

Rozpravy Národního technického muzea v Praze 216
Praha 2011

Rozpravy z dějin hutnictví 41

LABOUTKOVÁ, Irena (ed.)



NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM

František WALD – teoretický fyzikální chemik a analytický metalurg

Jiří Jindra

Uplynulo už 80 let od smrti a v roce 2011 to bude 150 let od narození významného českého chemika Františka Walda. Narodil se 9. ledna 1861 v Brandýsku u Slaného v rodině strojmistra státních drah. Šlo o rodinu čistě německou, otec se do Čech přestěhoval ze Saské Kamenice, matka německé národnosti pocházela z Nejdku. Rodina se po otcově smrti přestěhovala na Kladno, kde Wald chodil do české školy. První třídu reálky absolvoval také na české škole, ale vzhledem ke stipendiu, které mu poskytly státní dráhy, přešel na německou reálku v Praze. Po jejím absolutoriu studoval na německé technice v Praze technickou chemii. Studia ukončil po první státní zkoušce roku 1881. Druhá státní zkouška nebyla v průmyslu vyžadována. V roce 1882 nastoupil na Kladně jako chemik v Kladenských železárnách, kde díky nadání a pílí byl o čtyři roky později jmenován šéchemikem. Mezi tím se oženil a postupně měl s ženou Josefou Radkovskou pět dětí. Kladenským železárnám, které byly součástí Pražské železářské společnosti zůstal věrný až do roku 1908, kdy byl povolán na českou techniku jako profesor teoretické a fyzikální chemie a metalurgie a kdy se také přestěhoval do Prahy. Na technice působil do roku 1928. Poté se odstěhoval do Vítkovic ke svému nejmladšímu synovi, v jehož rodině 19. října 1930 zemřel na slabost srdce. Wald rok před smrtí napsal v autobiografii: *„Po otci mi zůstala snaha vždy vědět dříve a víc, než nám podávala škola. Zůstal jsem alespoň v tomto smyslu samoukem, svým celým myšlením člověkem svobodným a samostatným i ve vědě.... Živý odpor proti útisku Čechů, který bylo všude znáti, učinil mne citěním Čecha... Moje češtví bylo proto jen tichým protestem proti současnému německví... Šel jsem celý život se slabším...“*.

Jak bylo uvedeno, Wald živil sebe a rodinu jako chemik v laboratořích železáren. Tam se prováděly zejména analytické práce. Jeho pracemi jsou postupy stanovení železa titrací manganistanem draselným, grafický výpočet chemických rozborů, sušení hygroskopických látek, metalurgie redukce železné nučické rudy, metoda stanovení manganu v oceli, volumetrické stanovení uhlíku v surovém železe a oceli a další. Také konstruoval přístroje k exaktní analýze plynů, hlavně plynů důlních. Počátkem 90. let intenzivně studoval spalování plynů v Martinských pecích a objevil správný poměr mezi plynem, který měl být spálen a množstvím vzduchu nutného k ekonomickému využití. Ne se vším uspěl a tak se později věnoval zejména teoretické chemii, k čemuž měl požehnání svých šéfů. Jako teoretik a fyzikální chemik se pohyboval v oblasti termodynamiky, základních zákonů chemického slučování a v teorii chemických operací.

Předmětem Waldova zájmu o termodynamiku je obsah, význam a odvození druhé hlavní věty termodynamické a její některé důsledky. Důležitý je Waldův spis „Die Energie und ihre Entwertung“ vydaný v Lipsku roku 1889, ve kterém odvodil vlastním velmi přehledným způsobem druhou větu termodynamickou. Podle Walda se druhá věta termodynamická jeví v ubývání působivosti energie. V přírodě není návratu k počátečnímu stavu a tak energie pozbývající své působivosti přestává být energií. Odvození se tak zalíbilo fyziku E. Machovi, že je včlenil do své knihy „Die Prinzipien der Wärmelehre“. Velkého Macha zaujala i další Waldova publikace „O směru samočinných lučebných reakcí“, v níž autor vysvětluje fakt, že reakce probíhají při vybavení tepla prostě tím, že reagencie chemických laboratoří, kterými se ony reakce vyvolávají, jsou připravovány spalováním uhlí, tedy absorpcí tepla. Mach se vůbec s velkým uznáním vždy o Waldovi vyjadřoval. Mach také s Waldem souhlasil v nedostatečnosti atomové teorie. Vyplývá to z korespondence Walda s Machem. V Machově dopisu z 5. února 1905 Mach píše: *„Nedávno se mi dostala do rukou Ostwald 's Faraday Lecture. Vedle porážky atomové teorie mne těšilo uznání osamělého myslitele na Kladně. Nevím, mám-li Vám v této osamělosti spíše blahopřát nežli kondolovat“*. Podle

