



Physik und Chemie im Sachunterricht der Österreichischen Volksschule – der Versuch einer Bestandsaufnahme –

JOSEF, KRIEGSEISEN
KRIEGSEISEN@VCOE.OR.AT

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem naturwissenschaftlichen Sachunterricht in Österreichs Volksschulen. Es wird auf die schulorganisatorischen Rahmenbedingungen eingegangen, der Lehrplan für Sachunterricht auf seine physikalisch-chemischen Inhalte hin analysiert und Befunde aus verschiedenen Quellen zum Zustand des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts überblicksmäßig präsentiert. Diese deuten darauf hin, dass die unterrichtliche Praxis an den Volksschulen dem Anspruch der Behandlung von physikalisch-chemischen Inhalten derzeit nur unzureichend gerecht wird.

1 Einleitung

Im Zuge der internationalen Vergleichsstudien PISA, vor allem aber TIMMS, gerät seit einiger Zeit auch hierzulande die Leistungsfähigkeit der Grundschule zunehmend in das Blickfeld der Bildungsadministration, der Bildungsforschung, aber auch der öffentlichen Wahrnehmung. Die angemessene Förderung der Begabungen der Kinder steht auf dem Prüfstand. Der Arbeitskräftemangel, besonders in wirtschaftlich prosperierenden technischen Bereichen, ruft auch die Wirtschaftsverbände auf den Plan, welche ein verstärktes Augenmerk auf die naturwissenschaftliche Frühförderung zur Interessens-, aber auch Kompetenzsteigerung der zukünftigen Arbeitnehmer/innen fordern. Das Initialwort MINT¹ findet in Österreich, aber auch international immer öfter Einzug in die Absichtserklärungen der Bildungsverantwortlichen. Lehrer/innen und manche Expert/innen sehen diese Dynamik durchaus kritisch: Die Grundschule habe primär die Aufgabe, den gegenwärtigen Bedürfnissen und Interessen von Grundschulkindern zu begegnen und nicht auf die Bedürfnisse der nachgelagerten Bildungswege und der Berufswelt abzielen (vgl. Möller, Jonek, Hardy, Stern, 2002, S. 176). Andererseits ist es nicht von der Hand zu weisen, dass ein Bildungssystem auf allen Stufen den Entwicklungen einer modernen Industriegesellschaft Rechnung zu tragen und die Schülerinnen und Schüler auf zukünftige Anforderungen vorzubereiten hat. Auch wenn viele zukünftige Entwicklungen noch nicht absehbar sind, werden diese mit Sicherheit zentrale naturwissenschaftliche und technische Bezugspunkte aufweisen. In Österreich ist der Sachunterricht

in der Volksschule jenes Schulfach, in dem die naturwissenschaftliche und – gemeinsam mit dem Werkunterricht – technische Grundbildung grundgelegt werden soll: Dem Fach Sachunterricht scheint demnach zukünftig eine zunehmend wichtigere Rolle zuzukommen. Diese Sachlage bildet den Anlass für die Absicht dieses Artikels, sich mit Befunden der naturwissenschaftlichen Grundbildung in der Österreichischen Volksschule zu beschäftigen. Dazu wird im ersten Abschnitt die organisatorische Struktur der Österreichischen Volksschule in kompakter Form dargestellt. Dem folgt die Behandlung von Inhalt und Struktur des Faches Sachunterricht unter besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Bezüge im derzeitigen Lehrplan. In weiterer Folge wird der Versuch unternommen, eine Übersicht über Befunde zum Zustand des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Österreichischen Volksschulen zu erstellen. Eine Zusammenfassung der zu Tage geförderten Befunde rundet diesen Beitrag ab.

2 Exkurs: Die Österreichische Volksschule

Die Volksschule ist seit der Einführung des verpflichtenden Kindergartenjahres in Österreich im Jahr 2009 für die Mehrzahl der Kinder nicht mehr die erste Bildungseinrichtung. Dessen ungeachtet ist der erfolgreiche Besuch der Volksschule für die weitere Entwicklung der jungen Menschen von entscheidender Bedeutung: Sie ist die grundlegende Schule, welche die Kulturtechniken erschließt, die Denkweise in Fächern begründet und als gemeinsame Schule für alle Kinder von 6-10 Jahren eine Schlüsselfunktion er-

¹ Das Initialwort MINT steht für die Bezugsfächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

P/VÜ	Gegenstand	1. und 2. Schulstufe	3. und 4. Schulstufe
P	Deutsch, Lesen, Schreiben	7	7
P	Mathematik	4	4
P	Sachunterricht	3	3
P	Bewegung und Sport	3	2
P	Religion	2	2
P	Technisches Werken/Textiles Werken	1	2
P	Musikerziehung	1	1
P	Bildnerische Erziehung	1	1
VÜ	Lebende Fremdsprache	32 Jahresstunden	1
VÜ	Verkehrserziehung	10 Jahresstunden	10 Jahresstunden

Tabelle 1: Wochenstundenzahl der Unterrichtsgegenstände (nach: Wohllhart, Böhm, et al., 2016)

füllt (vgl. Wohllhart, Böhm, Grillitsch, Oberwimmer, Soukup-Altrichter, Stanzel-Tischler, 2016, S. 17).

Die Volksschule umfasst die Grundstufe I (Vorschulstufe, 1. und 2. Schulstufe) und die Grundstufe II (3. und 4. Schulstufe) und (immer noch) eine Volksschuloberstufe (5.-8. Schulstufe; diese wird nur mehr an sehr wenigen Standorten angeboten). Die Vorschulstufe ist Teil der Elementarbildung, die Bezeichnung Grundschule bezeichnet gemäß Schulorganisationsgesetz (SchOG) die ersten vier Schulstufen einschließlich der Vorschulstufe. Gemeinsam mit der Unterstufe der Sonderschule erfüllt die Grundschule die Aufgabe der Primarstufe (vgl. Wohllhart, Böhm, et al., 2016, S. 18). Die Schulerhalter für die Volksschulen sind die Gemeinden, das Lehrpersonal untersteht der jeweiligen Landesverwaltung. Eine Klassenlehrerin/ein Klassenlehrer unterrichtet in der Regel bis auf wenige Stunden – etwa Religion und Werken – alle Pflichtgegenstände. Sie/er ist somit für die Kinder ihrer/seiner Klasse die zentrale Bezugs-, aber auch Lehrperson. Im Schuljahr 2013/14 gab es in Österreich 3.066 Volksschulen, im Durchschnitt hat eine Volksschule in Österreich sechs Klassen. In ländlichen Gebieten sind Volksschulen oftmals niedrig organisiert und weisen dann aufgrund geringer Schüler/innenzahlen jahrgangsübergreifende Klassen auf.

