjetno se je Gabrijel po odhodu v Belorusijo še toliko bolj izogibal podpisovanju svojih znanstvenih del, saj je vodil tajno jezuitsko diplomacijo, ki ga je pozneje pripeljala na najvišji položaj v jezuitskem redu.

V letu Büschove smrti (1800) so optičnim prividom posvetili skoraj celotno številko vodilne nemške fizikalne revije *Ann. Phys.*, ki jo je od leta 1799 do smrti izdajal Ludwig Wilhelm Gilbert (1769-1824), profesor fizike v mestu Halle. Leta 1811 je prišel na univerzo v Leipzigu, kjer je predaval Brandes. Po Büschovi razpravi je Gilbert objavil svoj pregled dosežkov raziskovalcev optičnih prividov, med katere je vključil Boškovića. Z manjšimi spremembami je ponatisnil dve Gruberjevi praški razpravi o zrcaljenju svetlobnih žarkov na plasteh, toplejših od okolice. Med Gruberjevima razpravama je Woltman (1757-1837) objavil kvantitativne meritve optičnih prividov in spremenljivega lomnega kvocienta, ki jih je Gruber pozneje uporabljal pri svojih raziskavah.¹⁴² Woltman je delal na oddelku za pristanišča in plovne vode, nazadnje kot direktor vodogradenj v Hamburgu. To je bil podoben položaj, kot ga je imel Gabrijel Gruber v Ljubljani. Woltman je objavil enačbo za izračun izgub energije vodnega toka v odprtih kanalih. Leta 1799 je sodeloval pri pobudi za ustanovitev zvezdarne v Hamburgu. Naslednje leto je objavil knjigo o tehniki uravnavanja voda. Kljub razliki v letih so se Woltmanovi znanstveni interesi povsem ujemali z raziskovanji Gruberja in Büscha, ki je bil prav tako iz Hamburga.

Med prvimi pariškimi raziskovalci optičnih prividov je bil matematik Gaspar Monge (1746-1818). Pojav si je ogledal nad vročim puščavskim peskom med Napoleonovo odpravo v Egiptu. Opisal ga je v glasilu instituta v Kairu. Odprave se je udeležil Étienne Louis Malus (1775-1812), ki je tam zasnoval svoje ideje o polarizaciji svetlobe. Mongeove ugotovitve sta pozneje dopolnila Napoleonu manj naklonjena raziskovalca Jean Baptiste Biot (1774-1862) in François Arago (1786-1853). Privide sta opazila pri meritvah poldnevnikov v Španiji leta 1806, podobno kot pred njima jezuiti v Italiji in v habsburški monarhiji.

¹⁴² Gruber, *Theorie*, 439.

O optičnih prividih so pogosto pisali v Londonu, med drugimi tudi pomemben fizik in kemik Anglež William Hyde Wollaston (1766-1828), od leta 1806 tajnik Kraljeve družbe v Londonu. Wollaston je leta 1800 opazoval fatamorgano v laboratoriju na plasteh raztopin s spremenljivim lomnim kvocientom.

Gruberjeva raziskovanja optičnih prividov so vplivala na poznejše raziskovalce, med katerimi ga je Humboldt citiral ob Aristotelu, Theophrastusu, Böschu, Mongeju, Brandesu, Wollastonu, Trallesu, Woltmannu in Biotu. Flammarion je citiral le Büscha,¹⁴³ Raman pa svojih predhodnikov ni poznal. Enega prvih opisov fatamorgane v slovenskem jeziku je stoletje po prihodu Gabrijela Gruberja v Ljubljano objavil Ivan Tušek (1835-1877), profesor na višji realki v Zagrebu.

4.5. Gruber o toplotnih pojavih v razredčenem zraku (1788, 1791)

Raziskovanje totalnega odboja na meji med segretim in hladnim zrakom je povezano z manjšanjem gostote segretega zraka. Zato je Gruber preučeval pojave v razredčenem zraku. V Pragi in Leipzigu je objavil dve razpravi o ohlajanju pri širjenju plina v območje z nižjim tlakom. Citiral je več raziskovalcev (tabela 3).

Leta 1788 se je skliceval na barometrične meritve profesorja dr. Franza Josepha viteza Gerstnerja (1756-1832), ki je po Tobiji Gruberju prevzel predsedovanje v Kraljevi češki družbi učenjakov med 22. julijem 1802 in 29. julijem 1803 in nato še od 3. junija 1811 do 4. julija 1813, leta 1825 in od 20. decembra 1829 do 26. decembra 1830. Gerstner je opravil svoje meritve v dveh zaporednih zimah. S tehtanjem zraka pri različnih tlakih je skušal dokazati, da v ozračju ne velja logaritmčno spreminjanje gostote z višino¹⁴⁴ po Laplaceovi barometrični enačbi, objavljeni pozneje leta 1796. Leta 1866 je nekoliko spremenjeno barometrično enačbo objavil celovski profesor fizike Karel Robida (1804-1877).

Gruber je skupaj z Gerstnerjem domneval, da na višino živega srebra v barometru močno vpliva izparevanje vode v izpraznjenem prostoru. Verjel je v teorijo kalorika, ki prosto prehaja skozi steklo barometra.¹⁴⁵ Opisal je še kristalizacijo in širjenje ledu pri ohlajanju. Domneval je, da zrak ne vpliva na kristalizacijo.¹⁴⁶

¹⁴³ Humboldt, *Relation historique*, str. 628; Flammarion, *Atmosphere*, str. 149-150.

