

VÝUKA CHEMIE

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE
A CHEMIERADEK CHALUPA^{a,b} a KAREL NESMĚRÁK^c^a Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Albertov 3, 128 43 Praha 2,^b RCC Europe, Václavské nám. 66, 110 00 Praha 1,^c Katedra analytické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Hlavova 8, 128 40 Praha 2
radek.chalupa@rcceurope.cz

Došlo 16.3.17, přijato 27.4.17.

Klíčová slova: didaktika, Goethe, historie, chemofobie, literatura

Obsah

1. Úvod
2. Goethe jako chemik
3. Chemie v Goethově děle
 - 3.1. Spríznění volbou – chemický román lásky
 - 3.2. Faust
4. Goethe, chemie a Čechy
5. Závěr

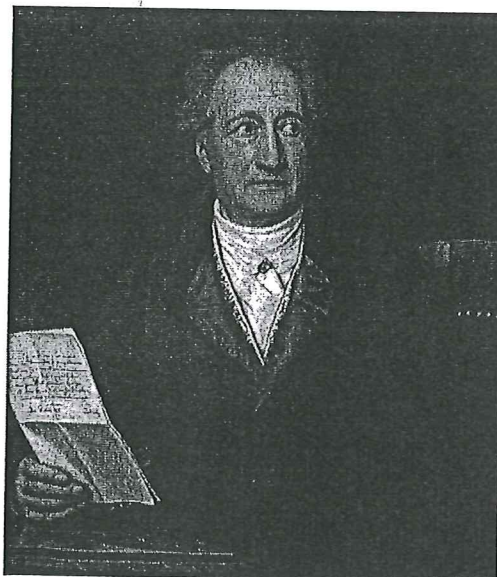
1. Úvod

Na rozdíl od současnosti, kdy se „řada našich známých herců a celebrit chlubit averzí k chemii, [a] svou neznalost vydávají za přednost“¹, bývaly doby, kdy se naopak přední literáti a umělci o chemii intenzivně zajímali. Nejenže v ní nacházeli zálibu, ale promítali ji i do svých děl. V letošním roce si připomínáme 185. výročí úmrtí německého básníka, spisovatele a státníka Johanna Wolfganga von Goethe. V tomto sdělení bychom rádi upozornili na jeho nepříliš známý vztah k chemii jako vědnímu oboru i na to, jak se tento vztah odrazil v jeho díle. Goethův příklad tak může sloužit i didakticky, zejména v době, kdy se chemie musí vyrovnávat s nástrahami, které jí klade chemofobie².

Goethovi je věnována rozsáhlá literatura, kromě mnoha biografii (v češtině například cit.^{3,4}) je k dispozici i autobiografie *Z mého života. Báseň i pravda* (Aus meinem Leben. Dichtung und Wahrheit, 1811–1814)⁵. Omezme se proto na základní životopisné údaje. Johann Wolfgang von Goethe (obr. 1) se narodil 28. srpna 1749 ve Frankfurtu

nad Mohanem do společensky dobře situované rodiny. Významnou roli při formování jeho osobnosti sehrál otec – právník Johann Caspar Goethe (1710–1782), stejně jako skutečnost, že mohl podle libosti využívat rozsáhlou domácí knihovnu⁶. Na otcovu žádost se mladý Goethe rozhodl pro studium práv v Lipsku, které dokončil roku 1771. Souběžně s právníckou kariérou, kterou započal ve Frankfurtu, začínají vycházet jeho první literární díla. Z nich především *Utrpení mladého Werthera* (Die Leiden des jungen Werthers, 1774) mu zajistí celoevropskou proslulost. Mimořádný ohlas románu byl jedním z důvodů, proč byl roku 1775 povolán do Výmaru do služeb Karla Augusta, panovníka Sasko-výmarsko-eisenašského vévodství⁷. Goethe zde setrvá po zbytek života až do své smrti 22. března 1832. Jako státní ministr se vedle reformy financí věnuje také snahám o obnovení těžby mědi v Ilmenau a stojí za povoláním prvního profesora chemie na univerzitu v Jeně.

Osobu Johanna Wolfganga von Goethe si přisvojuje coby svého pomyslného patrona nebo jako předmět svého bádání celá řada oborů. Goethe se tak stává vedle přirozeného zájmu germanistů a historiků rovněž předmětem psychoanalýzy⁸, odborníci na emoční poruchy hledají souvislost mezi depresemi a kreativitou⁹ a stomatologové si pokládají otázku, proč se slavný básník a spisovatel nikdy nezmiňoval o svých zubních obtížích¹⁰. O to důležitější je, aby se k jeho myšlenkovému odkazu přihlásili také chemici. Tím spíše, že chemie a zájem o ni provázela Goetheho



Obr. 1. Portrét Johanna Wolfganga von Goethe z roku 1828 od bavorského malíře Josepha Karla Stieler.

po celý život a hluboce se odráží i v jeho literárním díle. Když Johann Friedrich Gmelin v roce 1797 napsal o chemii, že „mezi vědami a uměními, kterými se zabývá lidský duch, doznaly asi jen nemnohé v běhu času tak četné a rychlé proměny,“¹¹ nejspíše netušil, že svědkem, ale zároveň aktérem těchto proměn bude i jeho současník Johann Wolfgang von Goethe. Tedy člověk, který v době, kdy byla ještě ideálem univerzální vzdělanost, zosobňoval tehdy tak častou personální unii vědce a umělce¹². A rovněž muž, který učinil chemii přitažlivou pro vzdělané vrstvy po celém světě. Podle Paula Waldena¹³ právě Goethe „vytkl do svých literárních děl pojmy, postupy, myšlenky a představitele alchymie a chemie“ a tak je „rozprostřel po celém kulturním světě a učinil je nadčasovými“ a zároveň „propůjčil alchymii a chemii novou oduševnělost a zušlechtil jejich cíle“.