Die Stundentafel des Lehrplans für Volksschulen (vgl. BMUKK, 2012) weist für die vier Schulstufen der Volksschule 90 Wochenstunden aus, die Anzahl der Wochenstunden liegt pro Schulstufe zwischen 22 und 26 Stunden. Pflichtgegenstände (P) werden beurteilt, Verbindliche Übungen (VÜ) hingegen nicht. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Fächer und Stunden über die vier Schulstufen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Die Volksschule ist eine allgemeinbildende Schule. Sie soll Kulturtechniken verlässlich grundlegen und ausgehend vom kindlichen Erleben in ein breites Spektrum von Bildungsfächern einführen. Sie nimmt eine Brückenfunktion im Bildungsgang wahr, indem sie zwischen vorschulischer Bildung und Sekundarstufe vermittelt (vgl. Wohllhart, Böhm, et al., 2016, S. 20).

3 Das Flächenfach Sachunterricht

Der Sachunterricht entstand als Fach erst in Folge der bildungspolitischen Diskussion der 60er- und 70er-Jahre des 20. Jahrhunderts, als Pädagog/innen und Bildungsexpert/innen eine stärkere Wissenschaftsorientierung der Grundschule forderten (vgl. Möller, 2004; Möller, Jönen, et al., 2002). Bis dahin war die Bedeutung der Fachwissenschaften für den (Naturkunde)-Unterricht gering, die Struktur der Bildungsinhalte entsprach vielmehr dem Auftreten der Phänomene in der Alltagserfahrung der Lernenden (vgl. Witte, 1983, S. 15). Die in weiterer Folge besonders in Deutschland beschrittene Wissenschaftsorientierung des Sachunterrichts in den 70er-Jahren kam jedoch schnell wieder in die Kritik: Die aus dem angelsächsischen Bereich beeinflussten Curricula² überforderten die Kinder und verursachten in der Implementierung massive Probleme. Als Folge verdrängten seit Mitte der 70er-Jahre wiederum lebensweltlich motivierte Konzeptionen die zuvor angestrebte naturwissenschaftliche Orientierung. Als Folge dessen führte diese Gegenbewegung zu einer schleichenden Vernachlässigung der naturwissenschaftlichen Inhalte in den Curricula einer-

² Stellvertreten für diese aus den USA kommende Akzentuierung der 'Struktur der Fachdisziplinen' stehen die Thesen von Jerome Bruner, siehe dazu etwa: Witte, 1983, S. 15.

seits, andererseits aber auch zu einem Bedeutungsverfall der naturwissenschaftlichen Themen in Aus- und Fortbildung der Grundschullehrkräfte (vgl. Möller, Jonen, et al., 2002, S. 176). Dieser Befund hat auch für Österreich, welches in bildungspolitischen Ausrichtungen mit zeitlichem Versatz immer wieder Entwicklungen in Deutschland folgt, Gültigkeit.

In den folgenden Abschnitten sollen Bildungsauftrag, Gliederung und Inhalte des Sachunterrichtes mit einem Fokus auf die naturwissenschaftlichen Fächer dargestellt und kritisch beleuchtet werden.

3.1 Der Lehrplan

Wie aus Tabelle 1 zu entnehmen ist, werden für den Pflichtgegenstand Sachunterricht auf jeder Schulstufe drei Wochenstunden ausgewiesen. Gemäß seiner Bildungs- und Lehraufgabe hat der Sachunterricht die Aufgabe, *„die Schülerinnen und Schüler dabei zu unterstützen, ihre unmittelbare und mittelbare Lebenswirklichkeit zu erschließen“* und *„... allmählich zu einem differenzierten Betrachten und Verstehen ihrer Lebenswelt hinzuführen“* (BMUKK, 2012, S. 84). Der Sachunterricht umfasst ein breites Spektrum von Sachfeldern: Neben dem naturwissenschaftlichen Lernbereich kommen Sachbereiche der Ge-

ographie, Geschichte und Politischer Bildung sowie Technik vor. Struktur anstrebend, gliedert sich der Sachunterrichtslehrplan in folgende sechs „Erfahrungs- und Lernbereiche“ (vgl. BMUKK, 2012): „Gemeinschaft“, „Natur“, „Raum“, „Zeit“, „Wirtschaft“ und „Technik“. Die „Bildungs- und Lehraufgabe“ besteht aus einem allgemeinen Teil und in weiterer Folge aus den Explikationen für jeden Erfahrungs- und Lernbereich. Dem schließt sich der „Lehrstoff“ an, welcher getrennt nach Grundstufe I (GS I) und Grundstufe II (GS II) für jeden der Erfahrungs- und Lernbereiche Leitziele ausweist, die dann mit inhaltlichen Vorgaben und Beispielen für Themen unterfüttert werden. Diese Vorgaben sind recht weit gefasst und weisen für beide Grundstufen zusammengenommen 16 Seiten Umfang auf. Offenbar tragen sie Vorschlags- bzw. Rahmencharakter: Es sind *„solche Themenbereiche aufzugreifen, die bereichs- und fächerübergreifendes Lernen zulassen“* (BMUKK, 2012, S. 86). In den „Didaktischen Grundsätzen“, die sich dem „Lehrstoff“ anschließen, wird ausgeführt, dass die Aufgliederung in die sechs Erfahrungs- und Lernbereiche in der GS I *„nicht das primär strukturierende Prinzip“* darstellen, sondern *„vielmehr sicherzustellen ist, dass über die allgemeinen didaktischen Grundsätze hinaus Lernprozesse in konkreten Erlebnis-, Handlungs-, und*

Lehrplaninhalte Grundstufe 1

Kräfte und ihre Wirkungen

Auswirkungen einiger „Naturkräfte“ (z.B.: Magnetkraft, Wind- und Wasserenergie). Zusammen mit der Werkerziehung Nutzungsmöglichkeiten dieser Kräfte (z.B.: Windrad, Segel; „Magnetspiele“, Wasserrad) erproben und besprechen. Wirkungsweise von Kräften beobachten.

