

PROFESOR PRAŽSKÉ TECHNIKY CARL JOSEPH NAPOLEON BALLING (1805–1868)

PROFESSOR AT THE PRAGUE POLYTECHNIC CARL JOSEPH NAPOLEON BALLING (1805–1868)

Gabriela Basařová

V tomto roce uplyne 200 let od narození profesora pražské techniky Carla Josepha Napoleona Ballinga (v literatuře později Karl Napoleon Balling), vynikajícího představitele chemie a chemické technologie, pedagoga, který vychoval řadu generací odborníků pro různá odvětví včetně sladařství a pivovarství. Tato vědecká osobnost světového formátu byla nazývána velmistrem zymotechniky v Evropě (obr. 1) [1, 2, 3].

Rod Ballingů pocházel zřejmě z Anglie [4]. Bližší zprávy jsou o jeho dědovi Kašparu Ballingovi, který byl německé národnosti a pracoval jako stavební inženýr ve Würzburgu v Německu. Na konci 18. století byl Kašpar Balling povolán do Čech, aby tu stavěl císařské silnice. Byl zaměstnán u knížecí rodiny Rottenhanů jako „ingenieur et architectus a Rottenhan“. Na svou dobu výjimečná knížecí rodina Rottenhanů vlastnila panství v severozápadních Čechách na Chomutovsku. Tehdejší majitel panství J. F. Rottenhan zastával významné funkce v Rakousko-Uherské říši, ale především se věnoval svým průmyslovým podnikům [3].

Otec profesora Ballinga Michael Balling (1776 až 1848) pracoval celý život v oboru hutnictví [3, 4, 5].



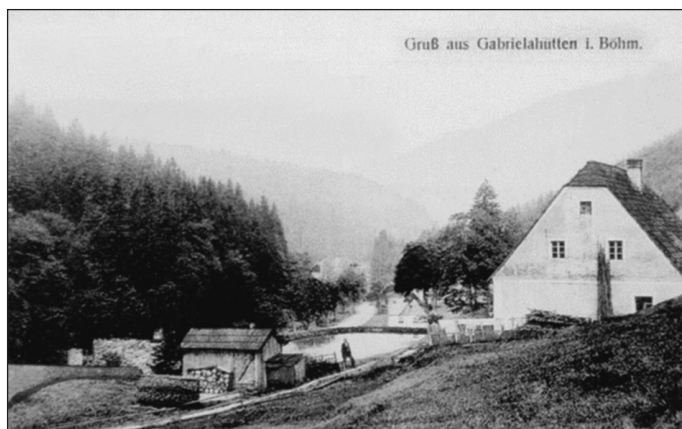
Obr. 1 / Fig. 1 Prof. Carl Joseph Napoleon Balling (1805–1868)

(Archiv autorky podle F. Chodounského 1891 / Archive of author according to F. Chodounský)

This year, it will be 200 years since the birth of a professor of the Prague Polytechnic (Pražská Technika) Carl Joseph Napoleon Balling (in literature later on Karl Napoleon Balling), an outstanding representative of chemistry and chemical technology and a pedagogue, who taught generations of professionals for various fields including malting and brewing. This scientific figure of global scale was referred to as the Master of zymotechnique in Europe (Fig. 1) [1, 2, 3].

The Ballings family probably originated in England [4]. More detailed information is known about his grandfather, Kašpar Balling, who was of German nationality and worked as a construction engineer in Würzburg, Germany. At the end of the eighteenth century, Kašpar Balling was called upon to build imperial roads in Bohemia. He worked for a princely family called the Rottenhans as „ingenieur et architectus a Rottenhan“. The Rottenhans family was quite remarkable for that time and owned a domain in the northwest Bohemia in the Chomutov region. That time's current owner of the domain, J. F. Rottenhan, held an important position in the Austro-Hungarian Empire, but most of all, he focused on his industrial corporations [3].

Professor Balling's father, Michael Balling



Obr. 2 / Fig. 2 Gabrielina Huť v Červeném Hrádku na Chomutovsku / Gabriela's Iron-mill in Červený Hrádek in Chomutov's region (Archiv Oblastního muzea v Chomutově / Archive of Regional museum in Chomutov)

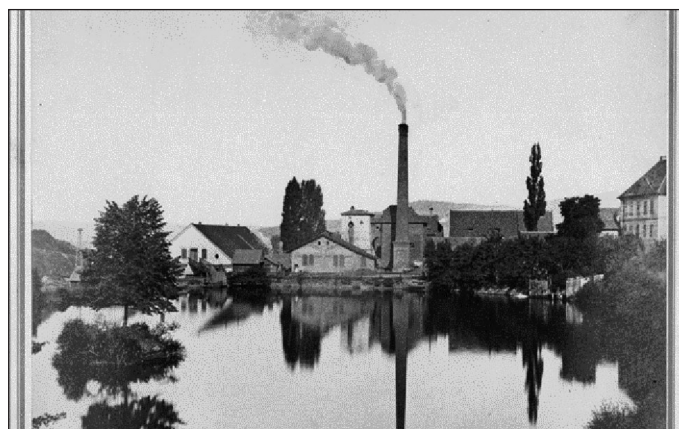
V hutnické historické literatuře je uváděn jako jeden z největších železářských odborníků 19. století. Poměrně velmi mladý se stal kontrolorem a později šichtmistrem v Gabrielině Huti v Červeném Hrádku na Chomutovsku (obr. 2), která patřila rodině Rottenhanů. Na počátku svého působení v této huti se oženil s Annou Röslerovou, dcerou guberniálního rady v Praze, a měl s ní pět dětí – tři syny a dvě dcery [3]. V roce 1814 byl přijat za šichtmistra v rokycanských železných hutích v Klabavě (obr. 3), které od svého vzniku patřily městu Rokycany (obr. 4). V roce 1815 byl vybrán do čela po napoleonských válkách reorganizované správy železáren na panství Zbiroh-Točnick-Kralův Dvůr jako vrchní šichtovní ředitel se sídlem na Zbirožském zámku. Zde působil až do odchodu do penze v roce 1828 [3, 4].

Carl Joseph Napoleon se narodil Michaelu a Anně Ballingovým v Gabrielině Huti 21. dubna 1805 jako třetí dítě.