2. Goethe jako chemik

V případě Goethova celoživotního zájmu o chemii sehrálo klíčovou roli štěstí na správné lidi. Na cestě životem potkával učence, kteří ho dokázali zaujmout nejenom znalostmi, ale také svou osobností, a co je podstatné, zároveň v něm uměli vzbudit zájem o přírodní vědy¹⁴. Bývá charakterizován jako autodidakt s pozoruhodným zájmem a znalostmi chemie¹³, nadšený experimentátor⁷ zajímavější se o aktuální směry v chemii¹⁵ a velký popularizátor chemie¹⁶.

Při posuzování Goethova vztahu k chemii je třeba mít stále na mysli dobu, ve které žil. Jak upozorňuje historik chemie Lawrence Principe¹⁷, po dlouhou dobu koexistovaly pojmy „chemie“ a „alchymie“ vedle sebe a byly prakticky záměnné. Teprve v průběhu 18. století, a tedy i Goethova života, docházelo postupně k diferenciaci a oba pojmy získaly významy, které jim přisuzujeme dnes. Goethe byl tedy očitým svědkem doby, kdy chemie musela bojovat o své právo na samostatnou existenci¹³ a jeho zájem se tak vedle rodící se moderní chemie setkával i s posledními výhonky alchymie¹⁴. Zdaleka se přitom nejednalo o pouhý intelektuálně povrchní zájem, nýbrž o záležitost podmíněnou vlastním prožitkem¹⁸.

Jak tedy proběhla Goethova (al-)chemická iniciace? V roce 1768 během univerzitních studií v Lipsku Goethe onemocněl⁵. Výrůstek v krku (snad tuberkulózního původu), který se dlouho nedařilo léčit kaustickými prostředky, jej donutil k návratu domů do Frankfurtu nad Mohanem. Zde se setkal s lékařem Johannem Friedrichem Metzem (1721–1782). Tento, podle samotného Goetho, „záhadný, chytře vyhlížející, přívětivě hovořící, nicméně těžko pochopitelný muž,“⁵ sehrál v jeho životě hned dvojí významnou roli. Úspěšně ho vyléčil podáváním vlastního alchymického léku a zároveň ho povzbudil ke studiu alchymie. Aby posílil víru v účinnost podávaného léku, totiž Dr. Metz „doporučoval svým pacientům, kteří byli alespoň trochu citliví, jistě mystické chemicko-alchymistické knihy“⁵. To přivedlo Goetha nejenom ke studiu řady klasických alchymických děl (mimo jiné proslulého spisu *Aurea*

catena Homeri), ale zároveň uvedlo na cestu experimentální chemie.

Jakmile se totiž Goethe zotavil z nemoci, začal si budovat malou laboratoř. Kromě vlastnoruční stavby nezbytné „píčky s tahem a písečnou lázní“¹⁵ zvládl také techniku úpravy laboratorního skla. Z vlastních experimentů vzpomíná zejména na výrobu *Liquor silicium* neboli vodního skla, které se „vytvoří, když se čistý křemen rozpustí v příslušném množství zásady ... krásné bílé křemeny, které se nalézají v Mohanu, k tomu byly dokonalejším materiálem a nechybělo ani ostatní včetně mé pile.“¹⁵

Díky Dr. Metzovi navázal Goethe rovněž přátelství s protestantskou řádovou sestrou a spisovatelkou Susannou Katharinou von Klettenberg (1723–1774), označovanou jako „živoucí mezičlánek mezi dobou alchymistů a současností“¹⁹. K aktivnímu zájmu o alchymii ji vedle vlastnictví bohaté alchymické knihovny predisponovala i rodinná historie – byla neteří alchymisty Johanna Hektora von Klettenberg (1684–1720). Goethovi byla oporou nejen při studiu literatury, ale společně prováděné (al-)chemické pokusy v něm probudily zájem o metodičtější experimentální práci¹⁹. Velký vliv na něj měl i proslavený spis Hermana Boerhaavea²⁰ (1668–1738) *Elementa chemiae* (Základy chemie, 1732; obr. 2), který Goetha „mocně lákal ... [a] svedl mne k tomu, abych si přečetl více spisů tohoto muže“⁵.

Logickým důsledkem Goethovy vášně pro chemii probuzené ve Frankfurtu byla jeho ochota přijímat stále nové a nové podněty a zpracovávat je do svého jedinečného



Obr. 2. Titulní list knihy *Elementa chemiae* od Hermana Boerhaave z roku 1732, která otevřela Goethovi svět chemie