Nováka Ostwald (1853–1932) přednesl svoji přednášku 19. dubna 1904 v Royal Institution v Londýně o nejdůležitějších výsledcích chemie, v níž ukázal, že je možné odvodit zákony slučovací (stechiometrické) bez atomové hypotézy. V této přednášce Ostwald doslovně řekl: *“Do této chvíle byla otázka, možno-li odvoditi stochiometrické zákony bez atomové hypotézy kladena jen těmi, kteří popírali takové možnosti. Pokud je mi známo, žije jen jeden muž, který pracoval na tomto problému s vážnou nadějí v kladnou odpověď. Jeho jméno je málo známo. Muž ten jest František Wald, chemik železáren na Kladně v Čechách... Na předcházejících úvahách má Wald velký podíl, jemu jsem povinen za myšlenku, že definice látek a prvků je v jistém smyslu libovolná, přes svou prospěšnost a konveneci. Tato definice je zhuštěným výrazem našich metod oddělovati a čistiti tyto látky. Kdežto vůbec každý roztok má týž nárok na výzkum jako substance a prvky, tyto vyznačí se přece záhy jako standardy, ke kterým možno ony vztahovat. Od Walda myšlenku, že koncepce fáze je daleko obecnější než koncepce substance a že dedukce myšlenky substance a dále dedukce zákonů ovládajících povahu substancí, musí vycházet z koncepce fáze. Nevím, bude-li Wald soubhlasit se způsobem, kterým jsem použil jeho myšlenky, cítím však naprosto nutné vyjádřit hlubokou úctu k tomuto osamělému filosofu, který prováděl své dílo po dlouhou řadu let téměř úplně bez pochopení nebo sympatie od jiných”*. Waldův antiatomismus kritizoval český fyzik Kučera, který uvedl všechny argumenty, které chemie a fyzika do roku 1914 přinesly ve prospěch atomistické teorie.

Přínos Waldovy vědecké činnosti je však hlavně v pracích pojednávajících o zákonech chemického slučování a problémech kolem nich. Vychází z kritiky základních chemických pojmů jako složení, prvky, sloučeniny, valence, struktura, isomerie aj. a kritizuje zaběhlý způsob chemického myšlení. Uznávanou atomovou teorií Daltonovu považuje za transcendentní a metafyzickou, považuje ji za primitivní. Tento názor však nebyl všeobecně přijat. Na svoji obranu Wald uváděl, že jeho vlastním cílem bylo vymýtit laxní způsob myšlení, jaký přinesla Daltonova teorie a ujasnit noeticky základní chemické skutečnosti, což neznamená odstranit atomovou teorii z chemie. Dochází k teorii chemie fází. Její výklad by přesáhl obsah tohoto semináře.

Další část Waldových teoretických prací patří teorii chemických operací. Vyšel z předpokladu, že v každé experimentální vědě zabývající se neživými objekty, je každý jev následkem jistého zásahu experimentátora, který volí nezávisle proměnné veličiny. Také tato teorie značně přesahuje náš seminář.

K teoriím Waldovým souhrnně lze říci, že atomistika ohromně postoupila vpřed od doby, kdy Wald teoretisoval, taktéž Waldova teorie chemických procesů je překonaná. Od devadesátých let 19. století, kdy Wald teorie tvořil, nebyly známy radioaktivita, zákon Brownův, ohyb a interference X-paprsků a hlavně nebyly známy zjevy subatomární a atomární. Přesto dílo Waldovo je pozoruhodné a zasloužilo by nové zhodnocení, po kterém volal už před 50 lety zvěčnělý fyzikální chemik profesor Koryta.

