

Arne Krause / Gabriella Carobbio

Universität Hamburg / Università degli Studi di Bergamo

E-Mail: arne.krause@uni-hamburg.de / gabriella.carobbio@unibg.it

Sprachliche Verfahren der Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens in Physik- Vorlesungen: deutsch-italienische Perspektiven

ABSTRACT

Transfer of knowledge in lectures on physics: German-Italian perspectives on verbal processing

In this article we intend to show differences and similarities with respect to the transfer of knowledge in lectures on physics in Germany and Italy. Taking a functional-pragmatic approach, we reconstruct these differences and similarities on the basis of transcriptions of recordings of physics lectures in both countries, focusing on a type of paraphrase that appears to be pertinent to the natural sciences, as well as to specifics of the utilization of blackboards in science lectures. Our analysis reveals that it is this special type of paraphrase because of which, despite linguistic and cultural differences, physics lectures in both countries are more closely related to each other than, for example, lectures on sociology.

Keywords: academic teaching and learning, functional pragmatics, physics, lectures, euroWiss, knowledge transfer, blackboard

1. Mündliche Wissensvermittlung in der Physik

Die linguistische Analyse von mündlicher Wissensvermittlung in den so genannten Naturwissenschaften kann auch 15 Jahre nach dem Bestreben von Wiesmann (1999), mündliche Kommunikation im Studium zu untersuchen, weitestgehend als Forschungsdesiderat bezeichnet werden. Dies wird insbesondere dann deutlich, wenn man die Differenzierung zwischen Naturwissenschaften und MINT-Fächern (also Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technikwissenschaft) ernst nimmt und die Naturwissenschaften somit als Teil der MINT-Fächer begreift. Für die einzelnen MINT-Fächer liegen teilweise Analysen vor: Jörissen (2013) befasst sich mit der Wissensvermittlung von Mathematik an einer Schweizer Fachhochschule, Wagner (2014) und Krause (i.Dr.) befassen sich mit einer Mathematik-Übung an einer deutschen Universität. Chen (1995) führt Analysen zur Passiv-Verwendung in Vorlesungen und Labor-Diskursen in der Chemie durch, Hanna (2003) untersucht die Wissensvermittlung in ingenieurwissenschaftlichen Vorlesungen mit besonderem Blick auf die Funktion von Visualisierungen,

Thielmann (2014a/b) untersucht ebenfalls ingenieurwissenschaftliche Vorlesungen. Thielmann/Krause (2014) untersuchen eine Physik-Vorlesung mit Fokus auf die Thematisierung des Status des vermittelten Wissens und legen zwei Transkripte vor, die einen ausführlicheren Einblick in die analysierte Vorlesung ermöglichen (Krause/Thielmann 2014a/b). Krause (i.Vorb.) legt einen ersten Versuch vor, die Ergebnisse des euroWiss-Projektes (siehe dazu unten ausführlicher) zu der Wissensvermittlung in den MINT-Fächern transdisziplinär zu konsolidieren. Der Forschungsstand zeigt sich also recht heterogen und zugleich nach wie vor im Anfangsstadium begriffen, wenngleich die Analysen fruchtbare Erkenntnisse enthalten.

Ferner erscheint es vor dem Hintergrund von einer zunehmenden Internationalisierung der Wissenschaft und des Studiums im Zuge der Bologna-Reform sinnvoll, nicht ausschließlich den deutschen Sprachraum zu untersuchen, sondern vielmehr komparative Analysen¹ sowohl von europäischen Sprachen als von Sprachen weltweit zu forcieren. Im Rahmen des euroWiss-Projektes (siehe unten) sind so für das Sprachenpaar Deutsch-Italienisch einige Arbeiten entstanden, wie z.B. Beiträge in Hornung et al. (2014), Redder/Heller/Thielmann (2014) sowie Carobbio/Heller/Di Maio (2013), Carobbio/Zech (2013) und Heller (i.Vorb.).

Dennoch: Komparative Analysen der mündlichen Wissensvermittlung in der Physik² stehen nach wie vor aus. In diesem Beitrag soll ein erster Versuch einer solchen komparativen Herangehensweise an dem Sprachenpaar Deutsch-Italienisch vorgenommen werden. Um dies zu leisten, werden Transkriptausschnitte von zwei Einführungs-Vorlesungen in die Physik aus Deutschland und Italien auf die Frage hin analysiert, ob es hinsichtlich der zu beobachtenden sprachlichen Verfahren in den beiden Ländern Parallelitäten und Unterschiede gibt. Wir haben dafür drei Aspekte ausgewählt, die sich für detaillierte Analysen weitestgehend gezeigt haben: Wir werden zeigen, wie in den jeweiligen Vorlesungen der Sprecherplan durchsichtig gemacht wird, anschließend auf spezifische Formen des Umformulierens eingehen, und uns abschließend der Frage multimodalen Lehrens, in diesen Fällen konkret auf Tafelanschriften bezogen, zuwenden.

¹ An dieser Stelle beziehen wir uns ausschließlich auf komparative Analysen gesprochener Wissenschaftssprache an Hochschulen. Den zunehmenden Anteil an komparativen Analysen zu schriftlicher Wissenschaftssprache wollen wir aus Platzgründen hier nicht vollständig nennen, als neueste Publikation auf diesem Gebiet sei exemplarisch auf Da Silva (2014) verwiesen.

² Zur Fachsprache der Physik als begriffliches Instrumentarium siehe Thielmann (1999) sowie (i.V.).