Stoffe und ihre Veränderungen

Aus der Umwelt des Kindes einige Stoffe benennen und besprechen (z.B.: Glas, Holz, Metall, Wolle, Gummi, Kunststoff; Luft, Wasser, Öl) und dabei einige ihrer Eigenschaften feststellen (z.B.: rauh, hart, flüssig).

Zweckmäßigkeit der Verwendung bestimmter Stoffe besprechen.

Veränderungen (flüssig, fest) einiger Stoffe (z.B.: Wasser, Butter, Wachs) kennenlernen.

Einige **stoffliche Eigenschaften** bewusst wahrnehmen (z.B.: Tasten, Riechen)

Stoffliche Beschaffenheit von Gegenständen untersuchen.

Gegenstände nach ihren Eigenschaften und der Beschaffenheit vergleichen, ordnen und zuordnen.

Die **Gefährlichkeit** bestimmter **Stoffe**:

(Medikamente, Reinigungsmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel) kennen und richtiges Verhalten besprechen; den Umgang mit den als gefährlich gekennzeichneten Stoffen vermeiden. Sachgemäßes und umweltgerechtes Handeln beim Gebrauch bestimmter Stoffe erlernen.

Tabelle 2: Physikalisch-chemische Inhalte des Erfahrungs- und Lernbereichs Technik in komprimierter Form, Grundstufe I (vgl. BMUKK, 2012, S. 90-91)

Sachzusammenhängen ermöglicht werden“. Erst in der GS II *„wird sich der Unterricht in größerem Ausmaß an der Eigengesetzlichkeit der einzelnen Erfahrungs- und Lernbereiche orientieren können“* (BMUKK, 2012, S. 102). Im „Nationalen Bildungsbericht Österreich 2015“ wird folgerichtig konstatiert, dass *„der Bildungsauftrag der Volksschule umfassend, wenig fokussiert und in unübersichtlicher Weise verfasst [ist]. Eine Konzentration auf verbindlich zu vermittelnde Kernkompetenzen ist nicht ersichtlich“* (Wohlhart, Böhm, et al., 2015, S. 19/S.38). Der Sachunterrichtslehrplan illustriert diese Erkenntnis.

3.2 Physikalische-Chemische Inhalte und strukturell-inhaltliche Merkwürdigkeiten im Sachunterrichtslehrplan

Die Analyse des Lehrstoffes des „Erfahrungs- und Lernbereiches Natur“ liefert eine erste Überraschung, als dass in beiden Grundstufen diesem Bereich folgende Überschriften zugeordnet sind: GS I: Lebensvorgänge und biologische Zusammenhänge.

GS II: Lebensvorgänge und biologische sowie ökologische Zusammenhänge.

Die Naturwissenschaften Physik und Chemie bleiben vom Kontext Natur also ausgespart (vgl. BMUKK, 2012, S. 87 und 93).

Fündig wird man hingegen im „Erfahrungsbereich Technik“, der in beiden Grundstufen folgendermaßen überschrieben wird: Technische Gegebenheiten in der Umwelt des Kindes. Hier wird die ausschließliche Zuordnung der physikalisch-chemischen Bezüge in den Bereich der Technik vollzogen. In den folgenden Darstellungen (Tabellen 2 + 3) wird der Versuch unternommen, die physikalisch-chemischen Inhalte von den technischen Inhalten herauszulösen und übersichtlich darzustellen, ohne die gegebene Systematik des „Lehrstoffes“ aufzulösen.

In der Grundstufe I können - wie aus Tabelle 2 ersichtlich - folgende physikalisch-chemische Inhalte identifiziert werden (siehe Tabelle 2).

In den ersten beiden Schulstufen sollen in behutsamer und situativer Weise Phänomene im Zusammenhang mit Kräften thematisiert werden. Bei der Betrachtung der genannten Beispiele erkennt man, dass der Kraftbegriff mit dem Energiebegriff gleichgesetzt wird. Weiters soll in der GS I mit Stoffen und ihren Eigenschaften gearbeitet werden. Stoffeigenschaften als stabile Identifikationsmerkmal und stoffliche Veränderungen werden gleichzeitig genannt. Stoffliche Veränderung bezieht sich hier aber nur auf die Zustands-

änderungen, nicht auf dauerhafte stoffliche Veränderungen infolge chemischer Vorgänge (Stoffumwandlungen). Dies wird ausgespart. Bei der Behandlung der Gefährlichkeit bestimmter Stoffe wird Handlungskompetenz im Sinne der Sicherheitserziehung angestrebt. Die Vermeidung des Umganges mit als gefährlich gekennzeichneten Stoffen einerseits und das generelle Erlernen des sachgemäßen und umweltgerechten Handelns beim Umgang mit Stoffen andererseits erzeugt einen gewissen Widerspruch; zumindest wird einer unrichtigen Vorstellung Vorschub geleistet, Stoffe könnten dichotom und eindeutig als gefährlich oder ungefährlich unterschieden werden.

In der Grundstufe II können wie aus Tabelle 3 ersichtlich folgende physikalisch-chemische Inhalte identifiziert werden (siehe Tabelle 3).