Mladému Karlovi i sourozencům zřejmě poměrně zámožní rodiče umožnili soukromou výuku. Karel jako externista skládal



Obr. 4 / Fig. 4 Radnice města Rokycany z roku 1890, v jejíž blízkosti bydlel C. J. N. Balling s rodinou v době svých gymnasijských studií / Townhall in Rokycany in 1890. C.J.N. with his family lived not far from this town in time period of his high school study. (Archiv Muzea Dr. Bohuslava Horáka v Rokycanech / Archive of Dr. Bohuslav Horak's Museum in Rokycany)



Obr. 3 / Fig. 3 Klabavské železářny v roce 1880 / Iron-works in Klabava in 1880 (Archiv Muzea Dr. Bohuslava Horáka v Rokycanech / Archive of Dr. Bohuslav Horak's Museum in Rokycany)

(1776–1848), worked in the metallurgy industry his entire life [3, 4, 5]. According to the historical literature on metallurgy, he was considered one of the biggest experts in his field in the nineteenth century. At a rather young age, he became a controller and later the shift manager v Gabriela's Iron-mill located in Červený Hrádek in Chomutov region (Fig. 2), which was owned by the Rottenhans. In the beginning of his career in this iron-mill he married Anna Roslerová, a daughter of a gubernial counselor in Prague. They had 5 children – three sons and two daughters [3]. In the year 1814, he was hired as the shift manager in the Rokycany Iron-works in Klabava (Fig. 3). The iron-works belonged to the city of Rokycany (Fig. 4) since their establishment. In 1815, due to a corporate restructure in the administration of iron-works at the Zbiroh-Točnick-Kralův Dvůr domain, caused by the end of the Napoleon Wars, he was chosen as the head shift director at the headquarters located at the Zbiroh castle. He worked there until he retired in the year 1828 [3, 4].

zkoušky na gymnáziu v Plzni. **Gymnaziální studia ukončil v roce 1820. Bylo mu pouze 15 let, když nastoupil na pražský polytechnický ústav** (Königliche böhmische ständische Lehranstalt zu Prag – Královské české učiliště v Praze). To svědčí o jeho velkém nadání a také o jeho praktických znalostech z hutnického prostředí. Gymnázium nebylo považováno vzhledem k výhradní orientaci této školy na klasické jazyky a kulturu jako vhodné pro přípravu na techniku. Reálné gymnázium v té době ještě neexistovalo, a pro studia na technice byla dávana přednost adeptům, kteří absolvovali několikaletou praxi v průmyslu. Karel měl v té době bohaté poznatky o hutnictví, které získal od svého otce, a kromě toho rodina od jeho dětství bydlela prakticky přímo v huti, nebo v její blízkosti, a mladý Karel se neustále pohyboval v tomto provozu.

Karel Balling studoval na technice tři roky a úspěšně složil zkoušky ze všech hlavních předmětů. Jeho učiteli byly významné osobnosti techniky. Matematiku a mechaniku přednášel první ředitel polytechniky F. J. Gerstner (1756–1838), přírodopis F. Max Zippe (1791–1863) a chemii J. Steimann (1779–1833). Jména těchto hlavních učitelů Karla Ballinga svědčí o tom, že se připravoval na působení v hutnickém průmyslu. Proto také navštěvoval i přednášky z horního práva na právnické univerzitě. Po studiích podnikl **v roce 1823 cestu po hutích a dolech v Čechách**, aby poznal tento obor v praxi. V tomtéž roce **nastoupil do služeb císařských železáren na Zbirožském panství**, kde byl jeho otec ředitelem. **V roce 1824 odešel na pražskou polytechniku a zasvětil svůj život vědě a výuce vysokoškolských odborníků** [2, 6, 7].

Bratři Karla Ballinga rovněž vystudovali polytechniku v Praze. Bratr Josef působil jako ředitel dolů a hutí na panství knížete Metternicha v Plasích, Bedřich ve stejném oboru na panství knížete Schwarzenberka v Českém Krumlově. Také sestrám Maxmiliáně a Rosalii se dostalo mimořádného vzdělání a obě se provdaly za dobře situované Čechy [3, 4].

Profesor Balling se celý život hlásil k německé národnosti. Ale ani v dobách zostřených národnostních rozporů po roce 1860 neměl vloženo nepřátelský vztah k českému národu. Setkával se pracovně s českými vlastenci jako byl historik prof. Palacký, vědec a básník prof. Šafařík či básník Erben. Velice si vážil práce českých pivovarníků a úzce s nimi spolupracoval. Na sklonku svého života, snad i ovlivněn chorobou a agresivními německými členy profesorského sboru, učinil některá nacionalisticky zaměřená rozhodnutí proti českým profesorům. Nezměnilo to však jeho sympatizující a tolerantní postoj k českým studentům a k českému národu. Tím se výrazně odlišoval od většiny německých profesorů pražské techniky. Ballingova rodina pomalu splynula s českým etnikem a ve třetí generaci se zcela počestila. Jeho syn Karel M. Balling (1835–1896) vystudoval polytechniku v Praze a baňšskou akademii v Příbrami. Stal se významným metalurgickým odborníkem a profesorem na příbramské akademii. Dcera se vdala za Ballingova asistenta, pozdějšího prof. Antonína Bělohoubka. Jeden z vnuků, Karel Balling (1889–1972), studoval chemii, ale následně se věnoval hudbě. Byl zakladatelem známého politického kabaretu Červená sedma v Praze a ředitelem Ochranného sdružení autorského. Druhý z vnuků byl vynikající český malíř [8].

Pedagogickou činnost zahájil Karel Napoleon Balling v roce 1824, kdy nastoupil na Pražský polytechnický ústav jako zatímní adjunkt na katedře prof. J. Steimanna. Prof. Steimann poznal velké nadání mladého Ballinga a vyvolil si ho za svého asistenta. Po dvou letech se Balling stal definitivním adjunktem [1, 2, 3, 6]. **16. 7. 1835 byl na základě vítězství v konkurzním řízení mezi třemi adepty [6] jmenován profesorem všeobecné a technické chemie na Pražském polytechnickém ústavu.**

Pražská technika byla založena v roce 1707 a chemie se zde začala vyučovat již v roce 1803 [6, 9, 10]. Od školního roku 1817/1818 se výuka chemie rozšířila na dva roky. Chemický obor se dostal na první místo. **Katedra chemie vedená prof. Steimannem zahájila v roce 1818 i samostatné přednášky ze sladařství a pivovarství**, následně ocháření, lihovarství a droždářství, které byly jedny z prvních tohoto druhu ve světě [2, 6].