2. euroWiss – linguistische Profilierung einer europäischen Wissenschaftsbildung

Die Daten, mit denen in diesem Artikel gearbeitet wird, wurden im Rahmen des von der VW-Stiftung von 2011-2014 geförderten Forschungsprojektes euroWiss – linguistische Profilierung einer europäischen Wissenschaftsbildung – erhoben. Das Projekt wurde unter der Leitung von Angelika Redder (Hamburg) in Kooperation mit Dorothee Heller (Bergamo), Antonie Hornung (Modena) und Winfried Thielmann (Chemnitz) durchgeführt. Eine ausführlichere Beschreibung der Projektziele ist in Heller et al (2013) publiziert, Teile der Projektergebnisse sind in Redder/Heller/Thielmann (2014) und Hornung et al (2014) publiziert.³ Zentrales Anliegen des euroWiss-Projekts war die Erforschung der Strukturen sprachlichen Handelns in der wissensvermittelnden Hochschulkommunikation, insbesondere der binneneuropäischen Differenzen zwischen simultaner und sukzessiver Erprobung und Praktizierung diskursiver Wissensvermittlung in universitären Lehrveranstaltungen. Zu diesem Zweck wurde ein Korpus von Videoaufzeichnungen von Vorlesungen, Seminaren und Übungen zusammengestellt, die an deutschen und italienischen Universitäten gehalten wurden. Nach Projektende lagen insgesamt 357 Stunden Datenmaterial vor, davon knapp 48 Stunden italienische Daten.

3. Transkripte: Darstellung und Konventionen

Die hier herangezogenen Transkripte wurden nach HIAT⁴ mit dem Partitur-Editor von EXMARALDA erstellt. Die Transkriptkonventionen entsprechen denen in Redder/Heller/Thielmann (2014: 161).

Die Transkriptausschnitte aus HIAT-Transkripten sind aus Gründen der Lesbarkeit nicht als Partitur dargestellt. Stattdessen wird, wie auch in Redder/Breitsprecher/Wagner (2014: 40, Anmerk. 9) dargelegt, mittels Rauten auf die automatischen Äußerungsnummerierungen des Partitureditors von EXMARALDA Bezug genommen.

4. Physik-Vorlesung in Deutschland

In der deutschen Physik-Vorlesungen haben wir folgende Konstellation: Es handelt sich um eine Einführungsvorlesung in die Experimentalphysik aus dem zweiten BA-Semester. Neben dem Professor und 25 Studierenden ist noch ein

³ Eine komplette Übersicht über die Publikationstätigkeit der Projektmitglieder ist auf der Homepage des Projektes einzusehen: <http://www1.slm.uni-hamburg.de/de/forschen/projekte/eurowiss.html>

⁴ Dieser Artikel bezieht sich auf und arbeitet mit Kategorien der Funktionalen Pragmatik. Einen Überblick darüber liefern u.a. Ehlich (2007) und Redder (2008).

promovierter, etwa 50-jähriger Assistent anwesend, der begleitend zum Vorlesungsdiskurs Experimente vorführt, die der Professor erklärt. Dies ist in deutschen Einführungsvorlesungen in der Experimentalphysik nicht unüblich. Das Thema des Abschnitts lautet ‚Dichte des Elektrostatischen Feldes mit Dielektrikum‘. Was das inhaltlich bedeutet, kann mit einem wohlbekannten Alltagsexperiment verdeutlicht werden⁵: Wenn man einen Luftballon an einem Wollpullover reibt, bleibt der Ballon daran ‚kleben‘. Zöge man den Ballon etwas von dem Pullover ab, dann wäre zwischen Ballon und Pullover ein elektrostatisches Feld. Ballon und Pullover repräsentieren in diesem Alltagsexperiment zwei Platten eines sogenannten Plattenkondensators. Ein Dielektrikum ist eine schwach- oder nichtleitende Substanz, die zwischen den Platten platziert wird.

In dem folgenden Transkriptausschnitt nimmt der Dozent eine weitreichende Umstrukturierung des Wissens der Studierenden vor, indem er anstelle des als allgemein bekannten ‚E-Feldes‘, der Elektrischen Feldstärke, das ‚D-Feld‘, die Elektrische Felddichte einführt. ‚Allgemein‘ bedeutet hierbei, dass die Felddichte in mehr Fällen relevant ist als die Feldstärke. Das Wissen über die Feldstärke wurde zuerst vermittelt, weil dieses zu Beginn des Studiums leichter zu verstehen ist. Erst danach führt der Dozent die Felddichte ein. Die Umstrukturierung des Wissens ist also über einen längeren Zeitraum geplant und auch curricular festgelegt. Den Studierenden war bis zu diesem Zeitpunkt bekannt, dass das sog. E-Feld das allgemeine Feld ist. Da nun aber Dielektrika mit in die Überlegung einbezogen werden sollen, stellt sich heraus, dass das sog. D-Feld der allgemeine Fall ist und das E-Feld der spezielle. Dies stellt sich durch eine Umformung heraus.

#13 *((1,5s)) Und wenn wir das jetzt übertragen wollen auf den allgemeinen Fall, dass Dielektrika im Spiel sein dürfen, • • dann ((1,3s)) müssen mer das umschreiben.*

#14 *Das mach ich erstmal ganz formal.*

#15 *• • Also formale Umschreibung, ((3,4s)) das kann man ja machen.*

#16 *• • Das ist physikalisch sinnvoll, das werden Sie gleich sehen*

Anknüpfend an die den Studierenden bekannte und im Diskursraum präsente Formel für die Feldstärke, die mit ‚das‘ refokussiert wird, kündigt der Dozent eine Umformung einer physikalischen Gleichung an. Die Umformung ist erforderlich, um den Status des D-Felds als ‚allgemein‘ zu verstehen, den

⁵ Wir erheben hier keinen Anspruch auf eine physikalisch vollständige Erklärung. Dafür sei exemplarisch auf Demtröder (2013: 18-30) verwiesen.