¹⁴⁴ Gruber, *Versuche*, str. 139; Gruber, *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins*, str. 194.

¹⁴⁵ Gruber, *Versuche*, str. 148.

¹⁴⁶ Gruber, *Versuche*, str. 150.

Leto in stran	Oseba	Naslov dela	Leto natisa
1791/189	Benjamin Franklin	1ster Brief über die Erkältung	(1758)
1788/139 1791/194	Franz Gerstner	Theorie des Barometerhöhen	(1791)
1791/190	Gruber	Versuche	1788
1791/191	Horace Bénédict de Saussure	Gebirgsreisen, 3ten Theil	1784-1796
1791/188, 195, 197	Erasmus Darwin	(Frigoric Experiments)	(1791)
1791/192	Gruber	Ueber die Bestandtheile	1790
1791/190, 194, 195	Gruber	Beobachtungen	1791

Tabela 3

Profesor medicine na univerzi v Glasgowu Cullen (1710-1790) je začel raziskovati adiabratne pojave pri ohlajanju med izparevanjem realnih plinov. V vakuumski posodi je izmeril spremembo temperature za nekaj stopinj, ko je vanjo spuščal ali iz nje črpal zrak. Arnold je dopolnil Cullenove raziskave v vakuumski posodi. Ugotovitve je predložil kot habilitacijsko tezo za profesorja fizike na univerzi v Erlangenu.

Cullen in Arnold sta imela adiabratno ohlajanje za posebno posledico izparevanja vode. Arnold je pripisal adiabratno segrevanje trenju med tokom zraka in termometrom. Johann Heinrich Lambert (1727-1777) je Cullenove in Arnoldove rezultate pojasnil s spremembami gostote delcev ognja v vakuumski posodi.¹⁴⁷ Lambertovo razlago je leta 1783 sprejel Saussure (1740-1799), ki ga je Gruber citiral v svojem delu.

Gruber je 1. januarja 1791 raziskal pojav, ki so ga opazili leta 1758 na rudniški črpalki v Banski Štiavnici. Ko je stisnjen zrak puhtel skozi ventil, se je na ventilu nabiral sneg. Pojav je Gabriel Jars (1737-1769) iz Lyona opisal leto dni pred svojo smrtjo. Erasmus Darwin (1731-1802), ded Charlesa Darwina (1809-1882), je leta 1773 in 1775 ponovil Cullenove, Arnoldove in druge poskuse. Leta 1784 je v pismu lončarju Josiahu Wedgwoodu (1830-1895) poročal o poskusih, pri katerih zrak ob širjenju vedno jemlje toploto telesom v svoji okolici.

Leta 1784 je Darwin skupaj s Foxom raziskoval hlajenje ob nenadni izpustitvi stisnjenega zraka iz posode. S tem pojavom je Darwin pojasnil zmrzovanje vodne pare iz zraka v Banski Štiavnici. 13. decembra 1787 je pripomnil pred Kraljevo družbo v Londonu, da bi s takšnim postopkom lahko zamrznili celo živo srebro. Razmišljal je o mrazu v višjih legah ozračja, kjer se pri nižjem tlaku zrak razširi in ohladi. Poznavanje adiabratnih sprememb je pravilno uporabil v meteorologiji, vendar njegove ideje niso imele velikega odmeva. Gruber in profesor na univerzi v Halleju Friedrich Albrecht Carl Gren (1760-1798) sta jih kritizirala.

Darwinove ideje je sprejel J. Hutton, ki ga je Darwin leta 1774 vpeljal v Mesečevo družbo v Birminghamu. Darwina je podpiral še Italijan Tiberio Cavallo (1749-1809), član Kraljeve akademije v Neaplju. Cavallo je leta 1782 zaslovel s preizkušanjem papirnatih balonov, leta 1803 pa se je naselil v Londonu.¹⁴⁸ Več Cavallovih del je Gruber lahko našel v Zoisovi ljubljanski knjižnici.

Gruber je kritiziral Darwinove domneve zaradi pomanjkljivih dokazov. Sprejel je Franklinovo domnevo o električni naravi prevajanja toplote. Franklinova pisma je citiral z nemškim naslovom.¹⁴⁹ Bržkone jih je bral v nemškem prevodu, ki so ga ljubljanski jezuiti nabavili leta 1761, tri leta po natisu. Žiga Zois je imel v svoji knjižnici francoski prevod Franklinovih del, v katerem je bil prevajalec kritičen do Franklinove teorije.

Saussure je s poskusi podprl Franklinovo teorijo. Saussurove barometre posebne izdelave so v tem času nabavili na liceju v Ljubljani. Saussure je bil profesor filozofije na akademiji v Ženevi med letoma 1762 in 1784, ko ga je nadomestil prijatelj in učenec Pictet. Saussure je med letoma 1758 in 1779 večkrat raziskoval geologijo in meteorologijo ledenikov. Prvi se je povzpел na vrh Mont Blanca leta 1787. Njegov sin Nicolas Théodore de Saussure (1767-1845) je pojasnil delovanje fotosinteze, ki jo je leta 1779 odkril Nizozemec Jan Ingenhousz (1730-1799) na Dunaju. Ker je Gruber navedel H. B. Saussurova popotovanja z nemškim naslovom, je bržkone bral njegovo delo v prevodu, ki je izhajal med letoma 1784 in 1796. Saussure je meril s posebnim higrometrom na las, izoliranim pod zvonom. Določal je kvaliteto zraka z eudiometrom za dušikov oksid, ki so ga tiste čase imeli za prav tako pomemben merilec kot termometer ali barometer. Podobno kot Volta je imel izparevanje za vir elektrike v ozračju.¹⁵⁰

¹⁴⁸ Rosenberger, *Geschichte*, str. 74.

