

## **Abstrakt**

Cílem disertační práce je přispět ke zvýšení efektivnosti a kvality vzdělávání v anorganické chemii v kontextu života současného člověka. V práci je nejprve charakterizován současný stav anorganické chemie jako vědy a jako učebního předmětu. Metodou osobního řízeného rozhovoru byly zjišťovány požadavky vyučujících chemie na středních školách na výuku anorganické chemie. Po porovnání školských systémů a analýze vybraných učebnic České republiky a jedné ze zemí Spolkové republiky Německo jsou uvedena kritéria pro tvorbu učebních materiálů pro výuku anorganické chemie. Pomocí transformace vědeckého textu byl vytvořen učební text na téma přechodné kovy pro žáky středních škol. Nakonec byl učební text hodnocen vyučujícími chemie na středních školách formou dotazníkového šetření a upraven do finální podoby.

**Klíčová slova:** školský systém, střední škola, anorganická chemie, výuka chemie, učební text, přechodné kovy, interview, dotazníkové šetření

## Úvod

Ve všem, co nás obklopuje, je více či méně zakotven vztah k přírodním vědám. Aby dnešní člověk snadněji pochopil přírodní zákonitosti, jejichž poznání je klíčovou podmínkou pro všestranný vývoj jedince i společnosti, je nutné soustavné vzdělávání v tomto oboru.

Současný vzdělávací systém by měl žáky vybavit nejen základními přírodovědnými znalostmi, ale především by je měl naučit nad přírodními zákony uvažovat a porozumět jejich vzájemným vztahům. Jednou z důležitých schopností, kterou by si žáci ve škole měli osvojit, je rovněž kritické ověřování přírodních zákonů s využitím soudobých vědeckých poznatků a na základě osvojení praktických metod. Rozpoznávat a ověřovat pravdivost dostupných informací, vyvozovat z nich správné a podložené závěry, kriticky posoudit dostupné informace – to vše jsou výzvy, které by měly být cílem vzdělávání v oblasti přírodních věd.

Předmět chemie je v současné době mezi žáky velmi neoblíbený. Do výuky se zařazuje kvantum teoretických pojmů bez hlubších logických souvislostí a praktických příkladů. Konkrétně anorganická chemie se vyučuje jako přehled prvků periodické tabulky, jejich sloučenin a vlastností. Vyučující navíc pouze konstatují minulý stav anorganické chemie, bez širšího vhledu do dění v anorganické chemii jako vědecké disciplíně. Velmi okrajově se zmiňuje vztah prvků a jejich sloučenin k životnímu prostředí a možnosti jejich konkrétních využití.

Disertační práce přinese náhled na anorganickou chemii jako vědeckou disciplínu a jako součást učebního předmětu. Vzhledem k neutěšenému rozkolu mezi oběma oblastmi dále pomocí řízených rozhovorů s vyučujícími chemie na středních školách zjistí jejich potřeby ve výuce anorganické chemie. Porovná učební materiály pro tuto výuku v České republice a Německu a na základě této analýzy bude vytvořen učební text na téma přechodné kovy splňující nejen formální kritéria pro tvorbu učebního textu, ale i obsahové a metodické požadavky vyučujících. Tento text bude nakonec formou dotazníkového šetření ověřen přímo u vyučujících chemie.

Vzhledem k uvedenému obsahu bude disertační práce strukturována tak, že každá kapitola bude pojata jako celistvý útvar zaměřený k řešení jednoho problému. Proto každá kapitola bude obsahovat teoretická východiska, metody výzkumu a informace o provedeném výzkumu, zjištěné výsledky a jejich vyhodnocení.

## Cíle práce

Hlavním cílem disertační práce je nalézt vhodnou formu zpracování učiva anorganické chemie pro žáky středních škol, které budou splňovat náročná odborná a didaktická kritéria.

Tento cíl bude naplněn splněním dílčích cílů:

- Charakterizovat současný stav anorganické chemie jako vědy a porovnat jej s výukou anorganické chemie na středních školách.
- Pomocí sociálního výzkumu zjistit názory vyučujících na problematiku výuky anorganické chemie a specifikovat téma práce.
- Analyzovat učební materiály používané k výuce anorganické chemie na středních školách.
- Vytvořit učební texty k části učiva anorganické chemie tak, aby měly odpovídající odbornou a didaktickou úroveň, vztah k životnímu prostředí, zdůraznily využití prvků a jejich sloučenin v běžném životě a zahrnovaly i vybraná témata současného vědeckého zkoumání.
- Předat učební texty do škol, získat zpětnou vazbu od vyučujících a následně učební texty finálně upravit.

## 1. Anorganická chemie jako věda a učební předmět

Chemie patří na základních i středních školách mezi základní přírodovědné předměty. Její výuku výrazně ovlivňují čtyři hlavní faktory, které působí současně: rozvoj a úroveň vědeckého oboru chemie, rozvoj a úroveň pedagogiky, psychologie a didaktiky chemie, požadavky společnosti na regionální, evropské i světové úrovni a časové možnosti předmětu.

Z hlediska obsahu je to bezesporu současný stav chemie jako vědy. Vzhledem k tomu, že cílem této práce je zaměřit se především na výuku anorganické chemie, budu se věnovat nejprve charakteristice tohoto oboru.

### Anorganická chemie a její vývoj

Chemie je přírodní věda zabývající se **zkoumáním složení a struktury látek** ve vztahu k jejich chování. Studuje látky a jejich přeměny, zkoumá podmínky jejich průběhu. Sdružuje obrovské kvantum poznatků. Proto se dělí na řadu dílčích chemických disciplín základních, aplikovaných a hraničících s jinými vědami. Mezi základní chemické disciplíny patří **obecná chemie**, která je vědou o obecných záležitostech společných všem chemickým disciplínám. Z hlediska systematického dělíme pak chemii na dvě základní disciplíny – chemii anorganickou a organickou.

Původně byly jako organické označovány pouze látky získané z organismů, tedy rostlin a živočichů a do anorganické chemie patřily všechny ostatní látky. Později byla **anorganická chemie** definována jako věda o vzniku a vlastnostech prvků a sloučenin s výjimkou převážné většiny sloučenin uhlíku. **Organická chemie** byla definována jako věda o vlastnostech sloučenin uhlíku, přičemž některé jednodušší sloučeniny uhlíku se zahrnují do anorganické chemie. Mezi aplikované disciplíny patří analytická chemie, chemická technologie, chemické inženýrství, petrochemie a další. Do hraničních disciplín lze zařadit fyzikální chemii, biochemii, chemii životního prostředí, geochemii a mnoho dalších.

Anorganická chemie první dekády 21. století je vědou nesmírně rozsáhlou a rozmanitou. Typickým rysem tohoto chemického odvětví je hledání společných oblastí s dalšími obory přírodních věd. Sama o sobě je anorganická chemie obtížně definovatelná právě pro tento trend a prorůstání s dalšími obory chemickými, biologickými, fyzikálními a s mnoha technickými odvětvími. Není snadné říci, co přesně anorganickou chemií v první dekádě 21. století je.

Dominantou anorganické chemie 21. století jsou, jak je z uvedeného rozboru patrné, přechodné kovy. To neznamená, že by veškerý současný výzkum byl založen pouze na těchto prvcích, ale rozhodně hrají důležitou roli. Zároveň je zřejmé, že tento výzkum není čistě akademický, ale je založen převážně na praktických aplikacích těchto kovů.