Studierenden jedoch ist dies höchstwahrscheinlich noch nicht bewusst. Dies wird in Äußerung /16/ deutlich. Hier spielt die Modalität ‚müssen‘ eine wichtige Rolle, denn das Verstehen des ‚Umschreiben müssens‘ ist bei den Studierenden noch nicht zwangsläufig gegeben, da die entsprechenden Wissensselemente erst in der laufenden Vorlesung vermittelt werden. Dies hängt eng mit dem ‚wir wollen‘ zusammen, das nach Redder (1984) eine scheinbar kollektive Handlungsentscheidung ausdrückt, die aber tatsächlich den Sprecherplan des Dozenten in Handlungsabsichten der Interaktanten transformiert (ebd.: 205). Gleichzeitig werden mit dem ‚Müssen‘ sachliche Erfordernisse als entscheidende Kriterien in Anspruch genommen (ebd.: 217), die den Studierenden freilich noch nicht vollständig zugänglich sind.

Der Dozent greift hier dem mentalen Prozess des Verstehens voraus, indem er die Umformung als ‚physikalisch sinnvoll‘ bezeichnet. Erst durch die darauf folgenden Erklärungen sowie das vom Assistenten vorgeführte Experiment wird eindeutig, warum die Formel umgeformt werden musste. Der Sprecherplan wird hier nicht in Form von Ankündigungen eigener Sprechhandlungen ersichtlich, sondern zeigt sich als antizipierend auf das Verstehen der Studierenden abzielend.

Nachdem die Umformung sowohl an der Tafel als auch verbal vollzogen ist, beginnt der Dozent damit, die Studierenden auf ein Experiment vorzubereiten, dass der Assistent im Anschluss vorführen soll:

- #70 •• Also stellen ((Sie)) sich vor, wir hatten ((1,2s)) einen Kondensator.
- #71 ((1,3s)) Kondensator •• aufgeladen ((2,8s)) mit Spannung U .
- #72 ((1,2s)) Daraus folgt/ Wir hatten also •• Oberflächenladung • Q , •• (hatte ich och stehen), • auf den Platten, ((1,4s)) •• also Q .
- #73 ((2,1s)) ((1s)) ((1,4s)) Und wenn wir den jetzt von der Spannungsquelle ab •• klemmen, •• da bleiben die Ladungen drauf.
- #74 Das heißt also, im D -Feld kann sich nischt ändern.
- #75 ((1,3s)) Also Kondensator aufgeladen • mit Spannung U ((3,6s)) und •• von Spannungsquelle getrennt.
- #76 ((4,8s)) •• Das bedeutet nu, • die Ladungen bleiben wie sie sind.
- #77 •• Q bleiben unverändert ((4,8s)) und natürlich D ebenfalls ((2,3s)), •• weil hier einfach das D Divergenz von diesen/ • von dieser Ladungsdichte ist.

Es geht hier zunächst erstmal um die theoretische Vorbereitung auf das im Anschluss vom Assistenten vorgeführte Experiment. Das Experiment wird

zunächst mental durchlaufen, der Dozent beginnt, ganz dem normalen Ablauf den die Studierenden aus den Praktika kennen folgend, mit dem Versuchsaufbau: Gegeben ist ein Kondensator mit der Spannung U . Das „daraus folgt“ wird mit einem Pfeil an der Tafel dargestellt. Aus „Oberflächenladung Q “ wird im Tafelanschrieb nur noch „ Q “. Es ist eine physikalische Konvention, dass ‚ Q ‘ für Ladung steht, hier genauer die Ladung der Oberfläche. Dies wird an dieser Stelle noch einmal schriftlich fixiert, obgleich es sich dabei um Basiswissen handelt, das den Studierenden schon bekannt ist. Im nächsten Schritt des Gedankenexperiments wird der Kondensator von der Spannungsquelle abgeklemmt und der Effekt ist „da bleiben die Ladungen drauf“ und „im D-Feld kann sich nisch ändern“. Diese eher gemeinsprachlichen Äußerungen werden im Anschluss daran erneut verbalisiert, ohne dass sich der propositionale Gehalt verändert: „von Spannungsquelle getrennt. Das bedeutet nu, die Ladungen bleiben wie sie sind. Q bleiben unverändert und natürlich D ebenfalls.“ Dies ist ein Beispiel für eine besondere Form des Umformulierens (siehe ausführlicher dazu Krause i.V.), die u.a. die Funktion hat, die mündliche Verbalisierung mit dem Tafelanschrieb zu verschweißen. Fixiert wird via Tafelanschrieb die fachwissenschaftliche Formulierung, der Zweck der gemeinsprachlichen Formulierung ist die Verankerung der fachwissenschaftlichen Formulierung im Hörerwissen. So kann man also beobachten, dass der Tafelanschrieb das Wissen in der curricular erforderlichen Form enthält, während in der mündlichen Verbalisierung das Wissen erläutert und so die mentale Prozessierung des Wissens bei den Studierenden ermöglicht werden soll.

Im Anschluss an diesen Ausschnitt führt der Dozent seine Erklärungen zum Experiment weiter aus, bis er den Turn an seinen Assistenten übergibt. Der zuvor nur verbal beschriebene und mental durchlaufene Experimentaufbau befindet sich im Hörsaal. Nachdem das Experiment also von dem Assistenten in-actu gezeigt wurde, übernimmt der Dozent wieder den Turn und setzt das Gesehene in Beziehung zu seinen vorigen Ausführungen. Abschließend grenzt er den Geltungsbereich des Experiments massiv ein:

#161 • • *Alle die Überlegungen, die ich nun hier gebracht habe, gelten für so nen schönen, idealen Plattenkondensator.*

