

Ajalooline proovikaal Tartu Ülikooli ajaloo muuseumis

TULLIO ILOMETS

Kaalu saabumine muuseumi

Tartu Ülikooli ajaloo muuseumis säilitatava, ülikooli kunagise keemiaprofessori Carl Ernst Heinrich Apollon Schmidt (1822–1894, ülikoolis 1847–1892)¹ rikkaliku pärandi hulka kuulub pärimuste kohaselt ka unikaalne proovikaal (*Probierwaage*).²

Tartu Riikliku Ülikooli (TRÜ) anorgaanilise keemia kateedris 1950. aastail vanematelt õppejõududelt kuuldu põhjal olevat see kaal ja üks teine, suurem, pikaõlaline kaal, kuulunud Carl Schmidtile. Kateedris säilitati tol ajal veel mitut Carl Schmidtile kuulunud eset, suurt mineraalide ja ainete kolleksiooni³ ning kirjalikke teavikuid. Aegade jooksul on kõik need materjalid kogutud-koondatud TÜ ajaloo muuseumi, ka ülalmainitud pikaõlaline lahtivõetav ja oma spetsiaalses, lukustatavas kaalukastis hoitav analüütiline kaal.

¹ Vello Past, Tullio Ilo mets, Hain Tankler, Chemistry and Pharmacy at the University of Tartu/Dorpat/Yurjev 1802–1918 (Tartu, 2009).

² Vt foto 1.

³ Sirje Sisask, „Lühiülevaade professor Carl Schmidt'i kivimi- ja mineraaliklektioonist TÜ ajaloo muuseumis”, *Tartu Ülikooli ajaloo küsimusi XXXVIII* (Tartu: TÜ ajaloo muuseum, 2010), 192–201; Kalju Utsal, „About the Mineral and Chemical Composition of Prof. Carl Schmidt's Rock Collection”, *Museum of Tartu University History. Annual 1996* (Tartu, 1997), 84–86.



Foto 1. Kokkupandud kaal kaalukastil (foto A. Tennus)

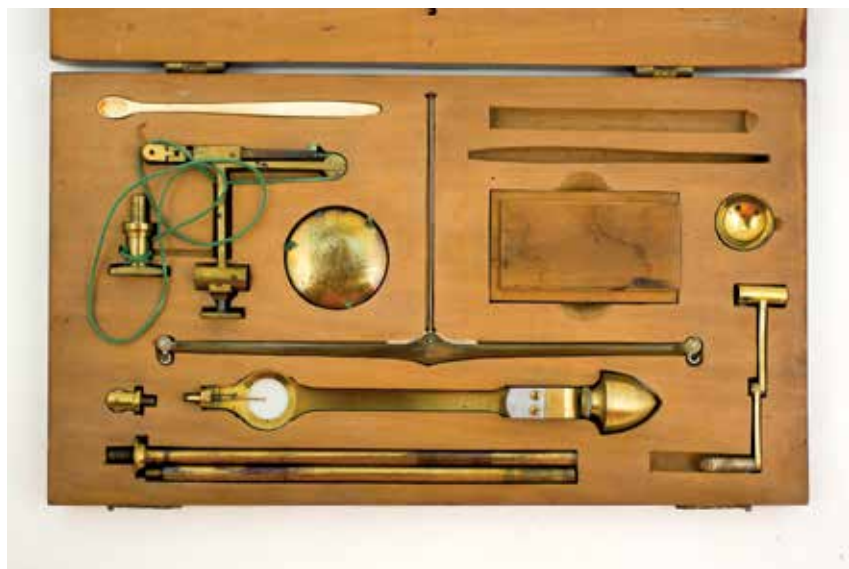


Foto 2. Kaalukasti sisevaade (foto A. Tennus)

Mainitud kaks kaalu andis TRÜ anorgaanilise keemia kateedri dotsent Lembit Suit (1921–2006) T. Ilometsa vahendusel 1982. aastal üle TRÜ ajaloo muuseumile.

Ülikooli peahoonest⁴ 1982. aastal Toomele kolinud ajaloomuuseumis eksponeeriti neid kahte kaalu Tartu ülikooli 350. aastapäeva puhul 1. septembril avatud näitusel ülikooli ajaloo Carl Schmidt kaalude nime all. Need kaalud on olnud sama nimetusega ka 19. sajandi teadust kajastavas näitusesaalis keemiaalase väljapaneku kauaaegsemaid eksponaate. Mõlemad kaalud olid senini täpsemalt kirjeldamata ja uurimata.

C. Schmidt⁵ proovikaal on väikene võrdõlgne kangkaal (Balckenwaage), mis lahtivõetuna paigutatakse punase lakiga kaetud kasepuust valmistatud kaalukasti.⁶ Kaalu messingosad on kullatud(?).

Kaalukast on suletav kasti esiküljel oleva kahe messinghaagiga.

Kaal monteeritakse kaalukasti kaanele kinnitatud kahe vastavalt töödeldud messingplaadi peale.

⁴ TRÜ ajaloo muuseumi esimene ekspositsioon avati peahoone parempoolse tiiva keldris 1. aprillil 1981. aastal.

⁵ Nimetame seda kaalu edaspidi C. Schmidt proovikaaluks.

⁶ Nimetame seda tinglikult kastiks.

Kaalukasti välispõhi on värvi ja lakita. Põhjal on kirjad: „TRÜ 370”⁷ ja „Keemia muuseum”.⁸ Kasti põhja allääres on ajaloo muuseumi inventarinumber ÜAM 899:6Aj. Vanad, tsaariaegse ülikooli inventarinumbrid puuduvad.

Kaalukastis paiknevale on ühes tükis olevasse puitu lõigatud sobiva kuju ja vajaliku sügavusega süvendid. Peale kaalu detailide mahutatakse kaalukasti veel kaks väikest messingist kaalumiskaussi, luust pikavarreline väike lusikas ja puidust, kaanega suletav vihikarp, milles on kuusteist vihiõnarust. Vihtidest on alles kümme suuremat milligrammvihti. Väikestest on alles ainult üks viht. Kaalukastis on kaks piklikku süvendit tühjad. Ilmselt on üks neist kaduma läinud vihipintsettide tarvis.

Kaalukastil ja kaalu detailidel puuduvad valmistajafirma või meistri nimi ning muud valmistajat või valmistamiskohta osutavad tähised.

Kaalukasti ja vihikasti kirjeldus

Kaalukasti nii alumine kui ka ülemine osa (kaas) on valmistatud täispuidust, millesse on lõigatud vajaliku suuruse ja sügavusega õnarused-süvendid. Alumises osas on süvendeid kaksteist, millest kaaluosadele kuuluvaid on seitse. Kaalu mahukamate detailide jaoks on ka kaanes vastavad süvendid. Kasti kaas on ühendatud alumise osaga kahe tasapinnalise, kokkukäiva messinghinge abil. Alumise osa esiküljele on kasti otstest 3,8 cm kaugusele kinnitatud kaks messingist sulgemishaaki. Kaalukasti pikkus on 24,5 cm, laius 14,0 cm, paksus 2,7 cm, millest alumise osa paksus on 1,4 cm.⁹

Kaane peal, esikülje pool, kaane keskjoonel on kahe väikese kruviga kinnitatud 2,5 cm pikkune ja 1,4 cm laiune ovaalse kujuga messingplaat, mille keskel on 0,5 cm läbimõõduga ümmargune avaus. Esiplaadist kaane tagaääre poole on 7,4 cm kaugusel piklik, kahe avausega 4,2 × 1,9 cm suurune, kahe väikese kruviga kaanele kinnitatud messingplaat. Eespoolse avause läbimõõt on 0,3 cm, tagumisel 0,5 cm.

⁷ Ilmselt oli kaal nõukogude ajal millalgi arvele võetud.

⁸ Oli ette nähtud muuseumile üleandmiseks, mitte utiliili saatmiseks.

⁹ Vt foto 2 (lahtine kaalukast).



Foto 3. Kaaluvihide komplekti vihikast (foto A.Tennus)

Plaatides olevate avauste all on kaanes samakujulised süvendid. Ovaalse plaadi avausse paigutub kaalu tõstemehhanismi üles-alla liigutamise nõõri kerimisnupp. Tagumise plaadi esimene avaus on tõstenõõri ploki tarvis ning tagumisse avausse kruvitakse kaalu kandevarras, mille külge kinnitatakse kaal, kaalu tõstemehhanism ja võnkumissummuti.¹⁰

Kaalukastis paikneb neljakandilises süvendis samast puiduliigist valmistatud kaaluvihide karp, mille välismõõtmed on $3,6 \times 6,2 \times 0,8$ cm. Karbi seina paksus on 0,4 cm ja sügavus 0,3 cm. Karbi põhja on lõigatud vastavalt vihtide mõõtmeile 16 süvendit. Kaane paksus on 0,5 cm. Karbi kaas liigub karbi seinas olevais kaldsoontes. Soontes liikuva kaaneosa laius on 2,8 cm, pealmise osa laius 3,0 cm, kaane pikkus on 6,0 cm.

Vihikomplektis on 16 milligrammvihti, millest kõige suurem on 1000 mg ja kõige väiksem 0,1 mg. Vihtide jaotus on 1000, 500, 200, 100, 100, 50, 20, 10, 10, ilmselt 5; puuduvad vihid 5(?), 1; 1; 0,5; 0,2; 0,1.

Vihid on valgest metallist (hõbe?), sissepressitud massinumbritega, v.a viimased viis vihti, mille raskus on kirjutatud tušiga vihipesa äärelle.

¹⁰ Vt foto 1.

Kaalu kirjeldus

Kaal koosneb neljast põhioslest:

1. kaalu õlad koos osuti (*Zeiger, Zunge*) ja kaaluõlgadega risti oleva laagriga (*Schneide*) ning kaalukaussid koos riputusniitidega;
2. kaaluõlgade tugisüsteem (*Schere*) koos laagritoetuste (*Pfanne*) ja diopteriga;
3. kaalu tugivarras. Tõsteseade (*Aufzug*) kaalu üles-alla liigutamiseks;
4. tugisüsteemi võnkumise summuti (*Dämpfer*).

Kaaluõlad

Kaaluõlgade kogupikkus on 17,8 cm. Õlgade keskosa laius on 1,0 cm, mis otste poole väheneb ja on õla lõpus, enne ümmargust otsa 0,3 cm, õla paksus 0,2 cm. Õlgade ümarais (läbimõõduga 0,5 cm) otstes lõhede ripuvad väikesed konksud, mille külge riputatakse kaalukausside hoideniitide kinnitusrõngad. Kaaluõlgade keskossa on läbi ning risti õlgadega, paigutatud lihvitud pindadega terasest kolmnurga kujulise läbilõikega kandelaager, mis toetub terava servaga tugisüsteemi küljes olevaile väikese süvendiga terasest kandjaile. Kaaluõlad toetuvad kaalumisel laagri terava servaga neile alustele-kandjaile.¹¹

Kaaluosuti pikkus kinnituskohast kuni väikese kaheharulise otsani on 8,0 cm. Kaaluõlad on messingist, osuti on valmistatud terasest.