Z uvedených důvodů vyplývá, že témata související s těmito prvky by měla být do stávající výuky anorganické chemie začleněna v podstatně větším rozsahu než dosud. Proto se v následující kapitole budeme věnovat stavu výuky anorganické chemie na středních školách.

### **Anorganická chemie jako součást učebního předmětu**

Chemie jako učební předmět prošla rozsáhlým **historickým vývojem**. V souvislosti s historickým vývojem v Českých zemích docházelo k reformám ve školství a tím i změnám ve výuce chemie.

V současné době, na začátku 21. století, se **výuka chemie** potýká s podobnými **problémy** jako výuka ostatních vyučovacích předmětů: jaké by měly být cíle a obsah předmětu, jaké metody a prostředky by se měly používat, jakým způsobem by se měly zjišťovat výsledky výuky apod. Kromě toho má výuka chemie také své specifické problémy. Na jedné straně se v důsledku posunutí těžiště na teoretické učivo zvýšila **náročnost výuky** a v souvislosti s tím se **snížil zájem žáků** o chemii. Nezájem o chemii je navíc podporován názorem, že je to právě chemie, která výrazně přispívá ke zhoršování kvality životního prostředí. Na straně druhé jsme prakticky všude obklopeni produkty chemie, což vyžaduje poznat základy chemie co nejlépe. Proto je téma zvýšení zájmu o výuku chemie a zvýšení její účinnosti aktuální.

## 2. Interview jako nástroj sociálního výzkumu

Z předchozí kapitoly vyplynulo, že současný výzkum v oblasti anorganické chemie se od současné výuky dosti liší.

Existuje mnoho možností sociálního výzkumu. Ale pokud chce výzkumník získat skutečně pravdivá data, neovlivněná tím, co si myslí respondent o tom, jak „by to asi mělo být“, je výhodné provést osobní řízený rozhovor – interview. Jde o časově náročnou a velmi těžko zpracovatelnou, ale do jisté míry spolehlivou metodu výzkumu. V dalším textu bude jako „rozhovor“ označena jakákoli forma dialogu mezi tazatelem a respondentem (resp. respondenty) a pojem „interview“ bude použit pro osobní řízený rozhovor.

Interview s učiteli chemie na středních školách v různých částech České republiky by měly zjistit přístup vyučujících k výuce přechodných kovů, k otázkám spojených s životním prostředím a jeho výukou, ale především lze použitím interview zjistit dostupnost učebních materiálů, které se vztahují k výše zmíněným tématům.

### Tvorba interview

Interview bylo koncipováno tak, aby trvalo 15–20 minut, maximálně však 30 minut. Všechna interview budou provedena v místnosti, kde bude jen tazatel a respondent, žádná třetí osoba. Tazatel si bude dělat poznámky a celé interview si bude nahrávat na diktafon.

Byla provedena interview s deseti učiteli chemie. V tomto vzorku bylo 7 žen a 3 muži. Vybráni byli vyučující z následujících krajů: pět vyučujících z Prahy, tři z Královéhradeckého kraje, jeden z Pardubického kraje a jeden z Plzeňského kraje. Tito učitelé vyučují průměrně 18 hodin chemie týdně, celkem mají průměrně 23 hodin výuky týdně. Většinou vyučují na vyšším gymnáziu, tedy od kvinty do oktávy, tři respondenti vyučují navíc i na základní škole nebo nižším gymnáziu (interview 6, 9 a 10). Dva respondenti vyučují na střední odborné škole, jeden na střední odborné škole chemické, kde je chemie jako profilový předmět (interview 5), druhý na střední odborné škole zdravotnické, kde chemie patří mezi všeobecně vzdělávací předměty (interview 7). Všichni vystudovali minimálně magisterský obor učitelství chemie na Přírodovědecké nebo Pedagogické fakultě, všichni respondenti studovali předměty, které nyní vyučují. Délka jejich pedagogické praxe se pohybuje mezi 2 a 32 lety, průměrná délka praxe tohoto vzorku respondentů je 12 let. Průměrná doba trvání interview byla 26 minut a 50 sekund.

### **3. Srovnání školských systémů a výuky chemie v Německu a v České republice**

Aby mohl být vytvořen učební materiál, konkrétně učební texty, byla provedena rešerše současných nejpoužívanějších českých učebnic na středních školách. Pro porovnání učebních materiálů byla navíc zvolena země západní Evropy s významně rozvinutým průmyslem, která se v posledním výzkumu PISA umístila lépe než Česká republika – Německo. Měla jsem možnost studijního pobytu v této zemi a díky tomu jsem se mohla podrobně seznámit s používanými učebními materiály a problematikou výuky chemie přímo v praxi.

Pro porovnání učebních materiálů v České republice a v Německu bylo nejprve třeba popsat a porovnat systémy školství v obou zemích kvůli lepší orientaci v ročnících a tím i v odpovídajících materiálech.

### **4. Učební materiály**

V této kapitole budou definovány učebnice a učební texty jako didaktické prostředky, bude specifikována jejich funkce a vedena polemika o jejich další budoucnosti. Dále bude provedena analýza dvou nejvíce používaných českých a dvou německých učebnic.

#### **Srovnání učebnic v České republice a Německu**

Z uvedeného vyplývá, že české učebnice jsou mnohem teoretičtější a vědecktější zaměřené, kladou více důraz na názvosloví, konkrétní vlastnosti prvků, faktické informace o jednotlivých prvcích a jejich sloučeninách. Přechodné kovy se učí systematicky, po jednotlivých skupinách (I. B až VIII. B skupina neboli 3. až 12. skupina), vychází se z chemické podstaty a teorie valenčních orbitalů, je kladen velký důraz na periodickou tabulku prvků a její zákonitosti. Chybí chemická literatura vědecko-populární či prakticky orientovaná a neexistuje mnoho učebnic zaměřených na experimentální výuku.

Německé učebnice naproti tomu kladou spíše důraz na aktivitu žáků a vztah jednotlivých skupin prvků ke každodennímu životu (např. učebnice Chemie im Kontext, ale i obě výše uvedené). Často nejsou uvedeny všechny vlastnosti prvků nebo jejich sloučenin, ale jsou spíše ukázány souvislosti a provázanost mezi jednotlivými prvky a jejich sloučeninami. Přechodné kovy jsou vyučovány komplexně a v souvislostech společně s ostatními kovy (redoxní reakce, baterie a akumulátory, technologické procesy).

V obou zemích jsou učebnice z pohledu učitelů přeplněny informacemi, obsahují velké množství pojmů a jevů, ale chybí formální stránka. V Německu chybí přehled, žák i učitel v učebnici složitě něco hledá a těžko se orientuje. V Českých učebnicích, neb jsou psány systematicky, se vyhledává

bez potíží, problémem je ale nízká propojenost jednotlivých jevů a nedostatečná návaznost na každodenní život. Dále je zde málo obrázků a schémat k jednotlivým jevům.

## **5. Tvorba učebních textů**

Na základě provedených interview se středoškolskými vyučujícími a provedené analýzy učebnic v České republice a v Německu bylo stanoveno vytvoření učebního materiálu se zaměřením na učivo přechodných kovů.

Učebnice je definována tak, aby pokrývala minimálně jeden ročník výuky. Učivo přechodné kovy je ovšem jedním z témat vyučovaným jen určitou část roku, proto budou vytvořeny učební texty, které budou mít všechny aspekty, učebnice (viz Kap. 5.1), ovšem jejich rozsah bude menší.