Po smrti prof. Steimanna v roce 1833 se Balling stal jeho nástupcem. Přednášel týdně pět hodin v prvním ročníku všeobecnou a teoretickou chemii. V zimním semestru seznamoval posluchače s obecnou problematikou chemie, s jednoduchými látkami a jejich reakcemi, se způsoby získávání kovů včetně jejich výskytu v přírodě čili s hutnickou chemií. V letním semestru přednášel o solích a organických látkách a současně osvětloval přirozené procesy zuhelnatování, spalování, hnití a tlení. V druhém ročníku zajišťoval přednášky z tzv. technické chemie, které měly sedm větších kapitol: agrikulturní

Carl Joseph Napoleon was born in the Gariela's Iron-mill on the 21st of April 1805. He was Michael and Anna Balling's third child.

As the young Karl's and his siblings' parents were probably quite prosperous, he was given private education. Karl as an external student did his exams at a grammar school in Pilsen. **He finished his high school education in 1820. He was only 15 years old when he entered the Prague Polytechnic.** That shows his great talent and practical knowledge from the metallurgical environment. The grammar school was not considered a good preparation for a career in technology, because it focused on languages and cultural studies. A real technical high school did not exist at the time, so if students wanted to pursue an education in technology, the ones with a long experience in the industry would have an advantage. Karl had a lot of knowledge about metallurgy, which he acquired from his father and besides that, his family lived practically in an iron-mill or very close to it and Karl was always around observing the work.

Karel Balling studied at the Polytechnic for three years and successfully passed his exams in all the main subjects. His teachers were important figures in technology. F. J. Gerstner (1756–1838), the Polytechnic's first director, lectured Mathematics and Mechanics, F. Max Zippe (1791–1863) natural history and J. Steimann (1779–1833) chemistry. The names of Karl Balling's main teachers show that he was preparing to work in the metallurgy industry. That is also why he attended lectures on mining law at a law university. After his studies in 1823, he went on a trip around iron-mills and mines in Bohemia to familiarize himself with this field's day-to-day work. In the same year, **he started working at the imperial iron-works in the Zbiroh domain**, where his father was the director. **In 1824, he left and went to teach at the Prague Polytechnic and dedicated his life to science and the education of university professionals** [2, 6, 7].

Karl Balling's brothers also studied at the Prague Polytechnic. His brother Josef worked as the director of mines and iron-works at prince Metternich's domain in Plasy, Bedřich worked in the same field at prince Schwarzenberg's domain in Český Krumlov. Karl's sisters Maxmiliána and Rosalie got an outstanding education as well and they both married highly situated Czechs [3, 4].

Professor Balling considered himself a German all his life. However, even after the year 1860 when the two nations' conflict escalated, he did not feel negatively towards the Czech nation. As a part of his job, he had been meeting with some Czech patriots like historian professor Palacký, scientist and poet professor Šafařík or poet Erben. He valued the work of Czech brewmasters and cooperated with them closely. At the end of his life, maybe influenced by his disease and some aggressive German professors, he made some nationalistically focused decisions against Czech professors. However, that did not change his sympathizing and tolerant approach to Czech students and the Czech nation. That made him different than most of the German professors at the Prague Polytechnic. The Balling family slowly merged with Czech ethnicity and by the third generation it was completely Czech. Balling's son, Karel M. Balling (1835–1896) studied at the Prague Polytechnic and the Mining Academy in Příbram. He became an important metallurgic expert and a professor at the Mining Academy. Karl's daughter married his assistant, later professor, Antonín Bělohoubek. One of Karl's grandchildren, Karel Balling (1889–1972), studied chemistry, but he ended up doing music. He was the founder of a well-known political cabaret Červená Sedma (Seven of Hearts) in Prague and the director of Authors' Copyright Union. Another grandson was a famous Czech painter [8].

Karel Napoleon Balling started teaching in the year 1824, when he started working at the Prague Polytechnic as a temporary adjutant at professor's J. Steimann's department. Professor Steimann saw young Balling's talent and chose him to be his assistant. Two years later, Balling became the permanent adjutant [1, 2, 3, 6]. On the 16th of July 1835 he won a selection process and was **named the professor of general and technical chemistry at the Prague Polytechnic.**

The Prague Polytechnic was founded in the year 1707 and chemistry was first taught there in 1803 [6, 9, 10]. Since the school year 1817/1818, chemistry was extended into a two-year study. **The chemistry department became the number one. In 1818, the department, lead by professor Steimann, started separate lectures on malting and brewing**, following also vinegar, spirit and yeast production. These kinds of lectures were one of the first of a kind in the world [6, 2].

After professor Steimann's death in 1833, Balling became his successor. He gave lectures on general and theoretical chemistry

chemii, kvasnou chemii, výrobu hliněného páleného zboží a skla, barvířství, hutnictví, výrobu potaše, sody, skalice, kamence apod. Přednášky byly zaměřeny na teoretickou i praktickou stránku výrobu a byly doprovázeny četnými pokusy [3].

Od roku 1844 usiloval prof. Balling o zavedení přednášek z analytické chemie (prubířství), které považoval za nezbytné pro doplnění znalostí z technické chemie. V roce 1844 bylo povoleno konat přednášky pro studenty, kteří již absolvovali kurz všeobecné chemie, v roce 1849 byla analytická chemie zavedena jako mimořádný předmět a v roce 1850 jako předmět řádný. V zimním semestru se přednášela pět hodin týdně kvalitativní a kvantitativní chemie podle nejmodernějších učebnic Rosea Fresenia. V letním semestru proběhlo třicet hodin cvičení. Od roku 1853/54 pak bylo třicet hodin cvičení v obou semestrech. V mladším věku prof. Balling neustále doplňoval své přednášky podle nejnovějších poznatků, i když základní osnovy byly stejné. V té době byl svým žákům i dobrým patronem jejich životní dráhy a nadaným pomáhal získávat výhodná místa. V pozdním věku zřejmě vzhledem k své uremické chorobě již nevěnoval novým poznatkům pozornost, četl přednášky ze starých záznamů a asistent, jeho pozdější nástupce prof. F. Štolba (1839–1910), psal na tabuli příslušné vzorce a rovnice.

Prof. Balling působil i v administrativě polytechniky, kde po určitou dobu vedl účetnictví a spravoval knihovnu, která měla v roce 1865 již 10 000 svazků, z toho 1111 chemických [3, 6].

V roce 1848 byl prof. Balling navržen na funkci ředitele polytechniky. Komise však vybrala Dr. J. Lambeho, profesora zemědělství, který byl nejstarším členem pedagogického sboru a tehdy jediným členem Císařské akademie věd ve Vídni. Od té doby byly vztahy mezi oběma profesory odměřené a negativně ovlivnily i prosazování některých Ballingových námětů pro inovaci výuky, což školu poškozovalo.

