

Kinderaussagen im naturwissenschaftlichen Kontext des Sachunterrichts – eine vergleichende Analyse historischer und aktueller Befunde

Matthias Furtner

1. Einleitende Aspekte

„Im Schiff leitet man, das Schiff hat Schwimmhäute, wenn sich die bewegen, bewegt sich das Wasser auch, dann kann das Schiff nicht untergehen“ (Banholzer 1936 [2008], S. 56).

Mit dieser sehr eigenen und leiblichen Erklärung beantwortet ein 9-jähriger Schüler in einem frühen Protokoll von Agnes Banholzer mit Kinderaussagen zu physikalischen Phänomenen die Frage nach der Ursache der Schwimmfähigkeit von Schiffen. Aussagen wie diese spiegeln häufig eine erfrischende Unvoreingenommenheit gegenüber zunächst selbstverständlichen und erst bei genauerer Betrachtung erstaunlichen Phänomenen wider. Sie legen eine Betrachtungsweise offen, die auf ein sehr ursprüngliches Denken schließen lässt, das in didaktischen Studien als Ausdruck der spezifischen, kindlichen Sichtweise auf Vorgänge oder Naturphänomene interpretiert wird. Im sachunterrichtsdidaktischen Diskurs werden diese Denkweisen auch als *Konzepte* oder *Vorstellungen* bezeichnet. Das Interesse an solchen kindlichen Gedankenstrukturen, insbesondere in der Begegnung mit naturwissenschaftlichen Naturphänomenen hat in vergangener Zeit eine Reihe von Autorinnen und Autoren zu Unterrichtsforschungen in diesem pädagogischen Feld veranlasst.

Die Konzepte der Kinder, denen im Kontext von Schüleraussagen bestehende, zu verfeinernde oder erst zu entwickelnde gedankliche Gefüge zuzuschreiben sind, erweisen sich mitunter allerdings als unzutreffend (vgl. Thomas 2009, S. 12). Sie sind häufig durch vorunterrichtliche Erfahrungen und Alltagsvorstellungen geprägt und werden daher auch als „Präkonzepte“ (Möller 2007, S. 260) bezeichnet. Gelegentlich bestimmen diese *Präkonzepte* derart beharrlich das Denken der Kinder, dass der Aufbau stimmiger Vorstellungen behindert wird (vgl. ebd.). Ausgehend von der Annahme des Erwerbs neuen naturwissenschaftlichen Wissens auf der Grundlage *vorhandener* Denkstrukturen, dem eigentli-

chen „Prozeß der kognitiven Entwicklung“ (Duit 1997, S. 238), bekommen gerade diese *nichtzutreffenden* Konzepte im Hinblick auf das gesicherte und tiefgreifende Verstehen neuer Sachverhalte bildungspraktische Relevanz.

1.1 Kindliche Aussagen – Sprachlicher Ausdruck spezifischer Sichtweisen der Kinder und des von ihnen Verstandenen

Der Sprache als mitteilendem Medium der Konzepte und letztlich Verstandenen kommt in der Phase unreflektierter Wahrnehmung und kindlich-spontaner *Vorsicht* der Lebenswelt eine zentrale Funktion zu. Im bildungspraktischen Kontext kennzeichnen vor allem *Unterrichtsgespräche* sprachbetonte Phasen. Gemeint ist hier der sprachliche Austausch des Lehrenden gleichberechtigt mit Schülern, den „ungestörten Fluß des gemeinsamen Denkens“ (Wagenschein 1965, S. 120). Dieser Aussage nachkommend erfordert der Austausch die *sprachliche* Mitteilung der jeweils eigenen Vorstellungen. Wagenschein sieht dabei eine sehr enge Verknüpfung zwischen *Sprechen* und *Denken*: „Das stockende – und dann auch wieder sich überstürzende – Sprechen ist das dem Denken gemäße“ (ebd.). In eben dieser Spontaneität liege der Gehalt des Mitgeteilten „solcher unbefangener Gespräche von Kindern, die in ihrem Denken noch nicht ‚korrumpiert‘ sind“ (S. 121). Den besonderen Einfluss der Sprache für das *Erfassen* und *Begreifen* von Sachsituationen betont auch Köhnlein (2007). Ausrichtung und Anordnung der in Gedanken sprachlich gefassten Beobachtungen und affektiven Eindrücke kennzeichnen demnach das Erfassen und Beurteilen von Vorgängen und Gegebenheiten. So lässt sich diese Form von „Verstehensprozessen“ (Köhnlein 2007, S. 98) als „Nachkonstruieren der fraglichen Sachverhalte in Gedanken“ (ebd.) beschreiben.

Dass die oben beschriebene Phase *unvermittelter* alltagssprachlicher Auffassung einer Phase des eigentlichen *Verstehens* im Sinne der sprachlich-gedanklichen Ordnung kognitiver Strukturen vorauszugehen scheint, lässt auf den besonderen Wert der kindlichen Vorstellungen für die Untersuchungen schließen, denn diese sind zunächst noch unbeeinflusst. Um Einblicke in die ursprüngliche Denkweise von Kindern zu bekommen, rücken daher deren sprachliche Aussagen und ihre Analyse in den Betrachtungsmittelpunkt.