Kaalukausside läbimõõt on 3,3 cm ja sügavus 0,3 cm. Kaalukaussid riputatakse üles kolme niidi abil. Niitide pikkus on kausi kinnituskohast kuni kinnitusrõngani 11,0 cm. Kaalukausside juurde kuuluvad kaks väikest messingist, kullatud kaalumiskaussi. Kaalumiskausside läbimõõt on 1,8 cm, sügavus 0,6 cm.

Kaaluõlgade tugisüsteem (*Schere*)

Tugisüsteemi üldpikkus kuni tõstesüsteemi ülemise ploki kinnituskohani on 14,7 cm, Alumise, poolmunaja osa (kaalu stabiliseeriv raskus) üldpikkus (kõrgus) kuni tugisüsteemi U-kujulise alumise osaga kinnituskohani on 2,6 cm (*Schere* kogupikkus on seega 12

¹¹ Vt foto 4 ja 5.



Foto 4. Kaalukangi laager tugisüsteemi laagrialustel (eestvaade). Paremal all võnkesummuti (foto A. Tennus)



Foto 5. Kaalukangi laager tugisüsteemi laagrialustel (tagantvaade). Vasakul tõstenööri kerimisnupp (foto A. Tennus)

cm.). U-kujulise osa kõrgus on 2,0 cm, laius 1,0 cm, paksus 0,2 cm, sisemine vahekaugus 0,75 cm. Ülal, ees- ja tagaäärel on kaaluõlgade toetusalused (*Pfanne*), millele toetub kaaluõlgade prismakujulise läbilõikega terasest laagri (*Schneide*) terav serv.

U-kujulise osa esiküljele on kinnitatud $1,3 \times 1,0 \times 0,17$ cm suurune terasplaat. Tugisüsteemi põhiosa, mille paksus on 0,2 cm, on kinnitatud U-kujulise detaili tagumisele küljele ning ta sirge osa pikkus on 10,8 cm. Kinnituskohal on ta laius 1,0 cm, keskosas 0,7 cm, dioptri kohal 2,0 cm ning 1,1 cm pikkuselt täisnurga all ettepoole keeratud osa laius on 1,0 cm.

Sellest läbi on kinnitatud dioptri avause ette ulatuv teravik, mille ülaosa külge kinnitub tugisüsteemi tõstemehhanismi kinnitusaas. Dioptri avause läbimõõt on 2,0 cm ning see on tagaküljelt kaetud piimklaasiga. Kaalu stabiliseeriva raskuse läbimõõt kõige laiemas kohas on 2,0 cm, kõrgus 2,0 cm, kinnitusrõngaga kokku 2,6 cm.¹²

¹² Vt foto 6.



Foto 6. Kaalu tugisüsteem. Ülal tõstemehhanismiga ühenduslülili, allpool dioptri nõel ja piimklaasist tagune. All paremal terasest, rombikujuline kaalulaagri eespoolne, õnarusega alus (foto A. Tennus)

Kaalu tugivarras ja tõstesüsteem

Kaalu messingist tugivarras koosneb keerme-ga ühendatavast kahest osast.

Varda alumises otsas on 1,3 cm läbimõõduga ja 0,3 cm paksune ketas, mille all 0,9 cm pikkune keermestatud jätk varda kastikaanele kinnitamiseks. Varda kastipealse osa kogupikkus on 27,6 cm, varda läbimõõt on 0,5 cm.

Kaaluõlgade tugisüsteemi ülestõstmiseks on kaalu tugivarda ülemises osas vardal toruliidesega üles-alla liigutatav ja vajalikku kõrgusesse fikseeritav tugiliides.

Selle etteulataval osal, mille pikkus on 3,3 cm, on tõstenööri juhtavaus, ülemise plokiratta kinnitustugi pikkusega, 3,7 cm, plokirattaga ($D = 0,9$ cm) ja ristkülikukujulise läbilõikega 1,9 cm pikkune juhttoru, milles liigub üles-alla kaalu tõstemehhanismi 3,7 cm pikkune juhtlatt. Selle ülaotsa kinnitub tõstenöör. Juhtlatti alumise laiema osa külge kinnitub liides, mis võimaldab kaalu tugisüsteemil võnkuda vasmale-paremale.¹³

Selle küljes on omakorda liides, mis võimaldab tugisüsteemil võnkuda ette ja taha. Selle liidese külge kinnitub kaalu tugisüsteem.



Foto 7. Kaalu tõstemehhanism (foto A. Tennus)

¹³ Vt foto 7 ja foto 8.



Foto 8. Kaalu tõstemehhanismi kaks, kaalu tasakaalustavat liidet, tugisüsteemi liitumispuks tõstemehhanismiga, dioptri nõel ja kaalu keele tipp (foto A. Tennus)

Kaaluõlgade tugisüsteemi liigutatakse üles-alla tugeva, rohelist värvi peene siidinööri abil, mille üks ots on kinnitatud kasti kaanel oleva messingist kerimisnupu külge. Nöör liigub üle alumise plokiratta ($D = 0,9$ cm), läbi ülemise juhtavause, üle ülemise plokiratta ja kinnitub tõstemehhanismi ülemise otsa külge.

Nööri kerimisel liigub tugisüsteem üles, kaalukaasid samuti ja kaaluõlad saavad hakata üles-alla võnkuma. Kaaluõlgade tugisüsteem saab võnkuda nii ette kui ka tahapoole, samuti paremale ja vasakule. Kaal seab end loodi ja laagritealused (*Pfanne*) võtavad horisontaalasendi.

Tugisüsteemi võnkumise summuti (*Dämpfer*)

Võnkesummuti on kaalu tugivardal üles-alla liigutatava toruliidese küljes olev liigesega jätk, mille vabas otsas on püstine 1,4 cm pikkune toru, millele pannakse väikene, linnusulest õõnsa varrega karvapintsel. Liigendiga saab pintslit asendit horisontaalselt muuta, toruliidesega kõrgust reguleerida. Tugisüsteemi võnkumise summutamiseks puudutatakse pintslitsaga tugisüsteemi alumist munajat osa.¹⁴

Proovikaalude ajaloost

Proovikaalude (*Probierwaage, assay balance*) all mõisteti väga tundlikke, väikseid võrdõlgseid kangkaale, mis võimaldasid maagist või mündisulamist kuivanalüüsil¹⁵ kõrgel temperatuuril kuumuta-

¹⁴ Vt foto 1 ja foto 4.

¹⁵ Kuivanalüüs: uuritavat ainet ei viida enne analüüsimist lahusesse (mürganalüüs) vaid lisatakse tahkele uuritavale objektile vajalikke reaktiive ja kuumutatakse kõrgel temperatuuril.

mise teel saadud väikestes kogustes kulla või hõbeda hulka suure täpsusega kindlaks määrata. Proovikaale oli seega vaja nii maakide-mineraalide kulla ja hõbedasisalduse kvantitatiivseks kindlaks tegemiseks kui ka käibel olevate kuld- ja hõbemüntide ehtsuse kontrollimiseks, st kulla ja hõbeda sisalduse kvantitatiivseks määramiseks mündisulamist keemilise analüüsi abil.¹⁶

Proovikaalude eelkäijaks-eeskujuks oli nn rooma väikekaal, mis tuli kasutusele teisel ja kolmandal sajandil pKr Rooma riigis ning mis võimaldas kaaluda väikseid ainehulki.¹⁷ Kaalumist sai teha kas kaalu käes hoides või statiivi külge riputatuna.

Rooma kaalumeistrid täiustasid võrdõlgset kangkaalu ülesriputatava tugisüsteemiga (*Schere*) ning paigutasid kaalukangile püstise kaaluosuti, kaalukeele (*Zeiger, Zunge*) võimaldamaks selle abil kaalukangi tasakaalupunkti täpsemalt fikseerida. Kaaluõlgade keskpäika risti läbiv ümarlaager (*Axe*) paigutus mõlemalt poolt kaalu kandesüsteemis olevaisse ümmargustesse laagripesadesse (*Pfanne*). Rooma väikekaalu eeskujul-põhimõttel valmistatud kaalud olid kasutusel läbi keskaja kaugele uusaega välja.¹³

Kaalusid ja kaalude juurde kuuluvaid vihte valmistasid Saksa aladel üldjuhul omaette tsunftides tegutsevad väljaõppinud kaalumeistrid. Varem aegadel, 16. sajandil ja hiljemgi, valmistasid vajaliku tundlikkusega proovikaale ja täpseid vihte proovi- ehk analüüsikunsti¹⁸ valdavad ametimehed ise.

Oma tegevusvaldkonna poolest jagunesid need ametimehed kahte: ühed, kes olid tegevad mäeasjanduses ja metallurgias ning teised, kes kontrollisid müntide väärismetallide sisaldust (*Feingehalt*). Nende kontrolltegevus oli laiem kui ainult müntide analüüs. Nad kontrollisid mündimeistrite-vermijate tegevust ja mündivermimiseks kasutatavate sulamite kvaliteeti, samuti kaaluvihte. Ka kaubanduses käibel olevate väärismetallide ja väärismetallkaupade kontroll

¹⁶ Kaupmehed ja rahavahetajad kontrollisid 16.–19. saj esimese pooleni müntide ehtsust mündikaalude abil.

¹⁷ Hans Richard Jenemann, „Die Geschichte der Dämpfung an der Laboratoriumswaage“, *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 20 (1997), 235–251, siin 238–239.

¹⁸ Proovikunst, sks *Probierkunst* oli analüütilise keemia eelkäija, mida kutsuti ka dokimastikaks (lad *docimasia*). Sõna pärineb kreeka keelest ja tähendab kõlblikkuse määramist. Vanas Ateenas oli *dokimasia* toiming, millega määrati kindlaks Ateena kodaniku kõlblikkus avaliku ameti pidamiseks.

käis nende alla.¹⁹ Oma artiklis mündimetallide analüüsist märgib P. Hammer,²⁰ et mündimetallide analüüs on proovikunsti arengus mänginud otsustava tähendusega rolli. Saksimaa hõbemüntide analüüsi kohta kehtinud reegleist 16.–18. saj annab sama autor ülevaate 1966. aastal ilmunud artiklis.²¹

Proovikaalude esimene asjalik kirjeldus ja joonis²² pärineb 16. sajandist, nimelt Georgius Agricola²³ (1494–1555) 1556. aastal ilmunud metallurgiaalases klassikalises teoses „*De re metallica libri XII*” on seitsmes raamat pühendatud proovikunstile¹⁶ ning seal on analüüsi läbiviimiseks vajaliku kolme kaalu joonised.²⁴ Järgmine teos, kus on proovikaalu joonis,²⁵ kaalu valmistamise, kaalu kontrollimise ning kaalumistehnika õpetus koos proovikunsti põhjaliku esitlusega on 1580. aastal ilmunud Lazarus Erckeri²⁶ (1528–1594) kuulus, dokimastika vallas põhjanev raamat „*Das grosse Probierebuch von*

¹⁹ Proovikunsti valdavaid ametimehi kutsuti *Wardein*, ka *Guardein* (lad *guardianus* – valvur), metallurgias tegutsevate ametinimetus oli *Bergwardein*, mündinduses tegutsevaid *Münzwardein*. Oma põhitöövahendit, kaalu, valmistasid ja arendasid mündi-*gardeinid* 16. sajandil enamasti ise. Nende kaalud pidid olema täpsemad kui kõige paremad Augsburgi või Nürnbergi kaalumeistrite valmistatud kaalud. Vt <http://de.wikipedia.org/wiki/Wardein> (21.10.2013).