V letech 1862–1863 vypracoval Balling s profesory Kořistkou a Skuhrovským novou organizaci pro dvojazyčnou výuku v češtině a v němčině a přizpůsobení narůstajícím požadavkům průmyslu [2, 3, 6]. Vypracovaný statut byl schválen a polytechnika takto vyučovala od školního roku 1864/65. Prvním rektorem „dvojazyčné – utrakvistické školy“ byl český profesor K. Kořistka. Podle statutu se měly národnosti rektorů střídát, a tak byl z německých profesorů pro školní rok 1865/66 zvolen rektorem K. N. Balling. Byla to velice neklidná doba v Českém království, a nelze se ani divit, že jeho jednání vůči české části polytechniky nebylo vždy příznivé. Za dané politické situace nebyla dvojazyčná technická škola životaschopná a v roce 1869 došlo k rozdělení na český a německý Polytechnický ústav království Českého. V té době již prof. Balling nemohl vykonávat vzhledem k své chorobě náročnou pedagogickou práci. Stále však z kabinetu sledoval činnost svých asistentů. **17. března 1868 náhle zemřel** v Praze ve věku nedožitých 63 let. Výuka sladařství a pivovarství, kvasných výrob a potravinářství obecně se následně koncentrovala na české technice, která byla v roce 1875 zestátněna pod názvem Český polytechnický ústav v Praze. Působila zde řada významných osobností, v počátcích žáků prof. Ballinga, jako prof. V. Šafařík (teoretické chemické disciplíny), prof. F. Štolba (zymotechnika), prof. A. Bělohoubek, Ballingův zeť (sladařství, pivovarství, agrochemie, zbožíznalství) aj.

Stejně jako pedagogická práce byla i **vědecká a publikační činnost prof. Ballinga** velmi bohatá a různorodá. V počátcích jeho vědecké práce vznikaly v laboratoři (obr. 5) nedostatečně vybavené

to the first year students five hours a week. In the winter semester, he familiarized the students with general concept of chemistry, with simple substances and their reactions, with methods on obtaining metals including their distribution in nature in other words with the metallurgical chemistry. During the summer semester, he lectured on salts and organic substances as well as the natural processes of carbonization, burning, rotting and decomposing. With the second year students he focused on technical chemistry, which was divided into seven main units: agricultural chemistry, fermenting chemistry, manufacture of ceramic and glass goods, colourants, metallurgy, and potash, soda, vitriol and alum production. The lectures focused on theoretical and practical aspects of the production and they were accompanied by various experiments [3].

Since the year 1844, professor Balling insisted that lectures on analytical chemistry, which he believed were essential for the complete knowledge of technical chemistry, should be implemented. From 1844, students that had already passed the general chemistry course were allowed to take the analytical chemistry course. In 1849, it became a special course with fewer privileges and in 1850, it was accepted as a regular course. During the winter semester, qualitative and quantitative chemistry was taught following R. Fresenius's modern textbooks. In the summer semester, thirty hours of Laboratory Applications took place. Starting as of the school year 1853/1854, the thirty hours of Laboratory Applications were in both semesters. When professor Balling was younger he was constantly adding to his lectures as new discoveries were made, although the curriculums remained roughly the same. At that time, he was a great patron of the students' future possibilities and he helped the talented ones acquire good positions. When he got older he no longer paid attention to new discoveries, he read the lectures from old textbooks and his assistant and then successor, professor F. Štolba (1839–1910), wrote the appropriate formulas and equations on the board. This was probably due to his uremic disease.

Professor Balling also worked in the Prague Polytechnic administration. For a certain period of time, he was in charge of the financing and the library. It had the great amount of 10,000 books in 1865, 1,111 of which were on chemistry [3, 6].

In 1848, he was nominated for the selection process for the director of the Prague Polytechnic. However, the committee chose Dr. J. Lambe, a professor of agriculture, who was the oldest pedagogue and at that time the only member of the Imperial Academy of Sciences in Vienna. Since then, the relationship between the two professors was reticent. That negatively influenced the consideration that was given to Balling's ideas for the innovation of the education, which was hurting the school.

In the years 1862–1863, Balling, along with professors Kořistka and Skuhrovský outlined how the school should be organized to efficiently educate in Czech and German and suit the needs of the growing industry [2, 3, 6]. The statutes were accepted and the Prague Polytechnic followed them as of the school year 1864/1865. The first rector of the school was a Czech professor K. Kořistka. According to the statutes, the nationality of the rectors should alternate each year, so K. N. Balling was selected from all the German professors to be the rector for the school year 1865/1866. It was not a peaceful period for the Czech Kingdom, so it is not too surprising that he did not always act positively towards the Czech half of the Polytechnic. Given the political situation, it was not possible to have a bilingual technical school any longer. **In the year 1869, the school was divided into the Czech and German Polytechnic. By that time, professor Balling was unable to work as a pedagogue because of his disease.** Nevertheless, he watched his assistants from his office. **He suddenly died on the 17th of March 1868** in Prague at the age of 62. The education of malting and brewing, fermenting productions and food-processing in general was taught at the Prague Polytechnic, which was nationalized in 1875. Many famous figures taught there, at the beginning it was Balling's students like professor V. Šafařík (theoretical chemical sciences), professor F. Štolba (zymotechnique), or professor A. Bělohoubek, Balling's son-in-law (malting, brewing, agro chemistry, and quality control).

Just like Balling's pedagogic work, **his publications and scientific studies** were very rich in variety. At first, his scientific studies originated in insufficient laboratories (Fig. 5) lacking staff and instruments [7]. Even so, he was achieving outstanding results and was frequently asked for analyses, expertise and technical help. That is why **in 1855** the Czech Patriotic Society requested the foundation of an **Agricultural station**, which would belong under and be spon-



Obr. 5 / Fig. 5 Pivovarská laboratoř z doby Prof. Ballinga / The brewing laboratory from Prof. Balling's era (Archiv Pivovarského musea v Plzni / Archive of the Brewery Museum in Pils)

pracovníky i přístroji [7]. Protože však dosahoval výborných výsledků a byl stále více žádán o rozbor, expertizu a technickou pomoc, požádala v roce 1855 Vlastenecká společnost česká o zřízení tzv. **Agrikulturní stanice** při pražské technice na její náklad. Stanice měla pracovat **pod vedením prof. Ballinga**. Zemským výborem byl tento návrh schválen. Stanice prováděla rozbor a později řešila i technologické otázky. Pracovaly zde pozdější velké osobnosti technické chemie jako A. Bělohoubek, K. Kruis a jiní.

