

STEFANIE WÜSTEN, STEPHAN SCHMELZING, ANGELA SANDMANN UND BIRGIT NEUHAUS

## Sachstrukturdiagramme – Eine Methode zur Erfassung inhaltspezifischer Merkmale der Unterrichtsqualität im Biologieunterricht

Content structure plots – a way to capture content specific criteria of instructional quality in biology

### Zusammenfassung

Empirische Forschung zur Unterrichtsqualität bezog sich viele Jahre lang vorrangig auf allgemeine Merkmale guten Unterrichts, wie beispielsweise die Klassenführung während fach- bzw. inhaltspezifische Qualitätsmerkmale häufig vernachlässigt wurden. Um dieses Defizit aufzugreifen wurde im Rahmen des DFG-Projekts „Unterrichtsqualität im Fach Biologie“ eine Methode zur Erfassung von fach- bzw. inhaltspezifischen Qualitätsmerkmalen im Unterricht entwickelt. Dazu wird die inhaltliche Struktur des Unterrichts in Form von sachlogischen Flussdiagrammen rekonstruiert. Anhand dieser schematischen Flussdiagramme können klare Aussagen über die inhaltliche Strukturierung und die Komplexität der Unterrichtsstunde gemacht werden. Die entwickelte Methode wurde anhand von 50 aufgezeichneten Biologiestunden zum Thema *Blut & Kreislauf* der 9. Klasse an Gymnasien erprobt. Dabei gelang es acht prototypische Inhaltsmuster zu identifizieren. In Zukunft stehen Analysen zu Zusammenhängen mit der Lernleistung der Schüler aus. Außer für Forschungszwecke eignet sich die Methode um die inhaltspezifische, fachliche Struktur von Unterricht für Ausbildungszwecke zu analysieren und zu vergleichen. Schlüsselwörter: Sachstrukturen, Unterrichtsqualität, Videoanalyse, Biologieunterricht

### Abstract

For many years empirical research on instructional quality referred to general quality criteria, for example classroom management whereas subject-specific and content-specific criteria were neglected. Addressing to this shortcoming a method for capturing subject-specific and content-specific quality criteria was developed within the DFG-project “Quality of Instruction in Biology”. Herefore the content structure of the lessons were reconstructed in form of logical flowcharts. With these logical flowcharts clear information concerning structure and complexity of a lesson can be given. This method was tested on 50 videotaped biology lessons on the topic “blood & circulatory-system”. In doing so, eight typical patterns could be identified. In the future further analysis on the relation to students’ achievement needs to be done. Additionally to research purposes this method can be used for analysing content structure during teacher training.

Keywords: Content structure, Instructional quality, Videoanalysis, Biology lessons

## 1 Einführung

Die Ergebnisse der großen (inter)-nationalen Schulleistungsvergleichsstudien, wie TIMSS, PISA, IGLU bzw. DESI haben das Thema Unterrichtsqualität wieder stärker in den Blickpunkt der empirischen Unterrichtsforschung gerückt, indem sie Defizite deutscher SchülerInnen aufgezeigt und auf

Mängel im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsgeschehen hingewiesen haben (Helmke, 2003). Obwohl im Bereich der Unterrichtsqualitätsforschung inzwischen mehrere Tausend Studien existieren, können in Metaanalysen replizierbare, allgemeingültige Kriterien guten Unterrichts nur schwer empirisch belegt werden (Haertel, Walberg & Weinstein, 1983). Als Ursache

hierfür wird die fragliche Übertragbarkeit von Unterrichtsqualitätsmerkmalen auf verschiedene Fächer diskutiert (Ditton, 2002; Helmke, 2002). Immer mehr Autoren fordern eine, die allgemeine Unterrichtsqualität ergänzende, domänenspezifische Betrachtung von Unterrichtsqualität (Baumert, Blum & Neubrand, 2002; Helmke 2003; Neuhaus, 2007). Inzwischen existieren vereinzelt Studien, die mit Hilfe von Videoanalysen fach- bzw. inhaltspezifische Qualitätsmerkmale von Biologieunterricht untersuchen (vgl. z.B. Jatzwauk et al. 2008, Wadouh et al. 2009, Schmelzing et al., 2008). In diesen Studien wird der Unterricht direkt auf Basis der Videos ausgewertet. Ergänzend wird in der hier vorgestellten Studie eine Methode vorgestellt, die eine inhaltspezifische Analyse des Unterrichts anhand der erstellten Transkripte möglich macht. Das Instrument kann in Nachfolgestudien genutzt werden, um den Einfluss von inhaltspezifischen Unterrichtsmerkmalen wie zum Beispiel die Komplexität, die inhaltliche Strukturierung oder die Einbettung von Anwendungsbezügen auf die Lernleistung der SchülerInnen zu untersuchen.

## 2 Theoretischer Hintergrund

Die Analyse von Unterricht anhand von Videostudien hat seit der TIMS-Videostudie, stark zugenommen. Während sich die ersten Studien schwerpunktmäßig mit Oberflächenstrukturen von Unterricht beschäftigten, also vorrangig Aspekte von Unterricht analysierten, die direkt im Video beobachtbar waren (Reyer, 2004), ging man in aktueller Zeit stärker dazu über, Unterricht über die Tiefenstruktur zu beurteilen, d.h. hochinferente Variablen auszuwerten, die unterhalb der Durchführungsebene den Lernprozess strukturieren (Wackermann, 2007). Heute geht man häufig einen Schritt weiter und analysiert zusätzlich zu den Videokodierungen die Transkripte der erhobenen Unterrichtsstunden. Eine Form der Analyse von Unterrichtsskripts stellt die Analyse von

Sachstrukturen dar. Im Folgenden wird auf die Entwicklung der fach- bzw. inhaltspezifischen Unterrichtsqualitätsforschung eingegangen, die Bedeutung der Sachstrukturen für die Fachdidaktiken darin verortet und in Abgrenzung dazu der Begriff des Unterrichtsskripts erläutert.

### 2.1 Allgemeine und fach- bzw. inhaltspezifische Qualitätsmerkmale

Obwohl im Rahmen der Unterrichtsqualitätsforschung unzählige Studien bezüglich des Einflusses verschiedener Unterrichtsqualitätsmerkmale durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse bezüglich maßgeblicher Einflussgrößen und Effektstärken oft recht unterschiedlich und wenig replizierbar (Fraser et al., 1987; Wang et al, 1993, Helmke & Weinert, 1997). Neben unterschiedlicher Operationalisierung wird als mögliche Ursache für die geringere Replizierbarkeit der Ergebnisse eine zweifelhafte Übertragbarkeit der Ergebnisse auf unterschiedliche Fächer und Inhaltsbereiche gesehen (vgl. z.B. Ditton, 2002). Helmke argumentiert diesbezüglich: „Die Diskussion nach der Publikation der TIMS-Studie und die jetzt, nach PISA 2000, einsetzenden Überlegungen zeigen immer deutlicher, dass eine bereichsspezifische Sichtweise des Unterrichts und seiner Qualität, die die spezifische Eigenart des Faches, den Aufbau seines Curriculums, die sehr unterschiedlichen Fachdidaktiken außer Acht lässt, nicht mehr zeitgemäß ist“ (Helmke, 2002, S. 265-266). Für die Unterrichtsqualitätsforschung bedeutet dies, dass die bislang allgemein formulierten Kriterienkataloge so weit wie sinnvoll und möglich, durch die „fachdidaktische Brille“ bereichsspezifisch ausgeschärft und um fachspezifische Merkmale ergänzt werden müssen. Leuders (2007) formuliert in diesem Zusammenhang: „Ein Konzept der Unterrichtsqualität wird erst dann zu einem fachdidaktischen, indem es Bezug auf die Spezifik des Unterrichtsfaches aufnimmt“ (Leuders, 2007). Was aber kennzeichnet

fachunabhängige und fach- bzw. inhalts-spezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale? Im Rahmen der hier beschriebenen Studie sind fachunabhängige Qualitätsmerkmale dadurch gekennzeichnet, dass sie losgelöst vom Inhalt für die unterschiedlichsten Unterrichtsfächer gelten und zur Umsetzung im Unterricht kein fachdidaktisches Wissen, sondern allgemeindidaktisches und psychologisches Wissen der Lehrkraft erfordern (Bromme, 1997). Hierzu zählt im Rahmen der Unterrichtsqualitätsforschung z. B. effiziente Klassenführung, vielfältiger Methodeinsatz oder das Einbringen von Wahlmöglichkeiten für Schüler (Helmke, 2003). Fachspezifische Merkmale sind im Rahmen der vorliegenden Studie dadurch gekennzeichnet, dass sie abhängig vom unterrichteten Inhalt zwar für verschiedene Unterrichtsfächer gelten können, zur Umsetzung im Unterricht aber insbesondere fachdidaktisches und fachliches Wissen der Lehrkraft (Bromme, 1995) erfordern. Zu biologiespezifischen Merkmalen gehören demnach beispielsweise der Einbezug von lebenden Objekten in den Unterricht, ein kompetenter Umgang mit Modellen sowie die Präsenz biologischer Basiskonzepte (Schmelzing et al., 2008). Für eine weitere Präzisierung fachspezifischer Unterrichtsqualität und der Abgrenzung biologiespezifischer Merkmale zu anderen Naturwissenschaften sei an dieser Stelle auf Schmelzing et al. (2008) verwiesen. Anwendungsbezug, Komplexität sowie sachliche Struktur sind innerhalb des Biologieunterrichts nur in Abhängigkeit vom behandelten Inhaltsbereich analysierbar und in diesem Sinne als inhaltspezifische Merkmale zu bezeichnen. Sie lassen sich mit der hier vorgestellten Methode der Sachstrukturanalyse untersuchen, deren Entwicklung in den letzten Jahren im Folgenden genauer beschrieben werden soll.