²⁰ Peter Hammer, *Das Probieren der Münzmetalle* (Technische Universität Chemnitz, 20 November 1999), 43-51. Vt PDF <http://www-user.tu-chemnitz.de/~fna/05hammer.pdf> (21.10.2013).

²¹ Peter Hammer, „Probiervorschriften zur Garantie des Silberfeingehaltes sächsischer Denare, Groschen. und Taler”, *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, ISSN 1017-8880, Band 35 (Wien, 1996), 159–163.

²² Vt foto 9.

²³ Georgius Agricola (Georg Pawer, Bauer), filoloog, arst, keemik, loodusteadlane, teadusliku mineraloogia ja geoloogia ning mäeteaduste põhjendaja, tehnikateadlane, 16. s silmapaistvamaid õpetlasi. Õppis Leipzigi ülikoolis filoloogiat ja teoloogiat ning Itaalias Paduas meditsiini, filosoofiat ja loodusteadusi. Tegutses 1527–1533 hõbedakaevanduste keskpunktis Joachimstalis ja 1533-1555 Chemnitzis ametialaselt arstina. Vt <http://www.deutsche-biographie.de/sfz462.html> ja http://en.wikipedia.org/wiki/Georgius_Agricola (21.10.2013).

²⁴ Georgius Agricola, *De re metallica libri XII* (Basel, 1556). Saksakeelne uusväljanne, mis on uuesti tõlgitud ja toimetatud, ilmus 1974 Agricola valitud teoste seerias: Georgius Agricola, *De re metallica libri XII. Bergbau und Hüttenkunde, 12 Bücher* (Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1974).

²⁵ Vt foto 10.

²⁶ Lazarus Ercker von Schreckenfels õppis 1547–1548 Wittenbergi ülikoolis. Aastast 1554 oli Dresdenis mündi-*gardein*, 1567-st Kuttenbergis ja Prahast mündimeister (*Münzmeister*). Tema 1574. aastal ilmunud proovikunstialast raamatut *Aula Subterranea* (Unterirdische Hofhaltung ...) võib tõestatult pidada esimeseks dokimastika õpikuks üldse. Vt http://de.wikipedia.org/wiki/Lazarus_Ercker (21.10.2013).

1580”.²⁷ Sellest raamatust ilmusid kordustrukid 1598 ja 1629. Erckeri teose „*Aula subterraneae* (1574) viimane kordustruk ilmus 1736. Need raamatud olid aluseks paljudele hilisematele sellealastele väljaannetele.²⁰ Veel enne kõnealust klassikaliseks saanud käsitlust oli Lazarus Erckerilt ilmunud trükis „*Das kleine Probierbuch 1556*” (Bochum, 1556), mille ta Saksimaa kuurvürst Augustile kui valitsejale ja asjasthuvitatule, isiklikult oli üle andnud.²⁸

Saksimaa kuurvürst August (1556 Freiburg – 1586 Dresden), kes oli Saksimaa valitseja aastail 1553–1586, pani suurt rõhku mäetööstuse, sealhulgas hõbeda tootmise arendamisele ja mündinduse korraldamisele.²⁹ ³⁰ Koos oma naise Anna (1532–1585) ja õuekeemikute ning alkeemikutega tegeles ta innukalt keemia, st dokimastika ja alkeemia probleemidega. Dresdeni lossi juurde asutatud laboratooriumi kutsuti *Das Goldhaus* ning Annabergis olnud laboratoorium oli kaasaegsete arvamusel järgi parim Euroopas.³¹ Ilmselt tollest ajastust pärineb ka Tartu ülikooli raamatukogus keemiaprofessor Ferdinand Giese (1781–1821) memoriaalkogus³² olev käsikirjaline koopia kuurvürst Augustile kuulunud pärgamendile kirjutatud *Kunst Buch*’ist.³³

²⁷ Lazarus Erckeri raamatu õige pealkiri on „Beschreibung, Allerfürnehmisten Mineralischen Ertzt vnnd Bergwercks arten, wie dieselbigen, vnd eine jede in sonderheit, jerer natur vnd eigenschafft nach, auf alle -Metaln probirt,vnd im kleinen fewer sollen versucht werden, mit erklärung etlicher vnehmer nützlicher Schmelzwerk, im grossen fewer, auch scheidung Golds, Silbers,vnd anderer Metaln, Sampt einem bericht dess Kupffersaigerns, Messing brennens,vnd Salpeter siedens, auch aller saltzigen Minerischen proben, vnd was denen alle anhängig, in fünff Bücher verfast, Desgleichen zuuorn niemals in Druck kommen ... Auffß neue an vielen orten mit besserer aussführung,vnd mehrern Figurn, erkleret, Durch ... Lazarum Erckern”. Gedruckt zu Frankfurt am Mayn M. D. LXXX. (Tartu Ülikooli raamatukogu, digiteeritud).

²⁸ Vt Hammer, *Probiervorschriften* (viide 21).

²⁹ Alates esimeste suurte hõbedaleiukohtade avastamisest 1167. aastal Freibergi piirkonnas ja 1470. aastal suurte hõbedaleiukohtade hõivamist Annabergi, Schneebergi ja Marienbergi aladel, kuulus Saksimaa Euroopa tähtsamate mäendusmaade ja hõbedatootjate hulka ja Saksimaa mäendus- ja metallurgiatehnika olid teistele maadele eeskujuks. Vt Hammer, *Das Probiervorschriften* (viide 21).

³⁰ Münzstätte Dresden. http://de.wikipedia.org/wiki/Münzstätte_Dresden (21.10.2013).

³¹ Tullio Ilomets, „Churfürst Augusti Kunst Buch”, *Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised*, 325, *Teadusliku Raamatukogu Töid IV* (Tartu, 1974), 60–77.

³² Tullio Ilomets, „Prof. F. Giese memoriaalkogust”, *TRÜ Teadusliku Raamatukogu 5. teadusliku konverentsi materjalid* (Tartu, 1972), 25–28.

³³ Tartu Ülikooli Raamatukogu (TÜR) Mscr. 1117. *Churfürst Augusti Kunst Buch Wie mir solches von H. F. K. Churfl. Säschl. Chymico auf Pergament geschrieben communicirt worden*. Käsikirja esimeses osas on peamiselt eeskirjad seoses kulla

Dresdeni lossi juurde kuurvürst Augusti enda asutatud laboratooriumi *Das Goldhaus* loomise, laboratooriumi ruumide, sisustuse ning tegevuse kohta on kokkuvõtlikku teavet Tara Nummedali 2007. aastal ilmunud monograafias.³⁴

On tõenäoline, et kuurvürst August tegeles dokimastika ja alkeemiaga juba ammu enne Saksimaa kuurvürstiks saamist ja oma kuldse laboratooriumi rajamist. Eriti oluliseks pidas ta oma valitsemisajal müntide normidele vastavuse, eheduse, analüütilist kontrollimist.³⁵

Kulla ja hõbeda sisalduse kvantitatiivseks määramiseks nii maagis kui ka müntides oli vaja kolme eri tundlikkuse ja kandvusega kaalu. Agricola kirjeldatud ja joonisel esitatud kolm väikest kaalu³⁶ peaksid olema oma ehituse poolest 16. sajandi esimesel poolel dokimastikas kasutusel olnud väikekaalude näidiseksemplarid. Esimese kaalu lubatud koormus oli kolm untsi (1 unts on 29,2 g), sellega kaaluti analüüsil vajaminevat pliidi ja teisi vajalikke lisandeid. See kaal oli kõige väiksema tundlikkusega. Teise, tundlikuma kaaluga kaaluti analüüsimiseks võetavat maaki või metalli (sulamit). Selle kaalu lubatud koormus oli 1 proovitsentner (*Probiertzentner*) (3,6 g). Kolmas kaal oli kõige tundlikum, see oli tegelik proovikaal (*Probierraage*); sellega kaaluti analüüsi lõpptulemusena saadud väikesi kulla- ja hõbedateri (*Körner*). Kaalu kutsuti ka *Kornwaage*.

ja hõbedaga jm. On ka alkeemiaga seonduvat. Teine osa on: *Des alten Caspars Hasens Probiereis Probiere-Buch. Wie er es im 1541 Jahr gebraucht hat J. N. J. Ende dieses Probiere Buches 1562 S. Q. H. Von Christoph Brummeten*. Selles on peatükk tollel ajal käigus olnud müntide analüüsi kohta: *Verzeichniss etlicher ganghafter Münzen dieses Jahr 1544 am Schroth und Korn*. Kaalanalüüsi andmed on toodud tabeli kujul. Osa *Probiere Buchi* jääb ajaliselt kuurvürst Augusti venna kuurvürst Moritza valitsemisajaga, kes valitses Saksimaad 1541–1553. Käsikirja viimane osa: *Bericht von der Artollerei. Von einem aus Schweinitz der solche bei den Zeug-Meister Büchnern in Dresten erlernet*, on seotud lõhkeainete ja mürskudega.

³⁴ Tara Nummedal, *Alchemy and Authority in the Holy Roman Empire* (Chicago: The University Chicago Press, 2007), 137 märgib autor kokkuvõtlikult: „Because of the strong links between alchemy and mining in Saxony, this laboratory – known as the Goldhaus, served multiple functions as a center of smelting and assaying as well as alchemy. Signaling the importance he attributed to mining. Elector August founded the Goldhaus in 1556, three years after taking the Saxon throne. He continued to introduce new techniques there throughout his reign, probably using it as an experimental laboratory for innovation in the Saxon metallurgical industries.” Vt ka Agricola, *De re metallica 1974*, 819: „1555 August richtet im Schloss zu Dresden eine Schmelzhütte ein”.

³⁵ Vt Hammer, *Das Probieren* (viide 20).

³⁶ Vt Agricola, *De re metallica 1974*, 344–345.