Vraťme se k vědeckému dílu Františka Walda. O něm podává obraz Waldova bibliografie uvedená v příloze. V bibliografii je zaznamenáno celkem 66 prací, mezi nimi dvě monografie, z toho 53 napsaných před nástupem profesury na české technice. Později jeho vědecká produkce dosáhla vrcholu vydáním české „Chemie fází“ v roce 1918. Některé práce publikoval jak německy v německých časopisech, tak česky v Listech chemických nebo Chemických listech. Vůbec první jeho práce jako dvacetiletého mladíka se objevila už roku 1881 ve Zprávách vídeňské Císařské akademie věd. Pro své originální práce v němčině volil časopisy Z. Physik. Chemie (12 příspěvků v letech 1887–1900) a Annalen der Naturphilosophie (7 prací v letech 1900–1909), jimiž oběma vládl fyzikálně chemický mág W. Ostwald. Tu a tam Wald publikoval též v Chemiker-Zeitung. Wald jako velký český patriot ovšem psal i pro české Listy chemické, později Chemické listy (17 prací z let 1888–1916). Až po Waldově smrti vyšel jeho článek „Foundations of a theory of chemical operations“ v Collection – v dvojčísle věnovaném jeho památce. Byl to však anglický překlad pojednání z r. 1929 vyšlém ve Sborníku ČAVU.

Už jsme se zmínili, že Waldových prací si vážili zejména vůdčí německý fyzikální chemik té doby W. Ostwald a Francouz P. Duhem, kteří jej spolu s E. Machem doporučili jako profesora na pražskou českou techniku. Wald z vlasteneckých důvodů odmítl předtím nabídku pražské

německé techniky na profesuru. O jeho písemných stycích svědčí korespondence vedená s W. Ostwaldem, E. Machem, P. Duhamem, J. W. Gibbsem a dalšími vědci jeho doby. V 90. letech a později zasahoval Wald do českého vědeckého života a s prof. Marešem, T. G. Masarykem, F. Nušle a dalšími se účastnil ideových bojů temperamentně vedených v časopisu Živa, Nová doba, Přehled a dalších. Jako jeden z mála profesorů české techniky připojil roku 1917 svůj podpis k protirakouskému manifestu českých spisovatelů.

Je třeba se zmínit též o akademické kariéře Waldově. Profesorem teoretické a fyzikální chemie a metalurgie byl jmenován na sklonku r. 1907. Bylo to poněkud neobvyklé, že byl vybrán – vždyť nebyl ani doktorem filosofie či technických věd, ani se předtím nikde nehabilitoval. Měl ovšem vlivné doporučitele: Ostwalda, Macha, Duhema a Masaryka. Wald byl při prvním vstupu na techniku při své vstupní přednášce v únoru 1908 uvítán nesčetným počtem studentů. Studenti si Walda neobyčejně vážili. Wald přednášel z paměti, hlasem zvučným a jasným. Nade vše cenil samostatnost myšlení u svých žáků. Zkouška u Walda byla přátelským kolokviem, při němž dobrého žáka Wald uctil doutníkem. Studenti se cítili vedle Walda jako celí lidé. Badatelskou školu Wald však nezaložil. Za jeho žáky se považovali F. Jirsa, A. Regner, A. Kříž a E. Schmidt, z nichž vynikl jen A. Regner. Wald nevychoval také žádného svého nástupce v ústavu.

Za 20let působení na české technice byl Wald dvakrát děkanem chemického odboru (fakulty) (1909/10 a 1915/16) a jednou i rektorem celé techniky (1919/20). Jako profesor přednášel fyzikální a teoretickou chemii a chemickou metalurgii. Svě přednášky po celých 20 let prakticky neměnil. Fyzikální chemii vykládal dvě hodiny týdně po oba semestry. Přednáška sestávala z chemické statiky a chemické dynamiky, základů termochemie a elektrochemie – vše „v rámci obvyklých názorů“. Z teoretické chemie přednášel obecné poučky energetické, stechiometrické a fyzikálně chemické „v nazírání ryze věcném“, a to jednu hodinu týdně v zimním semestru a tři hodiny týdně v letním semestru. Od studijního roku 1924/25 se jeho přednáška jmenovala Anorganická chemie II, týdně byla po oba semestry čtyřhodinová. Zahrnovala základní pojmy, chemickou stechiometrii, vlastnosti plynu ideálního a plynů skutečných, vlastnosti kapalin a tuhých těles chemicky důležitých, spektra, vztahy mezi složením a vlastnostmi látek, termochemii a základy termodynamiky, reakční kinetiku, chemickou termodynamiku a heterogenní rovnovážné stavy, elektrochemii, koloidy, energii zářivou a fotochemickou a radioaktivitu. Ve cvičení k přednášce se probíraly chemické výpočty, pracovalo se sklem (sklofoukačství), probíraly se zákony stechiometrické, rozpustnost, viskozita, stanovovaly se molekulové váhy látek, prováděla se kalorimetrická měření atd. atd. Cvičení byla po celý školní rok osm hodin týdně.