In der dritten bzw. vierten Schulstufe werden Themen aus der GS I aufgegriffen und ausgebaut, es sollen nun Gesetzmäßigkeiten des Magnetismus erarbeitet werden und die Kenntnisse über stoffliche Veränderungen vertieft werden. Hier geht es zunächst wiederum um die Zustandsänderungen, aber auch die Löslichkeitseigenschaften von Stoffen in Wasser. Einfache Trennverfahren sollen durchgeführt werden. Bezüglich der einfachen Versuchsreihen zu der Verbrennung und Verrottung bleibt unklar, um welche Erkenntnisse es hier gehen soll, diese weisen jedenfalls in Richtung dauerhafte stoffliche Veränderungen im chemischen Sinn. Die einfachen Auswirkungen der Wärme werden eigenartigerweise unter „Kräfte und Wirkungen“ subsumiert. Es findet die Erweiterung um das Archimedische Gesetz statt. Neu hinzu kommt der Bereich der Elektrizität, erste Konzepte bezüglich des Stromkreises und der Bedingungen, die zum Fließen von elektrischem Strom erfüllt sein müssen, sollen erarbeitet werden. Es geht um die Gefahren des elektrischen Stroms und das richtige Verhalten im Umgang mit Netz- und Hochspannung. Der Bereich „Umgang mit Stoffen“ schließlich soll wiederum der Kompetenzerweiterung im sicheren Umgang mit Stoffen des Alltags zuarbeiten. Weiters geht es um ökologische Anliegen wie die Vermeidung von Abfall, Wiederverwertung und umweltgerechtem Handeln. Wie im vorigen Abschnitt bereits ausgeführt, soll in der Grundstufe II die „Eigengesetzlichkeit“ der Erfahrungs- und Lernbereiche zunehmend berücksichtigt werden (vgl. BMUKK, 2012, S. 102). Diese Eigengesetzlichkeit erschließt sich jedoch sehr schwer. Die Sachinhalte wirken verstreut über die Textbausteine, manches findet sich explizit als Inhalt, manches wird in die jeweils ergänzten

Bereiche „Spezifische Arbeitstechniken anwenden“ verpackt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich im Lehrplan „Sachunterricht“ – verortet im Lernbereich „Technik“ – ausreichende Inhaltsbezüge zur Physik - marginal jedoch nur zur Chemie - finden. Der Begriff „Stoffliche Veränderungen“ wird physikalisch gedeutet, würde jedoch auch den Aufbau eines basalen Konzeptes der stofflichen Veränderungen im chemischen Sinn (Um- bzw. Neubildung von Stoffen mit neuen Eigenschaften, Edukte, Produkte...) geradezu herausfordern. Dies findet jedoch nicht statt. Dieser Mangel harret bis zur nächsten Lehrplanreform einer Korrektur. Das Beobachten und Durchführen von Experimenten und die

handlungsorientierte Auseinandersetzung mit den spezifischen Phänomenen werden im Lehrplan betont. Dies bedingt den Einsatz von Experimenten, mehr noch, das eigenständige Experimentieren der Lernenden.

4 Befunde zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte in der Österreichischen Volksschule

In diesem Abschnitt sollen anhand dreier Bereiche in exemplarischer Weise Evidenzen zur derzeitigen Vermittlung physikalisch-chemischer Inhalte im Sachunterricht der Österreichischen Volksschulen vorgestellt werden. Eine Diskussion dieser Ergebnisse erfolgt im Schlusskapitel.

Lehrplaninhalte Grundstufe 2

Gewinnung und Vertiefung von **Kenntnissen über den elektrischen Strom** (Stromkreis, Leiter, Isolator) nur im Kleinstspannungsbereich (bis maximal 24 Volt) experimentieren, dabei auf die Lebensgefährlichkeit der Netz- und Hochspannung ausdrücklich hinweisen.

Kräfte und Wirkungen

Magnetkraft erproben, beobachten und als Gesetzmäßigkeit erkennen.

Einige Auswirkungen von **Wärme** kennen lernen:

Wärmeausbreitung in unterschiedlichen Stoffen.

Ausdehnung von Stoffen.

Wettererscheinungen.

Wirkungsweise verschiedener **Kräfte** kennen – Gewicht als Kraft; Verformung Auftrieb (Schwimmen, Sinken). Vergleichen und Messen von Kräften.

Kenntnisse über **Stoffe und ihre Veränderungen**:

Die Erscheinungsformen verschiedener Stoffe kennen und benennen.

Die Bedingungen für die Zustandsänderungen des Wassers kennen lernen .

Wasserlösliche und nicht wasserlösliche Stoffe unterscheiden.

Experimente mit Wasser durchführen.

Einfache Versuchsarbeiten durchführen.

Luft als lebensnotwendiger Stoff.

Experimente und einfache Versuchsreihen (Mischen und Trennen von Stoffen z.B. durch Verdunsten, Verdampfen, Filtrieren).

Einfache Versuchsreihen durchführen (an Beispielen der Verbrennung oder der Verrottung).

Im **Umgang mit Stoffen** sachgemäß und verantwortungsbewusst handeln:

Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (zB Beipackzettel) kennen und den Umgang mit als gefährlich gekennzeichneten Stoffen vermeiden.

Die Gefahren der Wasserverschmutzung kennen und sich um die Reinhaltung des Wassers bemühen.

Zur Sammlung wiederverwertbarer Stoffe (Gegenstände) beitragen.

Umweltgerechtes Handeln bei der Anschaffung, beim Gebrauch und bei der Beseitigung bestimmter Stoffe erlernen.

Möglichkeiten zur Beseitigung und Wiederverwertung von Stoffen kennen lernen.

Tabelle 3: Physikalisch-chemische Inhalte des Erfahrungs- und Lernbereichs Technik in komprimierter Form, Grundstufe II (vgl. BMUKK, 2012, S. 99-102)

4.1 Ausgewählte Befunde aus TIMMS 2007 und 2011

Die international durchgeführte Vergleichsstudie TIMMS³ ist in Österreich die einzige objektive Leistungsmessung im Bereich Naturwissenschaften in der Grundschule. Österreich hat bisher in den Jahren 1995, 2007 und 2011 an den TIMMS-Testungen teilgenommen. 2019 findet wiederum eine TIMMS-Testung mit österreichischer Beteiligung statt. Bei TIMMS werden auch begleitende Erhebungen auf Lehrer/innenebene vorgenommen. Darauf wird im Kapitel 4.2. Bezug genommen. In diesem Kapitel wird auf die Leistungen der Österreichischen Volksschüler/innen im Bereich Naturwissenschaften in den Jahren 2007 und 2011 eingegangen.