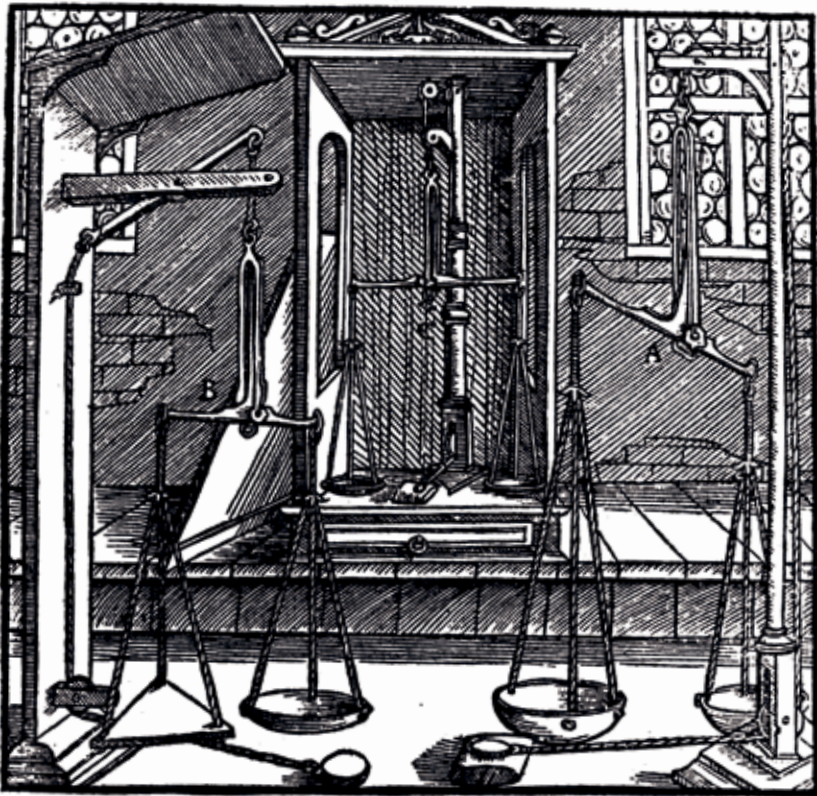


Foto 9. G. Agricola väikesed proovikaalud (1556). Ees vasakul kõige vähema tundlikkusega kaal (B), plii ja vajalike reaktiivide kaalumiseks. Järgmine, paremal (A), analüüsiks võetava proovi kaalumiseks. Kolmas, keskel taga (C), kõige suurema tundlikkusega, tegelik proovikaal, proovi töötamise lõpptulemusena saadud kulla või hõbeda koguse kaalumiseks (Agricola 1974)

Joonisel olevate kaalude ehituse alusel otsustades pole kõige lihtsam ja vähem tundlik kaal mitte A, nagu mitu autorit väidab, kes neid kaale käsitlevad-selgitavad, vaid hoopis kaal B.³⁷ Kõikidel kaaludel on kaalukangi tõstmiseks üle plokiratta või -rataste minev nöör, mille üks ots on kinnitatud tugisüsteemi (*Klobe*³⁸) ülemise osa külge ja teine ots on pliiist valmistatud nihutatava raskuse küljes.

³⁷ Agricola ei kirjuta kaaludest joonisel olevate tähistega A, B, C alusel, vaid nimetab nende tundlikkuse alusel esimest, teist ja kolmas kaal.

³⁸ L. Ercker kasutab oma raamatuis *Schere* asemel tollel ajal keelekasutuses olnud terminit *Klobe*.

Kaalul B pole üldse tugisammast. Tal on eraldiolev, ülal etteulatava osaga omapärane tugisein kaaluõlgade tõstesüsteemi osade kinnitamiseks ja ainult üks plokiratas ja tõstekang. Üks kaalukauss on õõnes, teine on tasapinnaline ja kolmnurkne. See kaal on igati ebatäiuslikuma konstruktsiooniga kui kaal A. Kaalul A on oma tugisammast ja tõstenöör läheb väljaspool tugisammast üle kolme plokiratta, kaalukaussid on mõlemad õõnsad. Kaalul C on oma tugisammast, tõstenöör läheb ilmselt nagu kaalul A ja üle kolme (või nelja) plokiratta, kaalukaussid on õõnsad. Kaal on paigutatud sahtliga, eest avatud kaalukappi. Agricola kaaludel on ümar telglaager (*Axe*), mis toetub ümmargustesse laagripesadesse, kaaluheel on kõigil ülespoole. Neil kaaludel puudub kaaluõlgade tasakaaluseisundi täpsemaks fikseerimiseks vajalik diopter ja selle ees olev teravik.

Lazarus Erckeri kaalujoonis on esmakordselt tema 1574. a ilmunud raamatus „*Aula subterraneae*” ja hiljem, 1580. aastal ilmunus „*Das grosse Probierbuch von 1580*”.³⁹ Sama joonis esineb nende raamatute kordustrükkides kuni 1734. aastani. Ercker annab küll juhi-
 seid, millest ja kuidas kaalu valmistada,⁴⁰ kuid detailide mõõtmeid ei esita. Ütleb ainult, et osuti pikkus peab olema kaaluõla pikkune ja kaalukausside kinnituspõhjused sama pikad kui kaalukang. Kaalukaussid on hõbedast ja lamedapõhjalised ning kaalumisel kasuta-

³⁹ Ercker on oma 1580. aastal ilmunud raamatu, mille ta pühendab Püha Rooma Riigi keisri Maximilianile, eessõna kirjutanud juba 1574. aastal: „Dem Allerdurchleuchtigsten Großmechtigsten vnd Unüberwindlichsten Fürsten vnd Herrn / Herrn Maximiliano dem Andern / Erwehlten Römischen Keyser ... Geben Prag / nach Christi unsers Seligmachers Geburt im ein Tausent / Fünfhundert und vier vnd Siebentzigsten Jar. Den 3. Septembris. Aller Unterthenigsten vnd ghorsamester diener / Oberster Bergmeister vnd Buchhalter im Königreich Behem. Lazarus Ercker von Sant Annen Bergk. Trükist ilmuda jõudis see raamat mitmesuguseil põhjuseil alles 1580. aastal. Seda selgitab ta lugeja poole pöördumises (An Leser).

⁴⁰ Ercker mainib esimese raamatu (*Das erste Buch*) peatükis *Wie man gute Probir Wagen machen und Einrichten soll*: „Laß dir auß einer alten Schwertklingen ein subtils Wagbälcklein schmiden oder formiren / daß auch ein breye dünn zünglein hab / vnd durchauß rein vnd gantz geschweist / vnnd nichts schifferigs daran sey”. Vana mõõga teras sobib kaalukangi ja kaaluheel valmistamiseks hästi. Järgmise peatüki *Von Justirung und Einrichtung der Probir Wagen* õpetab Ercker, kuidas kaalu korrasolekut kontrollida ja töökorda seada. Eelviimases peatükis *Wie man die Probirgewicht von Silber oder Messing machen und abtheilen sol / vnd erstlich die Gren / Pfennig und Karat Gewicht*, soovib Ercker valmistada vihid puhtast hõbedast, sest need seisavad puhtamad ja ei muutu. Messing pole nii hea. Viimane peatükk *Von Abtheilung deß Centnergewichts* õpetab, kuidas põhiviht tsentnerviht (3,6 g) jagada 16 naelavihiks (1 tsentner on 100 naela, 1 nael on 2 marka). Vt Hammer, *Das Probieren* (viide 20).

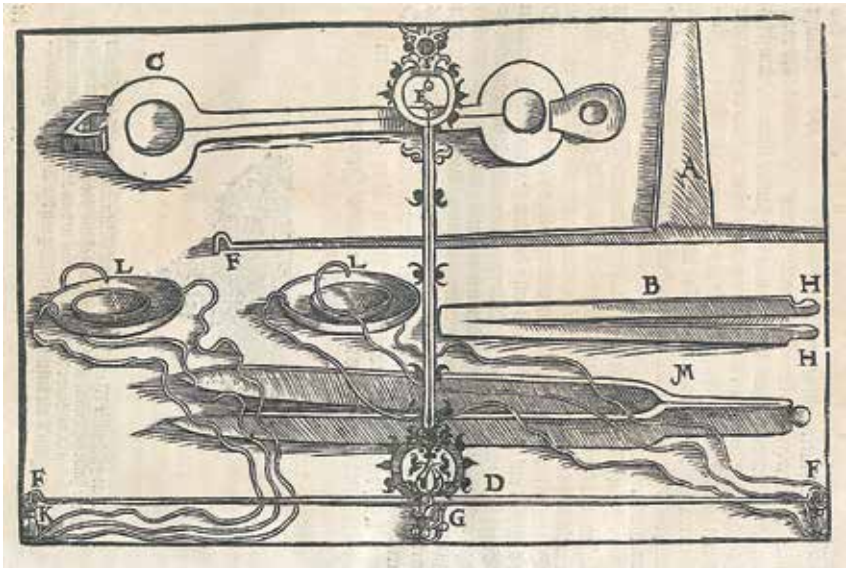


Foto 10. L. Erckeri proovikaal (1580). A – kaalukang luigekaelakujulise kaaluõla otsaga (F) ja töötlemata osutiga. B – kaalu tugisüsteemi (Klobe) töötlemata toorik. C – pooltöödeldud tugisüsteem. Vasakul U-kujuline etteulatav osa, mille vahele kaaluõlg saab paiknema. D – kokkupandud proovikaal. E – kaalukeel, mille tipul väike pärlike. Selle vastas dioptri teravik pärlikesega. G – koht, kus kaalukangi laager paikneb. K – riputusniitude kinnitusaas. Kaalukangi tipp on keeratud konksukujuliselt ülespoole, joonisel – tahapoole, millede külge riputatakse. L – kaalukaused, nendel kaalumiskausikesed. M – vihtide pintsetid (Ercker 1580)

takse neile paigutatavaid väikseid kaalumiskausse. Põhimuudatused võrreldes Agricola C kaaluga on esiteks kaalukangi otste kujus. Need on nn luigekaela kujulised ning võimaldavad Erckeri nõuande kohaselt reguleerida kaaluõla pikkust õlgade tasakaalu viimise eesmärgil: luigekaela kas vajutatakse koomale või venitatakse laiemale. L. Niinistö⁴¹ märgib, et see leiutis-uuendus oli oluline panus kaalude ehituse arengusse. Teine oluline muutus on seotud kaalu tugisüsteemiga (*Klobe*). Ercker muudab oluliselt tugisüsteemi nii kaaluõlgade laagri paigutusviisis kui ka kaaluõlgade tasakaaluseisundi täpsema fikseerimise osas. Tugisüsteemi alumine osa on U-kujuliselt ettepoole keeratud ja selle vahele, laagripesadesse, paigutub kaaluõlgade

⁴¹ Lauri Niinistö, „Analytical instrumentation in the 18th century”, *Fresenius J. Anal. Chem.* 337 (1990), 213–217.

laager ja kuulikesega kaalukeel ulatub tugisüsteemi ülemises osas oleva dioptriavause kuulikesega nõelani. Dioptrist ülalpool on avaus kaalu ülesriputamiseks. Milline on tõstemehhanism, mille külge kaal üles seada, sellest juttu ei ole. Aga ilma kaalu tõstmata-langetamata ei olnud võimalik täpselt kaaluda. Samuti jääb selgusetuks, kuidas kaalu kaalukappi paigutada, nagu Ercker soovitas. Ilmselt ei maininud ta tõstesüsteemi sellepärast, et selle konstruktsioon oli juba rahuldavalt lahendatud, nagu Agricola C kaalu jooniselt on näha. Seal kirjeldatule sai ju Erckeri täiustatud kaalu külge riputada.