1.2 Forschungsintentionen der hinzugezogenen Untersuchungen¹

Agnes Banholzer folgte 1936 mit ihrer Dissertation ursprünglich der Intention, entwicklungstheoretische Erkenntnisse zu finden. Die von ihr durch Erfassung und Interpretation der kindlichen Konzepte gefundenen Ergebnisse² stehen jedoch nicht isoliert im entwicklungstheoretischen Raum. Anders als Banholzer setzen die Autorinnen und Autoren der in der Folge durchgeführten Forschungsarbeiten, wie etwa Zietz, Klewitz, Möller neben einer Projektion ihrer Ergebnisse auf das zeitabhängige entwicklungspsychologische Bild des Kindes auch bildungsrelevante Akzente und verweisen auf schulpraktische Aspekte. Die Intention dieser Arbeiten kann deshalb in einem entsprechend weit gefassten Rahmen auch als Ausdruck von aus den kindlichen Konzepten abzuleitenden *bildungspraktischen Herausforderungen* betrachtet werden. Unter dem Blickwinkel *begründeter didaktische Konsequenzen* beschreibt Wagenschein den Zusammenhang von kindlichem Konzept auf der einen und didaktischem Anspruch auf der anderen Seite treffend als: „Mit dem Kinde von *der* Sache aus, die *für* das Kind die Sache ist“ (Wagenschein 1990, S. 11). Schulpraxis, die im Sinne des vorab beschriebenen didaktischen Anspruchs an der Vorstellung des Kindes anknüpft, setzt dieser Beurteilung nachkommend eine angemessene Interpretation kindlicher Konzepte und Vorstellungen voraus. Die Verknüpfung von Kinderaussage und didaktischen Konsequenzen sowie daraus abgeleiteten bildungspraktischen Herausforderungen als Intention der Untersuchung von Kinderaussagen wurde auch immer wieder gefordert. Duit (1997) weist auf Bestrebungen zu Beginn der 80er Jahre hin, Schülerkonzepte in die „Entwicklung und Evaluation neuer Ansätze für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu integrieren“ (S. 237), ebenso wie Köhnlein (1998), der die Notwendigkeit weiterer Forschungsarbeit zu Schülervorstellungen „zur Untersuchung der Möglichkeiten ihrer Veränderung“ (S. 80) betont.

Dieser Zusammenhang wird zwar in keiner der in Kapitel 3 vorgestellten Untersuchungen ausdrücklich als Forschungsintention formuliert, wohl aber angestrebt, denn die Analyse der ausgewählten Befunde, einer im Sinne eines solchen Vorhabens hermeneutisch orientierten, vergleichenden Textanalyse macht

¹ vgl. die Synopse am Ende des Beitrages

² vgl. 3.1, bzw. die Synopse am Ende des Beitrages

diese Schlussfolgerung durchaus transparent. Das deutet auf einen Entwicklungsprozess im Zuge der Untersuchungen hin, an dessen Anfang häufig weniger die begründend zugeordnete Schlussfolgerung, als vielmehr eine intuitive pädagogische Wahrnehmung der Autorinnen und Autoren – wie z.B. bei Banholzer und Zietz – um das Verhältnis von *Kind* – *Sache* (*Phänomen*) und *Lehrender* vermutet werden kann (vgl. unten 3.2 Karl Zietz: *Bezug und Intention*).

Die methodologische Grundhaltung der mit diesem Beitrag vorgenommenen Untersuchung ist mit Bezug auf Schlömerkemper (2010) deshalb auch zweckbestimmt als Verschränkung der zielorientierten Perspektive „*Suchen*“ (S. 11) mit einem ergebnisoffenen „*Finden*“ (ebd.), d.h. dem Aufspüren von Gemeinsamkeiten, Unterschieden und entwicklungspsychologischen und didaktischen Tendenzen zu betrachten und im Sinne einer Sachstandsbeschreibung zu verstehen.

2. Forschungsgegenstand Kinderaussagen im Fokus entwicklungstheoretischer Tendenzen und bildungspraktischer Herausforderungen

Die wissenschaftliche Auslegung und Erklärung der Untersuchungen³ sollte vor dem entsprechenden Untersuchungskontext betrachtet werden. Dabei sei jedoch die Schwierigkeit einer gewissen *intuitiven Belastung* der hier vorgetragenen Analysen bei dieser aus der Distanz zum jeweiligen Kontext heraus vorgenommenen vergleichenden Sicht und Zusammenführung der über einen langen Zeitraum gesammelten Kinderaussagen Stelle vermerkt.

Neben spezifischen kognitiven Schemata im kindlichen Denken, gewinnt bei der längsschnittartigen Betrachtung der Befunde auch die Auslegung der Aussagen im jeweiligen konzeptionellen Zeitkontext Bedeutung. Auf diesem Wege sind in den Untersuchungsebenen der *Aussagen der Kinder*, ihren daraus zugeordneten *entwicklungstheoretischen Profilen* und den aus den Forschungsintentionen abgeleiteten *bildungspraktischen Herausforderungen* sowohl Gemeinsamkeiten, als auch konkrete Abgrenzungen auszumachen:

So weisen die *Denkweisen* der Kinder im Verlauf des rund 80jährigen Untersuchungszeitraumes *ähnliche*, teilweise *gleiche* und sich *wiederholende Strukturen*

³ vgl. Synopse am Ende des Beitrages

und Regelmäßigkeiten auf.⁴ Gleichzeitig führen diese Analogien zu teils erheblich divergierenden *entwicklungstheoretischen Bildern* der Kinder. Allerdings leiten die betreffenden Autorinnen und Autoren wiederum auffallend *ähnliche* didaktische Konsequenzen und bildungspraktische Herausforderungen aus ihren individuellen Befunden ab.