ho bytí. Během svého života se setkal a spřátelil s celou řadou chemiků²¹. Prvním z nich byl Jacob Reinbold Spielmann (1722–1783), lékárník a současně profesor chemie na štrasburské univerzitě, jehož přednášky Goethe navštěvoval během studia práv. Autor díla *Institutiones chemiae praelectionibus academicis adcommodatae* (Předvybrané základy chemie uzpůsobené pro studenty, 1763), přeloženého do pěti jazyků¹⁹, vyučoval zájemce v prostorách své lékárny všemu, co mohl tehdy obor nabídnout⁷. Dalším byl Wilhelm Heinrich Sebastian Buchholz (1734–1798)²², dvorní lékárník ve Výmaru a demonstrátor chemických pokusů pro místní učenou společnost (vedle absorpce sirovodíku dřevěným uhlím patřila k jeho oblíbeným demonstracím tzv. chemická harmonika²³). Někdejší provizor Buchholtzovy lékárny, později slavný německý chemik Johann Friedrich August Götting (1753–1809) se díky přátelství s Goethem a s jeho podporou stal prvním profesorem chemie na Jenské univerzitě²⁴. Z dalších Goethových „chemických“ přátel zmiňme Johanna Wolfganga Döbereinera (1780–1849), který se přes dětství prožité ve skrovných podmínkách dokázal z lékárenského pomocníka vypracovat na vyhlášeného chemika (objevitel furfuralu, jeden z průkopníků katalýzy²⁵, Döbereinerových triád²⁶, vynálezce zapalovače²⁷) a univerzitního profesora chemie v Jeně. Náš výčet uzavřeme Heinrichem Wilhelmem Ferdinandem Wackenroderem (1798–1854), původně lékárníkem, který se později stal mimořádným profesorem chemie v Jeně. Proslul objevem tzv. Wackenrodeho roztoku²⁸ a izolací karotenu²⁹.

Goethe se však neomezoval pouze na pasivní zájem o chemii, jeho život se odehrával v době, kdy vzdělaná veřejnost sekundovala duelu dvou představ vědy¹². Na jedné straně stála empirická věda založená na zkušenosti a experimentech. Na té druhé pak spekulativní romantická přírodní filozofie zaměřená na myšlenku. Věda, tak jak ji známe dnes, měla ale vedle praktického účelu splnit také úkol další – rozptýlit a pobavit. Tedy být něčím podobným dnešní show. Proto se také značně upevnila Goethova pozice ve vysoké výmarské společnosti, když byl schopen pro její pobavení předvádět chemické experimenty. Goetha například velmi zaujaly zprávy o elektrolytické izolaci sodíku a draslíku provedené Humphrym Davym v Londýně v říjnu 1807. Když sám shlédl opakování celé elektrolyzy v Jeně, věděl, že právě to bude zlatým hřebem jeho společenské prezentace ve Výmaru¹⁵. Nezastavily ho ani logistické obtíže v důsledku špatné kvality cest a omezené možnosti přepravy chemických přístrojů (k dispozici byly jen povozy tažené koňským spřežením). Potřebné křehké zařízení proto nechal převézt do Výmaru na trakaři. Úspěch byl velkolepý. Během tří dnů, kdy pokusy opakovaně předváděl, se do jeho výmarského domu dostavili všichni, kdo ve vévodství něco znamenali. Podle Goethova deníku přišel hned první večer (6. dubna 1808) sám „jeho Jasnost vévoda ... a setrval až do desáté hodiny“³⁰. V následujících dvou dnech hlavu státu následovala místní smetánka včetně matky filozofa Arthura Schopenhauera.

Podobně si Goethe prováděním chemických experimentů krátil dlouhou chvíli během lázeňských pobytů.

Například v roce 1801 při pobytu v lázních Pyrmontu nechal, ke zděšení a zároveň pobavení dalších lázeňských hostů, tančit mýdlové bubliny na hladině oxidu uhličitého unikajícího z vřídla³¹.

Johann Wolfgang von Goethe během svého života absolvoval velkou kapitolu z dějin chemie. Jeho činnost na tomto poli odrážela nejen to aktuální, ale dokázal v chemii spoluutvářet také její budoucnost. V roce 1819 se setkal s německým analytickým chemikem Friedliebem Ferdinandem Rungem (1795–1867), který mu demonstroval svůj objev mydriatického vlivu atropinu a hyoscyaminu³². Goethe mu na oplátku věnoval balíček tehdy vzácných kávových zrn a pobídnul ho, aby prozkoumal jejich případné účinky. Ještě téhož roku Runge izoloval kofein a Goethe tak bývá považován za spoluobjevitele tohoto alkaloidu³³.

3. Chemie v Goethově díle

Goethův zájem o chemii se zrcadlí a odráží i v jeho próze a poezii. Pouze výčtem, protože chemie v nich hraje jen okrajovou roli, uvedme romány *Velký Kopt* (Der Groß-Cophta, 1791), *Viléma Meistra léta učednická* (Wilhelm Meisters Lehrjahre, 1795) a jejich volné pokračování *Viléma Meistra léta tovaryšská* (Wilhelm Meisters Wanderjahre oder die Entsagenden, 1807).

3.1. Spříznění volbou – chemický román lásky

Ve své době nesmírně skandální román *Spříznění volbou* (Die Wahlverwandtschaften) byl poprvé publikován roku 1809 (dále citujeme český překlad E. A. Saudka³⁴). Dílo je držitelem hned několika chemických prvenství: je považováno za nejpozoruhodnější příklad literárního využití chemické teorie v psychologické zápletky románu³⁵, případně za nejvýznačnější projev chemie v krásné literatuře počátku devatenáctého století mimo území Anglie³⁶. Jak upozorňuje Philip Ball³⁷, právě tímto dílem standardně začínají diskuse o chemii v umělecké próze.