Niisugune kaalukangi tugisüsteemi lahendus meenutab väga meie poolt kirjeldatud 1560. aastal Kölnis valmistatud kaalu tugisüsteemi (*Klobe*) konstruktsiooni.⁴² Kölni kaalul oli juba teravikuga diopter, mida mündikaaludel ei olnud, samuti on kaalukangi laagri paigutus analoogne joonisel olevale Erckeri kaalule. Kölni kaalu õlgade kogupikkus on 19,5 cm, osuti pikkus 9,5 cm, kaalukaasi rippeniidi pikkus on 17,0 cm. Kaalukaasi läbimõõt on 3,0 cm ja tugisüsteemi pikkus 12,0 cm. Kölni kaalu mõõdud ühtivad praktiliselt Carl Schmidt proovikaalu omadega. Ka Erckeri kaal võis enam-vähem Kölni kaalu mõõtmetega olla. Statsionaarse kaaluna võis ta olla ka suurem.

Võib oletada, et kaalumeistrid ikka jälgisid, mida kusagil mujal tehti ja mida samas valdkonnas uut oli.

17. sajandi ja 18. sajandi esimese kolmandiku keemia ja tehnoloogia areng peegeldus ka dokimastika arengus, mille kohta uue, põhjalikuma kokkuvõteteni jõuti alles 1730.–1740. aastail.

1736. aastal ilmus Leydenis Johann Andreas Crameri (1710–1777)⁴³ lühike ladinakeelne „*Docimasia*”, mis oli aluseks ta hilise

⁴² Tullio Ilomets, „Ajalooline 1560. aastast pärinev Kölni kaal Tartu Ülikooli ajaloo muuseumis“, *Tartu Ülikooli ajaloo küsimusi*, XXXX (Tartu, 2012), 174–202.

⁴³ Johann Andreas Cramer – Saksa metallurg. Cramer õppis Halle ülikoolis meditsiini ja loodusteadusi Helmstedti ülikoolis. Eriti huvitas teda keemia, mille eksperimentaalses vallas saavutas ta suure meisterlikkuse. Ta oli põhiliselt autodidakt. 1738. aastal sai ta Leydeni ülikooli füüsika ja keemia professoriks. Cramer reisis palju. Tänu oma kõneosavusele ja retoorilisele meisterlikkusele olid tema Leydenis ja Leipzигis peetud *docimasia* loengud väga populaarsed ja külastatavad. Ta oli oma aja üks silmapaistvamaid dokimaatikuid ja metallurge. Alates 1743. aastast tegutses Cramer Blankenburgis, kus tal Blankenburgi lossis oli oma laboratoorium, kus tegeles ka alkeemiaga. Hiljem ta siiski loobus sellest ja tegutses „täpsete vaatluste ja põhjalike katsete” alusel. Metallurgia ala eksperdinareisis ta kogu Euroopas. Ta viimane elukoht oli Dresdeni lähedal Berggieshübelis. Oma iseloomult jätnud ta aga palju soovida. Vt [http://de.wikipedia.org/wiki/Johann_Andreas_Cramer_\(Metallurge\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Johann_Andreas_Cramer_(Metallurge)) (21.10.2013).

male, 1739. aastal Leydenis ilmunud ladinakeelsele, tolle aja proovikunsti taset kokkuvõtvale teosele „*Elementa Artis docimaticae*”. Selle raamatu teine väljaanne trükiti 1744 ning see oli aluseks 1746. aastal Stockholmis ilmunud Christlieb Ehregott Gellerti (1713–1795)⁴⁴ saksakeelsele tõlkele.⁴⁵ Crameri raamatu täiendatud-parandatud väljaanne ilmus Gellerti tõlkes 1766. aastal Gellerti enda nime all.⁴⁶ Sellest trükiti Leipzigis 1794. a veel viimane väljaanne, kuid raamatu teoreetilise osa oli Jena ülikooli professor Johann Friedrich August Göttling (1753–1809)⁴⁷ põhjalikult ümber töötanud.⁴⁸ See oli Crameri raamatu Göttlingi variant.⁴⁹ Eessõnas Göttling põhjendab, miks oli raamatut täiendatud kujul vaja veel välja anda⁵⁰: „Crameri raamat on siiani praktikuile ikka veel truu teenäitaja.”

Crameri raamatu tõlgete ja eri väljaannete need alajaotused-paragrahvid, mis seonduvad proovikaalu ja kaaluvihtide valmistamise

⁴⁴ Christlieb Ehregott Gellert – Saksa metallurg ja mineraloog. Õppis 1732–1734 Leipzigi ülikoolis, magistrakraadi kaitses 1735. aastal Wittenbergi ülikoolis. Oli Peterburis akadeemilise gümnaasiumi konrektor ja hiljem Peterburi teaduste akadeemia adjunkt. 1744 tuli Gellert Saksimaale tagasi ning tegutses Saksimaal metallurgia ja mineraloogia alal. Freibergi kuurvürstliku mäeakadeemia avamisega 1765. aastal määrati Gellert metallurgilise keemia professoriks. 1782 nimetati ta mäenõunikuks (Bergrat). Vt Werner Lauterbach, *Über Christlieb Ehregott Gellerts Entwicklung* (Gellert Museum Hainichen, 2004).

⁴⁵ Johann Andrea Cramers *Anfangsgründe der Probierekunst, in zweyen Theilen abgefasset...* Dem Bergwesen zum Besten aus dem Lateinischen ins Deutsche übersetzt von C. E. Gellert. Mitglieder der Kayserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg (Stockholm Verlegts Gottfried Kiesewetter, 1746). (Bayerische Staatsbibliothek München, digiteeritud).

⁴⁶ C. E. Gellert, *Johann Andrea Cramers Anfangsgründe der Probierekunst* (Leipzig: Verlag der Heinsinßischen Buchhandlung, 1766).

⁴⁷ Johann Friedrich August Göttling. Silmapaistev Saksa keemik, Jena ülikooli keemiaprofessor. Vt <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=3177> (2009). Vt ka Ferenc Szabadváry, *Geschichte der analytischen Chemie* (Budapest, 1966), 170–171.

⁴⁸ *Johann Andrea Cramers Anfangsgründe der Probierekunst nach den neuesten Grundsätzen der Chemie* bearbeitet von Johann Friedrich August Göttling, Professor in Jena (Leipzig, bey Johann Samuel Heinsius, 1794). (Tartu Ülikooli raamatukogu, digiteeritud).

⁴⁹ 1794. aasta väljaandel on lisatiitel: Johann Friedrich August Göttlings, Professor zu Jena / *Anfangsgründe der Probierekunst mit Cramers Erfahrungen verbunden* (Leipzig, bey Johann Samuel Heinsius, 1794).

⁵⁰ Das Cramersche Probierbuch war bisher immer der getreueste Wegweiser des praktischen Probiereers, und die allgemeine Brauchbarkeit dieses Buches, haben wir größentheils dem Herrn Bergrath Gellert zu verdanken, der davon eine sehr getreue Uebersetzung aus dem Lateinischen geliefert hat, damit es auch von denen Probiereern, die der lateinischen Sprache nicht mächtig waren, und diese Uebersetzung ist 1766, nach der zweyten verbesserten Ausgabe erschienen.

ja kontrolliga, püsivad praktiliselt sama sõnastusega 1739. aastast kuni 1794. aastani. Ka V tahvel proovikaalu detailide joonistega trükiti kõikides neis, ka tõlkeväljaannetes muutmatult.⁵¹

Võrreldes Erckeriga on kaaluga seonduv Crameril esitatud palju pikemalt, põhjalikumalt ning üksikasjalisemalt. Ka joonised ja jooniste seletused on selgemad. Cramer on esimene, kes kaalu detailide kirjeldusele lisab juurde ka nende olulisemad mõõtmed.⁵²

Crameri proovikaalu kaaluõlgade materjal on sobiva elastsusega teras. Proovikaalu põhioõue on ta tundlikkus, mis on seda suurem, mida pikem on kaalukang. Seetõttu, väidab ta, tuleb pikemaid õlgu lühematele eelistada. Piisab, kui kaalukangi pikkus on 10 kuni 12 tolli (seega 26 kuni 30 cm) ning kaalukangi jämedus niisugune, et kaaluõlgade otstele rakendatava, vaevalt 2 *quentlein*'i raskune koormus kaaluõlga ei painutaks.⁵³ Praktikas esineb harva, et koormus oleks suurem kui 1 *quentlein*.

Kaalukang asetatakse tugisüsteemi,⁵⁴ mis on valmistatud õhukesest vedruterase lehest. Tugisüsteemi kaks poolt on teravikuga varustatud diopterist ülalpoolt koos ning ühenduskoha küljes on kaalu ülesriputamise konks. Alt on *Schere* kaks poolt lahti, ühendamata. Kaalukangi telglaager asetatakse tugisüsteemi laiemas osas oleva isse laagri avaustesse ja suletakse tugisüsteemi mõlemad pooled alt otsast kinnitusklambriga (*Bandnagel*). Tugisüsteemi eesmise ja tagumise poole vahe peab alt ja ülevalt olema ühesugune, nimelt 1,5 liini, seega 0,6 cm laiune. Selles vahes liigub kaaluosuti. Kaaluõlad on tasakaalus, kui osuti on dioptri nõela teravikuga kohakuti. Kaaluõlgade otsad on luigekaelakujulised, nende külge riputatakse siidiniitide abil õhukesest hõbeplekist ümmargused, peaaegu tasase põhjaga kaalukaunid, mille läbimõõt on 1,5 tolli, seega 4,0 cm. Nende juurde kuuluvad väikesed hõbedast kaalumiskaunid, mille läbimõõt on veidi vähem kui toll (2,6 cm). Riputusniidid on kaalukangi pikkused.