TIMMS 1995 förderte ab der Sekundarstufe – ähnlich wie in Deutschland – wenig zufriedenstellende Ergebnisse für die Mathematik- und Naturwissenschaftsleistungen der Schülerinnen und Schüler zu Tage. Infolge dessen wurden in beiden Ländern Projekte zur nachhaltigen Verbesserung dieser Leistungen ins Leben gerufen. In Österreich war das im Wesentlichen die Gründung von IMST im Jahr 1998 (vgl. dazu Kap. 4.2). TIMMS 1995 hat also die Bildungslandschaften in Deutschland und Österreich durchaus wachgerüttelt (vgl. Grafendorfer, 2010, S. 32-33).

TIMMS legt für die Testung Bereiche aus den Naturwissenschaften, im Abgleich mit den Lehrplänen der teilnehmenden Länder, fest. Die Themen werden aus drei Bereichen herausgegriffen, die in allen Ländern vorkommen. Diese sind: Biologie, Physik und Erdkunde. Zusätzlich erfolgt eine Zuteilung der Aufgaben auf die Ebene des zur erfolgreichen Bearbeitung notwendigen Prozesses. Diese werden als kognitiven Bereich ausgewiesen und in „Wissen“, „Anwenden“ und „Begründen“ eingeteilt (vgl. Grafendorfer, 2010, S. 33).

In weiterer Folge werden die durch TIMMS erhobenen zentralen Naturwissenschaftsleistungen am Ende der Volksschulzeit überblicksmäßig dargestellt.

Österreich lag 2007 mit einem Naturwissenschaftsmittelwert von 526 Punkten im EU-Mittel und unterschied sich statistisch nicht von den Ergebnissen der Länder Deutschland, Slowakische Republik, Schweden und Niederlande. Im Gegensatz zu den Ergebnissen in Mathematik,

wo Österreich im unteren Drittel der europäischen Staaten rangierte, zeigten sich die einheimischen Schüler/innen im Bereich Naturwissenschaften als mit vielen anderen EU-Ländern konkurrenzfähig. Eine Analyse der Ergebnisse der Inhaltsbereiche zeichnet ein differenzierteres Bild. So gehörte Österreich 2007 zu jenen Ländern, in denen die Teilergebnisse in den Inhaltsbereichen deutlich voneinander abweichen: In Physik wiesen die Ergebnisse deutlich niedrigere Kompetenzen als in den beiden anderen Bereichen aus und stellt mit 514 Punkten eine eindeutige Schwäche dar. „*In Physik herrscht Nachholbedarf für heimische Viertklässler/innen*“ lautet das Resümee im Bericht von Grafendorfer (2010, S. 38). Bei der differenzierten Betrachtung der drei kognitiven Bereiche Wissen/Anwenden/Begründen zeigten Österreichs Schüler/innen eine relative Stärke beim Wissen, hingegen eine deutliche Schwäche beim Begründen. Die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern waren sowohl beim Gesamtwert in Naturwissenschaften, als auch – mit Ausnahme bei Begründen – in allen übrigen Subskalen zuungunsten der Mädchen statistisch signifikant und größer als der entsprechende EU-Durchschnitt.

Kernbichler (2010, S. 49) führt in ihrer Analyse das schwache Teilergebnis in Physik auf die Unterrepräsentanz physikalischer Inhalte im österreichischen Sachunterricht zurück. In der Analyse von Neureiter und Burchert (2010, S. 189) werden die Schwerpunktsetzungen der Lehrer/innenausbildung in Bezug auf Naturwissenschaften international verglichen. Während in den Ländern mit Spitzenergebnissen in Naturwissenschaften die Lehrer/innen im Zuge ihrer Erstausbildung über eine tiefer gehende Ausbildung in Sachunterricht und Naturwissenschaften verfügen, ist dies in Österreich nicht der Fall. Bei TIMMS 2011 erreichten Österreichs Volksschüler/innen in Naturwissenschaft einen Gesamtmittelwert von 532 Punkten, was bei 50 Teilnehmerländern den 13. Rang ergab. Wiederrum war dieses Abschneiden im Ländervergleich ungleich besser als in Mathematik und Lesen (vgl. Suchan, 2012, S. 37). Das Ergebnis in Punkten übertraf jenes von 2007 geringfügig, zeigt aber keine bedeutsame Veränderung im Vergleich zum Ergebnis von 2007. Suchan (2015, S.

³ TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study) ist eine international vergleichende Schulleistungsuntersuchung,

die seit 1995 im vierjährigen Turnus von der International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) durchgeführt wird.

21) stellte in einer vertieften Analyse die zeitliche Veränderung der Naturwissenschaftskompetenzen seit der ersten TIMMS-Testung im Jahr 1995 dar. Hier tritt ein Rückgang der Naturwissenschaftskompetenz der heimische Schüler/innen um 13 Punkte zu Tage, wohingegen die Volksschüler/innen anderer europäische Länder, etwa Slowenien, ihre naturwissenschaftlichen Fähigkeiten deutlich verbessern hatten können.

Die Geschlechterdifferenz lag bei den heimischen Schüler/innen in Naturwissenschaften deutlich über jener in Mathematik und Lesen. Bei den Themen Physik und Erkunde lagen die Buben im Schnitt um 18 bzw. 24 Punkte vor den Mädchen.

Die von TIMMS erhobenen Naturwissenschaftsleistungen Österreichischer Schüler/innen am Ende der Volksschulzeit fördern einen zu diesem Zeitpunkt bereits statistisch als auch praktisch bedeutsamen Gender-Gap zu Tage (vgl. Suchan, 2015, S. 24-25).