Eine solche Beurteilung verdient analytische Aufmerksamkeit und zieht die Frage möglicher Gründe dieser Ergebnis-Dynamik und -kontinuität nach sich. Sicherlich können diese Bewegungen auch mit subjektiven Aspekten der jeweiligen Auslegung etabliert werden, denn Interpretationen von Texten, wie der *Verstehen- und Erklären-wollenden* Untersuchung von Schüleraussagen sowie der Analyse dieser Befunde wohnen durch ihr individuell- intuitives Vorgehen immer auch Teile von Unwägbarkeit, Unsicherheit und die Gefahr von Irrtümern inne. Auf diese Problematik macht Duit (1997) aufmerksam und bemerkt: „Vorstellungen sind Konstruktionen der Forscher“ (Duit 1997, S. 241). Es sei daher zu beachten, dass die Auslegung der kindlichen Konzepte vom Forschenden bestenfalls von „einem Rahmen aus, den er dem Lernenden unterstellt“ (ebd.) vorgetragen werden. Gerade dieses „*intuitive Moment*“ (Schlömerkemper 2010, S. 61) eröffnet jedoch die Chance, hinsichtlich eines sich ändernden Bildes vom Kind zeitabhängige Tendenzen aufzuzeigen.

3. Betrachtung lerntheoretisch-historischer und aktueller Befunde

Die Auswahl der vorgestellten Grundannahmen folgt denjenigen Studien, die systematisch auf das *Schwimmen und Sinken* fokussieren. Dieses physikalische Phänomen wird wegen seines „Schlüsselcharakters“ (Raebiger 1998, S. 88) häufiger als andere thematisiert. Zugänglichkeit, Lebensweltbezug und besonders die aus der Beobachtung verdrängten Wassers und sinnlich wahrgenommener Auftriebskräfte eingetauchter Körper gewonnene Einsicht in die Volumenunveränderlichkeit (Invarianz) des Wassers fördert die Bildung von *Mengenbegriffen* und *Stoffeigenschaften*, wie hier z.B. der *Dichte* (vgl. Klewitz 1989, S. 49f.). Der in den Aufsätzen vorgenommene Bezug sowohl aufeinander, als auch z.T. auf

⁴ Aus Gründen der Platzersparnis ist hier auf Zitate von Kinderaussagen verzichtet worden, da der Schwerpunkt dieses Beitrages auf der Betrachtung der eigentlichen Untersuchungen liegt. Einige exemplarische Aussagen können jedoch den Befunden selbst (vgl. 3.), bzw. der Synopse am Ende des Textes entnommen werden.

dieselben Kinderäußerungen kennzeichnet ein weiteres verbindendes Element und gibt der vorgestellten Auswahl ebenfalls Sinn.

Aus Gründen der Platzersparnis sind hier nur die jeweils *ersten* systematischen Untersuchungen von Banholzer (1936) und Zietz (1955) sowie *aktuelle* Befunde von Achim Engelen/ Angela Jonen/ Kornelia Möller (2002) und Angela Jonen/ Ilonca Hardy/ Kornelia Möller (2003) stichwortartig aufgeführt. Ebenen weiterer didaktischer Studien sind der synoptischen Darstellung am Ende des Beitrages zu entnehmen.

3.1 Agnes Banholzer: Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter (1936 [2008])

Bezug und Intention:

- Analyse kindlicher Erklärungsansätze zu aus dem Alltag bekannten physikalischen Vorgängen mit der Intention, *entwicklungstheoretische* Erkenntnisse zu erlangen (vgl. S. 43).

Methodisches:

- Untersuchung der Auseinandersetzung von 212 Schülern mit verschiedenen physikalischen Phänomenen (vgl. S. 46 f.). Hier: Beobachtung schwimmender und sinkender Gegenstände.
- Datenerfassung durch Gedächtnisprotokolle zufälliger Beobachtungen und systematische Untersuchungen mit wortgetreuen Mitschriften der Aussagen (vgl. S. 44-49).

Ergebnisse:

- *Fachlicher* Aspekt:
 - Kategorisierung der Aussagen in Gruppen, wie Materialeigenschaften, Wahrnehmbares, auch die mit *Stärke* gleichgesetzte *Schwere* eines Körpers.
 - Ansatzweise physikalische Vorstellungen, wie z.B. *Leichtheit* als sinnlich wahrnehmbare *Gewichtskraft* eines Gegenstandes absolut und in Relation zum Wasser sowie die Tatsache selbst: „Die schwimmt. Weil sie schwimmt.“ (S. 51).
- Ebene *kognitiver Auseinandersetzung*:
 - Drei Stufen der physikalischen Auffassung:
 - „Stufe der immanenten Physik“ (S. 140) bis ca. 8 Jahre, eine die Grenzen der Erfahrung nicht übersteigende Deutung.

