

## Vererbung verstehen!

### Unterstützen offene oder geschlossene Aufgaben das sinnvolle Lernen?

Birgit Hagemann

BirgitHagemann@gmx.net

Lüneburger Str. 1, 21403 Wendisch Evern

Gymnasium Oedeme, Oedemer Weg 77, 21335 Lüneburg

#### **Zusammenfassung**

*Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird untersucht, ob die Bearbeitung von Aufgaben mit einer offenen oder jene mit einer geschlossenen Struktur das Verständnis von Vererbung fördern. Für die Konstruktion und Analyse der Aufgaben sind erste Ansätze einer Theorie des Verstehens und die des Konzeptwechsels (conceptual change) aus moderat konstruktivistischer Sicht grundlegend. Ausgehend von den Lernervorstellungen zu den Strukturen und Prozessen der Vererbung wird das Verständnis der Lerner nach der Bearbeitung von Aufgaben offener oder geschlossener Konzeption mittels Testaufgaben verifiziert. Darüber hinaus geben so genannte „Verstehenszettel“, auf denen die Schüler ihren persönlichen Lernzuwachs festhalten, Einblicke in den Verstehensprozess. Die Auswertung der Ergebnisse dieser Untersuchung führen zu der Schlussfolgerung, dass Aufgaben mit potenziell offenem Charakter und Bezug zur Lebenswelt der Lerner, deren Lösung das selbstständige Entwickeln von Erklärungsmodellen erfordert, die sich im fortlaufenden Lösungsprozess bewähren müssen und dem Lerner eine Rückmeldung über die Zweckmäßigkeit des eingeschlagenen Lösungsweges geben, das Verstehen (von Vererbung) fördern.*

#### **Abstract**

*The aim of this work was to find out if dealing with tasks having an open or closed structure improves a meaningful understanding of heredity. First approaches of a theory of comprehension and the theory of conceptual change (constructivism) were fundamental in order to design and analyse these tasks. At the beginning the students' ideas of the structure and processes of heredity were gathered. During the phases of dealing with the tasks, the students were asked to work on one type of task (open or closed) on their own. The individual solutions of the assignments and the so-called „Verstehenszettel“ (comprehension sheets), on which the students took down notes on their personal learning improvement, gave information about the process of understanding. The students' comprehension was verified by exercises in the following lesson. The analysis and evaluation of the results led to the conclusion that those tasks with an open structure and closely related to life improve the stu-*

*dents' understanding (of heredity). By finding a solution the students are challenged to develop their own explanations, which need to be proved in the course of working on the tasks and which inform the learner about the appropriateness of his/her proposed way to the solution.*

---

## **1 Einleitung**

Ein Ansammeln von Faktenwissen reicht insbesondere bei biologischen Konzepten, wie dem der Vererbung, welches mit der lebensweltlichen Vorstellung oft nicht vereinbar ist, nicht aus – sie verlangen ein Verständnis! Im Alltag wird das Vorhandensein von Körpermerkmalen mit deren Eigenschaften, speziellen Fähigkeiten und Charakterzügen überwiegend nach dem Prinzip der selektiven Vererbung erklärt, d.h. Vererbung als das Empfangen ganz bestimmter Merkmale von Vater **oder** Mutter. Im Mittelpunkt dieser Untersuchung steht die Frage, wie Aufgaben gestaltet sein sollten, damit Lernende einen biologischen Inhalt – wie den der Vererbung – besser verstehen.

## **2 Theoretischer Rahmen**

Den theoretischen Rahmen dieses Forschungsvorhabens bilden die ersten Ansätze einer Theorie des Verstehens (ROTH 2003) und die Theorie des Konzeptwechsels (conceptual change) (DUIT 1996; HÄUBLER et al. 1998) aus moderat konstruktivistischer Sicht.