## 2.2 Sachstrukturanalysen

Biologische Begriffe, Konzepte sowie die Berücksichtigung biologischer Kontexte

spielen im Biologieunterricht eine zentrale Rolle. Sie sind die zu vermittelnden Inhalte, die durch Lehrpläne vorgegeben werden und beschreiben innerhalb des Begriffs „Sachstruktur“ die „Sache“. Erfasst man die wesentlichen Begriffe einer Unterrichtsstunde, kann man daraus auf die wesentlichen Inhalte dieser Stunde rückschließen.

Die Auswahl, Verknüpfung und Strukturierung dieser durch den Lehrplan vorgegebenen Inhalte wird im Detail von der Lehrperson vorgenommen, die ihren Biologieunterricht plant und gestaltet und somit sowohl für die einzelnen Stunden als auch für ganze Unterrichtsreihen aktiv eine eigene, unterrichtliche Sachstruktur erschafft (Duit, Häußler & Kircher, 1981, Duit, Gropengießer & Kattmann, 2005, Brückmann & Duit 2005).

Die unterrichtliche Sachstruktur unterscheidet sich von der Struktur der Wissenschaft Biologie, indem wichtige, zentrale Inhalte der Wissenschaft ausgewählt und entsprechend der lernpsychologischen Prinzipien aufgearbeitet werden (vgl. z. B. Kattmann, 2007). Die unterrichtliche Sachstruktur ist darauf ausgelegt die als zentral deklarierten Fachinhalte mit Wissen aus dem Alltag, vorangegangener Stunden oder Anwendungsbezügen zu verknüpfen (vgl. Duit, 2004). Dabei lässt sich der thematische Gang der Stunde ganz unterschiedlich umsetzen (Meyer, 2003). So kann die inhaltliche Struktur einer Biologiestunde z. B. allein durch die Stellung eines kurzen Experimentes innerhalb der Stunde verändert werden: Als Einstiegsexperiment wirft es eine zu erarbeitende Frage auf; unter ständiger Bezugnahme wird es zum zentralen Inhalt, während es am Ende einer Stunde etwa als Anwendungsaufgabe eingesetzt werden kann.

Um die Struktur einer Unterrichtsstunde zu verdeutlichen, können Flussdiagramme erstellt werden, in denen die Pfeile die Verknüpfungen zwischen verschiedenen Inhaltsbereichen verdeutlichen (Brückmann, 2005). Diese Art der Darstellung und Beschreibung von Verknüpfungen mit Inhal-

ten findet im Rahmen der Unterrichtsqualitätsforschung bereits großen Zuspruch, da inhaltspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale, wie die fachliche Konsistenz und Kohärenz der angebotenen Inhalte, analysiert werden können (AAAs 2000, Brückmann, 2005). Das Konzept der Sachstrukturdiagramme stammt aus den 60er Jahren und spielte eine Rolle bei der Curriculumentwicklung. Bekannt geworden sind diese Strukturdiagramme vor allem durch den „Atlas of Science Literacy“, der in Form von sogenannten „strand maps“ dokumentiert, wie sich das Wissen und Verstehen von SchülerInnen im mathematisch, naturwissenschaftlichen und technischen Bereich vom Kindergarten bis zur 12. Klasse entwickelt. Ergebnis dieser Studie war, dass inhaltliche Kohärenz und Konsistenz im Unterricht oft nur mangelhafte Berücksichtigung findet (Kesidou & Roseman, 2002). Zu ähnlichen Resultaten kam auch die TIMS-Studie, in der ein unfokussiertes und inkohärentes Inhaltsangebot im Unterricht beklagt wird (Schmidt, Houang & Cogan 2002). In der IPN- Videostudie wurde die Sachstruktur von Physikstunden rekonstruiert, um insbesondere Aspekte der inhaltlichen Konsistenz, Sequenzierung und Vernetzung im Physikunterricht zu untersuchen (Brückmann, 2005). Anzumerken ist hier, dass die Auswertungen der hier beschriebenen Studie aus der fachdidaktischen Perspektive vorgenommen wurden, wohingegen die Studie von Brückmann et al. (2005) den Physikunterricht aus dem Blickwinkel der Schüler auf den Lehrer beschreibt. Damit verfolgen beide Untersuchungen verschiedene Ziele.

In keiner der oben beschriebenen Studien wurden mithilfe der Sachstrukturdiagrammen typische Muster inhaltlicher Strukturen identifiziert; vielmehr stößt man in diesem Zusammenhang häufig auf den Begriff des „Unterrichtsskripts“. In Abgrenzung zu den Sachstrukturen klassifizieren Unterrichtsskripts Unterrichtsstunden anhand von Oberflächenmerkmalen und methodischen Abläufen in Prototypen.

## 2.3 Unterrichtsskripts

Der Begriff des Unterrichtsskripts stammt ursprünglich aus der kognitiven Psychologie und geht auf Schank & Abelson (1977) zurück, die darunter eine mentale Repräsentation einer systematischen Handlungsabfolge verstehen, welche auf eine spezifische Situation ausgerichtet und mit einem bestimmten Ziel versehen ist (Schank & Abelson, 1977). Skripts sind schematisch dargestellte Ereignisabläufe, die hierarchisch organisiertes, generalisiertes Wissen über eine Standardsituation, sowie deren sequenzielle Abfolge umfassen (Blömeke, 2004). Veranschaulicht werden kann der Begriff anhand alltäglicher Episoden, wie Restaurant- oder Arztbesuche, die durch eine bestimmte Sequenzierung von Ereignissen charakterisiert sind und sich anhand dieser Ereignisse beschreiben lassen.

Seit Erscheinen der TIMS-Videostudie spielt der Skriptbegriff in der Unterrichtsforschung eine entscheidende Rolle und wird dort als typischer Ablauf einer Unterrichtsstunde verstanden. Innerhalb der TIMS-Studie wurden anhand von Videoaufzeichnungen im Mathematikunterricht Unterrichtsskripts aufgezeichnet und deutliche, kulturelle Unterschiede zwischen Japan, USA und Deutschland identifiziert (Stigler, Kawanaka, Knoll & Serrano 1999). In der Diskussion um die Leistungen deutscher SchülerInnen werden diese Skripts häufig als ein möglicher Faktor für das Abschneiden in internationalen Vergleichsstudien herangezogen (Seidel, 2003). Der Skriptbegriff wird von Stigler et al. (1999) im Sinne allgemeiner Ablaufmuster verwendet, die insbesondere auf die didaktisch-methodische Vorgehensweise im Unterricht basieren. „Die Beschreibung dieser Ablaufmuster basiert dabei weniger auf einer empirisch begründeten Analyse von Videokodierungen, sondern vielmehr auf der Basis einer holistischen, überblicksartigen Beschreibung videographierter Unterrichtsstunden (Seidel, 2003, S. 31).“

Eine eher inhaltliche Orientierung findet sich bei PISA 2006, wo mittels Fragebögen nach

Unterrichtsmustern naturwissenschaftlichen Handelns gesucht wurde. Mittels Clusteranalyse konnten über alle OECD-Länder drei typische Muster identifiziert werden, deren Verteilung deutliche Unterschiede zwischen den Staaten erkennen lässt (Seidel, Prenzel, Wittwer & Schwindt, 2007). So herrschen z. B. in Deutschland Unterrichtsskripts vor, in denen wenig praktisch experimentiert wird, dafür aber häufig Konzepte auf den Alltag übertragen werden. In diesen Auswertungen wurden die Naturwissenschaften zusammengefasst. Im Sinne der fachspezifischen Betrachtung von Unterrichtsqualität (siehe 2.1) erscheint aber eine fachspezifische Untersuchung von Unterrichtsskripts notwendig (Prenzel et al., 2002). In der IPN-Videostudie wurden solche Ablaufmuster im Physikunterricht bereits untersucht. Es gelang hier auf didaktisch-methodischer Ebene, zwei typische Muster zu identifizieren (schülerorientiert vs. lehrerorientiert). Bei allen diesen Auswertungen handelt es sich allerdings nicht um eine Analyse der individuellen Sachstruktur.