- „Stufe der praktischen Physik“ (ebd.) bis ca. zwölf Jahre, mit einer analytischen, statt ganzheitlicher Betrachtung der Phänomene (vgl. S. 140 f.).
- „Stufe der erkenntnismäßigen Physik“ (S. 141) bis 14 Jahre, in der das Physikalische als spezieller Teil der Realität identifiziert wird (vgl. ebd.).

3.2 Karl Zietz: Kind und physische Welt (1955)

Um die Bedeutung und Aktualität der frühen Aussagen Zietz' im Hinblick auf die heutige Sicht bildungspraktischer Herausforderungen hervorzuheben, wurde im Folgenden die erste Auflage von 1955 herangezogen. Die zitierten Textstellen unterscheiden sich in ihrem Sinn nicht von späteren Aussagen.

Bezug und Intention:

- Forderung nach empirischer Aufklärung „der Gesetze des kindlichen Wachstums“ (S. 10), weil diese bisher der „Intuition des einzelnen Pädagogen überlassen blieb“ (ebd.).

Methodisches:

- Erhebung von „spontanen Deutungen“ (S. 47) der Kinder in eigenen Untersuchungen.
- Dokumentation überwiegend durch nachträgliche Gedächtnisprotokolle der Aussagen. Die Schwierigkeiten dieser Vorgehensweise als Ursache möglicher Fehlerquellen werden von Zietz selbst gesehen (vgl. S. 49).

Ergebnisse:

- *Fachlicher Aspekt:*
 - Ab 7./8. Lebensjahr: Zunehmendes Interesse und differenziertere Aufnahmefähigkeit.
 - Entwicklung kausalen Denkens, aber keine inhaltliche Durchdringung des Sachverhaltes (vgl. S. 39 f.).
- Ebene *kognitiver Auseinandersetzung:*
 - 4. bis 8. Lebensjahr: Weltauffassung in Form des „phantastischen Realismus“ (Zietz, zit. nach Kroh, S. 25).
 - Mit Bezug auf Martha Muchow (1949) (vgl. S. 27): Bestimmung der Denkweisen durch affektive Aspekte: Ein Schiff schwimmt, „weil die Leute, die darauf sind, nicht ertrinken (oder nicht naß werden) sollen“ (Muchow 1949, S. 69).
 - Strukturen des „magisch-mythischen“ (Zietz 1955, S. 34) und „anthropomorph-utilitaristischen Denkens“ (Zietz, zit. nach Piaget, S. 27).

- 10. bis 13. Lebensjahr: Denkweisen im „Kausalzirkel“ (S. 51).
- Denkweise in „Substanzbegriffen“ (S. 58) wie z.B. Wärme, die als Stoff in einen Gegenstand eindringt (vgl. S. 62).
- Denkweise in „dynamistischen Begriffen“ (S. 69), wie etwa beim *Hohlkörper-Luft*-Konzept Dynamik Ursache der Schwimmfähigkeit ist: „*Sie [die Luft (Anm. M.F.)] ist eingesperrt und will hinaus. Dadurch hebt sie das Schiff*“ (S. 72).
- Denkweise in „Analogien“ (S. 74), keine „logische Deduktion“ (S. 75).

3.3 Achim Engelen/ Angela Jonen/ Kornelia Möller: Lernfortschrittsdiagnosen durch Interviews – Ergebnisse einer Pilotstudie zum „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht der Grundschule (2002); Angela Jonen/ Kornelia Möller/ Ilonca Hardy: Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule (2003)

Bezug und Intention:

- Untersucht wurde der Einfluss individueller Strukturierung des Unterrichts und Instruktion durch Lehrende auf den Aufbau tragfähiger „physikalischer Basiskonzepte“ (Jonen/ Möller/ Hardy 2003, S.93), d.h. auf *naturwissenschaftliche Bildung* und „verstandenes, anwendungsfähiges Wissen“ (2002, S. 155).

Methodisches:

- Curriculum von acht Doppelstunden mit anschließenden Einzelinterviews, um „Lernfortschrittsdiagnosen“ (2002, S. 155) zu erheben,
- Fragebögen mit Multiple Choice-Items und offenen Fragen vor und nach variierend strukturiertem Unterricht (vgl. 2003, S. 101).

Ergebnisse:

- Kategorisierung der Schülervorstellungen in vier Stufen oder „Levels“ (2002, S. 159),
 - „*weiß nicht*“ (ebd.): Keine Vorstellung zur Deutung des Beobachteten. - „*nicht belastbare Konzepte*“ (ebd.) halten einer Überprüfung nicht stand. Gemeint sind z.B. Form-, Ähnlichkeits-, Größen-, Gewichts- oder Luftkonzepte (vgl. 2002, S. 161),

- „`ausbaufähig“ (ebd.), wie z.B. das „Materialkonzept“ (ebd.) als Hinführung zu einer Vorstellung der physikalischen Größe Dichte,
- „`Vorkonzepte“ oder „`qualitative Konzepte“ (ebd.) mit wissenschaftlichen Bezug. Eine Nadel sinkt, „`weil sie für ihre Größe ganz schwer ist“ (ebd.).