## **6. Učební text: Přechodné kovy**

Z interview s vyučujícími chemie z různých středních škol v České republice (viz kapitola 2) vyplynula potřeba učebního materiálu na téma přechodné kovy, který by obsahoval současné poznání anorganické chemie jako vědy, konkrétní využití prvků a jejich sloučenin, dostatek poutavých a zároveň věcných obrázků a otázky a úkoly k procvičení učiva. Součástí kapitol by měly být experimenty proveditelné buď jako demonstrační nebo jako žákovské v podmínkách školních laboratoří či tříd běžných středních škol. Inspirace pro tvorbu učebních textů byla mimo jiné získána v jedné ze zakládajících zemí Evropské unie – ve Spolkové republice Německo. Byly porovnány tamní učebnice s učebnicemi v ČR a také styl a způsob výuky chemie na střední škole (viz kapitola 3 a 4). Na základě všech těchto aspektů a podle požadavků na tvorbu učebních textů a zásad transformace vědeckého textu na text učební (kapitola 5) vznikl učební text na téma přechodné kovy.

Rozsah učebního textu je 120 stran, obsahuje 241 obrázků a celkem 45 návodů na experimenty, které je možné obměňovat. Jeho součástí je i obsah a rejstřík. Je rozčleněn na 16 kapitol. Každá kapitola se věnuje jednomu prvku a jeho sloučeninám. Výklad je strukturován do logických celků. Vedle výskytu, fyzikálních a chemických vlastností a použití prvku jsou zde uvedeny sloučeniny a jejich použití a biologický význam. Většina kapitol také obsahuje soubor návodů na demonstrační či žákovské experimenty proveditelné na střední škole. Ty byly zařazeny z toho důvodu, že v českých učebnicích bývají spíše výjimečné, jak vyplynulo z porovnání českých a německých učebnic. Text obsahuje jednak obrázky dokreslující výklad, jsou zde zahrnuty obrázky z běžného použití uvedených prvků a jejich sloučenin a pro lepší představu jsou nafoceny některé běžné i méně dostupné chemikálie. Obrazová složka učebních textů je doplněna několika tabulkami a schématy.

Jednotlivé kapitoly jsou propojené, u některých pojmů či vysvětlení jsou odkazy do textu jiných kapitol.

## **7. Dotazníkové šetření a jeho výsledky**

Byly vytvořeny učební texty na téma vybraných přechodných kovů a byly předány vyučujícím chemie z různých typů středních škol napříč Českou republikou. K získání zpětné vazby byla využita explorativní metoda – dotazníkové šetření.

### **Vyhodnocení dotazníkového šetření**

Dotazníky byly společně s první verzí učebních textů (v tištěné i elektronické podobě) a ofrankovanou nadepsanou obálkou rozdány deseti vyučujícím ze středočeských a pražských středních škol. Po návratu všech deseti dotazníků byly provedeny úpravy v učebních textech a druhá verze učebních textů byla poštou rozeslána společně s dotazníky a ofrankovanými obálkami všem deseti vyučujícím ze středních škol z celé České republiky, s nimiž bylo prováděno interview. Vyplněné dotazníky se navrátily velmi rychle, maximálně po jedné urgenci (z toho důvodu jsem do záhlaví uvedla kolonku na emailovou adresu). Z dvaceti vyučujících, kteří odpověděli na dotazníky, byli 4 muži a 16 žen. Ve vzorku respondentů převažovali učitelé z pražských gymnázií.

Vyučující hodnotí učební texty jako obsahově optimální, přehledné, velmi dobře čtivé a srozumitelné. Dva vyučující je považují za náročné. Čtivost a srozumitelnost hodnotí též jako výbornou až velmi dobrou. Jejich motivační a aktivizační funkci hodnotí učitelé převážně velmi pozitivně. Grafické zpracování většina vyučujících považuje za vynikající, vztah grafické a textové složky jim též vyhovuje. Úlohy hodnotí jako kvalitní, ovšem jejich náročnost a přiměřenost je někdy pro středoškolské žáky poněkud vyšší. Samozřejmě vždy záleží na přístupu každého vyučujícího k výuce. Návody na experimenty každý vyučující hodnotí podle svých možností a zařízení školy. Vesměs jsou z návodů nadšeni a rádi by je ve škole prováděli, často jim to ale vybavení laboratoří neumožňuje, ačkoli se většinou jedná o experimenty se základními chemikáliemi i pomůckami.

Všichni vyučující shodně tvrdí, že učební texty využijí nejen v běžných vyučovacích hodinách, ale zejména v seminářích či laboratorních cvičeních nebo jako doplňující materiál. Se zaujetím si učební texty pročítají a využívají je i k vlastním přípravám na výuku. Celkově učební texty hodnotí vyučující velmi pozitivně, líbí se jim grafická stránka, zařazení experimentů a praktická využití kovů a jejich sloučenin v běžném životě. Z dotazníkového šetření plyne, že se učební text vyučujícím v zásadě líbí a hodlají ho v hodinách využívat v různých formách. Všichni jsou rádi za texty jak v tištěné podobě, neboť si v nich mohou listovat, tak za jejich elektronickou podobu,



neboť je mohou buď šířit pomocí školního intranetu, nebo využít jejich části k tvorbě vlastních příprav.

## **Závěr**

Hlavním cílem disertační práce **Vzdělávání v anorganické chemii v kontextu života současného člověka** bylo nalezení formy zpracování učiva anorganické chemie pro žáky středních škol, která by splňovala daná odborná a didaktická kritéria. Tento cíl se podařilo uskutečnit splněním dílčích cílů, jak je postupně uvedeno v sedmi kapitolách práce.

V první kapitole je popsána anorganická chemie jako vědní obor a také jako vyučovací předmět. Druhá kapitola formou osobního řízeného rozhovoru zkoumá postoje, požadavky a problémy deseti vyučujících chemie na středních školách k výuce anorganické chemie. Ve třetí kapitole jsou porovnány školské systémy České republiky a Německa a z tohoto porovnání vychází analýza dvou českých a dvou německých učebnic používaných na středních školách. Pátá kapitola se zabývá kritérii a požadavky na tvorbu učebního materiálu. Na základě toho byl vytvořen učební text na téma přechodné kovy, který se snaží propojit anorganickou chemii jako vědu s anorganickou chemií jako učebním oborem, zahrnuje požadavky vyučujících zmíněné během interview, nápady a návrhy čerpané z německé výuky a požadavky a kritéria plynoucí z rešerše odborné literatury. Dále obsahuje formální aspekty, které by každý učební text měl mít, ale ne vždy jsou respektovány. Je strukturován do logických celků, odborné pojmy vysvětluje jednoduše, ale přitom přesně. Navíc je doplněn poutavými obrázky a fotografiemi ze života běžného člověka. V šesté kapitole jsou zařazeny čtyři ukázky transformace vědeckého textu na text učební, tedy způsob, jak bylo při tvorbě učebního textu postupováno. V poslední kapitole je popsáno předání vytvořených učebních textů do škol a následné získání zpětné vazby ohledně vytvořeného učebního textu na téma přechodné kovy od dvaceti vyučujících chemie na středních školách pomocí dotazníkového šetření.

## Abstract

The objective of this Ph.D. thesis is to contribute to the effectiveness and quality of education of inorganic chemistry in the context of common life. The first chapter characterizes the current state of inorganic chemistry as a science and as a teaching subject. The requirements of the teachers teaching inorganic chemistry in secondary schools were determined by using the method of personal interview in the second chapter. After comparing the school systems in the third chapter and the analysis of selected textbooks used in the Czech Republic and in one of the countries of Germany, the criteria for creating teaching materials for inorganic chemistry were set. A textbook on the topic of the transition metals for secondary school pupils was created by means of a transformation of a scientific text. Finally, the textbook was evaluated by chemistry teachers at secondary schools in the form of a questionnaire survey and adjusted to the final form.