Ziel der hier beschriebenen Studie ist es, ein Instrument zu entwickeln und vorzustellen, mit dem es möglich ist, die Sachstruktur von videographierten Biologiestunden zu rekonstruieren und zu vergleichen. Es soll anschließend untersucht werden, ob sich typische Inhaltsstrukturen identifizieren und klassifizieren lassen. Desweiteren sollen mit Hilfe dieser Diagramme inhaltspezifische Kriterien der Unterrichtsqualität wie die Komplexität, die sachliche Stimmigkeit sowie der Gehalt an Anwendungsbezügen analysiert werden.

### 3 Methode

#### 3.1 Stichprobe

Grundlage der hier vorliegenden Studie sind 50 Unterrichtsvideos der 9. Jahrgangsstufe an Gymnasien, die von 50 verschiedenen Lehrkräften aus Nordrhein-Westfalen je eine beliebige Stunde aus der Unterrichtsreihe

zum Thema *Blut & Kreislauf* zeigen. Diese Videos wurden zunächst transkribiert und anschließend in Sachstrukturdiagramme übertragen. Mit Blick auf eine direkte Weiterbearbeitung wurde dabei auf eine Abschrift direkt am Video im Programm Videograph (Rimmele, 2004) verzichtet, stattdessen wurden die Transkripte direkt in MS-Word-Format angefertigt.

Die Methode der Erstellung der Sachstrukturdiagramme wird im folgenden Kapitel detailliert in vier Schritten dargestellt: zunächst wird der Aufbau der hier erstellten Diagramme beschrieben, anschließend die Erstellung des Kategoriensystems erklärt, woran anknüpfend dann das Markieren von Inhaltsblöcken im Transkript und schließlich die graphische Darstellung erläutert wird.

#### 3.2 Die Erstellung von Sachstrukturdiagrammen

„Sachstrukturdiagramme sind Flussdiagramme, die den inhaltlichen Ablauf der Stunde in einem mittleren Auflösungsgrad darstellen“ (Müller & Duit, 2004). Die Sachstruktur bezeichnet hierbei die Art und Weise wie Inhalte im Unterricht strukturiert wurden. Zuletzt wurden Sachstrukturdiagramme im Rahmen der IPN-Videostudie-Physik (Müller & Duit, 2004) rekonstruiert, mit dem Ziel, unterschiedliche Wege von behandelten Themen und deren Variationen im Physikunterricht zu analysieren. Um auch für den Biologieunterricht eine solche Analyse vornehmen zu können wurde in Anlehnung an Brückmann (2005) das hier beschriebene Instrument entwickelt: es dient dazu den thematisch, sachlichen Gang einer Stunde zu erfassen und geht noch einen Schritt weiter, indem es empirisch Kategorien identifiziert, die in allgemeinen Didaktiken bislang nur theoretisch beschrieben wurden. So findet man beispielsweise die Beschreibung von linearen Mustern, in sich gestaffelten Inhalten oder gar Verschiebebahnhöfen“ (Meyer, 2005). Weiterhin werden die Sachstrukturdiagramme mit dem Ziel eingesetzt, inhalts-

spezifische Kriterien der Unterrichtsqualität, wie z.B. die fachliche Stimmigkeit beurteilen und vergleichen zu können.

### Aufbau der Sachstrukturdiagramme

Die hier entwickelten Sachstrukturdiagramme bestehen in Anlehnung an Müller & Duit (2004) im Wesentlichen aus drei Elementen: Blöcken, Pfeilen und Linien (siehe Abb. 3 bis 10). Sie verdeutlichen sowohl den chronologischen Ablauf als auch den sachlogischen Aufbau der Stunde.

Die Blöcke enthalten die „inhaltlichen Elemente“, die, im Gegensatz zu Müller & Duit (2004), hier weniger qualitativ-spezifisch ausgefüllt werden, sondern Kategorien einem a priori festgelegtem, inhaltlichem Kategoriensystem zugehören (siehe Kap. 3.3). Dieses Vorgehen erlaubt eine direkte inhaltliche Vergleichbarkeit der Stunden. Pfeile veranschaulichen die chronologische Beziehung der Blöcke untereinander, d.h. den chronologischen Ablauf der Unterrichtsstunde und ermöglichen einen leichten, nahezu intuitiven Zugang. Im Gegensatz zur IPN- Videostudie beschreiben unterschiedliche Pfeile im Rahmen der vorliegenden Studie keine unterschiedlich nivellierten, sachlichen Wechselbeziehungen, sondern zeigen ausschließlich die inhaltliche Strukturierung der Stunde auf. In diesem Sinne bezeichnet ein einfacher Pfeil den Übergang von einem Inhalt zu einem nächsten, ein Doppelpfeil beschreibt den Übergang von einem Inhalt zu einem nächsten mit direkter Rückkehr zum ursprünglichen Inhalt. Ein Doppelpfeil mit großer Pfeilspitze beschreibt den mehrfachen Wechsel zwischen zwei Inhalten, der auf Seite der großen Pfeilspitze beendet wird (siehe Abb. 1). Jedes Sachstrukturdiagramm enthält außerdem zwei senkrechte Linien (siehe Abb. 3 bis 10). Zwischen diesen Linien stehen die zentralen Inhalte der Stunde. Zentrale Inhalte sind solche, die vom Lehrer mündlich explizit als solche benannt (z.B. „heute befassen wir uns mit den Blutgruppen“) oder auf Arbeitsblättern schriftlich fi-

xiert wurden. Rechts und links dieser Linien stehen Inhalte, die nicht zentraler Inhalt dieser Stunde sind, sondern thematische Exkurse, die beispielsweise spontan durch Schülerantworten initiiert wurden. Auch Inhalte, die im Sinne von vernetzendem Unterricht durch die Lehrperson initiiert wurden, aber nicht zu den zentralen Inhalten zu zählen sind, stehen rechts oder links der Linien (z.B. „in welchem Organ findet denn nochmal der Gaswechsel statt?“). Das Sachstrukturdiagramm ist im Allgemeinen von oben nach unten, des Weiteren in Pfeilrichtung zu lesen. Konkret bedeutet dies: der oberste Block ist der erste, der in dieser Stunde angesprochen wurde, in Pfeilrichtung folgt dann der nächst höchste Block (siehe Abb. 1). Durch Festsetzung dieser Regeln wird eine eindeutige Leserichtung innerhalb der Diagramme vorgegeben.

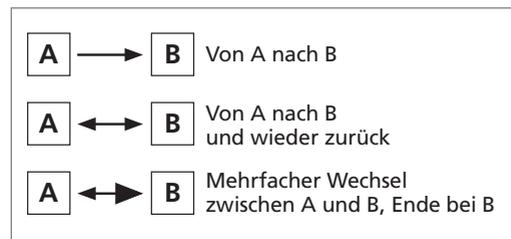


Abb. 1: Bedeutung der Pfeile im Sachstrukturdiagramm.

Unterschieden werden drei Arten von Pfeilen, die die chronologische Beziehung der Inhaltsblöcke untereinander beschreiben.

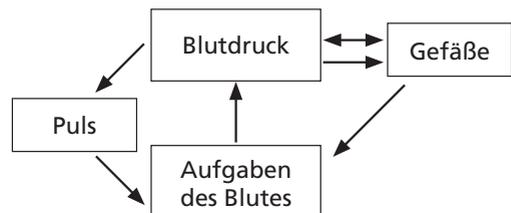


Abb. 2: Leserichtung im Sachstrukturdiagramm. In diesem Beispiel geht es chronologisch um folgende Themen: Blutdruck (höchster Block), Gefäße (nächst höherer Block in Pfeilrichtung), Blutdruck (wegen des Doppelpfeils, der zuerst gelesen wird, weil er über dem anderen Pfeil steht), Puls, Aufgaben des Blutes, Blutdruck, Aufgaben des Blutes.