4.2 IMST-Projektberichte

Das Projekt IMST⁴ versucht seit dem Jahr 1998 – zunächst als Analyseprojekt hinsichtlich der TIMMS-Ergebnisse für die Sekundarstufe 2, später als Entwicklungs- bzw. Unterstützungsprojekt - Lehrerinnen und Lehrer dabei zu unterstützen, Innovationen im MINDT-Unterricht (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Deutsch, Technik) an österreichischen Schulen durchzuführen. Lehrer/innenteams an den Schulen können im jährlichen Rhythmus Projektanträge stellen, die dann materiell und in Form von Beratung unterstützt werden. Als Teil der Projektvereinbarung sind die Teams verpflichtet, einen Projektbericht zu verfassen. Diese Projektberichte werden auf der IMST-homepage unter der Rubrik „IMST-Wiki“ veröffentlicht. Die meisten dieser Projekte waren und sind in der Sekundarstufe angesiedelt, nicht wenige jedoch auch in der Primarstufe und oftmals in Kooperation mit Schulen der Sekundarstufe. Im Folgenden werden die Ergebnisse dreier solcher Kooperationsprojekte besprochen.

Hugl (2010) hat im Zuge seines Projektes im Schuljahr 2009/10 in Kooperation mit zwei Volksschulen und der Pädagogischen Hochschule Wien-Krems eine Fortbildungsinitiative

zum Thema „Naturwissenschaftliche Grundbildung im Sachunterricht der Volksschule“ ins Leben gerufen und beforscht. In einer bezirksweiten online-Erhebung in niederösterreichischen Volksschulen hat er im Vorfeld die Ausgangssituation erhoben und ist zu folgenden Ergebnissen gekommen:

- Physikalische und chemische Themen finden im Sachunterricht nur wenig bis kaum Beachtung, es dominieren Themen der Biologie, gefolgt von denen der Geographie.
- Die befragten Lehrkräfte geben an, dass sie im Rahmen ihrer Ausbildung wenig bis gar nichts über naturwissenschaftliche Inhalte gelernt hätten.
- Weiters geben die Befragten an, dass sie im Rahmen ihrer Ausbildung wenig bis gar keine Experimente kennen gelernt bzw. ausprobiert hätten.

Schradt, Schwaiger und Brandtner (2005) haben in einem ähnlich gelagerten Projekt in der Obersteiermark den Ausgangszustand in einer informellen Befragung an den neun beteiligten Volksschulen erhoben:

- die befragten Lehrkräfte geben an, dass die genossene Ausbildung als unzureichend erachtet wird.
- in der Auswahl der Themen steht der Erfahrungs- und Lernbereich Natur im Vordergrund.
- es wird über fehlende Grundausstattung berichtet.
- Die Lehrkräfte fühlen sich unsicher bzw. wenig kompetent hinsichtlich der Aufbereitung naturwissenschaftlicher Themen bzw. der Durchführung von Experimenten.

Amon, Amon, Rafetseder und Reisinger (2009) haben im Zuge ihres Projektes eine Befragung in sogar vier niederösterreichischen Bildungsregionen durchgeführt, 206 Pädagog/innen haben an der Befragung teilgenommen.

Als Gründe, warum in 30% der befragten Volksschulen selten oder gar nicht experimentiert wird, werden angegeben: zu wenig Ausstattung, schlechte fachliche Ausbildung, keine Fortbildungsveranstaltungen und Zeitmangel. Gleichzeitig haben die befragten Lehrkräfte überwiegend die Einschätzung, dass Volksschulkinder an naturwissenschaftlichen Fragestellungen interessiert wären. In dieser Untersuchung wurde

⁴ Das Initialwort IMST steht für „Innovationen machen Schulen Top“; Das Projekt IMST ist institutionell und personell an der Universität Klagenfurt angesiedelt und wird von Mitteln des Bildungsministeriums finanziert.

auch danach gefragt, ob die Lehrer/innen auch chemische Themen im Lehrplan verankert als sinnvoll erachten würden. Die Hälfte der Befragten verneinte dies.

Eine gute Übereinstimmung mit diesen auf lokaler Ebene zu Tage geförderten Befunden zeigen die Ergebnisse, die die bundesweite Befragung von Volksschullehrer/innen im Zuge von TIMMS 2007 lieferte (vgl. Grafendorfer & Kernbichler, 2010, S. 165 ff.). Auf die Frage, wie gut sich die Befragten durch ihre Ausbildung, durch Fort- und Weiterbildungen, sowie durch ihre Berufserfahrung auf verschiedene Themen aus den Bereichen Biologie, Physik und Erdkunde vorbereitet fühlen, ergibt sich folgendes Bild: In den verschiedenen physikalischen Gebieten fühlen sich viele der Befragten weniger sicher als in Biologie. Unsicher fühlen sich besonders viele der Pädagog/innen bei den Themen „Veränderung von Stoffen“ und „Gemenge herstellen und trennen“ – das sind jene Themen des Lehrplans, die im Nahbereich der Chemie angesiedelt sind.

Grafendorfer und Kernbichler (2010, S.168) konstatieren: *„Das vorliegende Datenmaterial [aus TIMMS 2007] stützt die Hypothese, wonach die chemischen und physikalischen Inhalte des Sachunterrichts in der Grundschule eher vernachlässigt werden“.*

4.3 Befunde einer Studie der Pädagogischen Hochschule Wien

An der Pädagogischen Hochschule Wien wurde im Zuge der Implementierung des „Fachdidaktikzentrums für Naturwissenschaften und Mathematik“ eine breit angelegte Studie durchgeführt, um die Bedürfnisse der Wiener Volksschullehrer/innen zu erheben und so evidenzbasiert Angebote für die Fort- und Weiterbildung konzipieren und anbieten zu können. Es wurde auf Lehrer/innen-, aber auch auf Schüler/innenebene eine breite Palette von Variablen erhoben und ausgewertet. Die Studie wurde im Jahr 2012 veröffentlicht. Hinsichtlich der Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht in den Wiener Volksschulen werden in der Studie u. A. folgende Ergebnisse berichtet:

Aus der schriftlichen Befragung von 604 Volksschullehrer/innen geht hervor, dass bezüglich der Einschätzung der Beliebtheit der Unterrichtsthemen im Sachunterricht das Experimentieren den ersten Rang einnimmt. Themen der