Abschließend kommen die Arbeitsgruppen zu dem Ergebnis, dass eine angemessene, insgesamt konstruktivistisch-orientierte Lernumgebung durch Konzeptwechsel und -aufbau die Ausbildung physikalischer Basiskonzepte ermöglicht und damit dem Lernfortschritt dient (vgl. 2002, S. 165f.; 2003, S. 106).

4. Entwicklungstheoretische Aspekte und bildungspraktische Herausforderungen der hinzugezogenen Befunde

4.1 Entwicklungstheoretische Aspekte

Die von Banholzer den Denkstrukturen der Kinder zugewiesenen Altersangaben legen offen, dass die Stufen der kognitiven Auseinandersetzung zunächst durch das Raster physikalischer Qualität betrachtet und rückschließend stringent *altersabhängig* typisiert werden. Mit dieser Auslegung orientiert sich Banholzer stark am Phasen-Ansatz Jean Piagets sowie der Stufentheorie der frühen und schulfähigen Kindheit und Reifung Oswald Krohs.

Zietz beschreibt die grundschulkindlichen Denkweisen über verschiedene Formen von Kausalitäten, Analogien und Kategorien sowie die Entwicklung von Körperlichkeits- und Kraft- sowie Wirksamkeitskonzepten. Insgesamt betont auch Zietz die *altersabhängigen* Denkweisen der Kinder.

Die von Engelen/ Jonen/ Möller vorgetragenen „Levels“ (2002, S. 159) beschreiben eine Kategorisierung der Schüleraussagen aus eher naturwissenschaftlich-fachlicher Perspektive. Der *entwicklungstheoretische* Bezug zielt auf spezifische Inhalte, innerhalb derer Kinder bei angemessener Lernumgebung zu komplexen kognitiven Leistungen fähig sind und das „domänenspezifische und begriffliche Wissen“ (Sodian 2008, S. 462) ausbilden (vgl. Jonen/ Möller/ Hardy 2003, S. 94). Eine Entwicklung des Denkens in Abhängigkeit bestimmter *Altersstufen* wird hingegen nicht gesehen.

Die auffälligste Differenz ist hier in der anfänglich *alterszugeordneten* Typisierung der Denkstrukturen auszumachen, die in aktuelleren Studien einer Auffas-

sung von altersunabhängigen, dafür auf spezielle Domänen festgelegten kognitiven Leistungen weicht.

4.2 Bildungspraktische Herausforderungen

Das von Banholzer aus ihren Ergebnissen abgeleitete *didaktische* Fazit kann aus heutiger Sicht als Förderanspruch beschrieben werden, die kindliche Entwicklung durch Unterrichtsmethoden zu unterstützen, die sowohl das Lebens-Umfeld des Kindes, als auch dessen Weltinteresse und individuelle Entwicklung berücksichtigen (vgl. S. 147).

Zietz verdichtet seine Schlüsse zu konkreten Konsequenzen, die aus heutiger Sicht didaktischen Anspruchs als Forderung interpretiert werden können, die kindlichen (Prä-)Konzepte 7 an den Beginn der schulischen Auseinandersetzung zu stellen und an diesen anzuknüpfen (a.a.O. S. 84): „Wir sollten also diese kindlichen Erklärungsversuche, die doch offenbar einem tief angelegten Entwicklungsrhythmus des geistigen Lebens entsprechen, ernst nehmen, sie aufgreifen und zum Ausgangspunkt unserer unterrichtlichen Erörterungen machen.“ (ebd.). Weiter argumentiert Zietz für eine Lernumgebung, die die Konzepte der Kinder angemessen einbezieht und Lehre im Sinne von Belehrung vermeidet (vgl. S. 91): „Daher sollte der Lehrer es vermeiden, ihm [*dem Kind*, Anm. M.F.] die Erklärungen, die ihn aus seinen Zweifeln erlösen, einfach *vorzutragen*“ (S. 91), denn: „Die richtige Erklärung kann in der weiterführenden Erörterung unter behutsamer Lenkung durch den Lehrer *gemeinsam entwickelt* werden“ (ebd.).

Die Arbeitsgruppen Engelen/ Jonen/ Möller/ Hardy interpretieren ihre Befunde durch eine Orientierung an Konzeptwechsel-Theorien. Im Vordergrund steht dabei die Forderung nach Lernumgebungen, die zeitlich und räumlich an Schülerdiskussionen orientiert sind (vgl. Jonen/ Möller/ Hardy 2003, S. 94-96) und die den Wechsel und Neuaufbau von Konzepten unterstützen, indem sie sich z.B. orientieren und anknüpfen an „Vorerfahrungen“ (a.a.O., S. 96) und die „Vorkenntnisse und Erklärungen der Lernenden aufgreifen“ (ebd.).

5. Zusammenführung der Textanalysen und Ausblick

Neben der Frage nach dem Vorhandensein spezifischer kognitiver Schemata im kindlichen Denken ist die Betrachtung der Aussagen im jeweiligen konzeptionellen Zeitkontext von Bedeutung. Die längsschnittartige Sicht auf die kindlichen Konzepte zeigt dabei deutliche Differenzen in der Auslegung des *entwick-*

lungspsychologischen Bildes vom Kind. Beim Blick auf die daraus abgeleiteten *didaktischen Konsequenzen* können allerdings sowohl bei historischen, als auch aktuellen Befunden Übereinstimmungen ausgemacht werden.