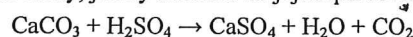
Tragický milostný příběh je zasazen do blíže neurčeného místa v Německu na počátku devatenáctého století. V tuto chvíli postačí, když se omezíme na konstatování, že spokojený manželský život Eduarda a Charlotty, zámožného páru ve středních letech, změní příchod manželova přítele z mládí – setníka Otty. Ten díky svým chemickým znalostem může Charlottě nejprve poskytnout rady pro ozdravení domácnosti, protože ráda: „odstraňovala pokud možná vše, co bylo škodlivé a usmrcovalo. Olovená glazura hrnčířského zboží a měděnka na nádobách jí už způsobily mnoho starostí.“ Chemie ale oba manžele zaujme hlouběji, zejména je upoutá setníkovou ličením: „O látkách, které se při setkání rychle zmocňují jedna druhé a navzájem se přeměňují, říkáme, že jsou spřízněné, ... Například to, čemu říkáme vápenc, je více nebo méně čistá vápenná hlína, těsně spojená s jemnou kyselinou, kterou známe v podobě plynné. Položíme-li kus tohoto vápence do rozře-

děné kyseliny sírové, zmocňuje se kyselina vápna a spojí se s ním v sádru. Ona jemná, vzdušná kyselina [tak byla označována kyselina uhličitá] však vyprchá.“ A dále připomíná, že současně vznikající „rozlučka a nové spojení“ přivedla chemii k domněnce o oprávněnosti užití výrazu „spříznění volbou“ pro její označení. Na žádost Eduarda vyjadřuje pro větší názornost setník uvedené vztahy schématem (obr. 3): „Představte si látku A, která je v těsném spojení s látkou B a kterou nelze od ní odtrhnout ani násilím, ani jinými prostředky; představte si pak ještě látku C, která je v téměř poměru k látce D; svedte nyní obě dvojice dohromady: A se vrhne k D, C zase k B, aniž dovedeme říci, kdo první opustil druhu a co první vešlo v nové spojení.“ Vzápětí však nadnesené schéma přestává platit jen pro svět molekul a dostává nový rozměr: písmenům jsou přiřazeni jednotliví hrdinové románu. Písmeno A se stává symbolem Charlotty, B pak jejího manžela Eduarda a C je vyhrazeno setníkovi Ottovi. Roli D sehraje osiřelá neteř Otilie, která se brzy vrátí z penzionátu do zámku. Krätz⁷ k tomu poznamenává „v jádru se jedná o pouhé čtyři osoby, jejichž mezilidské vztahy se přeskupují podle chemické rovnice $AB + CD \rightarrow AC + BD$ “. Chemická předehra je ale v tuto chvíli u konce. Čtenář, jak soudí Schiff⁸, „dozrál“ a je připraven na vlastní děj románu. Ani jedné z postav však nastalá situace štěstí nepřinese, protože – jak lakonicky poznamenává Krätz⁸ – události vezmou až příliš rychlý konec. Hrdinové románu se tak nedočkají ani objednané přenosné chemické laboratoře, se kterou měl setník v plánu předvést „všelijaké pokusy, které jsou neobyčejně zá-

bavné a přitom názornější než slova, jména a odborné výrazy“. Přenosné laboratoře byly v Goethově době velmi rozšířené³⁹ a sám jednu vlastnil⁴⁰.

Dnes již poměrně málo čtený román nepřestává vzrušovat obrazotvornost vykladačů ani více než dvě stě let po svém vzniku. Zatímco Schiff³⁸ se domnívá, že „pouze Goethe byl s to ... představit za pomoci chemických procesů jak působí psychické síly člověka a jeho vášně“, vidí Boyle⁴¹ věc ve zcela jiném světle. Podle něj Goethe do svého díla – utajeně – zakomponoval svoji současnost a vylíčil na pozadí osudu venkovského šlechtice vojenské, společenské a morální zhroucení Svaté říše římské národa německého v době Napoleonských válek.

Zcela nový rozměr četby textu podal Jens Soentgen⁴², který provedl experimentální ověření chemické reakce tak, jak je uvedena setníkem v textu románu. Až díky tomu lze demonstrovat hloubku použité analogie a ukázat, proč láska, která vznikla mezi Eduardem a Otilií, nemůže dojít naplnění a proč je stejně tak odsouzen k neúspěchu vznikající cit mezi Charlottou a setníkem. Průběh reakce není tak jednoduchý, jak by naznačoval její zápis rovnicí



K reakci totiž setník používá celé kusy vápence (jenž symbolizuje dvojici Charlotta-Eduard), s nímž reaguje zředěná kyselina sírová (symbol nepřiliš pevné – proto zředěné – dvojice Otilie-Otto) zpočátku velmi prudce. Ale v průběhu času dochází k patrnému zpomalování reakční rychlosti a vizuálně se nedá jasně říci, kdy je reakce oprav-



90
durch sinnliches Anschauen, durch Begriffe wie ihnen verstanden ist, beschwerlich, ja lächerlich werden müssen. Doch können wir leicht mit Buchstaben einweilen das Verhältniß ausdrücken, wovon hier die Rede war.

Wenn Sie glauben, daß es nicht verbanlich ausseht, versüßte der Hauptmann, so kann ich wohl in der Zeltsprache mich kürzlich zusammenfassen. Denken Sie sich ein A, das mit einem D innig verbunden ist, durch viele Mittel und durch manche Gewalt nicht von ihm zu trennen; denken Sie sich ein C, das sich eben so zu einem D verhält; bringen Sie nun die beyden Paare in Verbindung: A wird sich zu D, C zu D werfen, ohne daß man sagen kann, wer das andere zuerst verlassen, wer sich mit dem andern zuerst wieder verbunden habe.