Chemickou metalurgii vykládal Wald dvě hodiny týdně po oba semestry. Po úvodu se základními pojmy podal systematický výklad o výrobě, vlastnostech a upotřebení technicky důležitých kovů, zvláště železa a o důležitějších slitinách a jejich drobnohledné struktuře.

Waldův ústav (stolice) fyzikální a teoretické chemie a metalurgie byl nevelký, tvořil jej on a studenti – doktorandi, jichž nebylo mnoho. Od studijního roku 1915/16 pořádal Wald se svým asistentem A. Křížem cvičení z fyzikální chemie (v něm se učilo matematické popisování chemických a fyzikálních pochodů plus výpočty). Po asistentu Křížovi se stal asistentem roku 1919 F. Jirsa, který pod Waldem sloužil do roku 1926 a který publikoval několik elektrochemických prací. Ve funkci asistentů se vystřídali dále O. Štědrý, V. Velvarský a posléze J. Chloupek.

František Wald byl především teoretik a badatel, teprve v druhé linii pedagog, jistě též úspěšný. Jeho dílo, hlavně teorie fází, by potřebovalo moderní zhodnocení, což je výzva pro mladé teoretické a fyzikální chemiky. Antiatomismus musíme Waldovi odpustit. Ve světle dnešní atomistiky by i on korigoval své názory.

Pokusy o zhodnocení Waldova díla učinili v minulosti Baborovský v roce 1930, Kříž v letech 1921 a 1931, Nový (1961), Pinkava v období 1973–1980, Wald mladší (1969) a Čůta (1975, 1976). Práce hodnotitelů Waldova díla by měly být zkontrolovány, neboť Wald v době 1948–1989 nebyl ideologicky přijatelný. V potaz by měly být brány nové práce vzniklé v Německu.

Příloha

Bibliografie Františka Walda (podle A. Šimka, *CCCC* 3, 1931, s. 5–8)

1881

Studie über Energie produzierende chemische Prozesse, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, II. Abt., 83, 504–524.

1887

Zur Theorie der chemischen Gleichgewichtszustände, *Z. physik. Chem.* 1, 299–300.
Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie I., *ibid.* 1, 408–415.

1888

Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie II., *ibid.* 2, 523–530.
O druhé větě mechanické teorie tepla I, *Listy Chem.* 12, 169–170.
O grafickém výpočtu chemických rozborů, *Listy Chem.* 12, 201–203.

1889

O druhé větě mechanické teorie tepla II., *ibid.* 13, 141–150.
Ein Beitrag zur Theorie der Krystallisation, *Z. Phys. Chem.* 3, 572–587.
Die Energie und ihre Entwertung. Verlag W. Engelmann, Leipzig, pp. 105.
Příspěvek k teorii krystalisace, *Listy Chem.* 13, 233–240, 265–272, též
Věstník Král. české spol. nauk, 271–287.

1891

Hypothese o dissociaci elektrolytů, *Listy Chem.* 15, 10–17.
Pokroky v železářství, *ibid.* 15, 128–131.
O energii tepelné a mechanické při lučebných pochodech, *ibid.* 15, 228–230.
Sušení látek hygroskopických, *ibid.* 15, 240–241.
Notiz über die Adhesion beim Gefrierpunkte, *Z. Phys. Chem.* 7, 514–517.
Der Energieinhalt und seine Rolle in Chemie und Physik. (Bemerkungen zum gleichnamigen Aufsatz des H. W. Meyerhoffer), *ibid.* 8, 272–277.
O směru samočinných lučebných reakcí, *Rozpravy ČAVU*, II.tř., 1, 873–879, též *Listy Chem.* 17, 113–120.