## Erstellung des Kategoriensystems zur Identifikation von Inhaltsblöcken

Die Zuordnung von Inhaltsblöcken zu festgesetzten Kategorien ermöglicht eine direkte Vergleichbarkeit der einzelnen Unterrichtsstunden auf inhaltlicher Ebene. Eine Auflistung der wesentlichen Inhaltsblöcke wurde im Rahmen eines Kategoriensystems a priori klassifiziert, die die in den Stunden zu erwartenden biologischen Themen in kleinere, inhaltliche Kategorien aufspalten. Bei der Identifikation der wesentlichen Kategorien ist zu beachten, dass das System nicht die sachlogische Struktur der Fachwissenschaft Biologie abbildet, sondern ein System abgrenzbarer Inhalte im mittleren Auflösungsgrad darstellt, die für Biologiestunden der 9. Jahrgangsstufen zum Thema *Blut & Kreislauf* zu erwarten sind (vergleiche Abbildung 3, ausgedrückt durch die kleinen Buchstaben). Als grundlegendes Gerüst diente bei der Erstellung dieses Systems der Lehrplan Biologie für die Sekundarstufe I für Gymnasien des Landes NRW (1993), der zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen in Nordrhein-Westfalen Gültigkeit hatte.

Um Bezüge und Vernetzungen zu anderen, bereits behandelten Unterrichtsthemen aufzeigen zu können, wurden neben Inhalten zu dem Thema *Blut & Kreislauf* auch sämtliche Inhalte in das Kategoriensystem aufgenommen, die laut Lehrplan für die Jahrgangsstufe 9 vorgesehen sind. Diesen Kategorien wurde der Übersichtlichkeit halber im Diagramm neben einem numerischen Codesystem auch ein farblicher Code zuge-

ordnet, der für diesen Artikel in ein Schrafurenssystem transformiert wurde.

Neben dem fachlichen Input, spielen – vor allem im Biologieunterricht – Anwendungsbezüge eine bedeutende Rolle. Aus diesem Grund wurde diese Kategorie ebenfalls mit in das Kategoriensystem aufgenommen. Diese Anwendungsbezüge können beispielsweise von medizinischer, gesellschaftlicher oder historischer Art sein oder (als spezielle Ausprägungsform dieser Bereiche) unmittelbar aus dem Alltag der Schüler gegriffen sein. Zur direkten Übersichtlichkeit werden Blöcke über Anwendungsbezüge im Sachstrukturdiagramm punktiert gezeichnet, eine Differenzierung zwischen den verschiedenen Arten wird jedoch nicht vorgenommen.

## Markieren von Inhaltsblöcken im Transkript

Die Inhaltsblöcke sind die zentralen, informativen Elemente der Sachstrukturdiagramme sowie des Unterrichtsganges. Zentrale Aspekte der Inhaltsblöcke sind bei Duit (1981) zum einen physikalische Begriffe und Gesetzmäßigkeiten zum anderen aber auch deren methodische Ausgestaltung (vgl. Tabelle 1). Da methodische Aspekte in dieser Studie nicht berücksichtigt werden sollen und Inhalte der Biologie im Allgemeinen weniger durch abstrahierte Formelsprache charakterisiert sind, kann die Definition und Verwendung von Inhaltsblöcken aus der Physik für die Biologie nicht übernommen werden. Im Folgenden wird daher eine neue Methode vorgestellt,

Tab. 1: Definition der Inhaltsblöcke nach Duit (1981)

### Inhaltsblöcke nach Duit (1981)

„In den Blöcken wird in der Regel nicht allein der physikalische Begriff bzw. das physikalische Gesetz genannt, das vermittelt wird, sondern auch, wie der Begriff oder das Gesetz im Unterricht umschrieben worden ist. Die Formulierungen in den Blöcken sollen so weit wie möglich die im Unterricht verwendeten Formulierungen verwenden. Gibt es einen Tafelanschrieb, einen Arbeitsbogen oder eine Overheadfolie, auf denen Begriffe umschrieben worden sind, so sind diese Formulierungen zu verwenden. Es gibt zwei Arten von Blöcken: Die Blöcke mit durchgezogenen Linien enthalten alle physikalischen Inhalte, die Blöcke mit gestrichelten Linien über die Physik hinausgehende historische und gesellschaftliche Aspekte“.

die es ermöglicht, Sachstrukturdiagramme auch für die Biologie zu erstellen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie ist ein Inhaltsblock im Transkript definiert, als eine in sich mehr oder weniger geschlossene Gesprächssequenz, die schwerpunktmäßig einen biologischen Inhalt oder Kontext thematisiert (Schlüsselfrage: „Worum geht es?“). Als Hilfe zur Identifikation dieser Blöcke dient die Markierung von Schlüsselbegriffen, die den jeweiligen Inhalt kennzeichnen. Inhaltsblöcke werden rein inhaltlich definiert, didaktische Funktionen, wie z. B. der Wechsel eines Mediums bedingt nicht automatisch den Wechsel von Inhaltsblöcken. So kann ein neuer Inhaltsblock z. B. durch einen thematisch neuen Impuls durch Lehrer oder Schüler eingeführt werden oder aber zwei Inhaltsblöcke gehen thematisch nahezu fließend in einander über. Insbesondere im zweiten Fall unterliegen Anfang und Ende eines Inhaltsblockes dabei dem subjektiven Leseverständnis des Kodierers was aber für die Aussagekraft der Diagramme nicht von tragender Bedeutung ist. Ein Inhaltsblock ist durch mindestens einen Sprecherwechsel (meist Lehrer → Schüler) definiert. Durch diese Festsetzung wird verhindert, dass Abschweifungen und Exkurse in Lehreräußerungen, in beliebig kleine, inhaltliche Vernetzungen eingestuft werden. Der markierte Inhaltsblock wird der entsprechenden Kategorie zugeordnet und farblich markiert. Im Diagramm vereint ein Inhaltsblock dann alle Gesprächssequenzen einer Kategorie.

### Graphische Darstellung der Sachstrukturdiagramme

Der letzte Schritt bei der Erstellung von Sachstrukturdiagrammen, das Anordnen inhaltlichen Blöcke besteht darin, die gefundenen kategorisierten Inhaltsblöcke in ein Diagramm zu platzieren. Dabei ist darauf zu achten, dass zentrale Inhaltsblöcke (siehe oben) vertikal, im Zentrum des Diagramms angeordnet werden, nicht-zentrale

Inhalte an den Seiten. Vom Klassengespräch abweichende Erarbeitungsformen und weitere Auffälligkeiten können direkt an den entsprechenden Block notiert werden. Bei der Zeichnung der Inhaltsblöcke werden je nach Anzahl verwendeter Fachbegriffe, drei Größen unterschieden: kleine (1–2 Fachbegriffe), mittlere (3–5 Fachbegriffe) und große (mehr als 5 Fachbegriffe). In einem letzten Schritt sind die Blöcke durch entsprechende Pfeile (siehe Abb.1) zu verbinden, wobei die festgesetzten Regeln zur eindeutigen Lesbarkeit eingehalten werden müssen.

In Abb. 3–10 sind exemplarisch Sachstrukturdiagramme für die jeweiligen Kategorien dargestellt. In den Inhaltsblöcken stehen die jeweiligen Themen und eine Buchstaben-Zahlen-Kombination, die die Zuordnung zum inhaltlichen Kategoriensystem angeben.

### 3.3 Skalen zur Bewertung der Sachstrukturdiagramme

Die erstellten Diagramme ermöglichen den inhaltlichen Ablauf einer Stunde systematisch und vergleichbar darzustellen. Auf rein deskriptiver Ebene lassen sich in den 50 Biologiestunden verschiedene prototypische Inhaltsmuster sowie der Grad inhaltlicher Strukturierung erkennen. Die Anzahl der Kontextblöcke liefert ein Maß für den Gehalt an Anwendungsbezügen des analysierten Unterrichts. Des Weiteren lässt sich die Anzahl der Inhaltsblöcke direkt ablesen. Sie liefern nach Duit (2004) ein erstes Maß für die Komplexität der Stunde. Anzumerken ist jedoch, dass die Anzahl der Inhaltsblöcke im Rahmen der IPN Videostudie allein kein hinreichendes Maß für den Komplexität einer Stunde darstellt, da die Inhaltsblöcke untereinander nicht durch einen gleichwertigen fachlichen Gehalt charakterisiert sind. Daher wird die Anzahl der Inhaltsblöcke in dieser Studie als ein inhaltliches Maß für die fachliche Vielfalt einer Stunde betrachtet.

Die Komplexität der Unterrichtsstunde hingegen wird über ein Rating des fachlichen Gehalts der Inhaltsblöcke bestimmt. Dazu

Tab. 2: Skalen und Kodierungskategorien der Sachstrukturdiagramme

Skala	Kodierungskategorie
Anwendungsbezug	Anzahl der Kontextblöcke
fachliche Vielfalt	Anzahl der Inhaltsblöcke
Thematischer Gang	Inhaltsmuster der Stunde
Komplexität	Summe des fachlichen Gehalts aller Inhaltsblöcke (der fachliche Gehalt wurde hoch-inferent geratet)

wurden auf einer vierstufigen *Likert*-Skala sämtliche Inhaltsblöcke bezüglich ihres fachlichen Inputs hoch-inferent mithilfe eines Kodiermanuals beurteilt<sup>1</sup>. Für die Komplexität einer Stunde ergibt sich somit die Summe des fachlichen Gehalts aller beurteilten Inhaltsblöcke. Dieses Maß scheint genauer als die Anzahl der Blöcke, wie sie in der IPN- Videostudie beschrieben wird. Eine Übersicht über die Skalen und Kodierungskategorien der Sachstrukturdiagramme ist in Tabelle 2 dargestellt.