### *a) Erste Ansätze einer Theorie des Verstehens*

Lernen wird gemäß der Theorie des Verstehens als die Entstehung neuer Bedeutungen im Gehirn und ihre Verankerung im Gedächtnis aufgefasst. Keime des Verstehens- und Lernprozesses bilden die aus der Umwelt dargebotenen Zeichen unterschiedlichster Art (Informationen, Beobachtungen, Begegnungen, Emotionen, Geschehnisse etc.), welche konstruktiv zu bedeutungsvollen Wahrnehmungsinhalten werden, wenn sie mit bereits vorhandenen internen Bedeutungen (Repräsentationen) bzw. kognitiven Strukturen verknüpft werden (ROTH 2003). In Zusammenhang mit den von URHAHNE (2002) formulierten Strukturmerkmalen ist Verstehen – im Sinne des moderaten Konstruktivismus – eine aktive, strukturbildende Leistung einer Person, die ein Abbild von der Wirklichkeit aus ihrer eigenen Perspektive bedeutungsvoll konstruiert, um sich die Welt verständlich zu machen. Verständnis zeigt sich in der flexiblen und sinnvollen Anwendung des Wissens, im Sehen von Zusammenhängen („Aha-

Effekt“) oder in der Fähigkeit des Problemlösens. Verstehen ist als bewusst und unbewusst kognitiv gesteuerter Prozess ein Vorgang, der in die individuelle Lerngeschichte des Schülers eingebettet und demzufolge neben dem situativen Kontext im Besonderen emotional belegt ist. Die mögliche Aussicht auf das Erleben eines Wohlgefühls bei gelungenem Verstehen und das Erleben von Verdruss bei misslungenem Verstehen können Menschen dazu veranlassen, sich in bestimmten Situationen mehr oder weniger intensiv mit einem anspruchsvollen Thema bzw. einer Aufgabe zu beschäftigen. Insbesondere Ängste des Nichtverstehens sind bei vielen Schülern ein ständiger Begleiter (URHAHNE 2002). Darüber hinaus wird der kognitive Prozess von der individuell eingeschätzten Wichtigkeit des Zielzustandes und durch den sich mit dem Zielzustand verbundenen Nutzen beeinflusst.

*b) Conceptual-change-Theorie*

Das Vorwissen und die Alltagsvorstellungen der Lerner sind gerade in einigen zentralen Aspekten nicht mit den zu lernenden naturwissenschaftlichen Konzepten kompatibel bzw. verhalten sich sogar gegensätzlich. Damit ist der Prozess des Verstehens von naturwissenschaftlichen Prinzipien mit einer Erweiterung oder einem Wechsel von Alltagsvorstellungen zu angemessenen wissenschaftstheoretischen Konzepten verknüpft. Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten den Lernweg des „conceptual change“ zu beschreiten. Diese Untersuchung stützt sich im Wesentlichen auf die von DUIT (1996) und HÄUBLER (1998) formulierten Unterrichtsstrategien. Die Ansätze des Konzeptwechsels haben das Ziel, den Schülern aufzuzeigen, dass ihre Alltagsvorstellungen in bestimmten Situationen keine ausreichende Orientierung mehr bieten DUIT (1996). Stellen sich daraufhin Zweifel oder Unzufriedenheit gegenüber den eigenen Vorstellungen ein, lassen sich über den Lernprozess kontinuierlich die angemessenen wissenschaftstheoretischen und logischen Vorstellungen einführen, in dem die Lerner Teile ihrer kognitiven Struktur ergänzen, revidieren oder neu strukturieren.

*c) Aufgaben: Beziehungstifter zwischen Mensch und Welt*

„Um das Erarbeiten, Üben und Wiederholen sei es in der deutschen Aufgabekultur schlecht bestellt“ (LANGLET & FREIMANN 2003). Bedingt durch die Standardisierung, die Eindimensionalität und die fehlende Komplexität der Aufgaben genügen sie außerdem nicht mehr den Anforderungen einer modernen Lernkultur. Derzeit werden Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht überwiegend zur Übung oder Wiederholung in Form von Routineaufga-

ben eingesetzt. LEISEN (2003) postuliert, Aufgaben verstärkt in Erarbeitungsphasen einzusetzen.