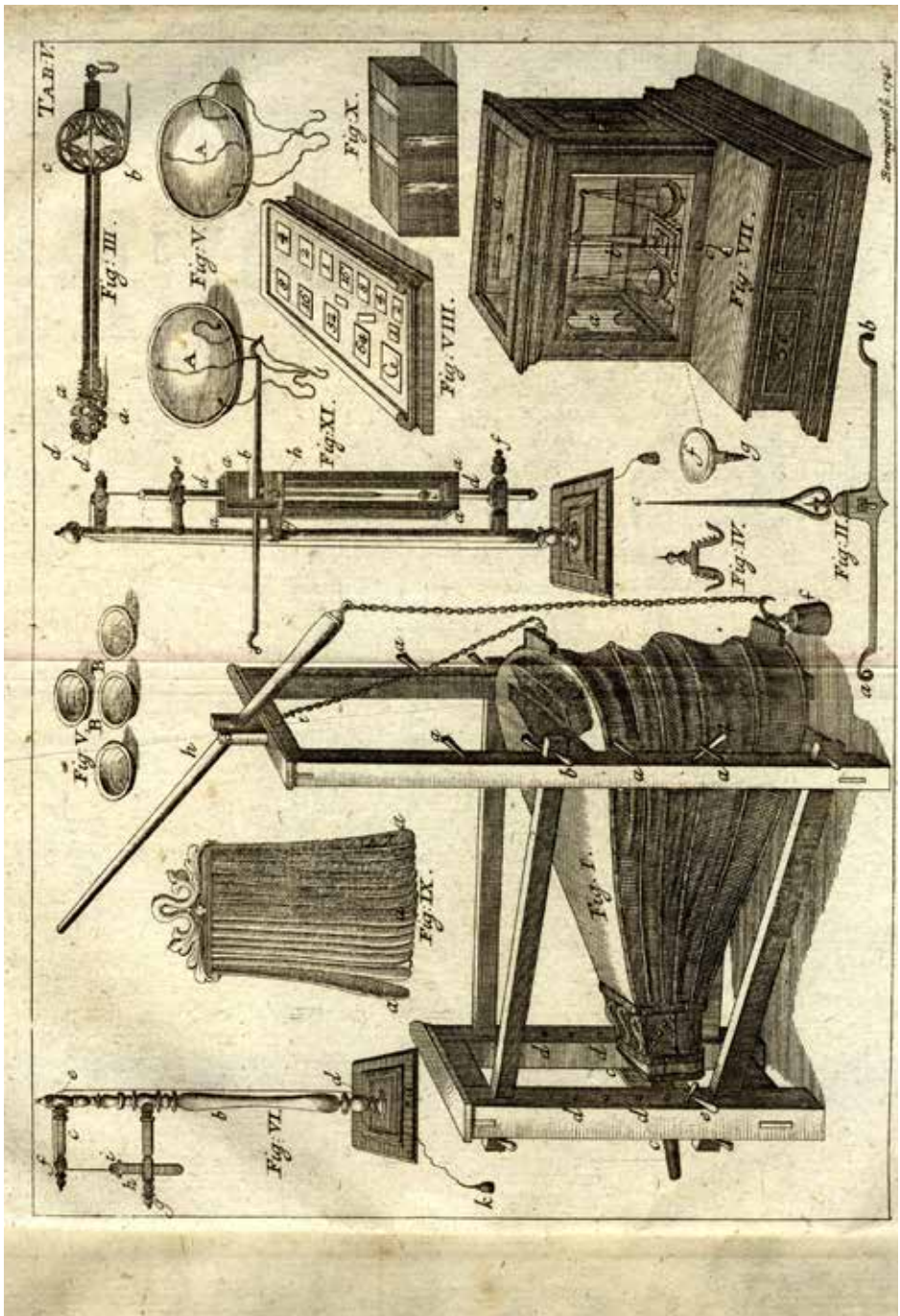
Kaal riputatakse üles vasest või messingist valmistatud, jalast

⁵¹ Vt foto 11.

⁵² Viimases väljaandes on märkus, et Cramer kasutab Reinimaa pikkusmõõdu süsteemi: 1 *Ruthe* = 12 *Schuh*, 1 *Schuh* = 12 *Zoll*, 1 *Zoll* = 12 *Linien*. 1 *Schuh* = 31,385 cm, 1 *Zoll* = 2,615 cm, 1 *Linie* = 0,218 cm Vt H. J. v. Alberti, *Mass und Gewicht* (Berlin: Akademie Verlag, 1957).

⁵³ 1 *Quentlein* = 1 *Probiercentner* = 3,67–3,75 g, olenevalt maakohast-valitsusalast.

⁵⁴ Cramer kasutab tugisüsteemi kohta nimetust *Schere*, mitte *Klobe*, nagu Ercker.



(*Fuß*) ja sambast (*Säule*) koosnevale tõstesüsteemile. Samba kõrgus on ligikaudu 20 tolli, seega umbes 52 cm. Samba ülemises otsas on sambaga risti 1 tolli (2,6 cm) pikkune külgharu (*Arm*), mille välimises otsas on plokiratas. Teine plokiratas on samba ülemises otsas ja kolmas on samba alumise osa sees. Plokirataste läbimõõt on 3 liini (0,7 cm). Teine, samba külge kinnitatud 1,5 tolli (4,0 cm) pikkune külgharu on ülemisest 1,5 tolli (4,0 cm) allpool. Sellesse on ülemise plokiratta kohale tehtud 2 liini (0,4 cm) pikkune ja 0,25 liini (0,05 cm) laiune lõhe. Lõhesse paigutatakse 1,5 tolli (4,0 cm) pikkune, lõhes takistuseta üles-alla liigutatav plekiriba (*Blech*), mille ülemise otsa kinnitatakse üle plokirataste kulgev tõstenöör ja alumisse otsa riputatakse kaal. Kaalu tõstetakse ja langetatakse tõstenööri alumise otsa külge kinnitatud raskema metallvihi edasi või tagasi nihutamise teel.

Kaal soovitatakse paigutada avatavate klaasustega kaalukappi, võimaldamaks vältida segavaid välismõjusid. Kaalukausside alla on soovitatav paigutada kaussidest veidi suuremad alused, vältimaks kaalukausside ebasoovitavat nihkumist. Kaalukapi allosas on sahtlid vajalike esemete ja vihikasti hoidmiseks. Crameri kaal on oma mõõtmeilt küllaltki suur (kõrgus veidi üle poole meetri), mis on tingitud sellest, et ta jälgib reeglit, mille kohaselt kaalukausside rippeniivid peavad olema kaalukangi pikkused.

Cramer soovitab mehhaanikatöös kogenuile valmistada n-ö vas-

Foto 11. J. A. Crameri proovikaalud (1739). Fig. II kaalukang luigekaela taoliste otstega, konksudega ning osutiga. Fig. III kaalu tugisüsteem (Schere). Kaks kohakuti olevat tugisüsteemi poolt. Paremalt riputuskonks ja dioptri nõel, vasakul laagri teravike jaoks avaused ja kinnitusklaambri avaused. Fig. IV kinnitusklaamber, millega tugisüsteemi alumised lahtised pooled kokku tõmmatakse, kui kaalukangi laager on oma kohale asetatud. Fig. V. kaalukaussid, kaalumiskaussid ja riputusnöörid-niivid. Fig. VI kaalu tõstemehhanism: a, jalg, b, samm, d, e, f, kolm plokiratast, i tõsteliist, mille alumise otsa külge riputatakse kaal. Fig. VII kaal paigutatuna klaasustega kaalukappi. Fig. VIII kaalu vihikomplekt. Fig. IX proovinõelte-pulkade komplekt: kahe või kolme metalli (kuld, hõbe ja vask) kindlas vahekorras sisaldusega sulamid, millede proovikivile (Fig. X) tõmmatud jälje, kriipsu, värvust võrreldakse uuritava sulami samale proovikivile tõmmatud kriipsu värvusega. Fig. XI Crameri “ümbepööratud kaal”, kaal, mille osuti on allapoole, tinalood kaalu loodi seadmiseks ja kolme plokiga tõstemehhanism. Fig. I lõõts (Cramer 1794)

tupidine kaal, st kaal, millel on kaaluosuti allapoole suunatud. Ta annab ka niisuguse kaalu mõõtmed ja joonise. Seega soovitab Cramer juba 1739. aastal konstrueerida kaal niimoodi, et kaalukangi osuti oleks suunatud allapoole ning oleks võimalus tasakaaluseisundit fikseerida loomulikult ka allpool. Samuti soovitab ta kaalu külge paigutada tinakuulikesega loodinööri, et kaalu loodi seada. Need olid ettepanekud, mis alles aastate möödudes realiseeriti.

Väga põhjalikult on kirjeldatud kaalude töökorda seadmist, vigade avastamist, nende kõrvaldamist ja kaalu töökorras oleku kontrollimist,⁵⁵ samuti vihtide valmistamist ja nende kontrollimist. Vihtide materjaliks oli eelistatult hõbe. Standardne oli 16 vihist koosnev vihikomplekt. Crameri 1794. aasta *Probierebuch* jäi oma praktilises osas kasutusele veel 19. sajandi algkümnenditel.

18. sajandi teisel poolel hakati dokimastikas mineraalide, metallide ja nende sulamite analüüsis üha enam kasutama jootetoru (*blowpipe*, *Lötrohr*).⁵⁶ Jootetoru kasutamise seonduvat kvalitaatiivset, sisuliselt mikroanalüüsi hakati süstemaatiliselt uurimarakendama 1770. aastail, nagu märgib W. P. Jensen oma 1986. aastal ilmunud uurimuses.⁵⁷ Suured teened on jootetoru analüüsi arendamisel Rootsi keemikutel, või nagu L. Niinistö märgib⁵⁸: Rootsi jootetoru analüütikute koolkonnal, alates A. F. Cronstedtist (1702–1765) ja Torbern Bergmanist (1735–1784) ning lõpetades Johan Gotlieb Gahniga (1745–1818), kes õpetas seda kunsti ka Jöns Jacob Berzeliusele (1779–1848).⁵⁹

Ulrich Burchard oma 1994. aastal ilmunud põhjalikus jootetoruanalüüsi ajaloo ülevaates⁶⁰ toob esile, et J. A. Cramer, oma aja pa-

⁵⁵ Kaaluõlgade luigekaela kujulised otsad võimaldasid kaaluõlgade pikkust reguleerida, neid tasakaalu saada, kas kõveruse kokkulükkamise või laiiali tõmbamise teel.

⁵⁶ Ferenc Szabadváry, *Geschichte der analytischen Chemie* (Budapest, 1966), 64–70.

⁵⁷ William B. Jensen, „The Development of Blowpipe Analysis”, eds. J. T. Stock, M. V. Orna, *The History and Preservation of Chemical Instrumentation* (Dordrecht: Reindell, 1986), 123–149.

⁵⁸ Vt Niinistö (viide 41).

⁵⁹ J. J. Berzeliuse jootetoruanalüüsi rootsikeelne „Afhandling om blasrörets användande i kemien och mineralogien” (Stockholm, 1820) väljaanne tõlgiti kohe saksa, inglise prantsuse, itaalia ja vene keelde. Selle raamatu kolmas, saksakeelne „Die Anwendung des Lötthrohres in der Chemie und Mineralogie” ilmus 1837. aastal ja neljas, viimane, parandatud väljaanne 1844. aastal.

⁶⁰ Ulrich Burchard, „The History and Apparatus of Blowpipe Analysis”, *The Mineralogical Record*, volume 25, July-August (1994), 251–277.

rim analüütik (*mine assayer*) ja metallurg, soovitas eelpool mainitud 1736. aastal ilmunud raamatus esimesena väikest kogust uuritavat maaki sulatada söe peal kokku booraksiga (tekib booraksklaas-boorakspärl). Hiljem sai see võte dokimastikas üheks kasutatavamaks standardmeetodiks. Samas kirjeldab ta üksikasjaliselt oma jootetoru ehitust. Selle joonis on näha ka 1794. aasta väljaande VII tahvlil.

Hõbeda kvantitatiivset määramist jootetoruanalüüsi meetodil alustas esimesena Freibergi Mäeakadeemias 1827. a Eduard Harkort (1797–1835).⁶¹ Kulla, vase, tina, koobalti, nikli, elavhõbeda ja vismuti kvantitatiivset määramist jätkas ja arendas samal meetodil Karl Friedrich Plattner (1800–1858),⁶² kes alustas jootetoruanalüüsi 1826. a Eduard Harkorti käe all. Sellest kujunes uus peatükk jootetoruanalüütikas.⁶³

Kvantanalüüsi jaoks vajaliku tundlikkusega kaalu konstrueeris Harkorti ideede alusel 1827. aastal Freibergi mäeakadeemia *Bergmechanikus* Wilhelm Friedrich Lingke (1784–1875).⁶⁴ U. Burchardi artiklis olevalt fotolt on näha, et kaal oli lahtivõetav ja paigutati koos analüüsiks vajalike teiste vahenditega ühtse komplektina ühisesse suletavasse kasti.