¹⁴⁹ Gruber, *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins*, str. 189.

¹⁵⁰ Gruber, *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins*, str. 191; Rosenberger, *Geschichte*, str. 70, 523.

¹⁴⁷ Kuhn, *Caloric Theory*, str. 133-134.

Gruber ni soglašal z Darwinom, da mehansko raztezanje jemlje toploto telesom. Gruber je menil, da redčenje tekočega kalorika samo zase vpliva na telesa v bližini. Po Gruberju gostejši zrak ne oddaja toplote okolici. Pri računih je uporabil svoje tri leta starejše meritve odvisnosti vrelišča vode od zunanjega tlaka.¹⁵¹ Pri raziskovanju razmerij med prostorninami vodne pare in zraka se je skliceval na svojo razpravo iz leta 1790, v kateri je na elektrone oblake opisal kot toplotne izolatorje.¹⁵² Z domnevo o mrzlih višjih delih ozračja je pojasnil nastanek toče. Menil je, da ozračje plimuje podobno kot oceani.

Darwin je domneval, da živo srebro v barometru vedno pada zaradi tlaka spodnjih elastičnih plasti zraka. Na tlak vpliva še dež, ki med padanjem spremeni količino kisline (CO₂) v ozračju in z njo gostoto zraka. Gruber se je pri vzrokih za spreminjanje višine živega srebra v barometru ob deževju skliceval na svojo potopisno razpravo, ki jo je dal "pravkar" natisniti v Dresdenu. Napisal jo je skupaj z Gerstnerjem in drugimi sodelavci pri znanstveni družbi v Pragi. Model ozračja je ponazoril z rezultati poskusov z zračno črpalko. Podobno zračno črpalko je Gabrijel Gruber pozneje junija 1799 razstavil v prostorih Akademije v Sankt Peterburgu.

Gren je v svoji reviji objavil prevod Darwinove razprave. Nato je objavil še Gruberjevo kritiko, ki jo je podprl z uredniško končno pripombo. Po Grenu izgube toplote ob redčenju zraka ni mogoče pojasniti z mehanskimi pojavi v zraku, kot je to počel Darwin. Gren se je strinjal z Gruberjem, da pojav povzroča toplotni fluid, kalorik.¹⁵³ Gren in Gruber sta bolj kot Darwin upoštevala tedaj prevladujočo teorijo kalorika. Zastopala sta dinamično teorijo Boškovića in Kanta in ne atomizma. Gren je objavil priročnika fizike in kemije po idejah Immanuelu Kanta.¹⁵⁴ Izdajal je revijo *Journal der Physik* med letoma 1790 in 1794 in nato *Neues Journal der Physik* do leta 1798. To sta bili predhodnici *Ann. Phys.*

Z adiabatnimi pojavi so konec 18. stoletja skušali pojasniti predvsem meteorološke pojave. Švicar Marc Auguste Pictet (1752-1825), znan po raziskovanju odboja infrardečih žarkov, je leta 1792 raziskal adiabatne pojave ob nastajanju megle pri antičnem Heronovem reakcijskem gorilniku, ki so ga ljubljanski jezuiti nabavili leta 1755. John Dalton (1766-1844) je z natančnimi poskusi ponovno postavil celotni problem. Dvig temperature pri šir-

jenju v prazen prostor je po principih glasgowskega profesorja Williama Irvina (1743-1787), dopolnjenimi s teorijo kalorika, pojasnil z večjo specifično toploto vakuuma od specifične toplote enake prostornine zraka. Domneva je bila ovržena z meritvami Françoisa Delarocheja (1775-1815) in Jacquesa Etienneja Bérarda (1789-1869) leta 1812, ki jih je nagradila pariška akademija.¹⁵⁵

Štiri desetletja po Daltonu je njegovo raziskovanje adiabatnih pojavov dopolnil njegov učenec, pivovarnar iz Manchestra James Prescott Joule (1818-1889). Joule je leta 1843 začel raziskovati širjenje plina v zaprtem sistemu. Plin je iz zbiralnika pod pritiskom skozi ventil adiabatno odtekal v izpraznjeni zbiralnik. Joule je poskus opisal kot širjenje zraka v vakuum brez opravljenega dela in brez dovedene toplote. Notranja energija in temperatura ostaneta nespremenjeni. Pojav danes poznamo kot Joulovo ali prosto razpenjanje (ekspanzijo). Natančnejše poskuse v odprtem sistemu sta leta 1852 opravila skupaj s Škotom Williamom Thomsonom (1824-1907), poznejšim Lordom Kelvinom. Pojava se je prijel naziv Joule-Thomsonovo ohlajanje. Ni ga bilo mogoče pojasniti, dokler nista Irec Thomas Andrews (1813-1885) in Nizozemec Johannes Diderik van der Waals (1837-1923) ugotovila, da se pri širjenju plina opravlja delo proti privlačnim silam med molekulami. Zato pride do spremembe temperature.