V mladším věku se Balling věnoval především hutnictví železa [3]. Zabýval se zlepšováním konstrukce pecí a s tím souvisejícími teoretickými otázkami tavebního procesu. Navrhl snížení, popřípadě úplné zrušení sedla pece a ponechání pouze horní části vysoké pece, protože zjistil, že má nepříznivý vliv na průběh tavby, především spotřebu paliva [11]. Potvrdil, že lepší ekonomiku vykazují pece vysoké než nízké. Dále se zabýval podmínkami optimálního procesu spalování uhlí [12], tavby kovů obecně [13] a výhřevností českého hnědého a černého uhlí [14]. V dalších publikacích soustředil své poznatky o českém železářství [15, 16].

Druhým odvětvím, k jehož rozvoji přispěla Ballingova vědecká a technická činnost, bylo cukrovarnictví. Jako první na světě navrhl využití chloridu vápenatého k čištění cukrovarnických šťáv [17]. Toto prvenství mu však pozdější němečtí autoři nepřiznali a uváděli jako autora námětu Michaelise [3]. Pro praxi bylo rovněž významné dílo pojednávající o technologii výroby cukru. Balling zavedl do cukrovarnictví některé veličiny a pojmy, např. kvocient čistoty – poměr mezi obsahem cukrů a necukrů ve šťávách [18]. Napsal rovněž rozsáhlé studie o hustotě cukernatých roztoků [19]. Zdokonalil hustoměr pro stanovení cukernatosti – **Ballingův tzv. cukroměr** (obr. 6) se záhy rozšířil do cukrovarnického oboru na celém světě [20, 21]. Nahradil zdoluhavé stanovení cukernatosti řepy, založené na zkvašení vylisované šťávy, vydestilování vzniklého ethanolu a jeho změření lihoměrem. Vztah mezi Ballingovými stupni a měrnou hmotností roztoků je vyčíslen v Ballingově tabulce. Používání Ballingova cukroměru stanovujícího tzv. zdánlivou sušinu se u nás udrželo v cukrovarnictví až do zavedení jednotek SI [3].

Ballingův sacharometr byl používán i v pivovarství [22, 23, 24, 25, 26] a umožnil vybírat daně nejen za množství, ale od roku 1852 i za tzv. sladkost piva [2]. Výsledky v pivovarství však byly značně ovlivněny složením pivovarských roztoků, které obsahují velké množství necukrů. Necukry působí na hustotu roztoků jinak než cukry. Chyba stanovení byla tím větší, čím více extrakt mladiny či piva obsahoval necukrů. Proto bylo v pivovarství sacharometrické stanovení extraktu respektive hustoty pivovarských roztoků později několikrát modifikováno.

Prof. Balling se rovněž zabýval zpracováním odpadu cukrovarnické výroby, tj. melasy. Doporučil ji k výrobě lihu. Podle jeho návrhu byly pak zřizovány u cukrovarů lihovary a vinopalny [3].

Největší vědecké uznání v celosvětovém měřítku získaly Ballingovy práce z oboru kvasné chemie. Těm zasvětil nejproduktivnější období svého života. Byl prvním badatelem, který vypracoval teoretický základ výroby sladu, piva, lihu, droždí, vína a octa. Za jedinou možnost dokonalého zvládnutí kvasných výrob považoval nutnost poznání vlastností látek, které vstupují do procesu, reakcí, které mezi nimi probíhají, kvantitativních vztahů v těchto reakcích a jejich řízení. V dané době to byly názory zcela revoluční, zvláště u vědeckých kapacit, které bádaly na problémech bez zájmu o uplatnění v praxi.

Původně Balling považoval za příčinu kvašení působení vzduchu na rostlinné látky po odumření rostliny, kdy přestala působit vitální síla tvořící organické sloučeniny. Byla to teorie uváděná Liebigem, kterého si velmi vážil. Následně se přiklonil k poznatkům Louise Pasteura a jednoznačně připsal kvašení činnosti mikroorganismů [3].

sored by the Prague Polytechnic. **Professor Balling would be in charge** of this station. The State Board approved this proposal. The station did analyses and later worked on technological problems. A. Bělohoubek, K. Kruis and others who later became well-known figures in technical chemistry worked there.

At a moderately young age, Balling's focus was mostly metallurgy [3]. He spent time designing a better furnace and therefore considered some theoretical aspects of the melting process. He suggested the furnace settle should be lowered or completely removed and only the top part of the furnace would remain. He found that the settle has an unhelpful influence on the process, especially the fuel consumption [11]. He confirmed that high furnaces as opposed to low ones are more efficient. Also, he dealt with the conditions for an optimal process of combusting coal [12], metal melting in general [13], and the fuel efficiency of Czech brown and black coal [14]. In other publications, he targeted his studies at the Czech ironmonger. [15, 16].

The second field which Balling's scientific and technical research contributed to was sugar production. He was the first one in the world to ever suggest using calcium chloride to clarify sugar juices [17]. Unfortunately, some German authors did not accept his primacy and stated that Michealis was the inventor [3]. For the manufacturers, his study on the technology of the sugar production was equally important. Balling introduced some quantities and terms. For instance, the purity quotient, that is, the ratio of the sugars and non-sugars contained in the juices [18]. In addition, he wrote broad studies on the density of sugary liquids [19]. He improved the hydrometer for determining the sugar content. **Balling's so-called saccharimeter** (Fig. 6) suddenly spread into the sugar production industry all over the world [20, 21]. It replaced the slow way of determining the sugar content of sugar-beet, which required fermenting of extracted juices, distilling the newly-formed ethanol and then measuring that with an alcoholmeter. The relationship between Balling's degrees and density of liquids is represented in the Balling's Table. The usage of Balling's saccharimeter determining apparent dry mass had lasted in the sugar production industry all over the country until the establishment of the SI units [3].