### 3.4 Gütekriterien

Die Überprüfung der Reliabilität bei der Erstellung der Sachstrukturdiagramme erfolgte in drei Stufen. Auf der ersten Stufe wurde die Reliabilität der Erstellung der Diagramme geprüft, auf der zweiten Stufe die Reliabilität bei der Zuordnung der Kategorien zu den prototypischen Ablaufmustern und auf der dritten Stufe die Reliabilität zur Bestimmung des fachlichen Gehalts.

Für die Bestimmung der Reliabilität bei der Erstellung der Diagramme wurden für drei Unterrichtsstunden Diagramme von zwei Kodierern, also doppelt, erstellt. Die Übereinstimmung wurde anhand der charakterisierenden Eigenschaften der Diagramme bestimmt, und zwar Anzahl der Blöcke, Anzahl der Kontextblöcke sowie die strukturellen

Eigenschaften, die auch bei der Zuordnung der Klasse der prototypischen Inhaltsmuster maßgebliche Rolle spielen.

Zur Bestimmung der Reliabilität der Zuordnung der Diagramme in die Kategorien der prototypischen Ablaufmuster (zweite Stufe) wurden 10 Diagramme von zwei unabhängigen Ratern den Kategorien es prototypischen Ablaufs zugeordnet und die prozentuale Übereinstimmung berechnet.

Auf der dritten Stufe wurde der fachliche Gehalt für jeden Inhaltsblock auf einer vierstufigen Likert-Skala eingeschätzt. Zu Überprüfung der Reliabilität wurden 10 % der Stichprobe von zwei Ratern beurteilt, anschließend die prozentuale Übereinstimmung berechnet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Typische Ablaufmuster im Biologieunterricht zum Thema Blut- und Blutkreislauf

Ausgehend von den 50 Unterrichtsstunden ist es gelungen, 8 Kategorien von prototypischen Ablaufmustern zu identifizieren, die in dieser Studie allerdings nicht qualitativ bewertet werden sollen.

Die erste Kategorie „**Sternförmig**“ beschreibt einen thematischen Gang durch die Stunde, indem ausgehend von einem

<sup>1</sup> Das Kodiermanual kann bei der Autorin eingesehen werden.

zentralen Thema mehrere verschiedene Teilthemen einzeln besprochen werden, allerdings immer unter Rückbezug auf das Hauptthema evtl. mit Verknüpfungen untereinander (Abb. 3). Diese Form der inhaltlichen Struktur wirkt im Video oftmals strukturlos. Erst durch das Aufzeichnen des Sachstrukturdiagramms wird der thematische Gang durch die Stunde für einen externen Beobachter deutlich.

Eine spezielle Form des „sternförmigen“ thematischen Ganges beschreibt die Kategorie „**Sternförmig (GA)**“ (Abb. 4). Ähnlich wie in der ersten Kategorie werden ausgehend von einem zentralen Thema mehrere verschiedene Themen eingeleitet. Diese werden hier allerdings in Gruppenarbeit (GA) parallel nebeneinander bearbeitet und meist anschließend im Klassengespräch besprochen (z. B. Expertenpuzzle).

Der „**Block**“ stellt die nächste gefundene, inhaltliche Struktur von Biologieunterricht dar (Abb. 5). Nach einer kurzen, thematischen Hinführung oder Anknüpfung an vorherige Stunden findet die komplexe Behandlung eines einzigen Inhaltsblockes statt, ggf. mit einzelnen, kurzen Exkursen. Die Erarbeitung erfolgt dabei schwerpunktmäßig in Form des Klassengesprächs und wird durch einzeln eingesetzte, kurze Aufgaben ergänzt. Typische Repräsentanten dieser Struktur sind Stunden, in denen z. B. Hausaufgaben vorangegangener Stunden ausführlich besprochen werden.

Auch für den „blockartigen“ Unterrichtsverlauf lässt sich eine spezielle Ausprägungsform finden, die durch die selbstständige Schülerarbeit (meist in Gruppenarbeit) gekennzeichnet ist und deshalb „**Block (GA)**“ bezeichnet wird (Abb. 6). Ähnlich wie im „Block“ findet nach einer thematischen Hinführung oder Anknüpfung an vorherige Stunden die komplexe Behandlung eines einzigen Inhaltsblockes statt. Die Erarbeitung erfolgt hier allerdings schwerpunktmäßig in Form von selbständiger aktiver Schülerarbeit, meist in Partner- oder Gruppenarbeit (GA). Typische Repräsentanten dieser Struktur sind z. B. Stunden, in denen Experi-

mente oder komplexere Aufgabenstellungen vom Schüler erarbeitet werden sollen.

Eine weitere Kategorie prototypischer Ablaufmuster stellt der „**Linear - unfokussierte**“ thematische Gang dar (Abb. 7). In dieser Struktur werden verschiedene Themenblöcke nacheinander behandelt. Der thematische Gang durch die Stunde folgt also einem linearen Verlauf, setzt allerdings keinen klaren Fokus. In typischen Vertretern dieser Struktur werden zu Stundenbeginn vorangegangene Inhalte ausführlich wiederholt und in Anwendungszusammenhänge gesetzt, bevor in ein neues Thema eingestiegen wird.

Im Gegensatz dazu steht die Kategorie „**Linear - fokussiert**“ (Abb. 8). Ähnlich wie in Abb. 7. folgt die inhaltliche Struktur einem linearen Gang. Mehrere Blöcke werden streng nacheinander behandelt, hier jedoch mit deutlichem Fokus und klarer Linie. Inhaltliche Exkurse werden oft explizit deutlich gemacht und anschließend wieder zum Hauptstrang zurückgeführt. In typischen Repräsentanten dieser Struktur wirken die Lehrkräfte, insbesondere auf Schülerfragen, gut vorbereitet.

Die letzte gefundene inhaltliche Stundenstruktur beschreibt die Kategorie „**Kreislauf**“ (Abb. 9). Mehrere Blöcke sind durch Rückbezüge miteinander verknüpft – oft ist ein Ringschluss zu erkennen. In Abgrenzung zu den oben genannten Kategorien ist die Struktur der Stunde nicht linear vorwärtsschreitend, sondern greift vorherige Inhaltsblöcke wiederholt auf und verknüpft sie untereinander, was im Sinne von Vernetzung und kumulativen Lernen durchaus anzustreben ist (Wadouh et al. 2009). Typische Repräsentanten dieser Struktur sind oft Wiederholungsstunden, in denen Bezüge zu vorangegangenen Stunden hergestellt werden, oder aber problemlösende Stunden, in denen ein anfangs gestelltes Problem am Ende einer Stunde aufgegriffen bzw. gelöst wird.

Die Kategorie „**Obne Struktur**“ umfasst Stunden, die keiner der oben genannten Kategorien zugeordnet werden konnten

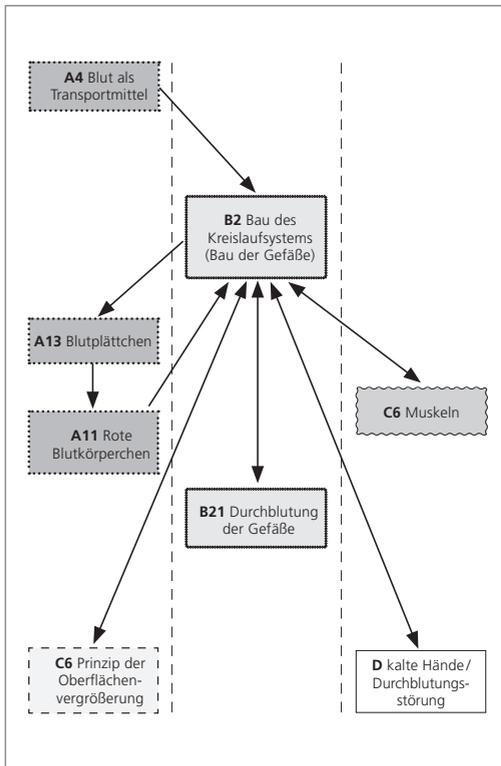


Abb. 3: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde mit „sternförmigem“ thematischem Gang.