Večina plinov se pri navadnih temperaturah ohlaja med širjenjem v prazen prostor. Nekateri se pri tem segrevajo, med njimi vodik in helij. Adiabatno hlajenje plinov ob širjenju v prazen prostor je postalo uporabno šele s Faradayjevim načrtom za kondenzacijo vseh plinov, tudi tistih, ki so dotlej veljali za permanentne. Izkazalo se je, da je prav širjenje plina v prazen prostor najprimernejši postopek za njegovo ohlajanje. Postopek so uporabljali za pridobivanje tekočega zraka, vodika in helija od sedemdesetih let devetnajstega stoletja dalje. Danes ga uporabljamo v vseh domačih hladilnikih kompresorskega tipa. Postopek je zanimiv tudi za raziskovanje mikroskopskih lastnosti realnih plinov.

5. ZAKLJUČEK

V šestnajstih letih in pol poučevanja v Ljubljani je Gruber postavil temelj obrtnemu in brodar-skemu šolstvu na Kranjskem in širše v monarhiji. Njegov prekop in skrb za plovbo med Ljubljano in Beogradom je pomenil preobrat v razvoju Ljubljane. Gruberjeve novogradnje v Ljubljani in Polotsku so nam v ponos še danes. Gruberjevo naravoslovno in fizikalno delo težko ločimo od dela

¹⁵¹ Gruber, *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins*, str. 190.

¹⁵² Gruber, *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins*, str. 192; Gruber, *Betrachtungen über die Bestandtheile*.

¹⁵³ Gruber, *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins*, str. 197.

¹⁵⁴ Lind, *Physik im Lehrbuch*, str. 318, 364-365, 375.

¹⁵⁵ Kuhn, *Caloric Theory*, str. 134-135.

njegovega polbrata Tobije, vsekakor pa ga uvršča med vodilne kranjske znanstvenike. Dolgoletno praktično pedagoško, znanstveno in tehnično delo v Ljubljani in Polotsku je bilo le uvod v veličastne politične uspehe njegovih zadnjih let.

LITERATURA

- Aldrovandi, Ulysse (Ulisse): *Storia Naturale*. Bologna, 1605.
- Arduini (Arduino), Giovanni: *Saggio fisico-mineralogico de Lithogonia é Orografia*. Benetke, 1775. – Prevod J. J. Ferberja: *Sammlung einiger mineralogisch = chymisch = metallurgisch = und oryktographischen Abhandlungen*. Dresden : Wather, 1778.
- Arnold, Johann Christian: *De Termometri sub campana antiliae pneumaticae suspensi variationibus*. Erlangen, 1759.
- Barić, Ljudevit: Mineralogija i geologija u sjevernoj Hrvatskoj u 18. stoljeću. *Zbornik radova. Hrvatsko prirodoslovno društvo*. Zagreb, 1978, str. 115-122.
- Der Beobachtungen auf Reisen nach den Riesengebirge von Johan Jirasek, Thaddäus Hänke, (Tob.) Gruber, Franz Gerstner; veranstaltet und herausgegeben von der k. böhm. Gesellsch. der Wissensch.* Dresden : Wather, 1791.
- Bianchini, Giovanni Fortunato: *Gio. Fortunato Bianchini, medico, Osservazioni intorno all'uso dell'electricité celèste e sopra l'origine del fiume Timavo, riportate in due lettere*. Venezia : G. B. Pasquali, 1754. – Prvo pismo: *Lettere intorno un nuovo Fenomeno Elettrico all'Accademia reale delle scienze di Parigi*. str. 3-37 (Videm 16. 12. 1753). – Ponatis: *Memoires de l'Académie Royale des sciences*, Pariz, 1764, str. 445. – Drugo pismo: *Osservazioni intorno al fiume Timavo scritte in una lettera al Nobile ed Erudito Signore Guido Conte Cobenzl*. str. 41-81 (Videm, 4. 2. 1754). – Nepaginiran dodatek: *Epistola reverendi Patris Petri Imperati Bononiam misa*. str. 85-92.
- Biwald, Leopold Gotlib, S.J.: *Wilhelm Lewis, Mitglied der königl. Grossbritannischen Societät der Wissenschaften zu London. Geschichte des Goldes und verschiedener damit sich beschhäftigender Künste und Arbeiten. Assertiones Ex universa philosophia*. Gradec : Erben, 1771.
- Böhm.Ges.* – Abhandlungen der Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften und Kunste (Dissertationibus Societatis litt. (privatae) in Bohemia) 1778-1784 zvezek 1-6; 1785-1788 serija 2, zvezek 1-4 (Novis); 1790-1795 zvezek 1-3 (Novis); 1802-1823 (neure) Abhandlungen der königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften, serija 3, zvezek 1-8.
- Bošković, Rudjer Josip: *Theoria Philosophiae Naturalis*. Benetke : Remondiniana, 1763.
- Brandes, Heinrich Wilhelm: *Beobachtungen und theoretische Untersuchungen über die Strahlenbrechung*. Oldenburg : Schulze, 1807.
- Brown, Edward: Account of the Lake of Zirknitz. *Phil. Trans.* 1669.
- Brown, Edward: On the Uncomon Lake, Called the Zirknitzer Sea, in Carniola. *Phil. Trans.* 54, 1674, str. 1083.
- Büsch, Johann Georg: Beobachtungen über horizontale Strahlenbrechung und die wunderbaren Ercheinungen, welche sie bewirkt. *Ann. Phys.* 3, 1800, str. 290-301.
- Büsch, Johann Georg: *Tractatus duo argumenti optici*. Hamburg : Bohn, 1783.
- Chang, Hasok: Spirit, Air, and Quicksilver: The Search for the "Real" Scale of Temperature. *HSPS.* 31, 2001, št. 2, str. 249-284.
- Cook, James: *Relations des voyages enterpris par ordre de sa majeste' Britanique, actuellement regnante, pour faire des Decouvertes dans l'Hemisphere Meridional*. Pariz : Saillant, 1774.
- Cullen, William: Of the Cold Produced by Evaporating Fluids, and of Some Other Means of Producing Cold. *Phil.Soc. Edinburgh Essays and Observations, Physical and Literary.* 2, 1756, str. 146-156. – Ponatis: *Edinburgh, 1770, 1777 in 1782.*
- Dalton, John: Experiments and Observations on the Heat and Cold Produced by the Mechanical Condensation and Rarefaction of Air. *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester.* 5, 1802, str. 515-526.
- Darwin, Erasmus: Frigoric Experiments on the Mechanical Expansion of Air. *Phil.Trans.* 78, 1788, str. 43-52. – Prevod: Versuchen auf die Erzeugung der Kälte. *Gren's J. Phys.* 3, 1791, št. 1, str. 73-77.
- Darwin, Erasmus: *The Botanic Garden*. London, 1791.
- Delius, Christoph Traügott (Trangott Dellius): *Anleitung zu der Bergbaukunst nach ihrer Theorie und Ausübung, nebst einer Abhandlung von den Grundsätzen der Bergwerks – Kammeralwissenschaft für die k. k. Schemnitzer – Bergwerkersakademie entworfen*. Dunaj : Trattner, 1773. – Ponatis: Dunaj : Hof. Staats, 1806.
- De Luc, Jean-André: Examen d'un mémoire de M. Monge sur la cause des principaux phénomènes de la météorologie. *Annales de chemie.* 8, 1791, str. 79-81.
- De Luc (Deluc), Jean-André: *Lettres physiques et morales, sur les montagnes et sur l'histoire de*