Nun denn! Sie Eduard ein: die wie alle dieses mit Augen sehen, wollen wie diese Jore

Obr. 3. Titulní list prvního vydání Goethova díla Spříznění volbou a strana 90, na níž setník Otto pomocí písmen vysvětluje teorii spříznění látek

du ukončena. Příčinou zpomalení reakce je vznikající sádra (nová dvojice Charlotta-Otto), která vytváří nerozpustnou vrstvu na vápenci a tak ztěžuje přístup další kyseliny. Nedochozí proto k hladkému rozkladu vápence, stejně tak jako v románu samém nedojde k hladkému rozchodu mezi Charlottou a Eduardem. Tak jako je prchavá v prvním kroku vznikající kyselina uhličitá, která se ihned rozpadá na vodu a oxid uhličitý, tak je nestálá i láska Eduard-Otilie, končící definitivní rozlukou – smrtí obou z nich. Je patrné, že Goethovo podobenství mezi chemickým procesem a lidskými city je provedeno až na úroveň románové mikrostruktury. Zároveň je tento výklad další ilustrací trendu využití reprodukce experimentů popsaných v historické literatuře k jejímu lepšímu pochopení⁴³.

Podle Schummera⁴⁴ použití zmíněné analogie mezi chemickými reakcemi a společenskými vztahy v románu *Spříznění volbou* svědčí o Goethově znalosti soudobých chemických teorií, konkrétně nově zavedeného pojmu podvojná záměna. Tento výraz poprvé použil v roce 1775 švédský analytický chemik Torbern Olof Bergman⁴⁵ ve své knize *Disquisitio de attractionibus electivis* (Výzkum o vyvolených přitažlivostech) a dále jej rozvedl Antoine Lavoisier ve svém spise *Traité Élémentaire de Chimie* (Základní pojednání o chemii) vydaném v roce 1789 (cit.⁴⁶).

3.2. Faust

Goethův *Faust* (Faust. Eine Tragödie) je plodem jeho celoživotní práce, začal jako jednadvacetiletý roku 1770 a text revidoval ještě těsně před smrtí. Konečné znění první části vyšlo v roce 1808 a druhá část až po autorově smrti (dále citován, pokud není uvedeno jinak, překlad Otokara Fischera⁴⁷). Schummer⁴⁴ považuje *Fausta* za vyjádření Goethova pohledu na historický vývoj chemie. Ten ilustrují hlavní postavy a jejich vzájemný vztah. Zatímco Faustův otec zde vystupuje jako alchymista-iatrochemik, není sám Faust jednoznačně vyhraněn. Ztělesňuje spojení dvou vývojových období, tedy času alchymie představované jeho otcem a doby rodící se moderní chemie. Tu v díle zastupuje Faustův fámulus Wagner. Goethe tak svým *Faustem* korunoval závěr alchymie a ta v tomto díle našla svoji velkolepou apoteózu⁴⁸. Bylo by však chyba se domnívat, že dílo odráží pouze časy dávno minulé. Opakovaně se totiž objevují názory, že v Goethově *Faustovi* lze vysledovat i předzvěst nástupu nanotechnologií⁴⁹ a tvoření homunkula, což je jeden z centrálních motivů díla, předznamenává moderní biotechnologie⁵⁰. Zároveň lze *Fausta* vnímat jako vyjádření Goethova pohledu na roli učence ve společnosti, na jeho niterný zápas o odhalení skryté pravdy a také jeho zamyšlení nad odpovědností vědce za výsledky svého bádání. Navíc patří Goethův opus magnum k těm dílům, která nejvíce ovlivnila pohled na chemii a především chemiky samotné^{51,52}.

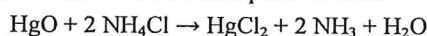
Způsob, jakým Goethe zobrazuje vztah mezi jednáci cími postavami, a který lze označit za vztah mistra a jeho učedníka, ukazuje na důležitost předávání zkušeností prostřednictvím formace nových adeptů. Ostatně sám Goethe

postavil věčný pomník svému prvnímu učiteli chemie Jacobu Reinboldu Spielmannovi, když do děje *Fausta* vnesl odkaz na jeho slavnou učebnici *Institutiones chemiae*. Porovnáním obou textů zjistil Lippmann⁵³, že starořecko-latinské slovní spojení „*encheiresin naturae*“ uvedené ve *Faustovi* (verš 1940) převzal Goethe právě z této Spielmannovy učebnice, jejíž exemplář se dochoval v Goethově knihovně¹⁹. Pojem, zavedený už Libaviem, označoval hluboké pochopení (uchopení) tajemství přírody – v tomto případě chemické podstaty světa kolem nás.

Goethova vlastní (al-)chemická zkušenost se odráží i v nevědším vylíčení postupů v textu. Když si Faust Goethovým prostřednictvím vyrovnává účty s otcem iatrochemikem, děje se tak i odhalením jeho „*nekonečných receptů*“. Ve verších 1042–1048 uvádí jeden z nich (v překladu J. Vrchlického⁵⁴):

*Tu červený lev, nápadník to drzý,
ve vlažné lázni s lilii byl spjat,
pak z lože v lože hnáni oba brzy,
co výheň neustala žárem plát.
Pak v pestrých barvách ve křivuli
zjev mladé královny se stkvěl,
lék ovšem hotov byl, nemocní zahynuli
a nikdo neptal se: kdo ozdravěl?*

Podle Scherfa⁴⁸ zde Goethe klasickou řečí alchymie, užívající alegorie a krycích jmen, popsal reakci oxidu rtuťnatého (červeného lva) s chloridem amonným (lilii) za sucha za intenzivního žíhání podle rovnice



Není divu, že na tento lék pacienti umírali, protože setkání s luzným zjevem vznikající mladé královny (chloridem rtuťnatým) může končit smrtí (smrtná dávka je asi 500 mg per os). Na druhé straně byl chlorid rtuťnatý (sublimát) používán jako účinný desinfekční prostředek.