**Keywords:** school system, secondary school, inorganic chemistry, chemistry education, textbook, transition metals, interview, questionnaire survey

## Introduction

Everything around us has a more or less direct relationship with natural sciences. The continuing education in this field is necessary so that any person could more easily understand natural laws, the knowledge of which is a key condition for the comprehensive development of individuals and society.

The current educational system should equip pupils not only with basic scientific knowledge, but above all, it should teach them to think about the laws of nature and understand their relationships. One of the most important skills that pupils should learn in school is also the critical verification of natural laws with the use of contemporary scientific knowledge and experimental learning methods. To identify and verify the veracity of the information available, to draw correct conclusions and critically assess the available information - all these are challenges that should be the aim of science education.

The school subject – Chemistry - is currently very unpopular among students. A huge amount of theoretical terms without deeper logic context and any practical examples are included in the lessons. Specifically, inorganic chemistry is taught as an overview of the periodic table of elements, compounds and their properties. However, teachers note only the past state of inorganic chemistry, without a broader insight into the current development in inorganic chemistry as a scientific

discipline. The relationship of elements and their compounds to the environment and the possibilities for their specific use is mentioned only marginally.

The thesis will bring an insight into the inorganic chemistry as a scientific discipline and as a part of the learning subject. Given the dismal split between the scientific discipline and the teaching, the teacher's needs in the teaching of inorganic chemistry will be found using structured interviews with teachers of chemistry in secondary schools. The thesis compares the teaching materials for the chemistry education in the Czech Republic and Germany and a textbook on transition metals will be developed on the basis of this analysis. The textbook will conform not only to the formal criteria for a textbook creation, but also to the content and methodological requirements of teachers. This learning text will be finally validated by a survey filled in by the teachers of chemistry themselves.

Due to its content the thesis will be structured so that each chapter will be designed as a coherent entity focused on solving one problem. Therefore, each chapter will include the theoretical background, research methods and information on the research conducted, the results obtained and their evaluation.

### **The objectives of the thesis**

The main objective of the thesis is to find a style of teaching the inorganic chemistry to secondary school students that will fulfill demanding scientific and didactic criteria.

This objective will be achieved by realization of partial objectives:

- To describe the current state of inorganic chemistry as a science and compare it with the teaching of inorganic chemistry in secondary schools.
- Using social research to ascertain the views of teachers in teaching inorganic chemistry and specify the subject of the thesis.
- To analyze the teaching materials used in the teaching of inorganic chemistry in secondary schools.
- To create some learning materials on the topic of inorganic chemistry such that they have an adequate scientific and didactic level, are related to the environment, highlight the use of elements and their compounds in everyday life and also include selected topics of current scientific research.
- To hand the textbooks to schools, to get a feedback from chemistry teachers and to modify them according to teacher's notices.

## **1. Inorganic Chemistry as a science and a subject**

Chemistry belongs to the basic sciences taught in primary and secondary schools. The teaching of this subject is greatly influenced by four main factors that operate simultaneously: the development and the current level of chemistry as a science, the development and the level of pedagogy, psychology and didactics of chemistry, the requirements of the society on the regional, European and even on the world level and the amount of time allocated to the subject.

Regarding the content, the main factor is undoubtedly the current state of chemistry as a science. Whereas the objective of this thesis is to focus primarily on the teaching of inorganic chemistry I will first deal with the characteristics of the inorganic chemistry as a science.

### **Inorganic chemistry and its development**

Chemistry is a science which investigates the composition and structure of substances in relation to their behavior. It studies substances and conditions of their transformation. It encompasses a huge amount of knowledge. Therefore, it is divided into many basic, applied and other chemical sub-disciplines, which often border with other sciences. One of the basic chemical disciplines is the general chemistry, which contains information about general issues that are common to all chemical disciplines. In the systematic point of view we divide chemistry into two disciplines – inorganic and organic chemistry.

Originally, as organic substances we used to mark only substances that were gained from organisms, i.e. plants and animals. Inorganic chemistry used to contain all other substances. Later inorganic chemistry was defined as a science that deals with an origin and properties of elements and compounds, except for the vast majority of carbon compounds. Organic chemistry was defined as a science which treats the majority of carbon compounds and their properties, nevertheless some simple carbon compounds are included in the inorganic chemistry. Applied chemical disciplines include analytical chemistry, chemical technology, chemical engineering, petrochemistry, etc. The boarder disciplines include physical chemistry, biochemistry, environmental chemistry, geochemistry, and many others.

Inorganic chemistry of the first decade of the 21<sup>st</sup> century is a science which is extremely extensive, diverse and it is complicated to define its main tasks. A typical feature of this chemical area is searching for common areas with other branches of natural sciences. This trend of collaboration with other chemical, biological, physical, and many technical disciplines is the reason why it is so

complicated to define inorganic chemistry as a science. It is not easy to define the area of inorganic chemistry in the first decade of the 21<sup>st</sup> century.

The analysis performed in the thesis showed that transition metals play an irreplaceable role in inorganic chemistry of the 21<sup>st</sup> century. It does not mean that all the current research is based only on those elements, but they certainly play an important role. It is also obvious that the research is not purely academic, but is mostly based on practical applications of these metals.

Therefore the issues associated with these elements should be incorporated in the current teaching process of inorganic chemistry in a much greater extent than before. In the next chapter we will focus on the state of teaching of inorganic chemistry in secondary schools.

### **Inorganic Chemistry as part of a school subject**

Chemistry as a school subject went through an extensive historical development. There were several school reforms in connection with the historical development in Czech countries and they included changes in chemistry teaching.

Currently, at the beginning of the 21<sup>st</sup> century, the chemistry teaching struggles with similar problems as the teaching of other subjects. These problems are: what should be the objective and the content of the subject, what methods and means should be used, how outcomes should be measured, etc. Apart from this, the teaching of chemistry also has its specific problems. On the one hand, as a result of shifting the focus of the chemistry teaching to the theoretical range the difficulty of chemistry education increased, and in connection with this the interest of pupils in chemistry decreased. The lack of interest in chemistry is also supported by the view that it's chemistry what most significantly contributes to environmental degradation. On the other hand, we are surrounded by the products of chemistry, which increases the need for the knowledge of at least the basics of chemistry. Therefore, the issue of increasing the interest in teaching chemistry and increasing its effectiveness is pressing.

## **2. Interviews as a tool for social research**

The previous chapter showed that the current state of research in inorganic chemistry is quite different from the current chemistry education.

There are many possibilities of social research. But if a researcher wants to get really true data, unaffected by what the respondent thinks about how "it should be", it is advantageous to interview the persons. It is a time consuming and a very difficult job, but quite reliable method of research.

Interviews with teachers of chemistry in secondary schools in various parts of the Czech Republic should discover their approach to the teaching of transition metals, to the issues related to the environment in chemistry education, but also the interview can be used to check the availability of learning materials that relate to the topics above.

### **The interview creation**

Interview was designed to take 15-20 minutes; the maximum was planned for 30 minutes. All the interviews will be conducted in a room with only the interviewer and the respondent present. The interviewer will make notes throughout the interview and he will record every interview on a sound recorder.

