

**Beiträge zur historischen und systematischen
Schulbuch- und Bildungsmedienforschung**

Anja Sauer

Materialwissenschaft im Schulbuch

**Eine Analyse materialwissenschaftlicher Inhalte
in Chemie-Schulbüchern mit einem Methodenvergleich
für die Frequenz- und Raumanalyse**

Beiträge zur historischen und systematischen Schulbuch- und Bildungsmedienforschung

herausgegeben von

Bente Aamotsbakken, Marc Depaepe, Carsten Heinze,
Eva Matthes, Sylvia Schütze und Werner Wiater

Anja Sauer

Materialwissenschaft im Schulbuch

Eine Analyse materialwissenschaftlicher Inhalte
in Chemie-Schulbüchern mit einem Methodenvergleich
für die Frequenz- und Raumanalyse

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2017

k

Die vorliegende Arbeit wurde von der Fakultät für Chemie und Biochemie der Ruhr-Universität Bochum unter dem Titel „Materialwissenschaft im Schulbuch – Eine Analyse materialwissenschaftlicher Inhalte in Chemie-Schulbüchern mit einem Methodenvergleich für die Frequenz- und Raumanalyse“ als Dissertation angenommen.

Gutachter: Prof. Dr. Katrin Sommer, Prof. Dr. Michael Pohl

Tag der Disputation: 12.02.2016

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen.
Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet abrufbar über <http://dnb.d-nb.de>.

2017.kg © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung
des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Satz: Kay Fretwurst, Spreeau.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.

Printed in Germany 2017.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

ISBN 978-3-7815-2153-7

Mein besonderer Dank gilt...

- Frau Prof. Dr. Katrin Sommer für die vielfältigen Erfahrungen, die ich durch die Promotion an ihrem Lehrstuhl sammeln durfte.
- Herrn Prof. Dr. Michael Pohl für die Übernahme des Zweitgutachtens, seine Mitwirkung während der Validierung der Methode und sein Interesse.
- Frau Prof. Dr. Eva Matthes und den Mitglieder der IGsBi für die hilfreichen Hinweise auf den Jahrestagungen.
- der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM) für die zahlreichen Gelegenheiten, die Ergebnisse der Untersuchung vorzustellen und die Daten der Fragebogen-Studie zu erheben.
- Frau Dr. Kerstin Prokoph, für die stetige Ermutigung, diesen Weg zu verfolgen.
- meinen Kolleginnen und Kollegen für ein sehr freundschaftliches Miteinander und viele hilfreiche Gespräche.
- Magali und Jens, für ihre hilfreichen Erläuterungen zur Werkstoffprüfung.
- meinen fleißigen Korrektoren Alina, Annette, Helma und Philipp, die mich mit zahlreichen Hinweisen unterstützt haben.
- Aylin, Hannah, Lea und Katrin, die engagiert bei der Datenerhebung und Zweitkodierung mitwirkten.
- Daniel für seine Ruhe und seinen beständigen Zuspruch.
- meiner Familie für ihre dauerhafte Unterstützung in allen Lebenslagen.

Inhalt

1	Einleitung	11
2	Stoffe in der Chemie und der Materialwissenschaft	13
2.1	Materialwissenschaft – eine interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft	13
2.2	Relevante Stoffklassen in der Materialwissenschaft	15
2.3	„Stoff“ und „Material“ – zwei Begriffe mit der gleichen Bedeutung?!	20
	Exkurs 1: Polytechnische Bildung	25
2.4	Teilgebiete der Materialwissenschaft	26
2.4.1	Fertigungstechniken	26
2.4.2	Chemische Methoden in der Werkstoffprüfung	29
	Exkurs 2: Analysemethoden der Chemie	31
3	Das Schulbuch – Gegenstand von Forschung	41
3.1	Entwicklung der Schulbuchforschung	42
3.2	Methoden der Schulbuchanalyse	45
3.3	Schulbücher im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht	49
	Exkurs 3: Chemie im Kontext	56
3.4	Strukturelemente in Schulbüchern	57
4	Forschungsziel und Forschungsfragen	65
5	Lehrplansynopse: Materialwissenschaftliche Inhalte in den Lehrplänen für den Chemieunterricht der Sekundarstufe I	69
5.1	Datenerhebung für die Lehrplansynopse	69
5.2	Ergebnisse der Lehrplansynopse	70
6	Untersuchungsdesign	73
6.1	Auswahl und Darstellung der untersuchten Chemie-Schulbücher	73
6.2	Datenerhebung	75
6.2.1	Bestimmung des Diktionärs – Festlegung der Kodiereinheiten	75
6.2.2	Erhebung von Daten mittels Frequenzanalyse	78
6.2.3	Erhebung von Daten mittels Raumanalyse	80
6.2.4	Explorative Fragebogenstudie zur Erhebung von praxisrelevanten Themen innerhalb der Materialwissenschaft	82
6.3	Instrumente zur Datenauswertung	84
6.3.1	Kategoriensystem zur Identifikation materialwissenschaftlicher Inhalte in Chemie-Schulbüchern	85
6.3.2	Unterkategoriensysteme zum „Kategoriensystem zur Identifikation materialwissenschaftlicher Inhalte in Chemie-Schulbüchern“	90
6.3.3	Kategoriensystem zur Klassifikation der Strukturelemente im Chemie-Schulbuch	93