Erfahrungsbereiche⁵ „Mensch“ und „Natur“ sind oben angesiedelt, Themen des Erfahrungs- und Lernbereichs „Raum und Wirtschaft“ rangieren am Ende der Beliebtheitsskala. Die „Technik“ befindet sich im Mittelfeld. Auf die Frage nach der Wichtigkeit der Sachunterrichtsthemen werden die Bereiche „Gemeinschaft“, „Natur“ und „Mensch“ am häufigsten genannt. Am unwichtigsten werden hier die Themen „Kenntnisse über Kräfte und ihre Wirkungen“, „Skizzen und Pläne als geographische Darstellungsformen“ und „Landschafts- und Siedlungsformen“ erachtet. Ein systematisch vorgenommener Vergleich der durch die Lehrkräfte angegebenen Wichtigkeit von Themen mit der schüler/innenseits erhobenen Beliebtheit der Sachunterrichtsthemen zeigt, dass Lehrer/innen und Schüler/innen in manchen Bereichen weit auseinanderliegen: der von den Lehrer/innen so wichtig erachtete Bereich „Bedeutung gesunder Lebensführung erkennen und sich gesundheitsbewusst verhalten“ zeigt die höchste Abweichung von der entsprechenden Schüler/inneneinschätzung. Umgekehrt diametral zeigt sich die Einschätzung bei den Themen „Stoffe und ihre Veränderungen“, „Experimentieren“ und „eigene Versuchsreihen konzipieren und durchforschen“. In fünf der sechs damaligen „Erfahrungs- und Lernbereiche“ liegt die Einschätzung der Wichtigkeit lehrer/innenseits höher als die Beliebtheit bei den Schüler/innen. Einzig im Naturwissenschaftsbereich verhält es sich umgekehrt (vgl. Fridrich, Gerber & Paulinger, 2012, S. 74-84).

Im nächsten Projektabschnitt wurden Leitfadenterviews mit Wiener Volksschullehrer/innen durchgeführt. Auf die zentrale Frage, was sich die Pädagog/innen von einem „Fachdidaktikzentrum Naturwissenschaften und Mathematik“ erwarten und wünschen würden, fielen die meisten Antworten der Proband/innen auf die Kategorie „Versuche“. 50% der Befragten wünschten sich Fortbildungen zu diesem Thema (vgl. Fridrich, 2012, S. 142).

In einem weiteren Projektabschnitt wurde die Schüler/innensicht in Form teilstrukturierter Interviews erhoben. Das Experimentieren wird von den befragten Kindern, die das Thema Experimente im Laufe der Interviews ansprachen, durchwegs als eine motivierende Tätigkeit beschrieben (vgl. Lehner-Simonis, 2012, S. 158).

⁵ Zum Zeitpunkt der Befragungen war noch die Einteilung der Erfahrungs- und Lernbereiche des Vorgängerlehrplans in Kraft, welche sich geringfügig von der des aktuellen Lehrplans unterscheidet.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, einerseits die wesentlichen Rahmenbedingungen des naturwissenschaftlichen Sachunterrichtes in der Österreichischen Volksschule darzustellen und andererseits Befunde zu sammeln, die eine Einschätzung über den Zustand der naturwissenschaftlichen Grundbildung in der Grundschule erlauben.

Der aktuelle Sachunterrichtslehrplan weist strukturelle und inhaltliche Mängel auf. Physikalisch-chemische Inhalte werden zur Gänze dem Bereich „Technik“ zugeordnet. Chemische Bezüge scheinen im Lehrstoff kaum auf und beschränken sich auf die Eigenschaften von Stoffen. Physikalische Inhalte finden sich in ausreichendem Maße, sind aber nicht sachlogisch strukturiert.

Internationale Vergleichsstudien stellen Österreichs Grundschüler/innen im Bereich Naturwissenschaften ein zunächst zufriedenes Zeugnis aus, welches bei genauerer Betrachtung aber eine relative Schwäche im Bereich der physikalischen Kompetenzen aufweist. Weiters tritt am Ende der Volksschule ein signifikanter Unterschied in den Naturwissenschaftskompetenzen von Buben und Mädchen zu Tage (vgl. Grafendorfer, 2010; Suchan, 2012; Suchan, 2015).

Regionale Untersuchungen mit explorativem Charakter fördern Hinweise zu Tage, die auf deutliche Defizite in den Rahmenbedingungen und der unterrichtlichen Vermittlung der chemisch-physikalischer Inhalte hinweisen.

Grundschullehrer/innen geben, werden sie befragt, immer wieder an, dass sie sich im Bereich der Naturwissenschaften und hinsichtlich der Durchführung und Nachbereitung von Experimenten nicht ausreichend ausgebildet bzw. kompetent fühlen. In Folge dessen wird etwa physikalischen Inhalten in der unterrichtlichen Behandlung keine gebührende Aufmerksamkeit zuteil (vgl. Greinstetter, 2008). Die Bedeutung professioneller Kompetenzen von Lehrkräften für die Erteilung eines erfolgreichen Unterrichts steht außer Diskussion (vgl. Baumert & Kunter, 2006).

Die systematische Beforschung des österr. Volksschulunterrichts über die Befragungsergebnisse in Vergleichsstudien hinaus wird im nationalen Bildungsbericht als Desiderat angesehen (vgl. Wohllhart, Böhm, et al 2016).

Gleichzeitig dazu sollen aber unverzüglich auf allen Ebenen des Bildungssystems vermehrte Anstrengungen unternommen werden, um die Aus-

, Fort-, und Weiterbildungen der Grundschulpädagog/innen im naturwissenschaftlichen Bereich zu verbessern.