#162 • • *Also riesige Fläche, • kleiner Abstand.*

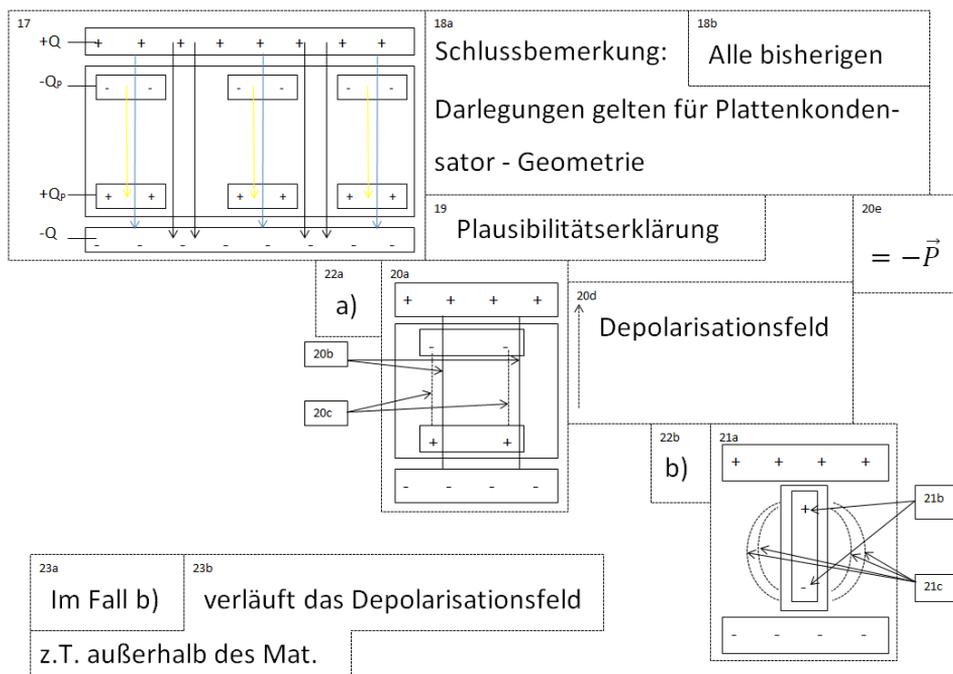
#163 ((1,9s)) *Äh,((1,1s)) ich lass das Bild noch hier stehen.*

#164 ((1,2s)) *Also • • Schlussbemerkung: ((7,7s)) ((1,6s)) alle bisherigen Darlegungen, und so stehen sie auch in jedem Lehrbuch/ • • äh alle bisherigen Darlegungen ((8,8s)) gelten ((1,5s)) für Plattenkondensator-*

((1s))Geometrie/ ((8,9s)) ((1,6s)) gelten für Plattenkondensator-Geometrie.

#165 *((1,1s)) Große Platten, • kleiner Abstand.*

An dieser Stelle wird also der Status des vermittelten Wissens thematisiert, wenn auch nicht so ausführlich, wie Thielmann/Krause (2014) es für eine andere Physik-Vorlesung gezeigt haben. Des Weiteren nimmt der Tafelanschrieb an dieser Stelle eine wichtige Rolle ein: Auf den ersten Blick kann man auch hier feststellen, dass sich der Dozent mehrfach wiederholt. Dies ist mit dem begleitenden Tafelanschrieb zu erklären: Diesen überträgt der Dozent von einem Skript, das die Grundlage seiner Vorlesung ist. Diese ganze Lehrveranstaltung ist so aufgebaut, dass der Dozent – meist stark gemeinsprachlich – zu etwas hinführt, dann etwas an die Tafel schreibt, was aufgrund der Übernahme aus dem Skript stark schriftsprachlich ist und es anschließend erläutert. Der Tafelanschrieb wird in fast allen Fällen begleitend mündlich verbalisiert. In diesem Ausschnitt kommt es zu einer Überschneidung von Skript und Tafelanschrieb. Der Dozent verbalisiert den laut Skript folgenden Punkt, kann ihn aber noch nicht an die Tafel schreiben, da diese noch gewischt werden muss.



Auf der linken Seite oben, in Segment 17, ist das vom Dozenten angesprochene Bild zu sehen. Der Tafelanschrieb besteht an dieser Stelle aus einer

Kombination von Schrift und Grafiken, an anderen Stellen auch Gleichungen und Formeln. Hier kann beobachtet werden, dass in der mündlichen Verbalisierung Teile des Tafelanschriebs erklärt werden: Die Erklärung was genau mit ‚Plattenkondensator-Geometrie‘ gemeint ist, ist nur in der mündlichen Verbalisierung enthalten. Ein Verstehen kann somit nur gelingen, wenn Tafelanschrieb und mündliche Verbalisierung gemeinsam rezipiert werden. Der Tafelanschrieb ‚Plattenkondensator-Geometrie‘ fixiert also fachwissenschaftlich abgebundenes Wissen. Beim Verstehen dieser Einschränkung spielt zudem noch die Grafik in Segment 21a eine entscheidende Rolle, da darin die Begründung, warum sich Fälle ohne Plattenkondensator anders verhalten, grafisch dargestellt wird.

Da der Tafelanschrieb tendenziell flüchtig ist, kann man davon ausgehen, dass große Teile davon in den studentischen Mitschriften abgeschrieben bzw. abgezeichnet werden. Interessant wäre dabei auch die Frage, welche Teile der zusätzlichen Verbalisierungen des Dozenten übernommen werden. Dies kann hier aus Platzgründen jedoch nicht weiter verfolgt werden.

5. Physik-Vorlesung in Italien

Die italienische Physik-Vorlesung ist ebenso wie die zuvor analysierte deutsche Vorlesung eine Einführungslehrveranstaltung. Sie trägt den Titel ‚Fisica Generale I‘. Fisica Generale I sowohl für Physik- als auch für Mathematik-Studierende ist eine Pflichtvorlesung. Physik-Studierende müssen sie im ersten Studienjahr absolvieren, Mathematik-Studierende im zweiten. Insgesamt nehmen an dieser LV etwa 100 Studierende teil. Die Vorlesung wird von einem Professor gehalten und die Wissensvermittlung erfolgt hauptsächlich durch ihn, d.h. es kommt kaum zu einer Interaktion mit den Studierenden. Wenn überhaupt, ergeben sich Nachfragen seitens der Studierenden in der Regel erst in den letzten Minuten der Sitzung bzw. nach dem eigentlichen Ende der Sitzung, kurz bevor der Dozent den Hörsaal verlässt.