- la terre et de l'homme, adressées à la Reine de la Grande-Bretagne.* Haag : Detune, 1778.
- De Luc, Jean-André: *Lettres physiques et morales sur l'histoire naturelle de la terre et de l'homme.* Haag, 1779.
- Durchlasser, Ernest Wenzel, Renner, Friedrich Conrad, Kaltschmidt, Abraham (graver kovine): *Area et Prospectus Renkouianae sic ad Savi Fluvium (Plan und Prospect von den sogenannten Renkou Schwall, an dem Sau Strom.* Bakrorez. Ljubljana : Renke, 1739.
- Ellenberger, François, Gohau, Gabriel: A l'aurore de la stratigraphie paléontologique: Jean-André De Luc, son influence sur Cuvier. *RHS.* 34, 1981, št. 3-4, str. 217-257.
- Faninger, Ernest: Izvor rodovine Zois in njeni najpomembnejši predstavniki na Slovenskem. *Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike.* 9, 1987, str. 89-107.
- Ferber, Johann Jacob: *Lettres sur la minéralogie et sur divers autres objets de l'histoire naturelle de l'Italie, écrites à Mr. le chev. De Born, ouvrage traduit de l'allemand, enrichi de notes et d'observations faites sur les lieux par Mr. le Baron (Phil. Fred.) de Dietrich.* Strasbourg : Bauer & Treuttel, 1776.
- von Fichtel, Johan Ehrenreich: *Die Mineralogen gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts.* Leipzig, 1792 – Ponatis: Frankfurt, Leipzig : Grundstoffindustrie, 1993.
- Flammarion, C.: *The Atmosphere.* (ur. James Glaisher). New York : Harper, 1873.
- Franklin, Benjamin: *New Experiments and Observations on Electricity in Several Letters to Mr. Collinson.* London, 1751. – Prevoda: *Briefe von der Elektrizität.* Leipzig, 1758. *Oeuvres.* Pariz, 1758.
- Galli, Mario: *Timavo. Esplorazioni e studi.* Trst : Commissione Grotte "Eugenio Boegan", 1999.
- Gerstner, Franz Joseph vitez: Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bei Höhenmessungen. *Die Beobachtungen auf Reisen.* 1791.
- Gilbert, Ludwig Wilhelm, Beobachtungen besonderer Strahlenbrechung von Boscowich, Monge und Ellicot. *Ann.Phys.* 3, 1800, str. 302-308.
- Gruber, Tobija: Anhang zu den Briefen hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain. An Ignaz Edlen von Born kaiserl. königl. wirklichen Hofrath. Von Tobias Gruber, Weltpriester; k.k. Baudirektor auf den Kameralherrschaften in Böhmen. *Born's Physikalische Arbeiten der einträchtigen Freunde in Wien.* Dunaj : Wappler, 1784, Des zweyten Quartals, str. 1-24.
- Gruber, Tobija: Bemerkungen über H. Erasmus Darwins Folgerungen aus Versuchen auf die Erzeugung der Kälte durch die mechanische Ausdehnung der Luft u.s.w. *Journal der Physik* 1 Heft S. 73. *Gren's J. Phys.* 3, 1791, str. 188-196.
- Gruber, Tobija: Betrachtungen über die Bestandtheile der Atmosphäre in beziehung auf Dichtigkeit und Druck. *Böhm. Ges.* 1, 1790-1791, str. 187-189.
- Gruber, Tobija: Fortsetzung. Des Anhangs zu den Briefen hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain. *Born's Physikalische Arbeiten der einträchtigen Freunde in Wien.* 1785, Des dritten Quartals, str. 1-34.
- Gruber, Tobija: *Herrn Tobias Grubers, Weltpriesters und k.k. Bau=und Navigationsdirektors im Temeswarer Banat, Briefe hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain an Ignaz Edlen von Born k.k. wirklichen Hofrath.* Dunaj : Krauss, 1781.
- Gruber, Tobija, Theorie des katoptrischen Phänomens von Senkung und Hebung der Objecte am Horizont. *Böhm.Ges.* 1799 – Ponatis: Theorie der mit Spiegelung verbundenen Senkung und Hebung der Objecte am Horizont vom Abbé Gruber, k.k. Baudir. *Ann. Phys.* 3, 1800, št. 4, str. 439-446.
- Gruber, Tobija: Ueber die Strahlenbrechung und Abprellung auf erwärmten Flächen. *Böhm.Ges.* 2, 1786, str. 298-330. – Ponatis: *Physikalische Abhandlung über die Strahlenbrechung (sic!) und Abprellung auf erwärmten Flächen, von Abbé Tobias Gruber, k.k. Kameral=Baudirektor.* Dresden : Waltherisch, 1787. – Ponatis: Beobachtungen über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen. *Ann. Phys.* 3, 1800, str. 377-396. – Recenzija: *Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte,* 5, 1788, 1. del, str. 144-153.
- Gruber, Tobija: Versuche über die Ausdünstung des Wassers im leeren Raume des Barometers. *Böhm. Ges.* 4, 1788, str. 139-151.
- Gruner, Gottlieb Sigmund: *Die Eisgebyrge Schweizerlandes mit allen dabei vorkommen Mineralien.* 1-3. Pariz : Zingg, 1760-1762. (1. del: *Naturgeschichte Helvetiens.*) – Prevod: *Histoire naturelle des glaciers de Suisse.* Pariz, 1770.
- Gruner, Gottlieb Sigmund: *Versuch eines Verzeichnisses der Mineralien des Schweizerlandes.* Bern : Gesellsch, 1775.
- Habe, France, Kranjc, Andrej: Delež Slovencev v speleologiji. *Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike.* 5-6, 1981, str. 13-93.
- Hacquet, Baltazar: *Oryctographia carniolica.* I-IV. Leipzig, 1778, 1781, 1784, 1789.
- Hacquet, Baltazar: Schreiben an H. Ignaz v. Born über verschiedene auf einer Reise nach Semlin gesammelte Beobachtungen. *Abhandlungen*