Ten chemistry teachers were interviewed. In this sample there were 7 women and 3 men. Teachers were selected from the following parts of the Czech Republic: five teachers from Prague, three of the Hradec Kralove region, one of the Pardubice region and one of the Pilsen region. These teachers teach in average 18 lessons of chemistry a week, with in average 5 other lessons per week. Most teachers teach at secondary schools, which means pupils aged 15 to 18, three respondents teach also at an elementary school (interview 6, 9 and 10). Two respondents teach at a specialized secondary school, one of them on chemical secondary school, where chemistry is taught as a profile subject (interview 5). The second one teaches at specialized medical school, where chemistry is one of general subjects (interview 7). They all have at least the master's degree in teaching chemistry from the Faculty of Science or Faculty of Education. All respondents studied the subjects that they teach now. The length of their teaching practice varies between 2 and 32 years ago, the average length of experience in teaching in this sample of respondents is 12 years. The average interview duration was 26 minutes and 50 seconds.

### **3. The Comparison of school systems and teaching of chemistry in Germany and the Czech Republic**

In order to create teaching materials, specifically a textbook, the research of the most common current Czech textbooks for secondary schools had to be done. Germany, as one of the countries of Western Europe with a significantly developed industry, in the last PISA better than the Czech Republic, was selected for the comparison of teaching materials. I had the opportunity to study in this country so I could closely familiarize with the learning materials used in detail and I could also encounter the problems of teaching of chemistry in practice.

It was necessary to describe and compare the school systems in both countries to allow the comparison of learning materials in the Czech Republic and in Germany.

### **Learning Materials**

This chapter defines textbooks as teaching resources, specifies their function and includes a polemic about their future. Furthermore two most often used Czech and two most often used German textbooks will be analyzed in this chapter.

## **4. A comparison of textbooks in the Czech Republic and Germany**

The investigation in the thesis shows that the Czech textbooks are much more scientific and theoretically oriented than the German. They place more emphasis on the nomenclature, specific properties of the elements, factual information about the individual elements and their compounds. Transition metals are taught systematically in individual groups (I.B to VIII.B or the group of 3 to 12). The teaching of transition metals is based on the chemical basis and the theory of valence orbitals, emphasis is placed on the periodic table and its laws. There is a lack of popular science books on chemistry and practically oriented literature and there are not many books focused on experimental learning.

German textbooks, in contrast, place more emphasis on the activity of individual pupils and the relation of groups of elements to everyday life (e.g., textbooks *Chemie im Kontext*, which are commonly used in secondary schools). Often not all the properties of elements or their compounds are mentioned, but rather the context and interconnection among various elements and their compounds is explained. Transition metals are taught completely in context with other metals (redox-reactions, batteries and accumulators, technological processes, etc.).

In both countries, textbooks in the teacher's point of view are overcrowded with terms and information, but a sophisticated formal structure is missing. In German textbooks the orientation in the textbook is complicated, there is no structure for the navigation in case the teacher or the pupil wants to find something concrete. The Czech textbooks are written systematically, so the searching is without difficulties, but the problem is the low connection of individual terms and a lack of continuity to everyday life. Then there is a lack of pictures and diagrams

## **5. Creation of textbooks**

We determined to create some learning materials focused on the topic of transition metals on the basis of interviews with chemistry teachers and textbook analysis in the Czech Republic and Germany.

The “textbook” should cover at least one year of the school. But the topic of transition metals is one of the topics taught only a part of the year, often only a few lessons. Therefore I will create a learning text which will have all aspects of textbooks (see Chap. 5.1), but its scope will be smaller. I will call it a textbook, even it is not the proper name for the learning text.

## **6. Textbook: Transition Metals**

Interviews with teachers of chemistry from various secondary schools in the Czech Republic concluded a need for teaching materials on the topic of transition metals, which would include current knowledge of inorganic chemistry as a science, the concrete use of specific elements and their compounds as well as enough eye-catching images and questions and exercises to practice the theoretical part. The chapters contain manuals for simple experiments, which can be either demonstrative or made by pupils themselves in terms of school laboratories or classes of common schools. The inspiration for the creation of textbooks was, among others, obtained in one of the founding countries of the European Union - in Germany. German textbooks were compared with the Czech ones and also the style and methods of chemistry teaching on the secondary school was confronted (see Chapter 3 and 4). A textbook (learning text) on the topic of transition metals was created taking into account all these aspects and requirements for the creation of textbooks from the scientific text using the transformation process (Chapter 5).

The textbook is 120 pages long; it contains 241 images and 45 manuals for experiments that can be varied. It also includes the table of contents and an index. It is divided into 16 chapters. Each chapter is dedicated to one element and its compounds. The text is structured into logical units. Besides the element's occurrence, physical and chemical properties and the practical use of the element, its compounds and their application and biological significance are presented. Most chapters also contain a set of instructions for an experiment that can be done in almost every school laboratory. These were included because, as is evident from the comparison of Czech and German textbooks, experiments tend to be exceptional in Czech textbooks,. The text contains pictures depicting items from normal use of those elements and their compounds, and for better imagination



there are photos of some common and less available chemicals. The visual component of the textbook is accompanied by several tables and diagrams. The chapters are linked; explanations of some terms are referenced in other chapters of the text.

## **7. Questionnaire survey and its results**

A textbook on the topic of selected transition metals was created and sent to chemistry teachers from various types of secondary schools across the Czech Republic. To get the feedback an explorative method of survey was used: the questionnaire.

### **The evaluation of the questionnaire survey**

Questionnaires together with the first version of the textbook (in printed and electronic form) and a stamped envelope were sent to ten teachers from secondary schools from central Bohemia and Prague. After the return of all ten questionnaires the textbook was modified and the second version of the textbook was sent by mail together with questionnaires and envelopes to all ten teachers from secondary schools that took part in the interviews before. The filled questionnaires returned very quickly, after at most one reminder. There were 4 men and 16 women in the sample of twenty teachers who responded to the questionnaire. Teachers generally evaluate the textbook content as optimal; the text is clear and very readable and understandable. Two teachers considered the text to be demanding. They found its motivation and activation function mostly very positive. Most teachers considered the graphic design excellent, the relationship of graphic and text components also satisfied them. They assessed the experiments as good, but some consider their complexity slightly too high for secondary school pupils. Of course it always depends on each teacher's approach to the teaching. Each teacher evaluates the instructions for experiments according to their abilities and equipment of the school. They all are excited about the instructions and they would like to realize them in their school, but they often do not have the appropriate laboratory equipment, although these are mostly experiments with basic chemicals and equipment.

All teachers claim that they will use the textbooks not only in normal classes, but also in seminars and laboratory practice or as supplementary material. They browse through the textbook with interest and use it for their own preparation as well. Generally, teachers evaluate textbooks very positively, they like the design, the inclusion of experiments and practical applications of metals and their compounds in daily life. The questionnaire survey shows that they like the textbook and they intend to use it in the class in various forms. Everyone is happy for having two versions:

printed one because they can browse them physically and for the electronic form, because it can be spread through the school intranet, or they can use its parts to create their own lesson-preparations.

## **Conclusion**

The main objective of the Ph. D. thesis Education in Inorganic Chemistry in the context of common life was to find forms of processing the topic of inorganic chemistry for secondary school pupils, which would fulfill scientific and didactic criteria. This goal was reached by accomplishing of partial goals. This is step by step brought in seven chapters of the thesis.