Jedním z nejkontroverznějších aspektů spojujících chemii s Goethovým *Faustem* je postava homunkula, uměle stvořeného človíčka. Goethe se k napsání scény jeho stvoření nechal údajně inspirovat úspěchem, kterého dosáhl Friedrich Wöhler roku 1828, když zahříváním kyanatanu amonného syntetizoval močovinu⁵⁵. Získání organické materie z neorganické hmoty opětovně oživilo staleté sny o vytvoření umělé bytosti. Goethe ve *Faustovi* popisuje, jak Wagner v laboratoři tvoří homunkula následovně (verš 6849 a násl.):

*když sterou směs promícháme
a se směsí – neb hlavní věc je směs –
člověčí látku zvolna komponujem
a v křivuli ji zaletujem
a náležitě destilujem...*

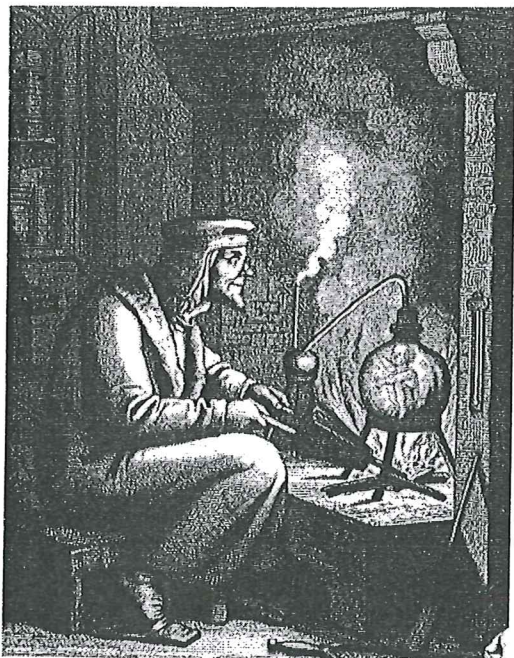
Jen na okraj poznamenejme, že v předposledním uvedeném verši se oba čeští překladatelé (Vrchlický i Fischer) dopustili z nezalostí alchymie chyby. V originále verš zní „*In einen Kolben verlutiren*“, baňku-křivuli Wagner nezalutuje, ale zalutuje, tedy zalepí lutem, hmotou, kterou alchymisté utěsňovali spoje aparatur nemající dnešních zábrusů⁵⁶.

Ale zpět k ději básně. Wagner může brzy prohlásit (obr. 4): „*Půvabnou postavu tam zřím, to mužiček se hýbe roztomilý.*“ Homunkulus je na světě. Vnímání úspěšnosti celé záležitosti ale vyhrocuje skutečnost, že homunkulus dokáže předčít svého tvůrce a postavit se mu. Tuto emancipaci na tvůrce lze považovat za prorocké varování před selháním vědy. Tvůrce ztrácí kontrolu nad výsledkem své práce a nemůže ovlivnit správnost jeho užití.

Moderním chemikům může být ku prospěchu i rada⁵⁷, kterou Goethe dává Faustovi zizničímu po vědění. Protože skutečnou kvalitu nelze nikdy uspěchat, nabádá: „*ne uměním jen a znalostí: třeba též trpělivostí*“. Autor zároveň osvědčuje didaktické nadání, když myšlenku dále rozvádí a upozorňuje, že „*po léta tichý duch si hledí díla, v ten jemný kvas jen léty vjede síla*“.

4. Goethe, chemie a Čechy

Goethovy literární úspěchy bývají dávány do souvislosti s jeho zlepšenou zdravotní kondicí po opakovaném pobytu v českých lázních, kvůli kterým navštívil Čechy celkem sedmkrát a díky tomu měl k naší zemi více než kladný vztah⁵⁸. Čas u nás strávený však neomezoval jenom na s nadšením praktikovanou balneologii a rozsáhlý společenský život, ale věnoval jej také – jak to odpovídalo jeho všestranným zájmům – svým zálibám mineralogickým a geologickým, oběma ve spojení s chemií^{59,60}. Goethe



Obr. 4. Wagner tvoří homunkula, ilustrace německého malíře Engelberta Seibertze z roku 1854

sehrál rovněž významnou roli při vzniku a prvním rozvoji Musea království Českého (dnešního Národního muzea), jehož se stal zakládajícím členem⁵⁹. Vedle významné morální podpory Goethe rodící se instituci opakovaně věnoval části svých mineralogických sbírek pořízených na našem území^{59,60}.

Přátelství, které u nás navázal s významným českým přírodovědcem Kašparem ze Sternberka, dalo vzniknout příležitosti pro setkání s další významnou osobností té doby Jönsem Jacobem Berzelielem (1779–1848)^{61,62}. V roce 1821 se během setkání v Chebu věnovali nejenom společenské konverzaci u oběda, ale také procházce na nedalekou Komorní Hůrku, o jejímž vulkanickém původu živě diskutovali. Pravým vyvrcholením se však stal chemický pokus, který Berzelius předvedl druhý den odpoledne v Goethově hotelovém apartmá. Při prohlídce spisovatelovy sbírky minerálů se nemohli shodnout na pojmenování jednoho z nich. Vzniklý spor navrhl Berzelius vyřešit za použití dmuchavky, kterou s sebou vozil na cestách. Přesnost údajů, které tento nejslavnější analytický přístroj všech dob⁶³ poskytl, Goetha tak zaujala, že žádal jeho opakované užití při prokazování titanu v minerálech z jeho sbírky. Jak píše Berzelius⁶⁴ velikán světové literatury „*hořce litoval, že mu jeho léta brání v tom, aby se vyučil v používání tohoto přístroje*“ a byl jím tak nadšen, že „*než se dosyta vynadával na pokusy s dmuchavkou, bylo již tma*“.