Das Thema der im Folgenden betrachteten Sitzung ist die Thermodynamik, insbesondere das Äquipartitionstheorem (auch Gleichverteilungssatz genannt). Um die Zusammenhänge nachvollziehen zu können, sind an dieser Stelle in paar Vorkenntnisse nötig⁶. Gasmoleküle bewegen sich im Raum in bestimmten Richtungen. Man nennt die Bewegungsmöglichkeiten eines Moleküls Freiheitsgrade. Es gibt verschiedene Typen von Freiheitsgraden: Translations-, Rotations- und Schwingungsfreiheitsgrade. Die Translation weist 3 Freiheitsgrade, die Rotation 2 und die Schwingung einen Freiheitsgrad auf. Je

⁶ Auch hier erheben wir keinen Anspruch auf Vollständigkeit. An dieser Stelle sei exemplarisch verwiesen auf Goeke (2010: 146-151).

größer ein Gasmolekül ist, desto mehr Freiheitsgrade hat es. Einatomige Gasmoleküle weisen nur die Translation als Bewegungsmöglichkeit auf und haben also nur 3 Freiheitsgrade. Zweiatomige Gasmoleküle können auch rotieren und haben also neben den 3 Freiheitsgraden der Translation auch zwei Freiheitsgrade der Rotation – insgesamt 5 Freiheitsgrade. Mehratomige Gasmoleküle weisen dazu noch die Schwingungsbewegung und haben also mindestens 6 Freiheitsgrade. Das Äquipartitionstheorem besagt grundsätzlich, dass sich die Energie eines Moleküls gleichmäßig auf die Freiheitsgrade verteilt. Jeder Freiheitsgrad weist eine Energie von $\frac{1}{2} k_B T$ auf. k_B steht für „Ka Boltzmann“ und ist eine Konstante, „T“ steht für Temperatur.

Am Anfang der Sitzung stellt der Dozent ein einfaches System vor, in dem sich nur einatomige Gasmoleküle bewegen. Diese können nur die 3 Freiheitsgrade der Translation aufweisen. Die Gesamtenergie dieses einfachen Systems ist also $\frac{3}{2} k_B T$.

Der folgende Transkriptausschnitt setzt ein, direkt nachdem der Dozent das Äquipartitionstheorem erstmals erwähnt hat:

#87 *Questo • è una cosa che vi di/ vi butto lì così (2,3s), chi farà meccanica statistica ne capirà la ragione.*

#88 *Però ehm è utile saperlo fin d'ora, perché questo ci permette di giustificare il fatto • • che, ad esempio, una mole/ una molecola biatomica • • ha un calore specifico come costante che invece di essere tre mezzi erre è cinque mezzi erre.*

Auf Deutsch:

Das • ist etwas, das ich euch sag/ erstmal so sage (2,3s), wer mechanische Statistik machen wird, der wird den Grund dafür verstehen. Aber ähm es ist schon jetzt hilfreich, es zu wissen, weil das ermöglicht uns die Tatsache zu rechtfertigen, • • dass zum Beispiel ein Mole/ ein zweiatomiges Molekül • • eine spezifische Wärme als Konstante hat, die statt drei Halbe R fünf Halbe R ist.

Der Dozent sagt ausdrücklich, dass er auf das Theorem nicht ausführlich eingehen wird und dass es von den Studierenden erst vollständig verstanden werden kann, wenn sie sich mit mechanischer Statistik auseinandersetzen werden. Dadurch wird einerseits der Sprecherplan des Dozenten durchsichtig gemacht („Das ist etwas, das ich euch erstmal so sage“) und andererseits das aktuelle Diskurswissen zur Thermodynamik in das fachübergreifende Curriculum der Studierenden eingeordnet. Eine vollständige Begründung des Äquipartitionstheorems werden die Studierenden also erst später, in einer fortgeschrittenen Phase des Studiums bekommen. Jedoch versucht der Dozent

den Studierenden klarzumachen, wie dieses neue, knapp skizzierte Wissen schon „einen Sinn macht“, auch bei ihrem noch rudimentären Wissen über physikalische Zusammenhänge. Denn die Studierenden wissen bereits, dass die spezifische Wärme eines einatomigen Moleküls $\frac{3}{2} R$ ist. Ohne etwas über das Äquipartitionstheorem gehört zu haben, hätte es bei den Studierenden zu Missverständnissen kommen können, da sie möglicherweise davon ausgegangen wären, dass ein zweiatomiges Molekül doppelt so viel Wärme wie ein Einatomiges aufweist. Dies ist jedoch laut dem Äquipartitionstheorem unzutreffend. Zusammenfassend kann man festhalten, dass das Durchsichtigmachen des Sprecherplans hier also eine Antizipation des Curriculums miteinbezieht, die keineswegs trivial ist, sondern für das aktuelle Diskurswissen funktionalisiert wird, und zwar für das hörerseitige intuitive Begreifen der Energieverteilung unter einfachen, gegebenen Umständen.

Kurz nach diesem Ausschnitt geht der Dozent auf die Formel noch ausführlicher ein:

#94 *E quindi sono due gradi di liber/ due termini quadratici in più, significa • • un mezzo kappa Boltzmann T per ciascuno.*

#95 *Significa kappa Boltzmann T • • nell'energia, questa • • • e quindi quando fate.*

#96 *• Questa derivata qui ottenete un fattore cinque mezzi invece che • tre, • • eh?*

#97 *Quindi ...*

Auf Deutsch:

Und also es sind zwei Graden von Freiheit/ zwei Quadrattermini mehr, das bedeutet einhalb Ka Boltzmann T für jeden [Terminus]; das bedeutet Ka Boltzmann T • • in der Energie, dieser [Dm weist auf eine Formel auf der Tafel hin] • • • und also wenn ihr diese Ableitung hier macht, bekommt ihr einen Faktor fünf Halbe anstatt • drei, • • äh? Also, ...