The first chapter describes inorganic chemistry as a scientific discipline and as a school subject. The second chapter explores attitudes, needs and problems of ten chemistry teachers at secondary schools in the teaching of inorganic chemistry by personal interview. The third chapter compares school systems in the Czech Republic and Germany, and this comparison is the base for an analysis of two Czech and two German textbooks used in secondary schools. The fifth chapter discusses the criteria and requirements for the creation of teaching materials. On this basis, a textbook on the topic of transition metals was created. This textbook tries to link up inorganic chemistry as a science with inorganic chemistry as a branch of learning. It implements requirements mentioned during the interview, ideas and suggestions drawn from the German education and the requirements and criteria resulted from the literature. It also includes formal aspects that each textbook should have, but that have not always been respected. It is structured into logical units; terms are explained simply, but accurately. Moreover, it is accompanied by catchy images and photographs from the common life of an ordinary person. In the sixth chapter we can find four examples of transformation of scientific text to the learning text, which shows the way how the textbook was created. The last chapter describes the distribution of created textbooks to schools and the subsequent feedback regarding the established textbook on the topic of transition metals from twenty teachers of chemistry in secondary schools using questionnaire survey.

# ŽIVOTOPIS

Jméno a příjmení: Mgr. Šárka Matoušková  
Datum narození: 10. října 1982  
E-mail: [smatousk@gmail.com](mailto:smatousk@gmail.com)

## Vzdělání

Základní škola  
Střední škola  
Vysoká škola:

Základní jazyková škola Lupáčova 1, Praha 3  
**Gymnázium Na Vítězné pláni** (1998-2002)  
Maturitní zkouška z předmětů: český jazyk, anglický jazyk, německý jazyk, matematika  
**Univerzita Karlova v Praze** (2002-2007)  
Fakulta: Přírodovědecká  
Obor: Učitelství  
Zaměření: Chemie-matematika  
Státní závěrečná zkouška z předmětů: matematika a didaktika matematiky, chemie a didaktika chemie, pedagogika a psychologie  
Diplomová práce z didaktiky chemie s názvem: Příspěvek k výuce hraničních oborů chemických věd – Úvod do geochemie  
**Univerzita Karlova v Praze** (2007-dosud) – studium Ph.D.  
Fakulta: Přírodovědecká  
Obor: Vzdělávání v chemii

## Pracovní zkušenost

2003-2010: spolupráce s Geologickým ústavem AV ČR – technická prac. síla (práce v laboratoři, měření na ICP-OES, aj.)  
2011-dosud: technický pracovník ve vědě a výzkumu, Laboratoř environmentální geologie, **Geologický ústav AV ČR**, obsluha přístroje LA – ICP – MS

## Stáže

2008 Mexiko – tříměsíční studijní stáž na **Instituto Tecnológico de Zacatepec**, Cuernavaca, Morelos  
2010 Německo – roční studijní stáž v rámci nadace DBU na Institutu didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, **Univerzita Johanna Wolfganga Goethe**, Frankfurt nad Mohanem

## Řešené projekty

**Evropský projekt CITIES: Modul výchovy a vzdělávání** – spoluřešitelka projektu (2006-2009)  
projekt **OPPA - Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi**, <http://www.aaa-science.cz/> – spoluřešitelka projektu (2010-2012)  
projekt **ESTABLISH** (European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home) <http://www.establish-fp7.eu/> – spoluřešitelka projektu (2010-2013)

## Publikační činnost

ČERNOCHOVÁ, M., LAPEŠ, J., MATOUŠKOVÁ, Š.: Jak se učí na základních a středních školách v Mexiku počítačovým a přírodovědným předmětům. *Pedagogika* (připraveno do tisku)

ČTRNÁCTOVÁ, H., MATOUŠKOVÁ, Š.: Increasing the effectivity of chemical education through interactive tasks (workshop). In: *Congreso International Multidisciplinario de Investigación y Docencia – CIMID 2008*. Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec – Morelos, México.

LAPEŠ, J., MATOUŠKOVÁ, Š.: The laboratory equipment at secondary schools in the Czech Republic. In *NOUSITZ: Instituto Tecnológico de Zacatepec. Zacatepec. Morelos, México 2008*, no. 40, s. 31-34. ISSN No. 1405-9967.

MATOUŠKOVÁ, Š.: Bader, H- J.: Ravioly v konzervě, *Chemistry and Industry for Teachers in European Schools, CITIES*, 2009 (překlad)

MATOUŠKOVÁ, Š.: Petriláková, M.: Učebnice chemie – historický vývoj a současnost (bakalářská práce), *PřF UK 2010* (recenze)

MATOUŠKOVÁ, Š.: Petriláková, M.: Učebnice chemie – historický vývoj a současnost (diplomová práce), *PřF UK 2012* (recenze)

MATOUŠKOVÁ, Š.: Rezek, J.: Obsah učiva anorganické chemie v zemích Evropské unie (diplomová práce), *PřF UK 2011* (recenze)

MATOUŠKOVÁ, Š., ČTRNÁCTOVÁ, H.: Alternativní metody výuky přírodovědných předmětů – sploupráce napříč kontinenty. *Alternativní metody výuky 2009*, str. 35, [online]. Dostupné z WWW: <http://everest.natur.cuni.cz/konference/2009/>, Gaudeamus, Hradec Králové 2009, ISBN 978-80-7041-515-3.

MATOUŠKOVÁ, Š., ČTRNÁCTOVÁ, H.: Výuka přírodovědných předmětů na školách v ČR a v Mexiku, *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie 2. část*, Hradec Králové IX. 2009, str. 461 – 468, ISBN 978-80-7041-839-0.

MATOUŠKOVÁ, Š., ČTRNÁCTOVÁ, H., SALZNER, J., ČERNÁNSKÁ, B.: *Chemistry Teacher Education in the Czech Republic and Germany (Comparative Study)*, Bremen.

MATOUŠKOVÁ, Š., ČTRNÁCTOVÁ, H., ROHOVEC, J.: Přechodné kovy – tvorba učebního textu, *Metodologické otázky výzkumu v didaktice chemie*, Mezinárodní seminář studentů doktorských studijních programů se zaměřením na chemické vzdělávání, str. 35 – 36, sborník abstraktů, Gaudeamus, Hradec Králové 2009, ISBN 978-80-7435-018-4

MATOUŠKOVÁ, Š., ČTRNÁCTOVÁ, H., ROHOVEC, J.: *Transition Metals – The Transformation of a Scientific Text to a Learning Text*, 10<sup>th</sup> European on Research in chemical Education, Krakow, sborník příspěvků, str. 173-174, ISBN 978-83-7271-618-7.

MATOUŠKOVÁ, Š., LAPEŠ, J.: The teaching of geochemistry at secondary schools in the Czech Republic In: *NOUSITZ: Instituto Tecnológico de Zacatepec. Zacatepec. Morelos, México 2009*, no. 40, s. 31-34. ISSN No. 1405-9967.

MATOUŠKOVÁ, Š., ROHOVEC, J.: *Geochemie na střední škole*, In *Alternativní metody výuky 2008*, [online]. Dostupné z WWW: <http://everest.natur.cuni.cz/konference/2008/>, 7 stran, ISBN 978-80-7041-454-5, Gaudeamus, Hradec Králové 2008.

MATOUŠKOVÁ, Š., ROHOVEC, J.: Železo a jeho sloučeniny, laboratorní cvičení a experimenty pro výuku chemie přechodného prvku, *Manuál k praktiku konanému 24. 3. 2011 a 25. 10. 2011 na PřF UK Praha*

STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ČTRNÁCTOVÁ, H., MATOUŠKOVÁ, Š.: *CITIES: Mezinárodní webová prezentace projektu*, 61. Zjazd chemikov, *ChemZi ročník 5* (2009), číslo 9, str. 96, ISSN 1336-7242.