5. Závěr

Podle Petera Atkinse⁶⁵ musí učitelé chemie v současnosti chemii nejenom učit. Zároveň je důležité, aby žáky učili si jí i cenit. V posledních letech je zdůrazňováno hledání nových cest k žákům a neotřelých přístupů k výuce chemie⁶⁶. Hovoří se rovněž o potřebě náležitosti a vhodnosti výuky chemie^{67,68}, nezbytnosti rekonceptualizace výuky, aby se podařilo překonat její zkostnatělost⁶⁹, a připomíná se potřeba humanizace výuky chemie^{70,71}. Učitelé by se měli soustředit nejenom na faktické znalosti v chemii, paralelně s tím by měli rozvíjet také povědomí o chemii a jejím místě ve společnosti⁷². Jednou z možností, jak naplnit tyto trendy a ukázat chemii z jiných úhlů, by mohlo představovat využití tohoto sdělení o vztahu Johanna Wolfganga von Goethe k chemii. A je to rovněž Goethe a jeho zájem o chemii⁴⁴, kdo může umožnit komunikovat i s dospělou částí veřejnosti naplněním myšlenky nositele Nobelovy ceny za chemii Roalda Hoffmanna o nutnosti zapojení emocí do dialogu s veřejností jako prostředku překonání existující chemické negramotnosti ve společnosti⁷³, v tomto případě emocí, které vzbuzuje krásná literatura. S trochou nadsázky by proto šlo poupravit slova Heinricha Heina, který na Goethovu adresu prohlásil, že „*příroda chtěla vědět, jak vypadá a [proto] stvořila Goetha*“⁷⁴. Nově by tento výrok mohl znít například takto: chemie chtěla vědět, jak ukázat, že je zajímavá, podnětná a krásná a obrátila se o pomoc ke Goethovi.

LITERATURA

1. <http://www.enviweb.cz/printclanek/chemlatky/94553/>, staženo 12. 3. 2017.
2. Chalupa R., Nesměrák K.: Chem. Listy 108, 995 (2014).
3. Boerner P.: *Goethe*. Votobia, Praha 1996.
4. Friedenthal R.: *Goethe. Jeho život a jeho doba*. Odeon, Praha 1973.
5. Goethe J. W.: *Z mého života. Báseň i pravda*. Mladá fronta, Praha 1998.
6. Cluskey J. E.: J. Chem. Educ. 28, 536 (1951).
7. Krätz O.: Chimia 48, 3 (1994).
8. Margolis J., v knize: *Goethe and the Sciences. A Reappraisal*. (Amrine F., Zucker F. J., Wheeler H., ed.), str. 83–100. Riedel, Dordrecht 1987.
9. Holm-Hadulla R. M., Roussel M., Hofmann F. H.: J. Affect. Disord. 127, 43 (2010).
10. Neuhauser W.: Zahnärztl. Mitt. 72, 1735 (1982).
11. Gmelin J. F.: *Geschichte der Chemie. Band I*. J. G. Rosenbuch, Göttingen 1797.
12. Jakobs S.: „Selbst wenn ich Schiller sein könnte, wäre ich lieber Einstein“. *Naturwissenschaftler und ihre Wahrnehmung der 'zwei Kulturen'*. Campus, Frankfurt am Main 2006.
13. Walden P.: Angew. Chemie 43, 792 (1930).
14. Kuhn D.: Medizinhist. J. 7, 264 (1972).
15. Schwedt G.: J. Prakt. Chemie/Chem.-Ztg. 340, 764 (1998).
16. Gehrt A. J.: J. Chem. Educ. 11, 543 (1934).
17. Principe L. M.: *The Secrets of Alchemy*. The University of Chicago Press, Chicago 2013.
18. Krätz O., v knize: *Der 200. Geburtstag von Leopold Gmelin* (Lippert W., ed.), str. 73–112. Gmelin-Institut, Frankfurt am Main 1990.
19. Lockemann G.: Chem.-Ztg. 56, 225 (1932).
20. Knoeff R.: *Herman Boerhaave (1668–1783). Calvinist Chemist and Physician*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Amsterdam 2002.
21. Schiff J.: Dtsch. Rundschav 151, 450 (1912).
22. Pötsch W. R., Fischer A., Müller W.: *Lexikon bedeutender Chemiker*. Deutsch, Frankfurt am Main 1989.
23. Greenslade T. B.: Phys. Teach. 19, 42 (1981).
24. Frercks J.: NTM Schriftenr. Gesch. Naturwiss. Tech. Med. 16, 279 (2008).
25. Kauffman G. B.: Chem. Educ. 4, 186 (1999).
26. Ibrahim S. A.: J. Chem. Educ. 82, 1658 (2005).
27. Williams W. D.: Bull. Hist. Chem. 24, 66 (1999).
28. Koh T.: Anal. Sci. 6, 3 (1990).
29. Sourkes T. L.: Bull. Hist. Chem. 34, 32 (2009).
30. Goethe J. W.: *Tagebücher. Band III. (1801–1808)*. H. Böhlau, Weimar 1899.
31. Schwedt G.: *Chemische Experimente in Schlössern, Klöstern und Museen. Aus Hexenküche und Zaubertabor*, 2. vyd. Wiley, Weinheim 2009.
32. Anft B.: J. Chem. Educ. 32, 566 (1955).
33. Weinberg B. A., Bennett K. B.: *The World of Caffeine. The Science and Culture of the World's Most Popular Drug*. Routledge, London 2002.
34. Goethe J. W.: *Utrpení mladého Werthera. Spříznění volbou*. SNKLU, Praha 1965.
35. Hagen M., Skagen M. V. (ed.): *Literature and Chemistry. Elective Affinities*. Aarhus University Press, Aarhus 2013.
36. Labinger J. v knize: *The Routledge Companion to Literature and Science*. (Clarke B., Rossini M., ed.), str. 51–62. Routledge, London 2011.
37. Ball P.: Chem. World 5, 46 (2008).
38. Schiff J.: Naturwissenschaften 20, 223 (1932).
39. Nesměrák K.: Chem. Listy 107, 804 (2013).
40. Schwedt G.: CHEMKON 12, 15 (2005).
41. Boyle N.: Ger. Q. 89, 298 (2016).
42. Soentgen J.: Chem. Unserer Zeit 30, 295 (1996).
43. Fors H., Principe L. M., Sibum H. O.: Ambix 63, 85 (2016).
44. Schummer J.: Ambix 53, 99 (2006).
45. Smeaton W. A.: Endeavour 8, 71 (1984).
46. Bazzicalupi C., Bianchi A., Giorgi C., Clares M. P., García-España E.: Coord. Chem. Rev. 256, 13 (2012).
47. Goethe J. W.: *Faust*. Academia, Praha 2008.
48. Scherf K.: BASF 13, 202 (1963).
49. Collins J. C. v knize: *Nanoscale: Issues and Perspectives for the Nano Century* (Cameron M. M., Mitchell E. M., ed.), str. 115–128. Wiley-Interscience, New York 2007.
50. Newman W. R.: *Promethean Ambitions. Alchemy and the Quest to Perfect Nature*. The University of Chicago Press, Chicago 2004.
51. Haynes R. D.: *From Faust to Strangelove: Representations of the Scientist in Western Literature*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore 1994.
52. Bensaude-Vincent B., Simon J.: *Chemistry. The Impure Science*. Imperial College Press, London 2012.
53. von Lippmann E. O.: Chem.-Ztg. 31, 172 (1907).
54. Goethe J. W.: *Faust. Část I*. J. Otto, Praha 1907.
55. Teichmann H.: Mitt. - Ges. Dtsch. Chem., Fachgr. Gesch. Chem. 17, 3 (2004).
56. Rasmussen S. C.: *The Quest for Aqua Vitae. The History and Chemistry of Alcohol from Antiquity to the Middle Ages*. Springer, Cham 2014.
57. Walden P., Graebe C.: *Geschichte der organischen Chemie seit 1880*. Springer, Berlin 1941.
58. Urzidil J.: *Goethe v Čechách*. Pistorius & Olšanská, Příbram 2009.
59. Tuček K.: Cas. Nar. Muz. Praze, Rada Přírodoved. 137, 3 (1969).
60. Procházka J. S.: Cas. Nar. Muz. v Praze, Rada Přírodoved. 107, 14 (1923).
61. Winderlich R.: J. Chem. Educ. 25, 500 (1948).
62. Szabadvary F.: *History of Analytical Chemistry*. Pergamon Press, Oxford 1966.
63. Jensen W. B., v knize: *The History and Preservation of Chemical Instrumentation*. (Stock J. T., Orna M. V., ed.), str. 123–149. Riedel, Boston 1986.
64. Berzelius J.: *Selbstbiographische Aufzeichnungen*. Ambrosius Barth, Leipzig 1903.