Forderungen, wie das *Anknüpfen an Vorerfahrungen* aus der Lebenswelt des Kindes, die *Würdigung* und *Akzeptanz der kindlichen Vorstellung*, auch, wenn sich diese vorerst als unzutreffend herausstellt, die gemeinsame Weiterentwicklung und Schärfung des *Konzeptes*, die *Vermeidung von Lehre* und schließlich eine *angemessene Anleitung* durch Lehrerin oder Lehrer finden sich in unterschiedlicher Ausprägung in nahezu allen hinzugezogenen Untersuchungen. Sie sind aus heutiger Sicht *vorsichtig* insgesamt alle als *moderat-konstruktivistisch* orientierte bildungspraktische Herausforderungen zu interpretieren, denen Intentionen *entdeckenden Lernens* und *sokratisch-genetischer* Arbeitsweisen zugrunde liegen.

Insgesamt zeigt sich in allen Studien der Anspruch an eine adäquate, zweckgerichtete und aktivierende Öffnung des naturwissenschaftlichen Unterrichts für interessenorientierte Lernumgebungen, die es im Sinne heutiger sachunterrichtlicher Arbeitsweisen und mit dem Ziel *Orientierung* in der Lebenswelt zu geben

- a. den Kindern ermöglicht, eigene Ideen zu prüfen, angemessene Vorstellungen aufzubauen, ihre Prä-Konzepte angemessen gewürdigt zu wissen und Zusammenhänge zu verstehen und die
- b. ein ausgewogenes Verhältnis an selbstgesteuertem Lernen und Systematisierungs- und *Strukturierungshilfen* durch Lehrende zugrunde legt und damit Aspekte moderat-konstruktivistischer Wissensaneignung berücksichtigt.

Nimmt man die hier vorgetragene neue Perspektive auf die Befunde und ihre Ergebnisse zusammenhängend in Blick, stellt sich – konsequent fortgeführt – die Frage, ob eine Generalisierung der Kinderaussagen möglich ist, nach der diesen begründet didaktische Konsequenzen der vorgezeichneten Weise zugeordnet werden können. Für den Einfluss der Lehrerinnen- und Lehreraktivität hinsichtlich *angeleiteter*, bzw. *offen* gestalteter Unterrichtsphasen kann der „lernförderliche Effekt“ (Helmke 2011, S. 639) durch „kognitive Aktivierung“ (ebd.) bestätigt werden. Gemeint sind Unterrichtsphasen mit Problemstellungen, die „die Initiierung selbstreflexiver Prozesse auf Seiten der Schüler“ (ebd.) veranlassen. Zumindest mit diesem Anspruch von *Reflexionskompetenz* der Schüler kann an ein „Wissenschaftsverständnis“ (Grygier/ Günther/ Kircher 2007, S. 1) angeknüpft werden, das nicht nur naturwissenschaftliche Inhalte, Wissen und

Kenntnisse, sondern auch *Strukturen* der Wissenschaften und wissenschaftliches Vorgehen in seine Bedeutung integriert (vgl. Grygier 2008, S. 58-60).

Die Sachlage der unterrichtlichen Wirklichkeit und tatsächlichen Umsetzung der analysierten, seit langem geforderten bildungspraktischen Herausforderungen bedarf differenzierter Beurteilung. So beschreibt Seidel (2011)⁵ die „Unterstützung der Ausführung von Lernaktivitäten“ (S. 618) mit einem genetisch-sokratischen Gespräch als insgesamt wesentlichen Teil des Unterrichtsgeschehens (vgl. S. 622). Die eigentliche Umsetzungsproblematik wird jedoch in zeitlichen Einschränkungen gesehen, die den Schülern Raum für eigene Überlegungen gibt und in der stattdessen eher „eng geführte Unterrichtsgespräche“ (S. 622) und „vorstrukturierte Fragen an die Klassen“ (ebd.) gestellt werden (vgl. ebd.). Eine aussagekräftige Übernahme dieser Aussagen in den Grundschul-Sachunterricht muss zunächst im Bereich der Vermutung bleiben, eröffnet jedoch neue Fragestellungen in diesem Feld pädagogischer Forschung.

⁵ In der zitierten Vorlage für den Sekundarbereich.

7. Synoptische Zusammenstellung

Akzent	1. vgl. Banholzer (1936 [2008])	2. vgl. Zietz (1955)	3. vgl. Karnick (1968)	4. vgl. Wagenschein (1990/ 1965))
Typisierung der Kinderaussagen	Orientierung an Stufen der „immanenten“ (S. 140), der „praktischen“ (ebd.) und der „erkenntnismäßigen Physik“ (ebd.).	Denkweisen über verschiedene Formen von Kausalitäten und Analogien, auch in verschiedenen Kategorien, sowie die Entwicklung von Körperlichkeits-, Kraft- und Wirksamkeitskonzepten.	Kindliche Auseinandersetzung nicht als Stufen- oder Stockwerkmodell in zeitlicher Reihenfolge, sondern in sich „durchdringenden Schichten“ (S. 16). Kindliches Denken als eine der individuellen Entwicklung angemessene Bildung von Vorstellungen, unabhängig vom Alter.	Altersunabhängige Kategorisierung der Kinderaussagen nach <i>physikalischer Repräsentanz</i> : 1. „Das schwimmt halt“ (1990, S. 78), 2. „Holz schwimmt halt“ (ebd.), 3. Schweres schwimmt, 4. Schweres sinkt, 5. Wasser trägt Leichtes, 6. Sonstiges (Größe, Form, Menge des Wassers), 7. Dichte-Beziehungen: Gewicht und Aufnahmevermögen.