Neben der mathematischen Ableitung dieser Formel ist hier ein anderer Aspekt der Wissensprozessierung auffällig, der im Mittelpunkt der weiteren Analyse stehen soll. Der Dozent sagt hier dreimal „quindi“ („also“), um die Passagen der Ableitung sukzessiv einzuleiten. Etymologisch betrachtet ist „quindi“ ein deiktisch abgeleiteter Ausdruck, der aus dem Lateinischen *eccum inde* (vgl. Cortelazzo/Zolli 1985), einer Kombination von „hier“ und „von dort, daher“, stammt. Das Zusammenspiel dieser lateinischen Komponenten lässt die Bedeutung und die Funktion von „quindi“ im Italienischen näher verstehen. „Quindi“ hat einerseits eine resultative Funktion („hier“), indem es die Fäden

des bisherigen Diskurses zusammenzieht, und andererseits eine gewisse kausale Funktion („von daher“), die das Nachfolgende als Konsequenz des Vorhergesagten vorstellt. Durch den wiederholten Einsatz von „quindi“ wird die Wissensprozessierung bei den Hörern insofern gesteuert, dass das bereits verbalisierte Wissensselement unmittelbar refokussiert wird, und zwar zugunsten des Anstehenden. Die vermittelten Wissensselemente stehen somit in einem konkatenerativen Verhältnis zueinander, was die der mathematischen Ableitung unterliegenden Logik zum Ausdruck bringen soll.

Was nachfolgt, ist dann eine Umformulierung, die denen der deutschen Vorlesung stark ähnelt. Die Angabe „es sind zwei Quadrattermini mehr“ wird durch äquivalente Fachtermini umformuliert: „das bedeutet einhalb K_B Boltzmann für jeden Terminus, das bedeutet K_B Boltzmann T in der Energie“. So soll das neu gewonnene Fachwissen zur thermodynamischen Größe „ K_B Boltzmann“ fixiert werden. K_B Boltzmann tritt sozusagen „an Stelle“ der allgemeingültigen mathematischen Verhältnisse „Quadrattermini“ auf, um den spezifische Wert im Bereich der Energieberechnung anzugeben.

Bemerkenswert ist hier auch, welche Rolle das Verweisen des Dozenten auf einen Tafelanschrieb spielt. An einem Punkt zeigt der Dozent die Tafel, sagt „questa“ und bezieht sich somit auf die Formel, die die Gesamtenergie eines Gases wiedergibt ($U = N \langle E \rangle$). Das Zurückgreifen auf eine rein deiktische Prozedur – auch mit Zeigegeste begleitet – lässt sich dadurch begründen, dass der Dozent in das Mitdenken der Studierenden stärker eingreifen will. Die ausschließlich mentale Rekonstruktion der Passagen der Ableitung durch „quindi“ und durch das Umformulieren kann ihnen Schwierigkeiten bereiten und so ergibt sich die Notwendigkeit, die studentische Rezeption nicht nur im Wissensraum, sondern auch unmittelbar im Sprech-Zeit-Raum zu lenken. Der Einbezug multimodaler Mittel unterstützt hier also die Prozessierung und die Fixierung neuen Wissens.

6. Vergleich der beiden Vorlesungen und Fazit

Vergleicht man die deutschen und italienischen Physik-Vorlesungen fällt auf, dass in beiden Ländern keine systematische Beteiligung der Studierenden vorliegt. In Deutschland sind jedoch mehr studentische Nachfragen in der Vorlesung zu beobachten, während in Italien die Nachfragen eher erst nach dem Ende der Veranstaltung gestellt werden. Dabei ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass in der deutschen Vorlesung lediglich 25 Studierende anwesend sind, während in der italienischen Vorlesung 100 Studierende sind. Es ist zwar nicht ganz auszuschließen, dass durch die relativ hohe Anzahl an Studierenden die italienischen Studierenden weniger Nachfragen stellen oder sich zu stellen trauen. Unsere Beobachtungen von Vorlesungen in Physik sowie

in anderen MINT-Fächern in Italien zeigten jedoch, dass dort generell wenig Nachfragen während der Vorlesung gestellt werden. Dazu muss aber auch festgehalten werden, dass studentische Verbalisierungen von physikalischem Wissen in andere Veranstaltungsformen wie Praktikum und Übung ausgelagert sind.

Das Durchsichtigmachen des Sprecherplans scheint ein sprachliches Verfahren zu sein, das in beiden Ländern zu beobachten ist. In den analysierten Beispielen zielt das Verfahren jedoch auf unterschiedliche Dinge ab: Im italienischen Beispiel geht es um eine curriculare Vorwegnahme, im deutschen Beispiel hingegen wird der Verstehensprozess der Studierenden antizipierend bearbeitet, indem nicht auf weitere Äußerungen des Dozenten verwiesen wird, sondern der Erfolg der Wissensvermittlung vorweggenommen wird.

Ein weiteres Mittel zur Vermittlung physikalischen Wissens ist die Umformulierung. Die Analyse der deutschen und der italienischen Beispiele hat ergeben, dass die Umformulierungen zum Zweck der Fixierung und Erläuterung fachwissenschaftlicher Formulierungen eingesetzt wird. Die Handlungskonstellation bedingt die Umsetzung und die Realisierung dieser sprachlichen Handlung. Ihre Verwendung im Lehr-Lern-Diskurs hängt mit der (institutionell bedingten) asymmetrischen Wissensverteilung der Aktanten sowie mit dem Einsatz multimodaler Mittel wie z.B. Tafelanschriften zusammen.