Kaalukangi kuju on C. Schmidti proovikaalu omaga sarnane, samuti kaalukangi tugisüsteem. Kaalukeel on ülalpool, nõelateravikuga diopter on tagantpoolt kaetud piimklaasiga (on valge), kaalu tugivarras on samasugune. Tõstemehhanismi ülemine osa on C. Schmidti

⁶¹ Eduard Harkort, mäendusinsener ja ohvitser, õppis kaks aastat Saksimaal Freibergi mäeakadeemias. Lahkus 1827 Saksamaalt Ameerikasse, kus oli inglise kaevandusühingu direktor, hiljem sõjaväelane Mehhikos ja Texas. Vt http://de.wikipedia.org/wiki/Eduard_Harkort (21.10.2013).

⁶² Karl Friedrich Plattner, Saksa keemik ja metallurg, õppis 1817–1820 Freibergi mäeakadeemias, kus ta õpetajad olid Wilhelm August Lampadius (1772–1842), August Breithaupt (1791–1873), Carl Friedrich Mohs (1773–1839). 1836. aastal oli Plattner õppeülesandetäitja mäeakadeemias. 1838/39 täiendas end keemia alal Berliinis Heinrich Rose (1795–1864) juures. Lampadiuse surma järele sai Plattnerist 1842. aastal Freibergi mäeakadeemia professor, õpetades seal üldist metallurgiat, jootetoruanalüütikat ja musta metallurgiat. Vt *Deutsche Biographie*. <http://bsbndb.bsb.lrz-muenchen.de/sfz96274.html> (21.10.2013).

⁶³ Plattner märgib oma 1835. aasta raamatu eessõnas: *Die Resultate von Harkorts unermüdetem Fleisse in Betreff der Anwendung des Löthrohrs für quantitative Metallproben bestanden in der Silberprobe, die er im Druck erscheinen liess und damit einen neuen Zweig der technischen Chemie, insbesondere der Dokimastie begründete*. Harkorti töö ilmus trükist 1827.

⁶⁴ Wilhelm Friedrich Lingke. Vt http://saebi.isgv.de/biografie/Wilhelm_Lingke_1784-1867 (21.10.2013); Burchard, 266.

kaalu omaga pealtnäha sarnane, samuti tõstenööri kerimisnupp. Erinevus on aluses, mille külge kaaluvarras paigutatakse. Foto põhjal võib oletada, et kaalul on ristikujuliselt kokkumonteeritav jalg, mille küljes on plokiratas, ning jalale paigutub ka tõstenööri kerimisnupp. Erinevus on ka selles, et tugisüsteemi kinnituskonks kinnitub otse tõstesüsteemi aasaga. Tugisüsteemi stabiliseerib, seab loodi alumine poolmunajas raskem detail, mis varematel proovikaaludel puudub.

Harkorti kaalul ei ole võnkumissummutit.⁶⁵

1835. aasta ilmus trükist C. F. Plattneri jootetoruanalüütika monograafia,⁶⁶ mis oli selle valdkonna tippteos ja pälvis kohe suure tunnustuse.⁶⁷ Plattneri enda ümbertöötluses ja täiendustega ilmus 1853. aasta monograafia kolmas trükk.⁶⁸

Esimeses väljaandes on proovikaalu (*Hebelwaage*) kirjeldus ja joonis, millest nähtub, et Plattneri kaal on oma ehituselt Harkorti kaaluga sarnane.⁶⁹ Välja arvatud see, et kaal on omaette kastis ja monteeritakse kokku kasti kaanele. Täiesti uudne detail on tugisüsteemi võnkumissummuti (*Dämpfer*). R. Jenemanni uurimuse kohaselt (vt 17 lk 240) on see kaal kaaluehituse ajaloos esimesi, millel on võnkumissummuti.⁷⁰ Kaalu tõstemehhanism on põhimõtteliselt samasugune kui Crameri kaalul: kolm plokiratast ja fikseeritud tõsteliist. Erinevalt Harkorti kaalust on Plattneri kaalul tõstemehhanismi ja

⁶⁵ Sellel fotol kirjeldatud Harkorti komplekt (*Harkorts original bloupipe kit*) on säilinud ja säilitatakse Freibergi mäeakadeemias.

⁶⁶ *Die Probierkunst mit dem Löthrohre, oder Anleitung, Mineralien, Erze, Hüttenproducte und verschiedene Metallverbindungen vor dem Löthrohre, mit theilweiser Anwendung des nassen Weges, qualitativ fast auf alle Bestandtheile, und quantitativ auf Silber, Gold, Kupfer, Blei und Zinn in kurzer Zeit zu untersuchen, von Carl Friedrich Plattner, Gewerkerprobierer an der Königl. Sächs. Halsbrückner Schmelzhütte bei Freiberg. Mit 3 Kupfertafeln* (Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1835). Olemas TÜ Keemia Instituudi raamatukogus.

⁶⁷ Freibergi mäeakadeemias pani jootetoruanalüüsile aluse W. A. Lampadius, seda arendasid edasi Ed. Harkort ja K. Fr. Plattner, kes viis selle analüüsiliigi rahvusvaheliselt tunnustatud tipptasemele. Plattnerit kutsuti jootetoruanalüüsi paavstiks ja tema raamatut selle valdkonna piiblikks. Sellest analüütilise keemia meistritööst ilmus kaheksa väljaannet, viimane 1928. aastal. Vt Burhard, 257–258.

⁶⁸ Plattneri raamatu väljaanded, vt <http://www.minrec.org/libdetail.asp?id=1133> (21.10.2013).

⁶⁹ Vt foto 12.

⁷⁰ *Probierwaage aus dem Jahre 1833 zeigt, wie man das Problem bei diesen speziellen Waagen zu bewältigen suchte. Die Konstruktion war noch die klassische, an der Schere aufgehängte Waage, nach römischem Modus; die höhenverstellbare Aufhängevorrichtung wurde durch einen Pinsel als Massenbremse beruhigt.*

tugisüsteemi vahel kaks, kaalu tasakaaluasendisse viimist soodustavat lisaliidest. Plattneri kaalu tundlikkus pidi olema niisugune, et 200 mg koormusel reageeriks ta selgelt 0,1 milligrammile.⁷¹ Kaalukangi pikkus on 17,7 cm, tugisüsteem 13,0 cm, kaalukaasi riputusnõör on 11,8 cm. Kaalukaasid on veidi nõgusad ja läbimõõt 3,0 cm, kaalumiskausside läbimõõt on 1,8 cm ja sügavus 0,4 cm. Kaalukasti suurus on $23,4 \times 14,2 \times (1,8 + 1,2)$ cm. Kaalukast on suletav esihaaagi ja otsahaakidega. Vihikomplekt koosneb grammisüsteemi vihtidest.⁷² Suurim viht on 1000 mg.

1853. aasta väljaandes olevalt kaalu jooniselt⁷³ on näha, et kaalu ehitust on oluliselt muudetud. Kaalu kohta käivast tekstist seda aga ei selgu. Plattner viitab ainult meistritele, kes samasuguse tundlikkusega kaalu, nagu eelmine, valmistasid.⁷⁴ Muutused seisnevad selles, et kaalukangi osuti ja diopter on paigutatud kaalukangist allapoole, diopteri nõel on suunatud ülespoole. Tugisüsteemi tasakaalustav poolmunajas raskus on diopteri küljes. Kuidas kaalukang laagrialustele paigutatakse, see jooniselt ei selgu. Summuti on liigesega, mitte jäik. Kolme plokirattaga tõstemehhanism on samasugune nagu Plattneri esimesel kaalul. Kaaluosade mõõtmed on antud juba meetersüsteemis.

Kaalukangi pikkus on 18,0 cm, tugisüsteem 10,0 cm, kaalukaasi nõörid, haagid kaasa arvatud, 14,0 cm. Peaaegu lamedate kaalukausside läbimõõt on 3,3 cm, kaalumiskausside läbimõõt on 1,5 cm, sügavus 0,4 cm. Võnkumiste summuti on liigesega. Puust kaalukasti suurus on $25,5 \times 13,0 \times (0,17 + 0,14)$ cm. Kaalukast on suletav kahe esiküljel oleva haagiga.

Plattneri raamatust ilmus 1846. aastal teine väljaanne. Kahjuks pole meil seni õnnestunud selle väljaande ja seal oleva kaalu jooni-

⁷¹ *Zu quantitativen Metallproben hat man eine feine Wage nöthig, die bei einer Belastung von 200 Milligrammen noch 0,1 Milligr. mit einem ganz deutlichen Ausschlag angiebt* (S.14). Plattneri kaalu valmistasid *Bergmechanikus* Lingke ja *Mechanikus* Beschorner. Plattner annab kaalu mõõtmed Saksimaa tollides. 1 Fuss = 12 Zoll = 144 Linie = 0,283198 m; 1 Zoll = 2,35998 cm (vt Alberti).

⁷² Vt *Die Probierkunst mit dem Lötrohre*, 15: *Harkort hat für die Silberprobe das Grammgewicht eingeführt, welches ich auch für andere Löthrohrproben beibehalten habe, da es am besten dazu eignet. Als Probierzentner dient hier das gewicht von 100 Milligramme, welches der 36,452ste Theil eines Quentchens oder eines Probierzentners ist.*

⁷³ Vt foto 13.