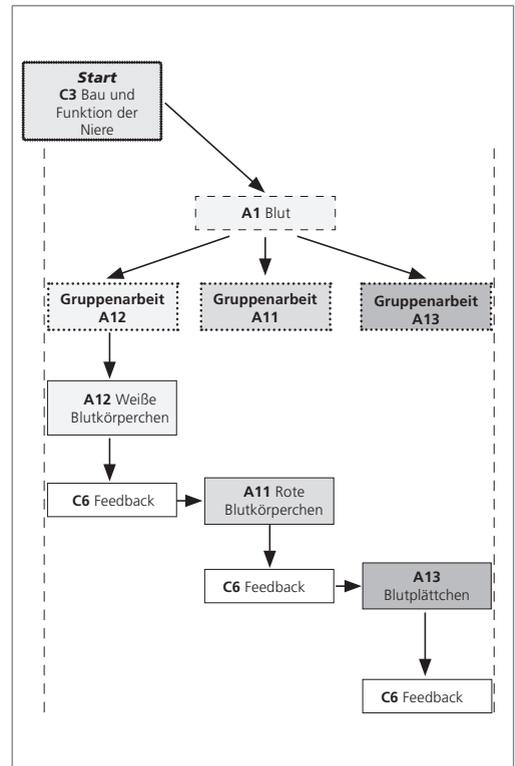


Abb. 4: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde mit „sternförmigem“ thematischem Gang und Gruppenarbeit.

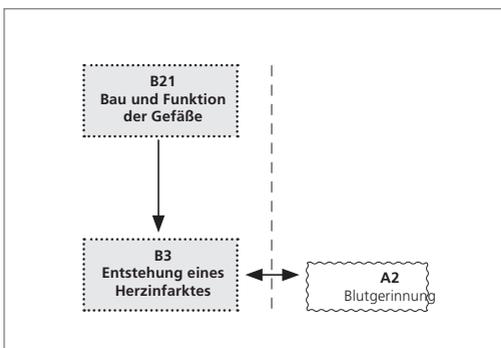


Abb. 5: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde mit „blockartigem“ thematischem Gang.

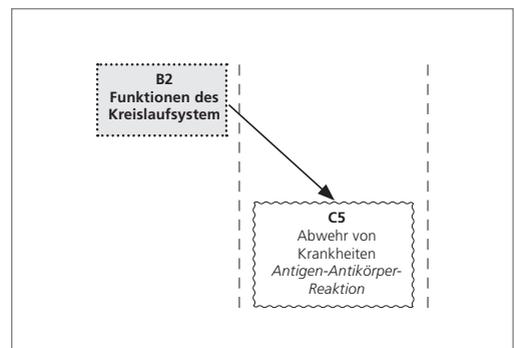


Abb. 6: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde mit „blockartigem“ thematischem Gang und Gruppenarbeit.

(Abb. 10). Viele Themenblöcke werden hier scheinbar willkürlich angeordnet behandelt. Diese Stunden wirken auch im

Video inhaltlich konfus und fordern daher erhöhte Aufmerksamkeit des externen Beobachters.

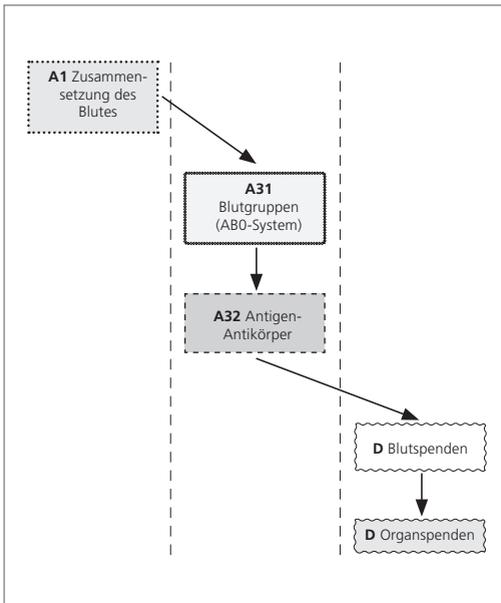


Abb. 7: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde mit „linearem“ thematischem Gang, ohne deutlichen Fokus.

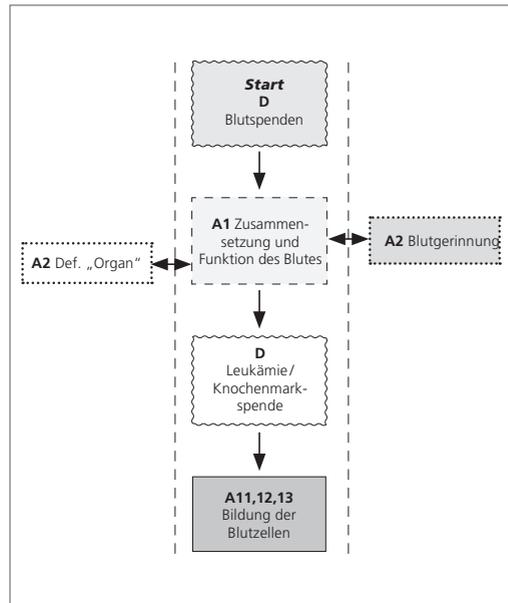


Abb. 8: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde mit „linearem“ thematischem Gang und deutlichem Fokus.

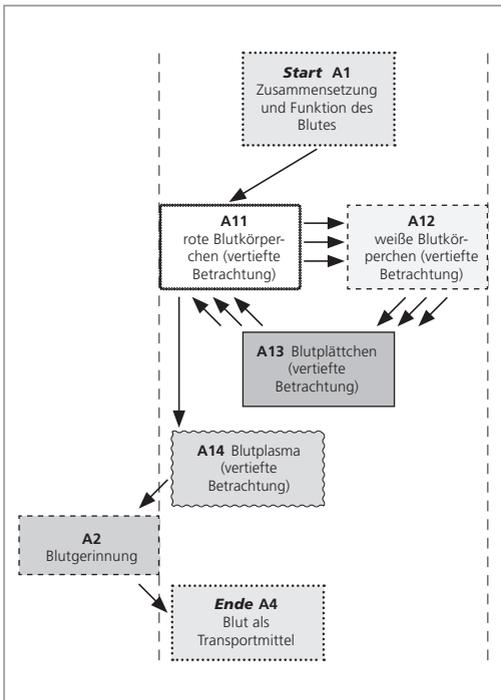


Abb. 9: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde mit „zyklischem“ thematischem Gang.

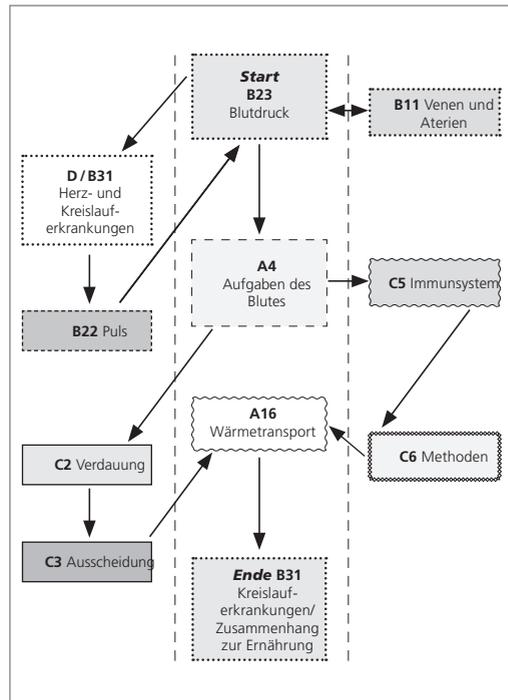


Abb. 10: Sachstrukturdiagramm einer prototypischen Unterrichtsstunde ohne sichtbare Struktur.

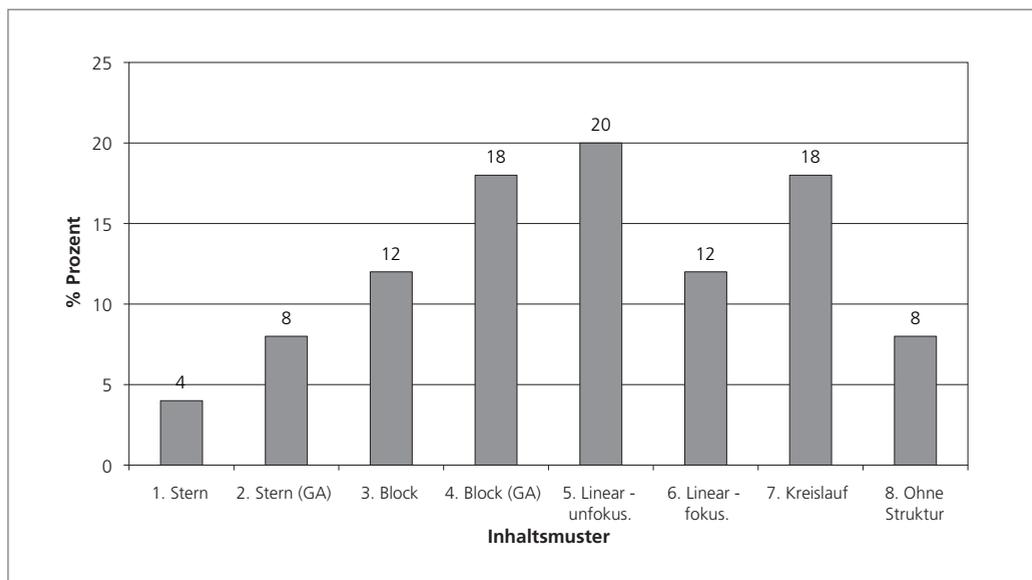


Abb. 11: Prozentuale Verteilung der Inhaltsmuster in allen 50 untersuchten Stunden. GA= Gruppenarbeit.