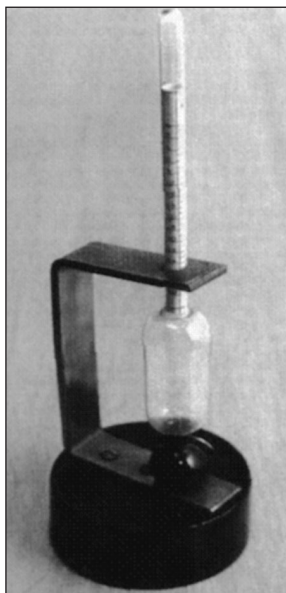
Balling's saccharimeter was used in brewing too [22, 23, 24, 25, 26] and it allowed the collection of taxes according to not only the amount, but since 1852, the „sweetness“ of beer as well [2]. However, the results in brewing were greatly inaccurate due to the content of brewing liquids, which contain large amounts of non-sugars. Non-sugars affect density differently than sugars. The higher the non-sugar contents of a hopped wort or beer extract, the higher the inaccuracy. That is why the methods of measuring extracts and/or the density of brewing liquids with a saccharimeter were modified several times in brewing.

Professor Balling also thought about processing the sugar production byproducts, which is molasses. He recommended it should be used for ethanol production. Following his suggestion, distilleries and still rooms were built near sugar factories [3].

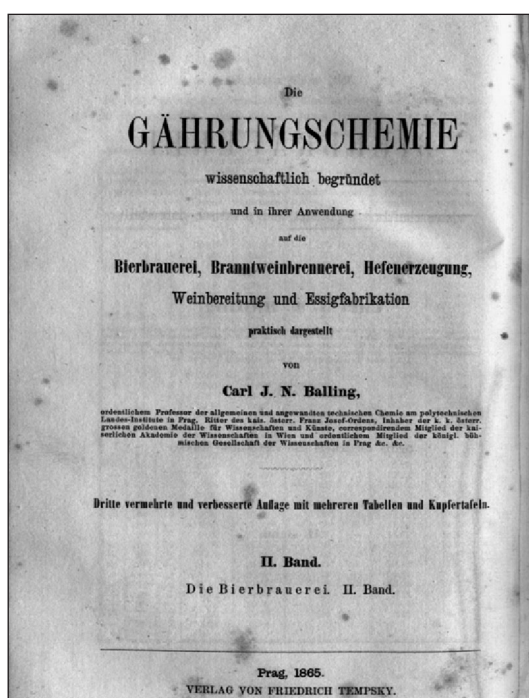
The biggest global praise Balling got was for his work in the fermenting chemistry. He dedicated most of his life to that work. He was the first to investigate and figure out the theoretical essentials of the production of malt, beer, spirits, yeast, wine and vinegar. To him, the only way to master fermenting processes was to get to know the characteristics of all the substances that enter the process, the reactions that take place, and the quantitative relationships between these reactions and how to control them. At that time, these were revolutionary ideas, especially for some scientific researchers, who would theorize about issues yet not plan on applying their findings in real life.

At first, Balling thought the cause of fermentation was the air acting on dead plant organic matter after the vital power of the organic compound stopped working. It was Liebig's theory and Balling respected him greatly. Later on, he changed his mind and leaned more towards Louis Pasteur's theory and acknowledged that microorganisms are the cause [3].

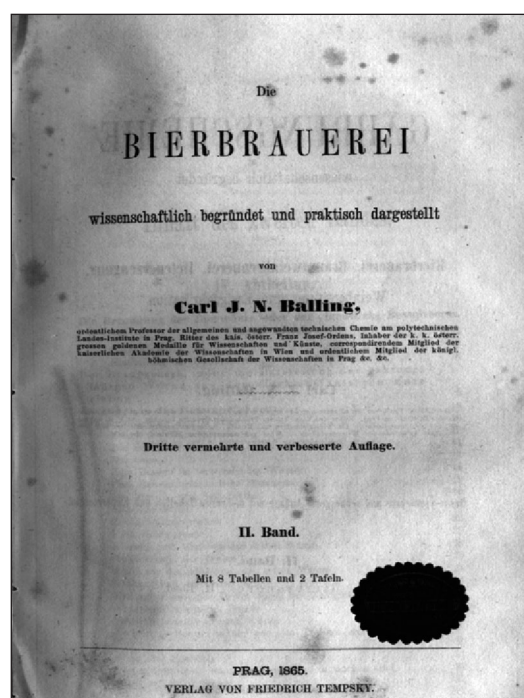
Balling was constantly conducting experiments and calculating the substance balance from the total equation of ethanol fermentation. Based on his investigations, he deducted the theory of attenuation and made clear the difference between the terms apparent and real degree of fermentation. The foundation for his theory is the drop in density of fermenting sugar liquids to a certain level and determining the ratio of the sugar content (extract) before the fermentation and the amount of ethanol, carbon dioxide and yeast after the fermentation. The apparent attenuation is defined as the difference bet-



Obr. 6 / Fig. 6 Ballingův sacharometr / *Balling's saccharimeter* (Archiv Pivovarského musea v Plzni / *Archive of the Brewery Museum in Pils*)



Obr. 7 / Fig. 7 Titulní list Ballingova nejvýznamnějšího díla „Die Gärungschemie“ / The title page of Balling's most remarkable work „Die Gärungschemie“ (Archiv autorky / Archive of author)



Obr. 8 / Fig. 8 Titulní list kapitoly o pivovarství „Die Bierbrauerei“ z díla C. J. N. Ballinga „Die Gärungschemie“ / The title page of Chapter „Die Bierbrauerei“ from C. J. N. Balling's „Die Gärungschemie“ (Archiv autorky / Archive of author)

Balling prováděl neustálé pokusy a vypočítával látkovou bilanci ze sumární rovnice lihového kvašení. Na základě svých šetření **odvodil nauku o attenuaci** a vymežil význam termínu zdánlivé a skutečné prokvašení. Základem jeho teorie attenuace je úbytek měrné hmotnosti kvasících cukerných roztoku k určité hranici a zjišťování poměru mezi obsahem cukru (extraktu) před kvašením a množstvím ethanolu, oxidu uhličitého a kvasnic po kvašení. Zdánlivá attenuace byla stanovena jako rozdíl mezi extraktem mladiny a zdánlivým extraktem piva stanoveným sacharometrem, skutečná attenuace jako rozdíl mezi koncentrací mladiny a skutečným extraktem piva stanoveným po odpaření ethanolu z piva a doplnění na původní hmotnost vodou.

Pro pivovarství mělo nesmírný význam odvození tzv. Ballingových vzorců pro výpočet koncentrace extraktu původní mladiny, ze které bylo pivo vyrobeno, dříve nazývané stupňovitostí piva, pomocí stanovených hodnot skutečného extraktu a alkoholu v hotovém pivu (velký Ballingův vzorec), nebo pomocí zdánlivého a skutečného extraktu piva a attenuačních koeficientů, které Balling zpracoval do tabulek (malý Ballingův vzorec). Tyto vzorce se dodnes používají po celém světě a jsou i základem moderní aplikace automatických analýz a propočtů.