Entwicklungspsychologisch-lerntheoretische Projektion	Altersabhängige Kategorisierung der Denkansätze: - <i>Phasenansatz</i> . - <i>Stufentheorie</i> .	Altersabhängige Kategorisierung der Denkansätze: - <i>Phasenansatz</i> . - <i>Stufentheorie</i> .	Bestreben des Kindes nach ständigem Ausbau seines Weltbildes unabhängig vom Alter: Überwindung des <i>statischen Begabungsbegriffes</i> im Vorfeld der <i>Wissenschaftsorientierung</i> .	Theorie des <i>genetisch-exemplarischen</i> Lehrens und Lernens: ausgehend von einem physikalischen Phänomen wird an ausgesuchten, beispielhaften Unterrichtsinhalten gelernt, um ein tiefgreifendes Verstehen zu fördern (vgl. Thomas 2009, S. 91).
Didaktisch-bildungspraktische (Heraus-)Forderung	Weltinteresse, individuelle Entwicklung und Lebenswelt berücksichtigen die Unterrichtsmaßnahmen (vgl. S. 147).	An Konzepte und Fragen der „kindlichen Erklärungsversuche“ (S. 84) anknüpfen, in angemessen instruierter Lernumgebung „unter behutsamer Lenkung durch den Lehrer“ (S. 91).	Interesse wecken, Sprachanlässe für gemeinsame Überlegung und Lösung nutzen. „Bloßer Anschauungunterricht setzt dieses Denken nicht frei“ (S. 21). „Der Weg führt [...] von der sprachlichen Vorgabe zur Anschauung.“ (ebd.).	Aspekte genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichts, z.B.: Betonung der gemeinschaftlichen Überlegung zum Phänomen, dem „ungestörten Fluß des gemeinsamen Denkens.“ (1965, S. 120).

Akzent	5. vgl. Klewitz (1989)	6. vgl. Soostmeyer (1998/ 2002)	7. vgl. Engelen/ Hardy/ Jonen/ Möller (2002/ 2003)	8. vgl. Fischer (2009)
Typisierung der Kinderaussagen	Entstehung kindlicher Erkenntnis „Objektwissen“ (S. 24) vom gesamten Bildungskontext abhängig, besonders der „Psychogenese bestimmter Begriffe“ (S. 20) und einem „Defizit an erkenntnistheoretischer Reflexion“ (ebd.).	Deutung der Kinderaussagen im Hinblick auf eine sich entwickelnde Befähigung zur kumulativen Konstruktion des Wissens.	1. Konzept „ <i>weiß nicht</i> “ (2002, S. 159), 2. „ <i>nicht belastbare Konzepte</i> “ (ebd.), 3. Konzept „ <i>ausbaufähig</i> “ (ebd. S. 160): z.B. Materialkonzept als Hinführung zum Konzept der <i>Dichte</i> , 4. „ <i>Vorkonzepte</i> “ (ebd.). Anmerkung: Dichte ρ (rho): Aussagen über das Verhältnis der Masse eines Körpers zu seinem Volumen (vgl. Meschede 2006, S. 13).	Vorschul- und Kindergartenkinder: Weitere Kategorien: 1. „ <i>Wie etwas ins Wasser gelangt</i> “ (S. 179), 2. Ausdehnung des Gewässers und Wassertiefe, 3. Weitere „ <i>Sinn und Motivationszusammenhänge</i> “ (S. 180).
Entwicklungspsychologisch lerntheoretische Projektion	Defizitäre Analyse der Begriffsentwicklung als Hemmnis beim Verstehensprozess: - Theorie des <i>entdeckenden Lernens</i> in Verarbeitung der frühen <i>Wissensorientierung</i> .	Wissensvereinheitlichung aus „ <i>episodischen Erfahrungen</i> “ (1998, S. 158). - Theorie des <i>episodischen Verstehens</i> .	Unterscheidung von „Theorie und Evidenz“ (Sodian / Thoerner 2002, S. 106), sowie Entwicklung des Denkens als begriffliche „ <i>Erschließung wichtiger Domänen</i> “ (Sodian 2008, S. 437). - Theorie des Konzeptwechsels (<i>Conceptual Change</i>).	Denkweise von Kindergartenkindern in Konzepten und Kategorien. - <i>Phänomenologische Theorie</i> .