- einer Privatgesellschaft in Böhmen zur Aufnahme der Mathematik etc. 2, 1776, str. 230-257.
- Hacquet, Baltazar: *Veneti-Iliri-Slovani. Poslovenil in priredil Rasto Švajgar*. Nova Gorica : Branko, 1996. – Povzeto iz: *Abbildung und Beschreibung der südwest- und östlichen Wenden, Illyrer und Slaven*. Leipzig : Industrie-Comptoir, 1801.
- Hlaj, Nataša: Ladijski modeli patra Gabriela Gruberja. *Primorska srečanja*. 23, 1999, št. 222-223, str. 767-769.
- Humboldt, Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander baron: *Relation historique du Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent*. Stuttgart : Brockhaus, 1970.
- Inglot, Marek, S. J.: Gabriel Gruber, S. J. (1740-1805): nel bicentenario della sue elezione a generale della compagnia di Gesù. *Archivum Historicum Societatis Iesu*. 71, 2002, št. 142, str. 353-368.
- Inglot, Marek, S. J.: *La Compagnia di Gesù nell'impero Russo (1772-1820) e la sua parte nella restaurazione generale della Compagnia*. Rim : Pontificia Università Gregoriana, 1997.
- Kesaer, Franz von: Ueber die Central-kräfte. *Born's Physikalische Arbeiten der einträchtigen Freunde in Wien*. 1784, Des zweyten Quartals, str. 25-46.
- Kircher, Athanasius, S. J.: *Athanasii Kircheri Fuldensis e Soc. Jesu Presbyteri Misurgia universalis sive Ars magna Consoni et Dissoni in X. libros digesta*. Rim : Corbelletti, 1650.
- Kircher, Athanasius, S. J.: *Athanasii Kircheri e Soc. Jesu Itheraticum II. Qui et Mundi Subterranei Prodromus dicitur*. Rim : Mascardi, 1657.
- Kirwan, Richard: *Versuche und Beobachtungen über die specifische Schwere und Anziehungskraft verschiedener Salzarten, und über die wahre neuentdeckte Natur des Phlogistons*. Berlin, Stetlin : Nicolai, 1783.
- Der Königl. Akademie der Wissenschaften in Paris physische Abhandlungen 1692-1718. *Breslau : Korn, 1748-1750*.
- Kopatkin, Viktor, S.J.: Gabrijel Gruber S.J. in njegov prekop. *Kronika*, 1, 1934, št. 1, str. 8-14.
- Kranjc, Andrej: Dvorni matematik J. A. Nagel na kranjskem krasu 1748. *Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike*. 13-14, 1998, str. 335-343.
- Kuhn, Thomas S.: The Caloric Theory of Adiabatic Compression. *Isis*. 49, 1958, str. 132-140.
- Lambert, Johann Heinrich: *Pyrometrie*, 1760 – Ponatis: *Pyrometrie oder vom Maase des Feuers und der Wärme*. Berlin, 1779.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm: *Protogea*. Göttingen, 1683. – Ponatis: 1749.
- Lehmann (Lehman), Johann Christian: *Versuche einer Geschichte von Flöz-gebirgen betreffend deren Entstehung, Lage, dariner befindliche Metallen, Mineralen und Fossilien*. Berlin : Klüter, 1756.
- Liesganig, Joseph Xavier, S. J.: *Dimensio graduum meridiani Viennensis et Hungarici Augg jussu et auspiciis peracta*. Dunaj : Bernardi, 1770.
- Lind, Gunter: *Physik im Lehrbuch 1700-1850. Zur Geschichte der Physik und ihrer Didaktik in Deutschland*. Berlin : Springer, 1992.
- Lukács, Ladislaus: *Catalogus generalis seu Nomenclator biographicus personarum Provinciae Societatis Jesu (1555-1773)*. I-III. Rim : Institutum historicum S. J., 1987-1988.
- Mako, Paul von Kerek-Gede, S. J.: *Dissertatio physica de natura et radiis Fulguris; de proprietatis Tonitruum et mediis contra ictum fulminis*. Dunaj : Trattner, 1772. – Ponatis: Gorica : Vakeriis, 1773. – Prevoda: Dunaj : Trattner, 1775. – Ljubljana : Eger, 1775.
- Marković, Željko: *Ruđe Bošković*. Zagreb : JAZU, 1968-1969.
- Mitteis, Heinrich: Abbé Nollet in seiner Stellung gegen Benjamin Franklin. *Programm Obergymnasiums zu Laibach*. Ljubljana : Kleinmayr & Bamberg, 1856, str. 3-12.
- Pahor, Miroslav: Gabrijel Gruber ali ladjedelstvenavtika-navigacija. *Slovensko morje in zaledje. Zbornik za humanistične, naravoslovne in družboslovne raziskave*. 1981, št. 4-5, str. 11-40.
- Palter, Robert: Some Impressions of Recent Work on Eighteenth-Century Science. *HSPS*, 19, 1989, št. 2, str. 349-401.
- Physique de Monde. Theorie der Erde*. 1-2. Leipzig : Breitkopf & Härtel, 1797.
- Pictet, Marc Auguste: Note sur un froid considérable produit par la sortie prompte de l'air atmosphérique, fortement comprimé. *Journal de physique*, 47, 1798, str. 186.
- Polvani, Giovanni: *Alessandro Volta*. Pisa : Domus Galileana, 1942.
- Raman, Sir Chandrasekhara Venkata, Pancharatnam, S.: The Optics of Mirages. *Proc. Indian Acad. Sci. A*. 49, 1959, str. 251-261.
- Ravikovič, A. N.: *Čarlz Laiel*. Moskva : Nauka, 1976.
- Rosenberger, Ferdinand: *Die Geschichte der Physik in Grundzügen mit synchronistischen Tabellen*. III. Braunschweig : Vieweg, 1890.
- Rousseau, Pierre: *Zgodovina znanosti*. Ljubljana : DZS, 1955.
- de Saussure, Horace Bénédict: *Essais sur l'hygrométrie*. Neuchâtel, 1783.
- de Saussure, Horace Bénédict: *Voyages dans les Alpes*. Ženeva, 1779-1796. – Prevod: *Gebirgsreisen*, 1784-1796.
- Schönleben, Janez Ludvik: *Carniola antiqua et nova*. Ljubljana : Mayr, 1681.