Své **vědecké, výzkumné i praktické poznatky z fermentační problematiky soustředil ve svém nejrozsáhlejším třísvazkovém díle „Die Gärungschemie wissenschaftlich begründet und in ihrer Anwendung auf die Bierbrauerei, Hefeferzeugung, Weinherstellung und Essigfabrikation praktisch dargestellt“** [27] (obr. 7, 8). Toto dílo, které vyšlo ve třech vydáních, bylo vysoce hodnoceno jako zdroj základního poznání kvasných procesů především v Německu, Velké Británii a Spojených státech amerických.

Balling řešil řadu dalších problematik pivovarského procesu jak z teoretického, tak praktického hlediska. Zkoušel úpravy mletí sladu [28], dělal pokusy s přípravou výroby chmelového extraktu [29], pracoval na zlepšení metod kontroly sladu [30]. Zajímal se i o zpracování náhražek sladu, z nichž bramborový škrob považoval za dobrou surovinu pro výrobu piva [31]. Zajímal se i o statistické výsledky pivovarů v Českém království [32] nebo o technologii přípravy belgických piv [33].

Balling **udržoval styky s pivovarskými odborníky**, kteří konali zkoušky úprav technologie piva podle jeho poznatků. Spolupracoval např. s J. M. Scharym (1825–1881), velice pokrokovým a moderním postupům nakloněným majitelem pivovarů v Praze. J. M. Schary mj. založil s prof. A. Bělohoubkem, zetěm Ballinga, v roce 1868 první

ween the concentration of the original wort and the apparent extract of the finished beer both measured with saccharimeter. The real attenuation is defined as the difference between the concentration of the original wort and the real extract of the finished beer determined after performing alcohol evaporation and replacement of the missing mass with water.

The derivation of Balling's formulas was of significant value to the brewing industry. The formulas are for the calculation of the concentration of the original wort, which beer is made from, the concentration was formerly known as the Plato degree of beer, using determined values of the real extract and the alcohol in finished beer (long form of Balling's formula), or using the apparent and real extract values of finished beer and the attenuation coefficients processed into charts by Balling (short form of Balling's formula). These formulas are still used today all over the world and they are the foundation for the modern application of automatic analyzers and calculations.

He described all his **scientific, research and practical findings on fermentation in his most broad, three-volume publication „Die Gärungschemie wissenschaftlich begründet und in ihrer Anwendung auf die Bierbrauerei, Hefeferzeugung, Weinherstellung und Essigfabrikation praktisch dargestellt“** [27] (Fig. 7, 8). This work, which had three editions, was highly rated as a source of information on fermentation processes especially in Germany, the Great Britain and the USA.

Balling investigated a number of other factors in the brewing process from the theoretical as well as practical point of view. He tried to modify the malt grinding [28], conducted experiments on the preparation for hops extract production [29] and worked on developing the methods of malt quality control [30]. He was interested in the processing of malt adjunct and, he thought potato starch could be a good raw material for beer production [31]. He also took interest in the statistical results from Czech breweries [32] or the technique of beer production in Belgium [33].

Balling kept in touch with other brewing professionals who tested his modifications to methods and suggestions in brewing. He collaborated with J. M. Schary (1825–1881), a very forward-thinking owner of breweries in Prague who promoted modern methods. In 1868, J. M. Schary, along with professor A. Bělohoubek, Balling's son-in-law, founded the first malting school of a high school type in the Austro-Hungarian Empire [2].

Professor Balling was not only a pedagogue and a scientist, but

sladovnickou školu středoškolského typu v Rakousko-Uhersku [2].

Prof. Balling nebyl jen pedagog a vědec, ale **byl velice činnou osobností i ve vědeckých organizacích**. Dlouhá léta **působil v Jednotě pro povznesení průmyslu**, kde byl v letech 1849–1861 jednatelem a následně redaktorem časopisu *Jednota*. Pracoval pro **Obchodní komisi v Čechách**, pro **Vlasteneckou hospodářskou společnost** zpracovával různé technické návrhy, např. stroj na výrobu cihel, rozbor ornice, míchání chlebové a kukuřičné mouky. Na první světové výstavě v Londýně v roce 1851 byl předsedou rakouského oddělení, na světové výstavě v Paříži roku 1855 byl členem poroty. Byl zvolen členem mnoha odborných a vědeckých společností. **V roce 1840 byl zvolen mimořádným, v roce 1849 řádným členem Královské české společnosti nauk. V roce 1848 byl zvolen dopisujícím členem císařské akademie ve Vídni.** Za svou činnost se dočkal i ocenění. Např. v roce 1848 byl vyznamenán „velkou zlatou medailí pro vědu a umění“, v roce **1854 mu byl udělen rytířský řád Františka Josefa**. U příležitosti světových výstav byl vyznamenán anglickým princem Albertem zlatým penízem a diplomem „for offices“ a francouzským princem Napoleonem medailí a diplomem „pour recompense“ [3, 6].

Prof. K. N. Balling patří bezesporu k světově významným osobnostem technické chemie, především kvasné chemie a technologie. Česká chemická věda a technika, a především průmyslová odvětví, se kterými spolupracoval, včetně pivovarnictví mu vděčí za mnoho.

also played a very active role in research organizations. He was **a member of the Union for Growth of Industry** for quite a long time. During the years 1849–1861, he was the executive officer and then the editor of the Union's magazine. He worked for the **Czech Trade Committee** and for the **Czech Patriotic Society**, from whom he developed various technical ideas, for example a machine for brick making, soil analyses, and mixing bread and corn flour. At the first world fair held in London in 1851, he was the chairman of the Austrian section. At the world fair in Paris, also in 1855, he was a member of the jury. He was frequently selected to be a member of various professional and scientific associations. **In 1840, he was chosen to be an external member and in 1849 a full member of the Czech Royal Association of Sciences. In 1848, he was picked the corresponding member of the Imperial Academy of Sciences in Vienna.** He was rewarded for all his activities. For instance, in 1848, he was awarded the „Great Gold Medal for Art and Science“. Also, he was granted the Franz Joseph's Order of Chivalry. At the world fairs, he was awarded a gold coin and a certificate „For Offices“ by an English prince Albert and a medal and certificate „Pour Recompense“ by a French prince Napoleon [3, 6].