6 Literatur

- Amon, M.; Amon, F.; Rafetseder, U.; Reisinger, H. (2009): *Naturwissenschaftlicher Koffer für den Sachunterricht der Volksschulen*. Klagenfurt: Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung (IMST-Fonds). Abgerufen am 29.10.2018: <https://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/Unterrichtsfächer>
- Baumert, J.; Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*. 2006 Vol. 9, 469-520. Berlin-Heidelberg: Springer.
- Abgerufen am 23.01.2019: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11618-006-0165-2>
- Fridrich, Ch.; Gerber, A.; Paulinger, G. (2012): Ergebnisse des 1. Projektabschnittes: Fragebogenbefragung von Wiener Volksschullehrer/innen. In: Fridrich, Ch. (Hrsg.), *Zum Ist-Stand des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts an Volksschulen und den daraus resultierenden Konsequenzen für die Lehrer/innenaus- und -fortbildung*. Bildung und Bildungsforschung 1, Wien: Pädagogische Hochschule Wien.
- Fridrich, Ch. (2012): Ergebnisse des 2. Projektabschnittes: Leitfadeninterviews mit Wiener Volksschullehrer/innen. In: Fridrich, Ch. (Hrsg.): *Zum Ist-Stand des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts an Volksschulen und den daraus resultierenden Konsequenzen für die Lehrer/innenaus- und -fortbildung*. Bildung und Bildungsforschung, Wien: Pädagogische Hochschule Wien.
- Grafendorfer, A. (2010): Die Leistungen der Schüler/innen in Naturwissenschaft. In: Suchan, B.; Wallner-Paschon, Ch.; Schreiner, C. (Hrsg.): *TIMSS 2007. Mathematik & Naturwissenschaft in der Grundschule. Österreichischer Expertenbericht*, 32-44. Graz: Leykam
- Grafendorfer, A.; Kernbichler, M. (2010): Merkmale von Lehrkräften und die Naturwissenschaftsleitung im Blickfeld der Fachdidaktik. In: Suchan, B.; Wallner-Paschon, Ch.; Schreiner, C. (Hrsg.): *TIMSS 2007. Mathematik & Naturwissenschaft in der Grundschule. Österreichischer Expertenbericht*, 164-180. Graz: Leykam
- Greinstetter, R. (2008): *Naturwissenschaftliches Experimentieren in der Grundschule. Eine empirische Studie zu konstruktivistische orientiertem Lernen und Lehren*. Frankfurt: lang.
- Hugl, Th. (2010): *Naturwissenschaftliche Grundbildung im Sachunterricht der Volksschule. Ein Konzept für deine fachliche und fachdidaktische Initiative*. Klagenfurt: Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung (IMST-Fonds). Abgerufen am 29.10.2018: <https://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/Unterrichtsfächer>
- Kernbichler, M. (2010): Expertenkommentar zu: Die Leistungen der Schüler/innen in Naturwissenschaft. In: Suchan, B.; Wallner-Paschon, Ch. & Schreiner, C. (Hrsg.): *TIMSS 2007. Mathematik & Naturwissenschaft in der Grundschule. Österreichischer Expertenbericht*, 45-55. Graz: Leykam.
- Lehner-Simonis, K. (2012): Ergebnisse des 3. Projektabschnittes: Unterricht aus der Sicht von Schüler/innen. In: Fridrich, Ch. (Hrsg.): *Zum Ist-Stand des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts an Volksschulen und den daraus resultierenden Konsequenzen für die Lehrer/innenaus- und -fortbildung*. Bildung und Bildungsforschung 1, Wien: Pädagogische Hochschule Wien.

- Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (BMUKK; nunmehr Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF]) (2012): Lehrplan der Volksschule. BGBl. Nr. 134/1963 in der Fassung BGBl.II Nr. 303/2012 vom 13. September 2012. Abgerufen am 02.02.2019: https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs_gesamt_14055.pdf?4dzgm2
- Möller, K; Jonen, A.; Hardy, I.; Stern, E. (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: Prenzel, M; Doll, J (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. 176-191. Weinheim, Basel: Beltz.
- Möller, K. (2004): Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: Merckens, H. (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*, 65-84. Opladen: Leske+Budrich.
- Neureiter, H.; Burchert, A. (2010): Naturwissenschaftsunterricht im Ländervergleich. Eine Analyse mit Schwerpunkt Physik/Chemie. In: Suchan, B.; Wallner-Paschon, Ch.; Schreiner, C. (Hrsg.): *TIMSS 2007. Mathematik & Naturwissenschaft in der Grundschule. Österreichischer Expertenbericht*, 181-191. Graz: Leykam
- Schradt, F; Schweiger, B.; Brandtner, A. (2005): *Neue Wege im naturwissenschaftlich orientierten Sachunterricht im Erfahrungs- und Lernbereich Technik an der Volksschule (Science4Kids)*. Klagenfurt: Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung (IMST-Fonds). Abgerufen am 29.10.2018: <https://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/Unterrichtsfächer>
- Suchan, B. (2012): Naturwissenschaftskompetenz im Ländervergleich. In: Suchan, B.; Wallner-Paschon, Ch.; Bergmüller, S.; Schreiner, C. (Hrsg.): *PIRLS & TIMSS 2011. Schülerleistungen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften in der Grundschule. Erste Ergebnisse*. 36-37. Graz: Leykam.
- Suchan, B. (2015): Die Leistungen der Schüler/innen in Lesen, Mathematik & Naturwissenschaften. In: Suchan, B.; Wallner-Paschon, Ch.; Bergmüller, S.; Schreiner, C. (Hrsg.): *PIRLS & TIMSS 2011. Die Kompetenzen in Lesen, Mathematik, und Naturwissenschaften am Ende der Volksschule. Österreichischer Expertenbericht*. 15-26. Graz: Leykam.
- Witte, R. (1983): Konzeptdeterminierte Curricula für die Grundschule? Eine kritische Betrachtung zur Vorgeschichte des wissenschaftsorientierten Sachunterrichts. In: Lauterbach, R.; Marquardt, B. (Hrsg.): *Sachunterricht zwischen Alltag und Wissenschaft. Grundlagen und Beispiele zwischen Schulpraxis und Lehrerbildung*. Weinheim und Basel: Beltz.
- Wohlhart, D.; Böhm, J.; Grillitsch, M.; Oberwimmer, K.; Soukup-Altrichter, K.; Stanzel-Tischler, E. (2016): Die Österreichische Volksschule, Kap. 1. In: Bruneforth, M.; Eder, F.; Krainer, K.; Schreiner, C.; Seel, A.; Spiel, Ch. (Hrsg.): *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2015, Band 2*. 17-58. Graz: Leykam.

Internetquelle:

https://www.imst.ac.at/texte/index/be-reich_id:2/seite_id:3 zuletzt abgerufen am 17.02.2019