<p>Didaktisch-bildungspraktische (Heraus-) Forderung</p>	<p>Die „klinische Methode“ (S. 129): „Der Lehrer begleitet den Problemlöseprozeß helfend und beratend durch [...] Impulse [...] nicht aber durch das Anbieten fertig durchdachter Lösungen“ (S. 140).</p>	<p>Das „induktiv-entdeckende Lernen“ (Soostmeyer 2002 S. 68) und Bezüge zu Aspekten genetischen Unterrichts.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Einzelinterviews. - Erkenntnisse über den Einfluss des Lernumfeldes. - Bedeutung einer konstruktivistisch orientierten Lernumgebung: „Vorerfahrungen, Vorkenntnisse und Erklärungen der Lernenden aufgreifen“ (Jonen/ Möller/ Hardy 2003, S. 96). 	<p>Öffnung für kindliche Denkweisen: „Sie [<i>die Kinder</i> (Anm. M.F.) können dabei von Erwachsenen profitieren, die ihnen entgegenkommen und bereit sind, sich verstehend auf ihr Denken einzulassen“ (S. 180).</p>
--	--	--	--	--

Literatur:

- Banholzer, A. (2008): Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter. (Hrsg. von Feige, B.; Köster, H.) Bad Heilbrunn.
- Duit, R. (1997): Alltagsvorstellungen und Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht – Forschungsstand und Perspektiven für den Sachunterricht in der Primarstufe. In: Köhnlein, W.; Marquardt-Mau, B.; Schreier, H. (Hrsg.): Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt. Bad Heilbrunn, S. 233-246.
- Engelen, A.; Jonen, A.; Möller, K. (2002): Lernfortschrittsdiagnosen durch Interviews – Ergebnisse einer Pilotstudie zum „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht der Grundschule. In: Spreckelsen, K.; Möller, K.; Hartinger, A. (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Bad Heilbrunn, S. 155-173.
- Fischer, H.-J. (2009): Schwimmen und Untergehen – Kindergartenkinder deuten ein Naturphänomen. In: Lauterbach, R.; Giest, H.; Marquardt-Mau, B. (Hrsg.): Lernen und kindliche Entwicklung. Bad Heilbrunn, S. 173-180.
- Grygier, P.; Günther, J.; Kircher, E. (Hrsg.) (2007): Über Naturwissenschaften lernen. Baltmannsweiler.
- Grygier, P. (2008): Wissenschaftsverständnis von Grundschulern im Sachunterricht. Bad Heilbrunn.
- Helmke, A. (2011): Forschung zur Lernwirksamkeit des Lehrerhandelns. In: Terhart, E.; Bennewitz, H.; Rothland, M. (Hrsg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster, S. 630-643.
- Jonen, A.; Möller, K.; Hardy, I. (2003): Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule. In: Cech, D.; Schwier, H.-J. (Hrsg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn, S. 93-107.
- Karnick, R. (1968): „Warum kann ein Dampfer schwimmen?“ – Physik im 3. Schuljahr. In: Die Grundschule, Beiheft zu Westermanns pädagogischen Beiträgen, S. 15-26.
- Klewitz, E. (1989): Zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts vor dem Hintergrund der genetischen Erkenntnistheorie Piagets. Mülheim/ Ruhr.
- Köhnlein, W. (1998): Martin Wagenschein, die Kinder und naturwissenschaftliches Denken. In: Köhnlein, W. (Hrsg.): Der Vorrang des Verstehens. Bad Heilbrunn, S. 66-86.
- Köhnlein, W. (2007): Aufgaben und Ziele des Sachunterrichts. In: Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; Reeken, D. v.; Wittkowske, St. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, S. 89-99.
- Meschede, D. (2006): Gerthsen Physik. Heidelberg.
- Möller, K. (2007): Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; Reeken, D. v.; Wittkowske, St. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, S. 258-266.
- Muchow, M. (1949): Aus der Welt des Kindes. Ravensburg.

- Raebiger, Ch. (1998): Das eiserne Schiff – Ein Lehrgespräch zur Hydrostatik. In: Köhnlein, W. (Hrsg.): Der Vorrang des Verstehens, Bad Heilbrunn, S. 88-100.
- Schlömerkemper, J. (2010): Konzepte pädagogischer Forschung, Klinkhardt.
- Seidel, T. (2011): Lehrerhandeln im Unterricht. In: Terhart, E.; Bennewitz, H.; Rothland, M. (Hrsg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster, S. 605- 629.
- Sodian, B. (2008): Entwicklung des Denkens. In: Oerter, R; Montada, L. (Hrsg.): Entwicklungspsychologie. Weinheim, Basel, S. 436-479.
- Sodian, B.; Thoermer, Cl. (2002): Naturwissenschaftliches Denken im Grundschulalter. Die Koordination von Theorie und Evidenz. In: Spreckelsen, K.; Möller, K.; Hartinger, A. (Hrsg.): Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht. Bad Heilbrunn, S. 105-114.
- Soostmeyer, M. (1998): Zur Sache Sachunterricht. Frankfurt am Main.
- Soostmeyer, M. (2002): Genetischer Sachunterricht – Unterrichtsbeispiele und Unterrichtsanalysen zum naturwissenschaftlichen Denken bei Kindern in konstruktivistischer Sicht, Baltmannsweiler.
- Thomas, B. (2009): Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. Bad Heilbrunn.
- Wagenschein, M. (1965): Die Pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig.
- Wagenschein, M. (1990): Kinder auf dem Wege zur Physik. Weinheim, Basel, Berlin.
- Zietz, K. (1955): Kind und physische Welt. Psychologische Voraussetzungen der Naturlehre in der Volksschule. München.