Hinsichtlich der Nutzung der Tafel kann man festhalten, dass diese in der Physik generell eine wichtige Rolle spielen. Sie helfen der Wissensprozessierung der Studierenden durch die Visualisierung physikalischer Vorgänge, die Schritt für Schritt abgebildet und erklärt werden. Diese Visualisierungen werden in der Regel nicht, wie in anderen Fachbereichen mittlerweile üblich, durch Powerpoint an die Wand geworfen, sondern, wie das rekonstruierte Tafelbild der deutschen Physik-Vorlesung zeigt, mit Hand angezeichnet. Des Weiteren werden zentrale Wissens Elemente an die Tafel angeschrieben und zwar nicht nur in Form von Formeln, sondern auch in Form von Schriftsprache. Hier ist zu beobachten, dass die Tafel als Fenster zur studentischen Mitschrift verstanden werden kann, jedoch ist hierbei auch zu beachten, dass Skripte, Reader und Lehrbücher in den MINT-Fächern generell eine sehr wichtige Funktion haben, die für einige Studierende die Mitschrift zu ersetzen scheint.

Zusammenfassend zeigt sich bei der Analyse von deutschen und italienischen Vorlesungen eine interessante Parallele: Während wir in vergleichenden Analysen aus der Soziologie und der Romanistik (Carobbio/Heller/Di Maio 2013, Carobbio/Zech 2013 sowie Heller i.V.) feststellen konnten, dass sich die

Wissensvermittlung in Italien und Deutschland teils massiv voneinander unterscheidet, scheint es zumindest in den beiden hier analysierten Physik-Vorlesungen gewisse Ähnlichkeiten zu geben, was zumindest für Einführungsveranstaltungen auf eine Wissenschaftspraxis hindeutet, die eher fachspezifisch als kulturell bzw. sprachlich geprägt ist. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich dies im Laufe des Studiums ändert: Während zu Beginn des Physik-Studiums vor allem tradierte Wissensbestände vermittelt werden *müssen*, treten im weiteren Verlauf – wenn auch deutlich später als z.B. in den Geisteswissenschaften – auch aktuelle Forschungsergebnisse in den Mittelpunkt der Wissensvermittlung. Dies kann, wie Thielmann/Krause (2014) gezeigt haben, exkursorisch bereits in früheren Phasen des Studiums vorkommen, jedoch eher als Ausnahme. Zudem ist zu berücksichtigen, dass neben der Vorlesung auch andere Lehrveranstaltungsformen von großer Wichtigkeit für die Wissensvermittlung in der Physik sind, vor allem sind Laborpraktika und Kolloquien hervorzuheben. Es wäre in weiteren Analysen zu hinterfragen, ob und wie sich die Wissensvermittlung dort in Italien und Deutschland unterscheidet.

7. Literaturverzeichnis

- Carobbio, Gabriella / Heller, Dorothee / Di Maio** (= Zech), Claudia (2013): „Zur Verwendung von Frageformulierungen im Korpus euroWiss“, in: Desoutter, Cécile / Heller, Dorothee / Sala, Michele (Hg.) *Corpora in specialized communication - Korpora in der Fachkommunikation - Les corpus dans la communication spécialisée*, Bergamo, CELSB, S. 75-99.
- Carobbio, Gabriella / Zech** (= Di Maio), Claudia (2013): „Vorlesungen im Kontrast - zur Vermittlung Fremder Literatur in Italien und Deutschland“, in: Hans-Bianchi, Barbara / Miglio, Camilla / Pirazzini, Daniela / Vogt, Irene / Zenobi, Luca (Hg.) *Fremdes wahrnehmen, aufnehmen, annehmen. Studien zur deutschen Sprache und Kultur in Kontaktsituationen*, Frankfurt am Main u.a., Peter Lang, S. 289-307, (Bonner Romanistische Arbeiten 109).
- Chen, Shin-lung** (1995): *Pragmatik des Passivs in chemischer Fachkommunikation: empirische Analyse von Labordiskursen, Versuchsanleitungen, Vorlesungen und Lehrwerken*, Frankfurt am Main u.a., Peter Lang.
- Cortelazzo, Manlio / Zolli, Paolo** (1985): *Dizionario etimologico della lingua italiana* (Band 4), Bologna, Zanichelli.
- Da Silva, Ana** (2014): *Wissenschaftliche Streitkulturen im Vergleich – Eristische Strukturen in italienischen und deutschen wissenschaftlichen Artikeln*, Heidelberg, Synchron.
- Demtröder, Wolfgang** (2013): *Experimentalphysik 2. Elektrizität und Optik*. 6., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Berlin/Heidelberg, Springer.