6.4	Diskussion der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente mit Experten der Materialwissenschaft	97
6.5	Gütekriterien	98
6.6	Statistische Auswertung der Daten	101
7	Ergebnisse	105
7.1	Ergebnisse zur Forschungsfrage 1	106
7.1.1	Forschungsfrage 1a	108
7.1.2	Forschungsfrage 1b	114
7.1.3	Forschungsfrage 1c	124
7.1.4	Forschungsfrage 1d	136
	Exkurs 4: Bestimmung der Kennwerte für die Korrosion anhand typischer Experimente aus Chemie-Schulbüchern	146
	Exkurs 5: Mikrophotographische Bestimmung der Korngröße für eine Eisenprobe	153
7.1.5	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Forschungsfrage 1	156
7.2	Ergebnisse zur Forschungsfrage 2	158
7.2.1	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Forschungsfrage 2	170
7.3	Ergebnisse zur Forschungsfrage 3	171
7.3.1	Forschungsfrage 3a	173
7.3.2	Forschungsfrage 3b	185
7.3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Forschungsfrage 3	189
7.4	Ergebnisse zur Forschungsfrage 4	189
7.4.1	Forschungsfrage 4a	190
7.4.2	Forschungsfrage 4b	198
7.4.3	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Forschungsfrage 4	200
7.5	Ergebnisse zur Forschungsfrage 5	201
7.5.1	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Forschungsfrage 5	217
8	Diskussion der Ergebnisse	219
9	Zusammenfassung und Ausblick	229
10	Verzeichnisse	239
10.1	Untersuchte Schulbücher	239
10.2	Sekundärliteratur	239
10.3	Abbildungsverzeichnis	247
10.4	Tabellenverzeichnis	249
11	Anhang	251

Abkürzungsverzeichnis

AOA	Apparat zur Organisation der Aneignung
h_n	Relative Häufigkeit
IM	Illustrationsmaterial
N	Stichprobenumfang
N	Umfang der Teilmenge
\bar{x}	arithmetisches Mittel
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
PE	Polyethylen
PA	Polyamid
PAN	Polyacrylnitril
PET	Polyethylenterephthalat
PMMA	Polymethylmethacrylat
PTFE	Polytetrafluorethylen
PUR	Polyurethan
r	Korrelationskoeffizient nach Pearson
R	Interkoderreliabilität
S	Standardabweichung
SI	Silikon

1 Einleitung

Für die Bewältigung zukünftiger Herausforderungen im Bereich Energieversorgung, Medizin oder Mobilität werden Materialien mit spezifischen Eigenschaften benötigt (DGM 2012). Dieser großen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bedeutung steht jedoch eine geringe öffentliche Wahrnehmung gegenüber (Höcker et al. 2008). Eine Forderung der acatech-Gruppe (2009) ist deshalb die Verankerung von technischen Themen in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern an weiterführenden Schulen.

Die Materialwissenschaft bietet sich für diese Verknüpfung an, denn sie „fasst diejenigen Erkenntnisse, Arbeitsmethoden und Denkansätze zusammen, welche zur wissenschaftlichen Beherrschung der Werkstoffe beitragen [...]“ (Gräfen 1992, 1137). Dabei bedient sie sich Komponenten aus Chemie, Maschinenbau, Bauingenieurwesen und neuerdings auch Biowissenschaften (Gräfen 1992).

Hier zeigt sich eine breite fachliche und methodische Verzahnung von Chemie und Materialwissenschaft. Durch die Nähe der beiden Wissenschaften ergeben sich vielfältige Möglichkeiten, technische Kontexte im Chemieunterricht zu betrachten und andererseits naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten am Beispiel der technischen Kontexte zu thematisieren.