- Schott, Gaspar, S. J.: *Magia Universalis Naturae et Artis*. Würzburg, 1657. – Ponatisa: Bamberg : Schönwetter, 1671; Frankfurt, 1677.
- Schöttl, Gregor: *Des wöchentlichen Kundschafts-blattes im Herzogthume Krain*. Ljubljana : Eger, 1776.
- Schöttl, Gregor: *Tentamen Physicum de Fluidis in Genere ac in Specie de Aqua*. Ljubljana : Eger, 1771.
- Scopoli, Janez Anton: *Einleitung zur Kenntniss und Gebrauch der Fossilien*. Riga, 1769.
- Scopoli, Janez Anton: *Flora Carniolica*. Dunaj : Krauss, 1760. – Ponatis: Gradec : Akademische Druck, 1772.
- Scopoli, Janez Anton: *Principia mineralogiae systematicae et practicae*. Praga : Gerle, 1772.
- Serše, Saša: Začetki obrtnega šolstva na Kranjskem v obdobju 1750-1850. *Arhivi*, 22, 2000, št. 2, str. 41-46.
- Shaw, Trevor R.: *Bishop Hervey at Trieste and in Slovenia*. Acta Carsologica SAZU. 30, 2001, št. 2, str. 279-291.
- Smole, Majda: *Graščine na nekdanjem Kranjskem*. Ljubljana : DZS, 1982.
- pl. Steinberg, Franc Anton: *Gründliche Nachricht von dem in dem Inner-Crain gelegenen Czirknitzer See*. Ljubljana : Reichhardt, 1758.
- Steska, Viktor: P. Gabriel Gruber. *Mitteilungen Des Musealvereins für Krain*. 1905, str. 43-46.
- Stoeger, Joannes Nepomuk: *Scriptores Provinciae Austriacae Societatis Jesu*. Dunaj : Congregationis mechitharisticae, 1855.
- Šorn, Jože: *Začetki industrije na Slovenskem*. Maribor : Obzorja, 1984.
- Šumrada, Janez: Žiga Zois in Déodat de Dolomieu. *Kronika*. 49, 2001, št. 1-2, str. 65-72.
- Taufferer, Inocenc, S.J.: *Dissertatio Cl. Mairani De Causa Variationum Barometri. Tentamen Publicum ex Universa Philosophia. Prolusionis loco Explanabuntur Phaenomena motus Astrorum Systematis Copernicani*. Ljubljana : Heptner, 1760.
- Valvasor, Janez Vajkard: *Die Ehre dess Hertzogthums Crain*. Ljubljana, Nürnberg : Endter, 1689.
- Valvasor, Janez Vajkard: The Zirchnitzer Sea in Carniola described. *Phil. Trans.* XVI/191 1687, str. 414. – Prevod: Lacus Cirknicensis Potiora Phaenomena, ex principiis physicis & mathematicis explanatis. *Acta Eruditorum*. 9, 1689, str. 634-644.
- Vollständiger Bücher=Lexicon*, Erster Theil. Leipzig : Schumann, 1834.
- Voroncov-Beljaminov, B. A.: *Laplas*. Moskva : Nauka, 1985.
- Vrhovnik, Ivan: Mali zapiski. Kdaj je prišel Gruber v Ljubljano? *Mitteilungen Des Musealvereins für Krain*. 15, 1905, str. 98-99.
- Walcher, Joseph, S. J.: *Kurzer Inhalt der mechanischen Collegien*. Dunaj : Kurzbock, 1759-1760. – Ponatis: 1767.
- Walcher, Joseph, S. J.: *Nachriten von den Eisbergen in Tyrol*. Dunaj : Kurzbock, 1773.
- Winter, Edward: *Barock, Absolutismus und Aufklärung in der Donaumonarchie*. Dunaj : Europa, 1971.
- Woltman (Woltmann), Reinhard: *Theorie und Gebrauch des Hydrometrischen Flügels*. Hamburg, 1790.
- Woltman, Reinhard: *Beiträge zur Hydraulischen Architectur*. Göttingen, 1791-1799.
- Woltman, Reinhard: Beobachtungen über die Brechung der Lichtstrahlen, die nahe über der Erdoberfläche hinfahren. *Ann. Phys.* 3, 1800, str. 397-438.