1892

Vylučování síry ze surového železa, *Listy Chem.* 16, 91–93.
Redukce železné rudy nučické, *ibid.* 16, 140–153.
O aluminu I., *ibid.* 16, 331–336, 365–370.

1893

O aluminu II., *ibid.* 17, 17–23.

1894

Genesis zákonů stoechiometrických I., *ibid.* 18, 2–4, 34–36, 54–55, 70–72.

1895

Genesis zákonů stoechiometrických II. Nástin teorie obecné, *ibid.* 19, 253–255.
Die Genesis der stöchiometrischen Grundgesetze I., *Z. Phys. Chem.* 18, 337–375.

1896

Die Genesis der stöchiometrischen Grundgesetze II., *ibid.* 19, 667–624.
Gibbsovo pravidlo, *Listy Chem.* 20, 96–99, 115–118.
Chemistry and its laws, *J. Phys. Chem.*, 1, 21–33.

1897

Die chemischen Proportionen I., Z. Phys. Chem 22, 253–267.

Die chemischen Proportionen II., ibid. 23, 78–89.

Phasenregel und physik. Eigenschaften chemischer Verbindungen, ibid. 24, 315–324.

Notiz über eine sehr merkwürdige Erscheinung, ibid. 24, 509–512.

Elementare chemische Betrachtungen, ibid. 24.

Lučebné pororce I., Listy Chem. 21, 83–86, 101–104, 127–130.

Lučebné pororce II., ibid. 21, 166–168, 193–195, 233–235.

1898

Elementární úvahy lučebné, ibid. 22, 161–165.

Verbindung und Substitution, Z. Phys. Chem. 25, 525–535.

Die rechnerischen Grundlagen der Valenztheorie, ibid. 26, 77–95.

1899

Was ist ein chemisches Individuum, ibid. 28, 13–16.

1900

Jak vzniká pojem lučebné součásti, Listy Chem. 24, 220–224, 241–244.

Étude critique sur les principaux concepts fondamentaux de la chimie., Bibliotheque du Congres internat. de Philosophie, Paris III. Logique et Histoire des Sciences, 545–593.

1901

O kruzích reakčních, Listy Chem. 25, 7–11.

Theoréma o rozmanitosti fází dokonale analytičných, ibid. 25, 80–93, 113–117.

Idealism a materialism v přírodní vědě, Naše doba 8, 721–728, 801–809.

1902

Úvahy o theorii chemických operací, Listy Chem. 26, 1–4, 25–29, 38–34.

Kritische Studie über die wichtigsten chemischen Grundbegriffe, Ann. Naturphilosophie 1, 15–19, 182–216.

Über einen alten Denkfehler in der Chemie, ibid. 1, 470–472.

1903

Über die Mannigfaltigkeit chemischer Erscheinungen, ibid. 2, 108–132.

Neuer Apparat zur Sauerstoffbestimmung im Eisen und anderen Metallen mittels Wasserstoff, Chem Ztg. 27, I, 588, též Stahl u. Eisen 23, 847.

1904

Neue Ableitung der Gibbsschen Phasenregel, Ann. Naturphilosophie 3, 283–293.

1905

O poměru přírodních věd k filosofii jinde a u nás, Přehled 3, 33–34.

Ethika naší přírodovědné literatury, ibid. 3, 162–164.

Ještě slovo o ethice naší přírodovědné literatury, ibid. 3, 350–351.

1906

Bausteine zu einer neuen chemischen Theorie, Ann. Naturphilosophie 5, 278–291.

Sind die stöchiometrischen Gesetze ohne Atomhypothese verständlich?, Chem.-Ztg. 30, 963–964, 978–979.

1907

Dimitrij Ivanovič Mendělejev, Přehled 5, 435–437.

Marcelin Pierre Eugene Berthelot, ibid. 5, 495–497.

Das nächste Problem der Chemie, Ann. Naturphilosophie 6, 1–15.

Nochmals über das nächste Problem der Chemie. Antwort an Herrn Prof. Nasini, *ibid.* 6, 229–240.