Professor K. N. Balling is undoubtedly one of the world-widely recognized figures in technical chemistry, particularly in fermenting chemistry and technology. The Czech science and technology of chemistry and most of all the industrial branches he cooperated with, including brewing, significantly owe him.

Translated by Marek Mikunda

Literatura / References

- [1] Chodounský, F.: Příspěvek k dějinám českého pivovarnictví, A. Wiesner, nákladem výstavního výboru odboru pivovarnického, Praha, 1891.
- [2] Basařová, G., Hlaváček I., České pivo, Nuga, Praha, 1. vydání 1998, 2. vydání 1999.
- [3] Hampl, J.: Carl Johann Napoleon Balling (1805–1868), Sborník Vysoké školy chemicko technologické v Praze A19, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1979, 7–20.
- [4] Jindřich, K.: Rodina Michaela Ballinga. In.: Sborník Musea Dr. Bohuslava Horálka, Rokycany, Suppl. 6/1998, 45–54.
- [5] Hoffmann, G.: Michael Balling, Hutnické listy 6, 1968, 451.
- [6] Velflík, A. V.: Dějiny technického učení v Praze, nákladem profesorského sboru c.k. České vysoké školy technické v Praze, výtiskla Novina v Brně, nákladem ministerstva zemědělství Republiky Československé, Státní nakladatelství zemědělské literatury, Praha, 1903, Praha, 1916.
- [7] Basařová, G.: Geschichte und Gegenwart der Ausbildung von Hochschul- und Fachschulspezialisten des Brauwesens auf dem Gebiet der heutigen Tschechischen Republik. In: Jahrbuch 2001, Gesellschaft für die Geschichte und Bibliographie des Brauwesens E. V. (GGB), VLB Verlagsabteilung, Berlin, 7–45.
- [8] Štěpán, V.: Balling K., český hudební skladatel, Ottův slovník naučný nové doby, dodatky, Praha, 1930, 422.
- [9] Milbauer, J.: Počátky české chemie na technice, Chemický průmysl 7, 1957, 260.
- [10] Milbauer, J.: Vznik chemického oboru na české technice v Praze, Chemický průmysl 7/32, 1957, 277.
- [11] Balling, C. J. N.: Zwei Abhandlungen über einige der wichtigsten Teile des Eisenhüttenwesens, Leipzig, 1829.
- [12] Balling, C. J. N.: Über die atmosphärische Luft und über den Wasserdampf als Feuer unterhaltende Mittel bei Gebläseschmelzöfen und insbesondere bei Hochöfen und über damit in Beziehung stehende Wirkung des Holzes statt Kohle in Hochofen, Leipzig, 1829.
- [13] Balling, C. J. N.: Über den Wärmegehalt geschmolzener Metalle, Zprávy Královské české společnosti nauk, Praha, 1843.
- [14] Balling, C. J. N.: Zusammenstellung der Resultate der Prüfung böhmischer Schwarzkohle, Braunkohlen und Torfarten, Enzyklopedische Zeitschrift des Gewerbewesens (E.Z.G.), 1841 a 1847.
- [15] Balling, C. J. N.: Geschichte, Statistik und Betrieb der Eisenerzeugung in Böhmen, letztere nach ihrem gegenwärtigen Bestande, Enzyklopedische Zeitschrift, (E.Z.G.) 8, 1848.
- [16] Balling, C. J. N.: Die Eisenindustrie in Böhmen, Praha, 1869.
- [17] Balling, C. J. N.: Der Salzsäure Kalk, ein neues Läuterungsmittel des Runkelrübenssaftes, Ökon. Neuig.u.Verhandlungen. 33, Praha, 1837.
- [18] Balling, C. J. N.: Zur Rübenzuckerfabrikation, Ökon. Neuig.u.Verhandlungen, Praha, 1838.
- [19] Balling, C. J. N.: Neue Bestimmung der den Zuckerlösungen entsprechenden Schweren etc., Mitt. F. Gewerbe u. Handel, 1839.
- [20] Balling, C. J. N.: Von der nützlichen des Sacharometers in der Runkelrübenfabrikation, Mitt. F. Gewerbe und Handel, 1840.
- [21] Balling, C. J. N.: Die Prüfung der Runkelrüben auf ihren Zuckergerhalt mittels des Sacharometers, Ökon. Neuig. u. Verhandlungen, 59, 1841, 209–423.
- [22] Balling, C. J. N.: Die sacharometrische Bierprobe, Prag, 1843.
- [23] Balling, C. J. N.: Die sacharometrische Bier- und Branntweinmeischprobe, Praha, 1846.
- [24] Balling, C. J. N.: Die graphische und tabellarische Auflösung der sacharometrischen Bierprobe. Prag, 1848.
- [25] Balling, C. J. N.: Anleitung zur Vornahme der sacharometrischen Bierprobe, Prag, 1855.
- [26] Balling, C. J. N.: Anleitung zum Gebrauche des Sacharometers bei der Erzeugung und Prüfung der Bierwürzen zur Bestimmung ihres Extraktgehaltes, sowie zur vergleichswisen Beurteilung der Qualität der Biere, Prag, 1855.
- [27] Balling, C. J. N.: Die Gärungschemie wissenschaftlich begründet und ihre Anwendung auf die Bierbrauerei, Branntweinbrennerei, Hefeferzeugung, Weinbereitung und Essigfabrikation praktisch dargestellt. Verlag von Friedrich Tempský, Prag, 1. a 2. vydání, 1845–1847, 3. vydání, 1865.
- [28] Balling, C. J. N.: Der Getreidestein (Zeolith) und seine Anwendung zur Biererzeugung auf kaltem Wege nach den bisher dabei gemachten Erfahrungen. 2. verm. Aufl. Prag, 1852.
- [29] Balling, C. J. N.: Ueber die Anwendung von Hopfenextrakt und Hopfenol statt des Hopfens in Substanz zur Biererzeugung, Allgemeines Wiener Polytechnisches Journal (AWP) 2, 1843, 241–247.
- [30] Ballingova zkouška sladu, Kvas 5, 1877, 312–315.
- [31] Balling, C. J. N.: Die Malz – Kartoffel – Stärkemeh I- Bierbrauerei... Prag, 1844.
- [32] Balling, C. J. N.: Die Malz – Getreide – Bierbrauerei und die belgische Brauart wissenschaftlich und technisch dargestellt, Prag, 1845.
- [33] Balling, C. J. N.: Statistik der Bierbrauerei in Böhmen, Allgemeines Wiener Polytechnisches Journal (AWP) 2, 2.svazek, 1843, 345–348, 535–555.