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die pädagogische und wissenschaftliche Arbeit der Brüder Gruber

Anlässlich der 200-Jahr-Feier der Wahl Gabriel Grubers zum General des Jesuitenordens werden im vorliegenden Beitrag bisher unbekannt Einzelheiten über seine physikalischen Forschungen veröffentlicht, die sein Halbbruder Tobija hatte drucken lassen. Nach einem kurzen Lebenslauf der beiden Brüder stehen die Autoren verzeichnet, die Gabriel Gruber in seinen krainischen Briefen sowie in den Werken, die sich auf sie beziehen, zitiert. Es wird bewiesen, daß Gruber gute Kenntnisse von den Forschungen seiner Zeitgenossen hatte.

Es werden Grubers Forschungen zur Mechanik der Flüssigkeiten erörtert, die den Kern seiner Arbeit als Wissenschaftler und Ingenieur darstellen. Grubers wissenschaftliche Ergebnisse können mit denjenigen seiner Zeitgenossen verglichen werden, wie etwa Žiga Popovič (1705-1774), Scopoli, Hacquet und Zois. Mit seiner praktischen Arbeit bei der Projektierung des Kanals in Ljubljana, bei der er sich von der Arbeit des Jesuitenkreises um Bošković inspirieren ließ, übertraf er jedoch alle.

So wie viele krainische und andere Naturwissenschaftler setzte sich Gruber auch mit der Deutung der sich verändernden Oberfläche des Cerknica-Sees auseinander. Er war der erste, der sie mit der Niederschlagstätigkeit in Verbindung brachte. Grubers Briefe waren nicht nur naturwissenschaftliche Beobachtungen, sondern auch

Reiseberichte mit einem Hauch der Zeit, in der sie entstanden. Sie enthalten praktische Hinweise eines erfahrenen Mannes über gefährliche Räuber, Wettererscheinungen und andere Reiseerfahrungen.

Naturbeobachtungen verleiteten Gruber zur Erforschung optischer Phänomene, vor allem der Fatamorgana. Diese Naturerscheinung beobachtete er über mehrere Jahre; im Jahre 1781 vor allem experimentell, fünf Jahre später aber mit einem vorbildlichen mathematischen Apparat, wie es niemand vor ihm bis dahin in Krain getan hatte.

Gabrijel Gruber kannte Naturerscheinungen sehr gut, vor allem ihre technischen Nutzungsmöglichkeiten. Seine Erfolge am Hofe des russischen Zaren überraschen daher nicht weiter. Aufgrund der zahlreichen späteren Veröffentlichungen von Tobias kann man darauf schließen, daß Gabrijel Gruber noch viele weitere Entdeckungen hätte machen können, wenn er sich nicht infolge der Notlage der Gesellschaft Jesu in seinen reifen Jahren auf politische Tätigkeit umorientiert hätte.