⁷⁴ *In Freiberg werden die zu Löthrohrproben erforderliche Instrumente aus Genauigkeit vom Herrn Lingke und Herrn Beschorner gefertigt.*

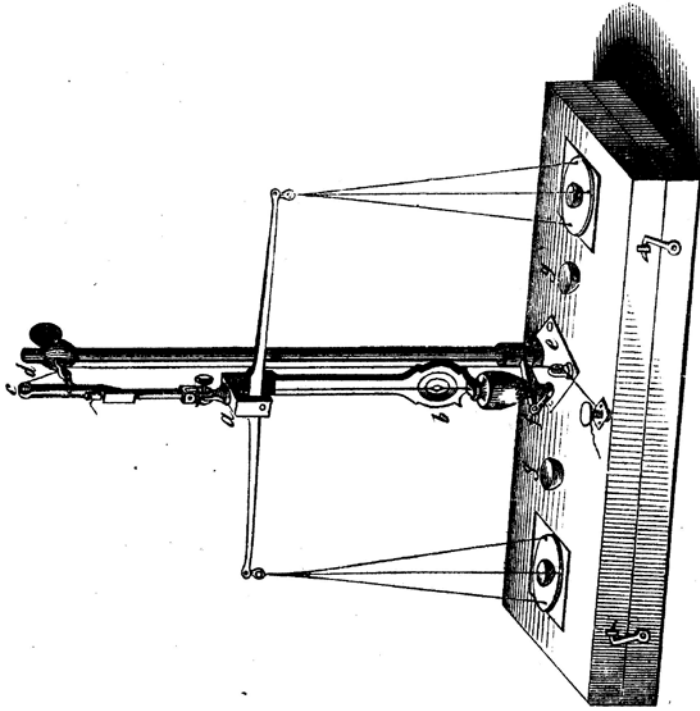
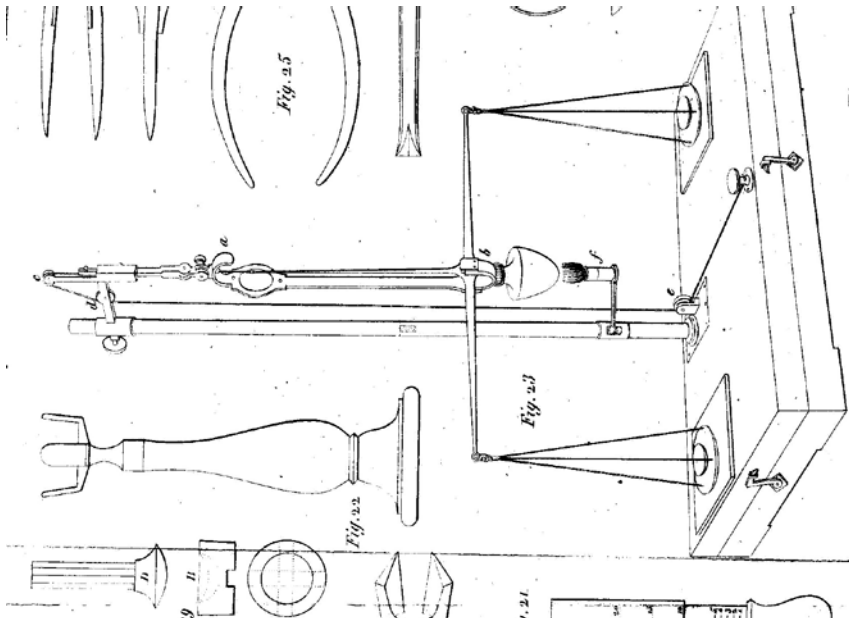


Foto 12. C. F. Plattneri proovikaal (1833). (Plattner 1835)

Foto 13. C. F. Plattneri proovikaal (1853). (Plattner 1853)



sega tutvuda. Seetõttu jääb meil esialgu teadmata, kas kaalu konstruksiooni muudeti enne või pärast 1846. aastat.

U. Burchardi artiklis esitatud Freibergis 1870. aastail Lingke firmas⁷⁵ valmistatud kaalude fotodelt⁷⁶ on näha, et kaaludel on kaaluosuti allpool, nagu Plattneri teisel kaalul, aga diopteri teraviku asemel on jaotustega skaala.

C. Schmidt ja Plattneri kaalude kaalukangid on ühepikkused – 18 cm. Seega on nad lühiõlalised kaalud, millel saab vajalikku tundlikkust tagada kaalukangi kaalu vähendamata, vähendades laagri hõõrdumist.

19. sajandi alguses oli kaaluehituses toimunud oluline muutus, kui analüütilistel kaaludel ümarlaagri (nõellaagri) asemele tuli kasutusele teravaservaline terasest laager (*Schneide, steel knife-edge*), mis toetus siledale tugevale pinnale (teras, ahaat) – laagrialusele.⁷⁷

Pidades C. Schmidt kaalu eespool esitatud (võrdlus)andmete alusel Lingke firma toodanguks, on nii Harkorti kui Plattneri kaaludel samasugune teravaservaline terasest laagriehitus, tagamaks kaalu vajalikku tundlikkust, nagu see on C. Schmidt kaalul.

Kõigil neil Lingke firma kaaludel on kaaluõlad juba valmistamise käigus väga täpselt tasakaalustatud, sest kaaluõlga ei saa muuta, nagu see oli võimalik Erckeri ja Crameri kaaludel.⁷⁸ Kaaluosuti allapoole suunamine ja diopteri asendamine jaotustega skaalaga oli 19. saj keskpai-

⁷⁵ Alates 1859 oli Lingke firma omanik juba tema poeg August Friedrich Lingke. Vt Burchard, 271.

⁷⁶ Vt Burchard, fotod: Figure 17, Figure 24.

⁷⁷ Vt Niinistö (viide 41): *Another major improvement, steel-knife edges combined with agate bearings, was first introduced in the beginning of 19th century by Ramsden.*

⁷⁸ Crameri kaalu „eelkäijaks“ võib lugeda Dresdenis ja Halles 17. ja 18. saj vahetusel tegutsenud matemaatiku ja mehhaaniku Christian Carl Schindleri kaalu, mis asub Austrias Kremsmünsteri tähetorni muuseumis. Kaalu tõsteseade esiküljel on silt, millel on kiri: *SCHINDLER M & M fecit*. M ja M tähendab Mathematicus ja Mechanicus. Fotolt on näha, et kaal on paigutatud klaasustega kaalukappi ja tõsteseade osa detaile on kinnitatud kasti tagaseinale. Kaalu diopter ja kaaluheel on ülespidised. Tõstenõör on kinnitatud koonilise kujuga nihutatava messingivihi külge. Kaalukangi pikkus on 23 cm, kaalukasti mõõtmed on 38 x 28 cm, kõrgus 57 cm, sügavus 18 cm. Kasti alumises osas on kaks sahtlit. C. C. Schindleri 1697. a ilmunud raamatus *Metallische Probiere-Kunst* mainib ta, et *probireril* on kõigepealt vaja korralikku Nürnbergi, Augsburgi või Kölni korn-kaalu (Korn-Waage), Parem oleks, kui ta seda oskaks aga ise teha: *...welche wohl in einem hölzernen Geheuß mit Fenstern verwahret seyn soll, und wenn du wägest, must du den Athem ein wenig an dich halten, sonst betrügest du dich selber* (Schindler 1697, 27). Vt P(ater) Amand Kraml, Objekt des Monats, Mai 2010 http://www.specula.at/adv/monat_1005.htm (11.11.2013).

ku või veidi varem analüütiliste kaalude täiustamises üldine suundumus, seda ka Lingke firma proovikaaludel. Seetõttu võime oletada, et C. Schmidti kaal kuulub Lingke firma 19. saj esimese poole toodangusse.

C. Schmidti proovikaal ja 1560. aastast pärit Kölni kaal⁷⁹ on kaaluheituse ajaloo seisukohalt, suurelt osalt samu eesmärke teeninud kaalutüübi arengu algus ja lõpp. Nende kahe kaalu vahele mahub 300 aastat keemilise analüüsi, mündinduse ja proovikaalu ajalugu.

Tänu

Tänan Tartu Ülikooli Raamatukogu töötajat, raamatukoguhoidjat Mare Randa ja Tartu Ülikooli Keemiainstituudi raamatukogu töötajaid Marju Salvet ja Helju Kõrsi vajaliku teabe ja kirjanduse muretsemisele kaasa aitamise eest.

20. oktoober 2013



Tullio Ilomets, *cand. chem.*, on Tartu Ülikooli ajaloo muuseumi konsultant.

⁷⁹ Kölni kaalu saab lugeda oma aja täpsuskaaluks just teravikuga dioptri ja erilise kujuga ning täpse töötusega laagri tõttu.

An Assaying Balance from the First Half of the 19th Century at the University of Tartu History Museum

TULLIO ILOMETS

University of Tartu History Museum

The University of Tartu History Museum's collection of older analytical balances also includes an assaying balance probably from the first half of the 19th century. The balance belonged to the Tartu State University department of inorganic chemistry and was handed over to the history museum in 1982, where it was first displayed in the same year during the exhibition of science history commemorating the 350th anniversary of the University of Tartu. According to the lore of the department the assaying balance had once belonged to Carl Ernst Heinrich Schmidt (1822–1894), who was once a chemistry professor at the University of Tartu and had worked for the University in 1847–1892.

The balance is placed inside a birch wood box finished with red lacquer and with the measurements of 14.0 x 24.5 x 2.7 cm. The balance is complete and in working order. Six of the lighter weights are missing from the set of milligram weights that should consist of 16 pieces by regulation. The largest weight is 1,000 milligrams, the smallest was 0.1 mg. Two small separate and gilded balance pans have also survived. The balance is assembled on top of the box of the balance.

The balance beam is 17.8 cm long, the pointer of the balance is 8.0 cm long. The steel knife-edge bearing of the balance beam is supported by the steel bearing seat.

The pointer of the balance faces upward and reaches the dioptric needle. The back of the vane is covered with milk glass. The balance beam is made of brass, the pointer of steel. The diameter of the balance pans is 3.3 cm and depth 0.3 cm. The balance pans are suspended from three silk threads. The length of the silk thread from the balance pan to the fastening hook is 11.0 cm. The balance is suspended from a lifting mechanism that enables to lift the balance up for the time of weighing. The balance may be lifted and lowered with the aid of a string; one end of it is attached to the coil fastened to the top of the balance box from whence the string runs through two sheaves, while

the other end is fastened to the lifting mechanism holding the balance. The balance is equipped with a damper that reduces vibration.

The balance has been measured in detail so that it would be possible to compare it with other similar balances elsewhere.

The forerunner of this balance type is W. F. Lingke, master at the Freiberg Mining Institute's portable assaying balance made in 1827 (Harkort's scale). The balance belongs to Harkort's blowpipe kit along with other items necessary for analyses. A balance made somewhat later by the same master which is nearly identical but equipped with a balance damper is called Plattner's scale and it is placed in a separate balance box. Both balances have a pointer and a vane with a needle facing upwards. The description and drawing of a scale with a balance damper were published in the first volume of K. F. Plattner's monograph published in 1835 (*Die Probierekunst mit dem Lötrohre*). The third and complemented issue of Plattner's monograph (1853) includes a drawing of a balance made by the same master, which shows that a significant change has been made to the construction of the balance: the scale pointer and vane with the needle are facing downwards. Balances made later by the same company (see Burchard, *The History and Apparatus of Blowpipe Analysis*) have downward-facing scale pointer and the needle of the vane is replaced with a scale with divisions. Proceeding from the changes in the construction of balances we may presume that our assaying balance, the pointer of which faces upwards and which has a vane, could have been made before 1853. The dimensions of our balance and Plattner's scale practically coincide. This article provides an overview of the developmental history of assaying balances, using a selection of contemporary overviews on that subject as well as available and more important original sources pertaining to assaying balances for that purpose. The drawings, descriptions and other information on scales are based on Georgius Agricola's *De re metallica libri XII* (seventh volume of the 1974 German publication); Lazarus Ercker's *Der grosse Probierebuch von 1580* and Johann Andrea Cramer's *Anfangsgründe der Probierekunst* published in 1746 and 1794. The article also offers a brief discussion on the golden laboratory, *Das Goldhaus*, of August the Kurfürst of Saxony in his castle in Dresden, as well as the ruler's activities in the field of alchemy, assaying, coinage; and a summary of the manuscript *Churfürst Augusti Kunstbuch* at the University of Tartu Library.