- Ehlich, Konrad** (2007): *Sprache und sprachliches Handeln*, Berlin/New York, de Gruyter.
- Ehlich, Konrad/Rehbein, Jochen** (1986): *Muster und Institution. Untersuchungen zur schulischen Kommunikation*, Tübingen, Gunter Narr.
- Goeke, Klaus** (2010): *Statistik und Thermodynamik. Eine Einführung für Bachelor und Master*, Wiesbaden, Springer Fachmedien.
- Hanna, Ortrun** (2003): *Wissensvermittlung durch Sprache und Bild. Sprachliche Strukturen in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschulkommunikation*, Frankfurt am Main u.a., Peter Lang.
- Heller, Dorothee** (i.V.): „Reformulierungen im Lehrdiskurs. Beobachtungen zu deutschen und italienischen Lehrveranstaltungen aus dem euroWiss-Korpus“, in: *Akten der Tagung „Deutsch-Italienisch kontrastiv“* (Rom, 14. Februar 2014), Frankfurt, Lang, (Deutsche Sprachwissenschaft International).
- Heller, Dorothee / Hornung, Antonie / Redder, Angelika / Thielmann, Winfried** (2013): „The euroWiss-Project: Linguistic Profiling of European Academic Education (Germany/Italy)“, in: *EuJAL* 1(2), S. 317-320.
- Hornung, Antonie / Carobbio, Gabriella / Sorrentino, Daniela** (Hg.) (2014): *Diskursive und textuelle Strukturen in der Hochschuldidaktik. Deutsch und Italienisch im Vergleich*, Münster, Waxmann.
- Jörissen, Stefan** (2013): *Mathematik multimodal. Eine sprachwissenschaftliche Untersuchung kommunikativer Verfahren im Hochschulunterricht*, Münster, Waxmann.
- Krause, Arne** (im Druck): „Sprachliche Verfahren zur Vermittlung mathematischen Problemlösungswissens in der Hochschule - Exemplarische Analysen mathematischer Übungen“, in: *Materialien Deutsch als Fremdsprache*, Tagungsband der 40. FaDaF-Jahrestagung.
- Krause, Arne** (in Vorbereitung): „(Scheinbar) Ähnliche Gegenstände – ähnliche sprachliche Verfahren? Sprachliche Ressourcen der Wissensvermittlung in Mathematik, Physik und Maschinenbau“, in: *Materialien Deutsch als Fremdsprache*, Tagungsband der 41. FaDaF-Jahrestagung.
- Krause, Arne / Thielmann, Winfried** (2014a): „Physik-Vorlesung: Spintronik“, in: Redder, Angelika / Heller, Dorothee / Thielmann, Winfried (Hg.): *Eristische Strukturen in Vorlesungen und Seminaren deutscher und italienischer Universitäten. Analysen und Transkripte*, Heidelberg, Synchron, S. 73-89.
- Krause, Arne / Thielmann, Winfried** (2014b): „Physik-Vorlesung: Spin-Hall-Effekt“, in: Redder, Angelika / Heller, Dorothee / Thielmann, Winfried (Hg.): *Eristische Strukturen in Vorlesungen und Seminaren deutscher und italienischer Universitäten. Analysen und Transkripte*, Heidelberg, Synchron, S. 91-100.
- Redder, Angelika** (1984): *Modalverben im Unterrichtsdiskurs. Pragmatik der Modalverben am Beispiel eines institutionellen Diskurses*, Tübingen, Niemeyer.

- Redder, Angelika** (2008): "Functional Pragmatics", in: Antos, G., Ventola, E. (Hg.) *Interpersonal Communication*, (Handbook of Applied Linguistics, Vol 2), Berlin, de Gruyter, S. 133-178.
- Redder, Angelika / Breitsprecher, Christoph / Wagner, Jonas** (2014): „Diskursive Praxis des Kritisierens an der Hochschule“, in: Redder Angelika / Heller, Dorothee / Thielmann, Winfried (Hg.): *Eristische Strukturen in Vorlesungen und Seminaren deutscher und italienischer Universitäten. Analysen und Transkripte*, Heidelberg, Synchron, S. 35-56.
- Redder, Angelika / Heller, Dorothee / Thielmann, Winfried** (Hg.) (2014): *Eristische Strukturen in Vorlesungen und Seminaren deutscher und italienischer Universitäten. Analysen und Transkripte*, Heidelberg, Synchron.
- Thielmann, Winfried** (1999): *Fachsprache der Physik als begriffliches Instrumentarium. Exemplarische Untersuchungen zur Funktionalität naturwissenschaftlicher Begrifflichkeit bei der Wissensgewinnung und –strukturierung im Rahmen der experimentellen Befragung von Natur*, Frankfurt am Main u.a., Peter Lang.
- Thielmann, Winfried** (2014a): „Verfahren diskursiver Wissensvermittlung im Fach Maschinenbau: ‚Wenn einmal der Wert eingeführt ist, kriegst du ihn nicht mehr weg‘“, in: Hornung, Antonie / Carobbio, Gabriella / Sorrentino, Daniela (Hg.) (2014): *Diskursive und textuelle Strukturen in der Hochschuldidaktik. Deutsch und Italienisch im Vergleich*, Münster, Waxmann, S. 55-67.
- Thielmann, Winfried** (2014b): „„Marie, das wird nichts“ – sprachliche Verfahren der Wissensbearbeitung in einer Vorlesung im Fach Maschinenbau“, in: Frandrych, Christian / Meißner, Cordula / Slavcheva, Adriana (Hg.) *Gesprochene Wissenschaftssprache. Korpusmethodische Fragen und empirische Analysen*, Heidelberg, Synchron.
- Thielmann, Winfried** (in Vorbereitung): „Concept Formation in Physics from a Linguist's Perspective“, in: Heydenreich, A (ed.) *Physics and Literature*, Berlin/New York, de Gruyter, S. 193-206.
- Thielmann, Winfried / Krause, Arne** (2014): „„Das wird eben halt beobachtet, aber keiner weiß wie's funktioniert.“ Zum Umgang mit aktuellem Forschungswissen in der Physik“, in: Redder, Angelika / Heller, Dorothee / Thielmann, Winfried (Hg.): *Eristische Strukturen in Vorlesungen und Seminaren deutscher und italienischer Universitäten. Analysen und Transkripte*, Heidelberg, Synchron, S. 19-34.
- Wagner, Jonas** (2014): „Wissensvermittelnde Verfahren im Fach Mathematik“, in: Hornung, Antonie / Carobbio, Gabriella / Sorrentino, Daniela (Hg.) (2014): *Diskursive und textuelle Strukturen in der Hochschuldidaktik. Deutsch und Italienisch im Vergleich*, Münster, Waxmann, S. 69-92.
- Wiesmann, Bettina** (1999): *Mündliche Kommunikation im Studium. Diskursanalysen von Lehrveranstaltungen und Konzeptualisierung der Sprachqualifizierung ausländischer Studienbewerber*, München, iudicium.