Sind die stöchiometrischen Gesetze ohne Atomhypothese verständlich?, *Chem.-Ztg.* 31, 756–758, 769–770.

Poměr věd přírodních k mathematice, *Přehled* 6, 7–8, 36–37.

1908

Sind die stöchiometrischen Gesetze ohne Atomhypothese verständlich?, *Chem.-Ztg.* 32, 299–301, 1249–50, 1276–1279.

Über die Ableitung stöchiometrischer Gesetze, *Z. Physik. Chem.* 63, 307–324.

Neue Betrachtungsweise chemischer Vorgänge, *Z. Österreich. Ing. u. Arch.-Ver.* 60, 321–323, 337–341.

1909

Mathematische Beschreibung chemischer Vorgänge, *Ann. Naturphilosophie* 8, 214–265.

Chemie a matematika, *Chem. Listy* 3, 281–288.

Experiment a theorie v chemii, *ibid.* 3, 358–363, 408–416, též *Věst. Král. české spol.nauk*, tř. mat.-přír., IX, pp.24.

1914

Zapomenutý problém chemické theorie, *Chem. Listy* 8, 277–279.

1916

Nová soustava chemických vědomostí, *ibid* 10, 67–76.

1918

Chemie fází, Vydala Česká akademie věd a umění, Prah, pp. 72.

1921

Quelques réflexion sur le mémoire de M. Louis Dubreuil, *Bull. Soc. Chim.* /4/, 29, 266–271.

1929

Základy theorie chemických operací, *Sborník přírodověd.* II. tř. České akademie věd a umění 6, pp. 13, též angl. *CCCC* 3 (1931).

Literatura:

BABOROVSKÝ, JIŘÍ, The life of Professor Francis Wald. In: *Collection of Czechoslovak Chemical Communications* (dále jen *CCCC*), 1931, č. 3

BABOROVSKÝ, JIŘÍ, Prof. Fr. Wald. In *Časopis pro pěstování matematiky a fysiky*, 60, 1931, s. 145–151

ČŮTA, František, Waldova chemie fází a stochiometrie. In: *Sborník Práce k dějinám čs. chem. průmyslu III*, 1975

ČŮTA, František, Waldova soustava chem. vědomostí. In: *Chemické listy* 70, 1976, 11–46

DRUCE, John, Gerald, Frederick: *Two Czech Chemists- Bohuslav Brauner and František Wald*. The New Europe Publ. Co., Ltd., London 1944. Seznam přednášek na České vysoké škole technické, později VŠCHTI z let 1908–1928. Archiv ČVUT, Praha

KŘÍŽ, Antonín, *Chemické listy* 15, 1921, č. 1

KŘÍŽ, Antonín, F. Wald's theory of phases an of chemical stoichiometry. In: *CCCC* 3, 1931

KUČERA, Bohumil, O atomismu. In: *Chemické listy* 8, 1914

NOVÁK, Vladimír, *Vzpomínky a paměti*. Brno 1939, s. 75–76

NOVÝ, Luboš, (ed.) et al., *Dějiny exaktních věd v českých zemích*. Nakladatelství ČSAV, Praha 1961, s. 334–335, 347–351

- PINKAVA, Jiří, Příspěvek k objasnění významu Waldových chem. a filosof. názorů. In: *Sborník VŠCHTA 10*, 1973
- PINKAVA, Jiří, Pozitivistická reforma základů chemie v díle F. Walda. In: *Dějiny věd a techniky 12*, 1980, s. 144–159
- RUTHENBERG, KLAUS, Biography: František Wald (1961–1930). In: *International Journal for Philosophy of Chemistry 13*, 2007, s. 55–61
- WALD, jun., František, Život a dílo profesora F. Walda. In: *Acta Polytechnica 6*, 1969, s. 237–250

František WALD – a Theoretical Physical Chemist and Analytical Metallurgist

Jiří Jindra

Frantisek Wald was first a theoretician and scholar not till then a pedagogue (no doubt successful). His work esp. the theory of phases needs a modern evaluation which is an appeal for young theoretical a physical chemists. The Wald's antiatomism is today pardonable. The attempts to evaluate the Wald's works carried out once by Czech chemists. The interpretations done in Czechoslovakia at 50' to 80' must be checked considering the fact that F. Wald was ideologically undesirable.