#### 4.2 Prozentuale Verteilung der gefundenen Inhaltsmuster

Abbildung 11 zeigt die prozentuale Verteilung der typischen Inhaltsmuster aller untersuchten Stunden. Es zeigt sich, dass ein linearer Gang durch die Stunde mit insgesamt 32% die häufigste Struktur darstellt. Dabei repräsentieren 20% der Unterrichtsstunden einen eher unfokussierten, linearen Verlauf und nur 12% einen fokussierten, linearen Verlauf. Diese beiden Formen unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Anzahl der behandelten Blöcke und ihrer explizit gemachten Schwerpunktsetzung.

Eine zweite große Gruppe stellt mit 30% die „blockartige“ Erarbeitungsform dar, die aufgrund ihrer deutlich kleinen Anzahl an Blöcken als Sonderform der linearen Strukturen zu betrachten ist. In 18% der Unterrichtsstunden wird der zu erarbeitende Block in überwiegend selbstständiger Schülerarbeit (Gruppen- bzw. Partnerarbeit) erlernt, in 6 Fällen findet diese Form im Klassengespräch statt.

Auffällig ist, dass lediglich 18% der Stunden ein zyklisches Inhaltsmuster aufweisen, d. h. in lediglich 9 von 50 Unterrichtsstunden werden in strukturierter Form Rück- bzw. Querbezüge zu vorher thematisierten Inhaltsblöcken geschaffen.

Ein sternförmiges Muster konnte in lediglich 4% Unterrichtsstunden identifiziert werden, weitere 8% weisen keinerlei inhaltliche Struktur auf.

#### 4.3 Anwendungsbezüge, fachliche Vielfalt und Komplexität in den beobachteten Unterrichtsstunden

Die Anzahl der Anwendungsbezüge wurde erhoben, indem die Anzahl der Anwendungsblöcke ermittelt wurde. Im Mittel werden pro Schulstunde 0,9 Anwendungsblöcke gefunden ( $M=0,9$ ;  $Std=1,3$ ;  $N=50$ ), im Allgemeinen wird ein oder kein Anwendungsbezug eingesetzt. Maximal konnten in einer einzelnen Schulstunde acht verschiedene Anwendungsblöcke beobachtet werden.

Tab. 3 Übereinstimmungen bei der Erstellung von Sachstrukturdiagrammen

Strukturmerkmale	Kodierer 1	Kodierer 2
<b>Stunde 1</b>		
Anzahl Blöcke	4	4
Anzahl Kontext	1	1
Anzahl Pfeile	3	3
<b>Stunde 2</b>		
Anzahl Blöcke	6	6
Anzahl Kontext	2	2
Anzahl Pfeile	5	5
<b>Stunde 3</b>		
Anzahl Blöcke	2	2
Anzahl Kontext	1	0
Anzahl Pfeile	1	1

Die fachliche Vielfalt wurde erhoben indem die mittlere Anzahl an Inhaltsblöcken bestimmt wurde. Im Mittel wurden pro Unterrichtsstunde 3,5 Inhaltsblöcke vermittelt ( $M=3,5$ ;  $Std=2,0$ ;  $N=50$ ). In acht Biologiestunden konnte lediglich ein Inhaltsblock beobachtet werden, das Maximum waren neun Inhaltsblöcke pro Unterrichtsstunde. Die Komplexität der Unterrichtsstunde wurde als Summe des fachlichen Gehalts aller beurteilten Inhaltsblöcke berechnet. Es ist auffällig, dass die Werte mit einer Spannweite zwischen 3 und 20 erheblich schwanken.

#### 4.4 Gütekriterien

Auf der ersten Stufe der Reliabilitätsmessung ergab sich, dass die Diagramme in ihren wesentlichen charakterisierenden Merkmalen (Anzahl der Blöcke, Pfeile und Kontexte, Struktur des Inhaltsmusters) zufriedenstellend übereinstimmten (siehe Tabelle 3).

Auf der zweiten Stufe wurde die Übereinstimmung bei der Zuordnung der Diagramme zu typischen Ablaufmustern über-

prüft. Es ergab sich hier eine Übereinstimmung von 90%.

Eine dritte Reliabilitätsprüfung erfolgte bei der Beurteilung des fachlichen Gehalts auf einer vierstufigen Likert-Skala. Hier ergab sich eine Übereinstimmung von 80%.

## 5 Diskussion

### 5.1 Bedeutung der Sachstrukturdiagramme für die fachdidaktische Unterrichtsqualitätsforschung

Die hier entwickelten Sachstrukturdiagramme ermöglichen den inhaltlichen Ablauf des Unterrichts systematisch und vergleichbar abzubilden. Mit der anschließenden Bewertung des Sachstrukturdiagramms auf Grundlage der in Tabelle 2 beschriebenen Kategorien wird zudem ein Instrument bereitgestellt, das es nicht nur ermöglicht im Unterricht inhaltliche Muster zu identifizieren, sondern gleichzeitig inhaltsspezifische Unterrichtsqualitätsmerkmale wie beispielsweise die Komplexität der Unterrichtsstunde, die inhaltliche Strukturierung der Stunde sowie die Einbettung in Anwendungsbezüge zu quantifizieren. Das Neue an diesem Instrument ist, dass es im Gegensatz zu bisher üblichen Verfahren in der Unterrichtsqualitätsforschung die Erfassung von inhaltsspezifischen Qualitätsmerkmalen ermöglicht. Dabei wird nicht lediglich die Sichtstruktur des Unterrichts erfasst, sondern eine inhaltliche Auswertung der Transkripte erlaubt eine Analyse der Tiefenstruktur des Unterrichts hinsichtlich fachspezifischer Qualitätsmerkmale. Sachstrukturdiagramme ermöglichen Unterricht inhaltlich zu vergleichen, ohne dabei eine aufmerksame Videobetrachtung der gesamten Stunde vornehmen oder dokumentierte Protokolle lesen zu müssen. Bisher wurden allerdings keine Zusammenhänge zwischen den verschiedenen prototypischen Inhaltsmustern der Unterrichtsstunden und der Lernleistung der Schülerinnen und Schüler bestimmt. Auch die anschließende qualita-

tive Einschätzung der Sachstruktur erfolgte bisher lediglich auf Grund von theoretischen Annahmen. Eine quantitative Auswertung, die den Zusammenhang zwischen verschiedenen prototypischen Mustern und der Lernleistung der Schülerinnen und Schüler bzw. die Zusammenhänge zwischen der inhaltlichen Bewertung einzelner Aspekte der Sachstrukturdiagramme (z.B. Komplexität, Anzahl der Anwendungsbezüge) und der Lernleistung empirisch beschreibt, steht noch aus.

Im Rahmen der TIMS-Video Studie (1999) konnte mit etwas anderen Methoden gezeigt werden, dass im Biologieunterricht lineare, meist unfokussierte Muster bezüglich des inhaltlichen Aufbaus überwiegen. Und auch im Rahmen der vorliegenden Studie konnten strukturierte Quer- bzw. Rückbezüge zwischen verschiedenen Inhalten, wie es im Sinne von Vernetzung und kumulativen Lernen wünschenswert wären (Wadouh et al 2009), in nur 18% der untersuchten Unterrichtsstunden gefunden werden. Das Thema „Blut & Kreislauf“ wird also in erster Linie in linearen Strukturen unterrichtet.