Überlegungen zur Integration der Materialwissenschaft in den Chemieunterricht finden sich indirekt sowohl aus chemiedidaktischer als auch aus ingenieurwissenschaftlicher Perspektive. Ziefele und Jakobs (2009) konnten in einer acatech-Studie zeigen, dass Lernende und Eltern sich die Thematisierung von technischen Themen in der Schule wünschen. Ein weiterer Aspekt ist die zunehmende Kontextorientierung des Chemieunterrichtes, basierend auf den Ansätzen des Unterrichtskonzeptes „Chemie im Kontext“. Ausgangspunkt dieses Konzeptes sind Kontexte, welche den Lernenden Anknüpfungspunkte und damit nachvollziehbare Anlässe zur Beschäftigung mit der Chemie bieten. Sie nutzen dafür Themenbereiche, die für das alltägliche Leben der Lernenden von Bedeutung sind oder werden (Demuth et al. 2008). Hierzu konnte eine Studie von van Vorst (2012) belegen, dass nicht alle Kontexte die gleiche Motivation bei Lernenden hervorrufen. In ihrer Untersuchung zu Merkmalen von interessanten Kontexten konnte sie feststellen, dass ‚besondere Kontexte‘ eine deutlich höhere emotionale Valenz bei Lernenden beiderlei Geschlechts hervorrufen. ‚Besonderheit‘ zeichnet einen Kontext aus, wenn er eine lebensweltliche Relevanz besitzt und authentisch ist, aber außerhalb des unmittelbaren Zugangsbereiches der Lernenden liegt.

Diese Kriterien erfüllen die Materialwissenschaft bzw. materialwissenschaftliche Kontexte. Damit lässt sich festhalten, dass sich die Materialwissenschaft für eine Betrachtung in der Chemie durch ihre gemeinsame methodische Schnittmenge anbietet.

Dieser scheinbar natürlichen Symbiose aus Materialwissenschaft und Chemie stehen jedoch Forderungen über eine Verstärkung der Werkstoffwissenschaften in der Schule gegenüber. Aufgrund der wahrgenommenen mangelnden Berücksichtigung fordern Höcker et al. (2008) in ihrem Positionspapier eine Stärkung des Themenfeldes Werkstoffe im Unterricht der weiterführenden Schule. Außerdem wird der Wunsch nach spezifischen Schulbüchern und Unterrichtsmaterialien geäußert, um die technikbezogenen Themen im naturwissenschaftlichen Unterricht stärker zu verankern (Milberg 2009).

Dabei kommt den Schulbüchern eine besondere Bedeutung zu, denn die Schulbuchforschung konnte zeigen, dass Schulbücher einen Überblick über das gesellschaftlich relevante Wissen enthalten (Lässig 2010). Quantitative Aussagen stützen sich hierbei auf Daten, die mittels Frequenz- und Raumanalyse gewonnen wurden (Pingel 2010). Es findet sich jedoch keine Aussage in der Literatur über die Vergleichbarkeit der beiden Methoden.

Es stellt sich jedoch die Frage, ob die Schulbücher das Thema Werkstoffe aufgreifen und der großen gesellschaftlichen Bedeutung der Materialwissenschaft gerecht werden.

Ziel der Arbeit ist es deshalb, eine Aussage über die Präsentation und das Bild von materialwissenschaftlichen Themen in Chemie-Schulbüchern zu treffen. Zu diesem Zweck wurde eine Schulbuch-Analyse von aktuellen und historischen Schulbüchern durchgeführt. Die Daten der Untersuchung bilden außerdem die Grundlage für einen Methoden-Vergleich der Frequenz- und Raumanalyse.

Die Forderungen nach technischen Themen in der weiterführenden Schule nehmen zu. Die Materialwissenschaft, eine interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft, besitzt aufgrund ihrer methodischen Nähe zur Chemie das Potential, naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten in technikrelevanten Anwendungskontexten zu vermitteln. Damit rückt die Frage in den Fokus, welche materialwissenschaftlichen Inhalte im Chemie-Schulbuch bereits vorhanden sind.

In einer Schulbuch-Analyse werden Chemie-Schulbücher auf vorhandene materialwissenschaftliche Inhalte (Werkstoffanwendung, Fertigungstechnik, Werkstoffprüfung, Auswahl der dargestellten Materialien) hin untersucht. Anschließend erfolgt ein Abgleich der identifizierten Inhalte hinsichtlich ihrer Relevanz für die materialwissenschaftliche Praxis auf Basis einer explorativen Fragebogenstudie. Zusätzlich werden für Chemie-Schulbücher der 70er Jahre die Ausprägungen vor dem Hintergrund der polytechnischen Bildung in der DDR jenen in Schulbüchern der Bundesrepublik gegenübergestellt. Außerdem werden die Strukturelemente erhoben, die im Schulbuch der Darstellung materialwissenschaftlicher Inhalte dienen. Für die Analyse werden im Sinne der qualitativen Inhaltsanalyse (nach Mayring) zwei Kategoriensysteme sowie zugehörige Unterkategoriensysteme entwickelt. Basierend auf diesen Daten wird ein Vergleich für zwei quantitative Methoden der Schulbuchforschung – die Frequenz- und die Raumanalyse – durchgeführt.



Die Autorin

Anja Sauer, Jahrgang 1985, Gymnasiallehrerin für Mathematik und Chemie, promovierte am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Methoden der Schulbuchforschung sowie der Einsatz der Materialwissenschaft im Chemie-Unterricht. Seit 2016 arbeitet sie an der Otto-Pankok-Schule Mülheim a. d. R.