65. Atkins P. v knize: *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (García-Martínez J., Serrano-Torregrosa E., ed.), str. XXV–XXXII. Wiley, Weinheim 2015.
66. Barke H. D., Harsch G., Schmid S.: *Essentials of Chemical Education*. Springer, Heidelberg 2012.
67. Stuckey M., Sperling J. P., Hofstein A., Mamlok-Naaman R., Eilks I.: *CHEMKON* 21, 175 (2014).
68. Eilks I., Hofstein A. (ed.): *Relevant Chemistry Education. From Theory to Practice*. Springer, Heidelberg 2015.
69. Talanquer V.: *J. Chem. Educ.* 90, 832 (2013).
70. Sjöström J., Talanquer V.: *J. Chem. Educ.* 91, 1125 (2014).
71. Mahaffy P., v knize: *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (García-Martínez J., Serrano-Torregrosa E., ed.), str. 1–26. Wiley, Weinheim 2015.
72. Sjöström J.: *Sci. Educ.* 22, 1873 (2013).
73. Anonym: *Chem. Eng. News Arch.* 68, 25 (1990).
74. Heine H.: *Obrazy z cest. 2. díl*. SNKLHU, Praha 1954.

R. Chalupa^{a,b} and K. Nesměrák^c (^a Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Charles University, Prague, ^b RCC Europe, Ltd, Prague, ^c Department of Analytical Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague): **Johann Wolfgang von Goethe and Chemistry**

It is a familiar paradox that we miss much that is set before our very eyes. Whereas Goethe as one of the greatest men of European culture is well known, his unique combination of literary talent and passion for chemistry escapes the attention and his scientific books remain on the bookshelves unread. That is why Goethe's interest in chemistry, as well as chemistry itself in his works, is the main focus of this essay. Chemical reactions metaphorically described in his writings (Elective Affinities and Faust) are examined and revealed. Goethe's own chemical experiments are introduced. Although Goethe's view of chemistry is presented in a manner consistent with the taste of his time, it speaks clearly to a modern chemist. Consequently we shall reseek him and rescue his chemical legacy from the oblivion. Goethe's chemical novel of love, his artificially created homunculus and the fascination of this non-chemist in chemistry could be a possible response to the current discussion on the new ways in the didactics of chemistry and measures to encourage students to learn chemistry.