## 5.2 Bedeutung der Sachstrukturdiagramme für die Unterrichtsentwicklung und Lehrerbildung

Die hier beschriebenen Sachstrukturdiagramme sind in Lehreraus- und Fortbildungen nutzbar, um typische Unterrichtsverläufe miteinander zu vergleichen. Eine inhaltlich versierte Lehrkraft kann unter Verzicht auf die Erstellung von Transkript und Kategoriensystem, in wenigen Minuten Sachstrukturdiagramme von ihrer eigenen Stunde erstellen, sodass die Diagramme, neben ihrer Bedeutung für die Unterrichtsforschung, auch einen erheblichen praktischen Ertrag erzielen können. In der Lehrerbildung können sie genutzt werden, um prototypische Unterrichtsstrukturen aufzuzeigen, auszuprobieren und anschließend zu beurteilen. Insbesondere bei Unterrichtsanfängern können Sachstrukturdiagramme zur

Planung von Unterricht eingesetzt werden um so, speziell bei der Strukturierung von Unterricht unterstützend zu wirken. Sie helfen die inhaltliche Strukturierung von Unterrichtsthemen zu fokussieren, die im Zuge der methodisch-didaktischen Planung leicht in den Hintergrund gerät. Neben dem Einsatz bei der Planung von Unterricht, können Sachstrukturdiagramme sowohl bei Unterrichtsanfängern als auch bei erfahrenen Lehrkräften zur inhaltlichen Selbstreflexion und Evaluation dienen. Lehrprobleme wie das bekannte „vom Hölzchen aufs Stöckchen kommen“ können Lehrkräften in Sachstrukturdiagrammen anschaulich aufgezeigt und bewusst gemacht werden. Aber auch in ihrer ursprünglichen Aufgabe, dem Vergleich von Unterricht, können Sachstrukturdiagramme praktisch wirksam werden. Sie helfen, Unterricht von Parallelklassen inhaltlich zu vergleichen, neue Denkanstöße liefern und Unterricht so kooperativ zu konstruieren. Auf diese Weise könnte die Schulung der Methode in der Lehrerbildung helfen, langfristig mehr Struktur in den Biologieunterricht zu bringen.

Wir danken der DFG für die Unterstützung der Forschungsarbeit im Rahmen der Forschergruppe und Graduiertenkolleg naturwissenschaftlicher Unterricht (GRK 902).

## Literatur

- AAAS (2000). *Atlas of Scientific Literacy*. Washington D.C.:AAAS.
- Blömeke, S., Eichler, D. & Müller, C. (2004). Videoanalysen zum Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht. Indikatoren und erste Ergebnisse für das Fach Mathematik. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 212-233). Münster: Waxmann.
- Brome, R. (1995). Was ist ‚pedagogical content knowledge‘? Kritische Anmerkungen zu einem fruchtbaren Forschungsprogramm. In S. Hopmann & K. Riquarts (Hrsg.), *Didaktik und/oder Curriculum*. *Zeitschrift für Pädagogik*, Beiheft 33, 105-115.
- Brückmann, M. & Duit, R. (2005). Sachstrukturen im Physikunterricht. In: Pitton, A. (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit neuen Medien* (S. 84-86). Berlin: LIT Verlag.
- Ditton, H. (2002). Unterrichtsqualität – Konzeptionen, methodische Überlegungen und Perspektiven. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 197-212.
- Duit, R., Häußler, P. & Kircher, E. (1981). *Unterricht Physik*. Köln: Aulis.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, S. 905-918.
- Duit, R. (2004). *Didaktische Rekonstruktion*. PIKO-BRIEF Nr. 2. Kiel: IPN.
- Duit, R., Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2005). Towards science education research that is relevant for improving practice: the Model of Educational reconstruction. In H. Fischer (Ed.), *Developing standards in research on science education* (pp.1-9). London: Taylor & Francis.
- Fraser, B. J., Walberg, H. J., Welch, W. W., Hattie, J. A. (1987). Synthesis of educational productivity research. *International Journal of Educational Research*, 11, 145-252.
- Gerhardt, U. (1995). Typenbildung. In U. Flick et al. (Hrsg.), *Handbuch qualitativer sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen* (S. 435-439). Weinheim: Beltz.
- Gilbert, K. (2006). On the Nature of „Context“ in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 957-976.
- Haertel, G. D., Walberg, H. J. & Weinstein, T. (1983). Psychological Models of Educational Performance. A theoretical synthesis of constructs. *Review of Educational Research*, 53, 75-91.
- Helmke, A. (2003). *Unterrichtsqualität: Erfassen, Bewerten, Verbessern*. Kallmeyer: Seelze.
- Helmke, A. (2002). Kommentar: Unterrichtsqualität und Unterrichtsklima: Perspektiven und Sackgassen. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 261-277.
- Jatzwauk, P., Rumann, S., Sandmann, A. (2008). *Der Einfluss des Aufgabeneinsatzes im Biologieunterricht auf die Lernleistung des Schülers – Ergebnisse einer Videostudie*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 263-283.
- Kesidou, S. & Roseman, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? Finding from project 2061’s curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 522-549.
- Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen (1993). Richtlinien und Lehrpläne: Biologie. Gymnasium Sekundarstufe I. Frechen: Ritterbach.
- Leuders, T. (2007). Fachdidaktik und Unterrichtsqualität im Bereich Mathematik. In K. H. Arnold (2007), *Unterrichtsqualität und Fachdidaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhart Verlag.
- Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Verlag..
- Müller, C. T. & Duit, R. (2003). Rekonstruktion der Sachstruktur von video-dokumentiertem Physikunterricht. In E. J. Brunner, P. S. G. Noack, & I. Scholl (Eds.), *Diagnose und Intervention in schulischen Handlungsfeldern* (pp. 195-203). Münster: Waxmann.
- Müller, C. & Duit, R. (2004). Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg – Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 147-161.
- Neuhaus, B. (2007). Unterrichtsqualität als Forschungsfeld für empirische biomedizinische Studien. Grundlagen und Techniken. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg), *Theorien in der biomedizinischen Forschung* (S. 243-252). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Prenzel, M., Seidel, T., Lehrke, M., Rimmele, R., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann, L., Müller, C.T & Widodo, A. (2002). Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht – eine Videostudie. *Beiheft zur Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 139-156.
- Reyer, T. (2004). Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Studien zum Physiklernen*. Berlin: Logos Verlag.
- Rimmele, R. (2002). *Videograph. Multimedia-Player*. Kiel: IPN.

- Schank, R. C., Abelson, R. P. (1977). Scripts, plans, goals and understanding. An inquiry into human knowledge structures, Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schmelzing, S.; Wüsten, S.; Sandmann, A.; Neuhaus, B. (2008). *Fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Biologieunterricht – eine Interviewstudie*. Zehnte Internationale Frühjahrsschule der Fachgruppe Biologiedidaktik.
- Schmidt, W., Houang, R. & Cogan, L. (2002). A coherent curriculum – the case of mathematics. *American Educator*, Summer, 1–17.
- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht. Freiräume und Einschränkungen für kognitive und motivationale Lernprozesse – eine Videostudie im Physikunterricht*. Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J., Schwindt, K. (2007). Unterricht in den Naturwissenschaften. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 147-179). Münster: Waxmann.
- Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanaka, T., Knoll, S., & Serrano, A. (1999). *The TIMSS Videotape Classroom Study. Methods and Findings from an Exploratory Research Project on Eighth-Grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States*. NCES (1999-074), U.S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Wackermann, R. (2007). Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer. In: H. Niedderer, H. Fischler, E. Sumfleth (Hrsg.). *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos Verlag..
- Wadouh, J., Sandmann, A., Neuhaus, B. (2009). Vernetzung im Biologieunterricht – dekriptive Befunde einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15, 69-87.
- Wang, M.C, Haertel, G.D, Walberg, H. J. (1993). Toward a Knowledge Base for School Learning. *Review of Education Research*, 63, 249-294.

## Kontakt

Stefanie Wüsten  
Forschergruppe & Graduiertenkolleg  
Naturwissenschaftlicher Unterricht  
Universität Duisburg-Essen  
Schützenbahn 70  
45127 Essen  
stefanie.wuesten@uni-due.de

## Autoreninformation

Stefanie Wüsten hat die Fächer Biologie und Mathematik für das Lehramt Sek. II/I an Gymnasien und Gesamtschulen studiert und ist Doktorandin der DFG-Forschergruppe und Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht in Essen. Sie promoviert zum Thema Unterrichtsqualität im Fach Biologie.

Stephan Schmelzing hat die Fächer Biologie, Pädagogik und Ev. Theologie für das Lehramt Sek. II/I an Gymnasien und Gesamtschulen studiert und ist derzeit Doktorand der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht in Essen.

Prof. Dr. Angela Sandmann ist Professorin für Didaktik der Biologie an der Universität Duisburg-Essen und Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Lern- und Problemlösestrategien/Expertiseentwicklung in Biologie, Kompetenzdiagnose/-entwicklung und kontextorientiertes Lernen sowie Videoanalyse und Unterrichtsqualität im Fach Biologie.

Prof. Dr. Birgit Neuhaus ist Professorin für Didaktik der Biologie an der Ludwig-Maximilians Universität München und Mitglied der DFG-Forschergruppe und des Graduiertenkollegs Naturwissenschaftlicher Unterricht. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsqualitätsforschung, fachspezifischen Analysen zur Lehrerprofessionalisierung sowie der videobasierenden Unterrichtsforschung.