TEPLÝ, P., ROHOVEC, J., MATOUŠKOVÁ, Š., HOUSER, F.: *Koordinační sloučeniny – chemická rarita, nebo všední záležitost? Výukový a metodický text*, P3K: Praha 2012, ISBN 978-80-87186-86-2

## Vybraná použitá literatura

- AMANN, W., EISNER, W., GIETZ, P., MAIER, J., SCHIERLE, W., STEIN, R.: *Elemente Chemie II*, Unterrichtswerk für die Sekundarstufe II. Stuttgart 1989 (Ernst Klett Verlag). ISBN 3–12–759800–9. ISBN 80–85937–08–5.
- ASSELBORN, J. u. a.: *Chemie heute – Sekundarbereich II*, Schroedel–Verlag, Hannover 1998. ISBN 3–507–10630–2.
- BADER, H. J.: *Fachdidaktik Chemie*, přednáška v zimním semestru 2010/2011, Goethe Universität, Frankfurt nad Mohanem
- BÁRTA, M.: *Jak nevyhodit školu do povětrí*, Didaktis, Brno 2004. ISBN 80–86285–99–5 .
- BENEŠOVÁ, M., SATRAPOVÁ, H.: *Odmaturuj z chemie*, Didaktis, Brno 2002 ISBN 978–80–86285–56–1.
- BIRR MOJE, E. et al.: *Explaining Explanations*, Detroit [online]. [cit. 2009–11–04] Dostupné z WWW: <http://www.personal.umich.edu/~moje/pdf/Book/ExplainingExplanations.pdf>
- BORTZ, J., DÖRING, N.: *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, 4. überarbeitete Auflage, Springer Verlag, Berlin 2006
- ČERVINKA, O., DĚDEK, V., FERLES, M.: *Organická chemie*, SNTL, Praha 1969.
- ČÍŽKOVÁ, J., ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Development of logical thinking in Science subjects*, Journal of Baltic Science Education, 2003. No 2(4), s. 12–20. ISSN 1648–3898.
- ČÍŽKOVÁ, J., ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Přírodovědná gramotnost – realita nebo vize?* In: Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov – mezinárodní konference ScienEdu. Univerzita Komenského, Přírodovedecká fakulta, Bratislava 2007. ISBN 978–80–88707–90–5.
- ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Učební úlohy v chemii*, 1. díl, Karolinum, Praha 2009. ISBN 978–80–246–1666–7.
- ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Výběr a strukturace učiva chemie*, SPN, Praha 1982.
- ČTRNÁCTOVÁ, H., ČÍŽKOVÁ, V.: *A new Project on assessment of secondary school students in science subjects in the Czech republic*. In: International organisation for science and technology education, IOSTE, str. 272–279, Sao Paulo 2002 ISBN 1–55195–029–4.
- ČTRNÁCTOVÁ, H., ZAJÍČEK, J.: *Současné školství a výuka chemie v České republice*, Chemické listy 104, str. 811–818 (2010).
- Der Ausbildungsmarkt in Deutschland* [online]. [cit. 2011–02–18] Dostupné z WWW: <http://statistik.arbeitsagentur.de/cae/servlet/contentblob/11344/publicationFile/594/Jahresbilanz-Berufsberatung-2008-2009.pdf;jsessionid=9556298F7FDA145BBA956B47D81FE8D5>
- DOSTÁL, J. *Učební pomůcky a zásada názornosti*, Votobia, Olomouc 2008. ISBN 978–80–7409–003–5.
- Duální vzdělávání*, Universität Bremen [online]. [cit. 2011–02–17] Dostupné z WWW: <http://www.s-hb.de/duale-ausbildung-de/>
- EMSEY, J.: *Mehr Chemie im Alltag: Sonne, Sex und Schokolade*, Wiley VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2003. ISBN 3–527–30790–7.
- EMSEY, J.: *Noch mehr Chemie im Alltag: Fritten, Fett und Faltenkreme*, Wiley VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2009. ISBN 978–3–527–32620–4.
- GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido, Brno 2000. ISBN 80–85931–79–6.
- GLÖCKNER, W., JANSEN, W., WEIßHORN, R. G. u. a.: *Handbuch der experimentellen Chemie, Sekundarbereich II*, Band 5, Chemie der Gebrauchsmetalle, Aulius Verlag Deubner, Köln 2003. ISBN 3–7614–2384–5.
- GREENWOOD, N.N., ERNSHAW, A.: *Chemie prvků I. a II.*, Informatorium, Praha 1993. ISBN 80–85427–38–9.
- GÜNTHER, M.: *Bildungswege*, Hessisches Kultusministerium, leden 2011

- FISHER, R.: *Učíme děti učit se a myslet*, Portál, Praha 1997.
- HELD, L.: *Konfrontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe*, *Scientia in educatione* 2(1), 2011, str. 69–79, ISSN 1804–7106.
- HONZA, J., MAREČEK, A.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl*, Nakladatelství Olomouc 1998. ISBN 80–7182–056–3.
- Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky z chemie*, platný od školního roku 2009/2010, CERMAT 2008, schváleno MŠMT.
- KLEČKA, M.: *Teorie a praxe tvorby učebnic chemie pro střední školy*, disertační práce, P F UK, Praha 2011.
- KOHOUTEK, R.: *Dotazník jako průzkumná metoda*, 2010 [online]. [cit. 2011–05–24] Dostupné z WWW: <http://rudolfkohoutek.blog.cz/1002/dotaznik-jako-pruzkumna-metoda>
- Kolektiv autorů (Baur Jürgen, Behrens Jörg, Brink Andreas, Demuth Reinhard, Eisenhardt Christoph, Di Fuccia David–S, Greber Winfried, Hofmann Ingrid, Hollensen Lars, Keil–Laske Friederike, Krebber Achim, Krilla Bodo, Meierotte Christian, Menthe Jürgen, Parchmann Ilka, Paschmann Antje, Pöpken Heike, Ralle Bernd, Schanze Sascha, Schmidt Dieter, Schmidt volker, Stein Michael A., Steinhoff Bianca, Wlotzka Petra): *Chemie im Kontext*, Sekundarstufe II, Cornelsen Verlag, Berlin 2006.
- LÜCK, G.: *Was Schweizer Käse mit Metallen zu tun hat*, Herder GmbH, Freiburg im Breisgau 2008. ISBN 978–3–451–29724–3.
- MATOUŠKOVÁ, Š., ČTRNÁCTOVÁ, H., SALZNER, J., ČERNÁNSKÁ, B.: *Chemistry Teacher Education in the Czech Republic and Germany (Comparative Study)* In: 4<sup>th</sup> Eurovariety in Chemistry Education conference. University of Kassel, Bremen 2011.
- MATOUŠKOVÁ, Š., ČTRNÁCTOVÁ, H., ROHOVEC, J.: *Přechodné kovy – tvorba učebního textu* In: Metodologické otázky výzkumu v didaktice chemie, Mezinárodní seminář studentů doktorských studijních programů se zaměřením na chemické vzdělávání, str. 35 – 36, sborník abstraktů, Gaudeamus, Hradec Králové 2009. ISBN 978–80–7435–018–4.
- Meyers kleines Lexikon – Pädagogik, Meyers Lexikonverlag, 1988, ISBN 978-34-110-2660-X.
- MIŽOCH, L.: *Kurikulární dokumenty*, 2009 [online]. [cit. 2010–09–22] Dostupné z WWW: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Rámcový\\_vzdělávací\\_program](http://cs.wikipedia.org/wiki/Rámcový_vzdělávací_program)
- Nová maturita oficiálně*, CERMAT [online]. [cit. 2010–10–14] Dostupné z WWW: <http://www.novamaturita.cz/>
- OFFER, C.: *Interviews zur Untersuchung der Langzeiteffekte einer Förderung des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts durch Experimentiermaterialien und Fortbildung in Rheinland-Pfalz*, (Wissenschaftliche Hausarbeit für das Lehramt an Grundschulen), Didaktik der Chemie, Goethe Universität Frankfurt am Main 2008.
- Organizace vzdělávací soustavy České republiky 2008/2009*, Eurydice [online]. [cit. 2010–10–17] Dostupné z WWW: [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/eurybase/eurybase\\_full\\_reports/CZ\\_CS.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/eurybase/eurybase_full_reports/CZ_CS.pdf)
- PASCH, M. a kol.: *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině*, Portál, Praha 1998.
- PETRASOVÁ, P., DARGOVÁ, J.: *Pojmové mapovanie ako učebná stratégia*. In: Didaktika v dimenziách vedy a praxe. Prešov: Euroeducation, n.o., 2006. str. 269–274.
- PISA (Program for International Student Assessment), OECD Publications, Paříž 2009.
- PRIESTLY, W.: *Instructional typographies using desktop publishing techniques to produce effective learning and training materials*. *Australian Journal of Educational Technology*, 1991, 7(2), pp. 153–163 [online]. [cit. 2007–04–03] Dostupné z WWW: <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet7/priestly.html>
- PRŮCHA, J.: *Jak psát učební texty pro distanční studium*. VŠB – Národní centrum distančního vzdělávání, Ostrava 2003. ISBN 80–248–0281–3 [online]. [cit. 2009–09–15] Dostupné z WWW: [http://www.elearn.vsb.cz/cz/kurzy/Autori\\_DiV\\_textu.pdf](http://www.elearn.vsb.cz/cz/kurzy/Autori_DiV_textu.pdf)

- PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*, Portál, Praha 1997. ISBN 80-7178-170-3.
- PRŮCHA, J. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média*,. Paido, Brno 1998. ISBN 80-85931-49-4.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J.: *Pedagogický slovník*, Portál, Praha 2003.
- Přístup k výuce na školách v EU se musí změnit*, Euractiv, 2007 [online]. [cit. 2012-05-25] Dostupné z WWW: <http://www.euractiv.cz/print-version/clanek/pristup-k-vyuce-na-skolach-v-eu-se-musi-zmenit>
- Rocardova zpráva* (Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe), European commission, Brusel 2007. ISBN 978-92-79-05659-8 [online]. [cit. 2012-05-10] Dostupné z WWW: [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)
- ROTH, K.: *Chemische Delikatessen*, Wiley VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2007, ISBN 978-3-527-31984-8.
- SALZNER, J.: *Bildungssysteme in Hessen*, přednáška 20. 1. 2011, Goethe Universität, Frankfurt nad Mohanem.
- SHER SHAH, S. A. et al.: *Silver on PEG-PU-TiO<sub>2</sub>Polymer Nanocomposite Films: An Excellent System for Antibacterial Applications*. Chemistry of Materials, 2008, 20(7).
- SCHMIDKUNZ, H., LINDEMAN, H.: *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*, Magdeburg 1995.
- SCHMIDT, H.J.: *Fachdidaktische Grundlagen des Chemieunterrichts*, Vieweg, 1981.
- SCHWEDT, G.: *Die Chemie des Lebens*, Wiley VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2011. ISBN 978-3-527-32973-1.
- SCHWEDT, G.: *Experimente mit Supermarktprodukten*, Wiley VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2008, ISBN 978-3-527-32450-7.
- SCHWEDT, G.: *Experimente rund ums Kochen, Braten, Backen*, Wiley VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2010. ISBN 978-3-527-32790-4.
- SKALKOVÁ, J. a kol.: *Úvod do metodologie a metod pedagogického výzkumu*, SPN, Praha 1983.
- SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*, Grada, Praha 2007. ISBN 80-247-182-19.
- STEJSKALOVÁ, G.: *Tvorba učebnice IKT pro ZŠ Křižná*, Diplomová práce 2009. [online]. [cit. 2010-07-01] Dostupné z WWW: [https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download\\_this\\_unauthorized=12597](https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download_this_unauthorized=12597)
- ŠKODA, J., DOULÍK, P.: *Lesk a bída školního chemického experimentu*, In: Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie, Gaudeamus, Praha 2009, str. 238-245.
- THORNDIKE, E. L.: *Education: A first book*, MacMillan 1912.
- URBANOVÁ, K., ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Problematika obecné chemie z hlediska chemického vzdělávání*, Chemické listy 104, str. 550, 2010.
- UŠÁKOVÁ, K., VIŠŇOVSKÁ, J.: *Jako dále v biologii na gymnáziích? (súčasná praxe, možnosti a perspektivy)*. In: Biológia, ekológia, chémia, roč. 10, 2005, č. 1, s. 2-6. ISSN 1335-8960.
- VACÍK, J.: *Chemie obecná a anorganická pro gymnázia, I. díl*, SPN, Praha 1995 ISBN 80-85937-00-X
- VACÍK, J.: *Obecná chemie*, SPN, Praha 1986
- VACULÍK, M., JEŽEK, S., WORTNER, V.: *Základní pojmy z metodologie*, MUNI Brno 2006 [online]. [cit. 2010-09-13] Dostupné z WWW: [http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fss/ps06/psy112/Vaculik M. Jezek S. Wortner V. 2006 - Zakladni pojmy z metodologie.pdf](http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fss/ps06/psy112/Vaculik_M._Jezek_S._Wortner_V._2006_-_Zakladni_pojmy_z_metodologie.pdf)
- Vyšší odborné školy*, Centrum vzdělávání AMOS 1998 [online]. [cit. 2010-10-17] Dostupné z WWW: [www.vyssiodborneskoly.com](http://www.vyssiodborneskoly.com)
- WAHLA, A.: *Strukturní složky učebnic geografie*, SPN, Praha 1983.

WALTEROVÁ, E.: *Diskusní fórum o vzdělávání* [online]. [cit. 2010–10–14] Dostupné z WWW: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/511/diskusni-forum-o-vzdelavani.html/>

WALTEROVÁ, E.: *Struktura vzdělávacího systému v Německu* [online], Praha, Výzkumný ústav pedagogický v Praze, [online]. [cit. 2008–09–05] Dostupné z WWW: <http://www.vuppraha.cz/clanek/376> a <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/510/struktura-vzdelavaciho-systemu-v-nemecku.html/> [cit. 2010–10–14].

WICHTERLE, K.: *Chemie zpupná a nenáviděná*, Chemické listy 104, str. 753–755 (2010).

WISKAMP V., PROSKE W.: *Umweltbewußtes Experimentieren im Chemieunterricht*, Weinheim 1996. ISBN 3–527–29357–2.

YANG, M., ZHOU, G.-Q., ZHAO, J.-G., LI, Z.-J.: *Synthesis and Charakterizations of Nanocubes, Monodispersed Nanocrystals and Nanospheres of Au*, Key Engineering Materials, 2007, 353-358, pp. 2163-2166.