Aufgaben schaffen Beziehungen zwischen Lehrenden und Lernenden, den Lernenden untereinander, ihrem Inhalt und der Welt sowie den beabsichtigten Zielen und den Lernbedingungen. Dass diese Beziehungen von den beteiligten Menschen unterschiedlich wahrgenommen werden, demonstriert die Komplexität der Metaebene von Aufgaben. „*Aufgaben sollen Aufforderung zur Lerntätigkeit sein*“ (BRUDER 2000a). Sie sollen Lücken aufzeigen und Lösungen offenbaren, um diese zu schließen. Das setzt voraus, dass diese Lücke auch als solche erkannt wird (interne Bedingung). Aufgaben können ganz unterschiedlich gestaltet sein. Sie zeichnen sich immer durch eine Ausgangssituation, d. h. der Schilderung des Sachverhaltes, den Voraussetzungen, gegebener Größen etc., die sich daran anschließende Transformation (Lösungsweg, die Beweis- oder Argumentationskette) und die Endsituation (d. h. das Gesuchte, die Schlussfolgerung, das Resultat) aus (BRUDER 2000b). Geschlossene Aufgaben zeichnen sich durch einen engen Orientierungsrahmen aus. Sie beinhalten eine Gliederung der Aufgabe in Teilaufgaben, die an eng gefasste Fragestellungen angelehnt sind. Die Ausgangssituation, die Transformation und die Endsituation sind den Lernenden dabei von vorn herein bekannt. Offene Aufgaben weisen dagegen nach der Schilderung der Ausgangssituation den Lernenden nicht eindeutig den Lösungsweg und auch die Endsituation ist noch unbekannt.

### **3 Hypothesen und Fragestellungen der Besucherstudie**

Für diese Untersuchung ergeben sich vor dem Hintergrund des beschriebenen theoretischen Rahmens folgende Fragen:

- Über welche Vorstellungen von den Strukturen und Prozessen der Vererbung verfügen die Lerner?
- Welche Art der Aufgabe wirkt sich fördernd bzw. hemmend auf die Motivation und damit auf den Willen zum Erkenntniszuwachs aus?
- Zeigen Schüler, die im Vorfeld offene Aufgaben bearbeitet haben, eine bessere Verstehensleistung dahingehend, dass sie die erlernten Zusammenhänge erfolgreicher wieder erkennen und anwenden?
- Beeinflusst die Bearbeitung von Aufgaben offener Konstruktion die Schüler dahingehend im größeren Umfang schwer revidierbare Vorstellungen zu entwickeln als bei geschlossenen Aufgaben?

Im Zusammenhang mit der Untersuchung lassen sich auf der Grundlage der Theorie folgende Hypothesen ableiten:

- Die Motivation seitens der Schüler ist durch die Bearbeitung von offenen Aufgaben höher als bei geschlossenen.

Bei der Bearbeitung der offenen Aufgaben werden die Schüler, anders als bei den geschlossenen, nicht fremdgesteuert zum „Abarbeiten“ relativ kurzschrittiger Teilaufgaben aufgefordert, sondern dazu angehalten, ihren eigenen Lösungsweg zu planen, zu durchdenken und durchzuführen. Dies fordert von den Lernenden ein höheres Maß an Eigenverantwortlichkeit. Demzufolge fühlen sich die Schüler stärker dazu aufgefordert, sich dieser Aufgabe zu stellen und gründlicher nach Lösungen zu suchen. Daraus entwickelt sich eine höhere Motivation, die zudem einen intensiveren Vollzug des Verstehensprozesses nach sich zieht.

- Die Bearbeitung von offenen Aufgaben gewährleistet eine bessere Verstehensleistung.

Offene Aufgaben erfordern im Rahmen des Verstehensprozesses eine eigenständige Reduktion der Komplexität der Aufgabenstruktur. Aufgrund dieser Tatsache verstehen die Schüler, die diese offenen Aufgabentypen bearbeitet haben, die Inhalte der Vererbung besser. Diese Verstehensleistung spiegelt sich als Ergebnis in einer qualitativ besseren Transferleistung wider.

- Offene Aufgaben induzieren unterschiedliche Theorien, die nicht gleichzeitig richtig sein können und erzeugen somit bei Schülern verstärkt schwer revidierbare Vorstellungen.

Bei offenen Aufgaben besteht die Gefahr darin, dass die Reduktion der Komplexität zu einer sinnvollen Strukturierung des Lösungsweges nicht gelingt bzw. in eine Richtung geleitet wird, die dem Endkonzept widerspricht. Diese ersten Lösungsansätze können im Unterricht und in den folgenden Aufgaben die Argumentationsgrundlage der Schüler bilden, deren Revidierung schwierig wird.

#### **4 Methodik**

Den Forschungsrahmen bildete der Biologieunterricht in einer 10. Klasse (Gymnasium), die zum Zeitpunkt der Untersuchung seit einem Jahr von der Autorin unterrichtet wurde. Die Klasse umfasste 29 Schüler, die noch keinen Unterricht zum Thema Vererbung hatte und zum Zeitpunkt der Untersuchung in ersten Ansätzen mit offeneren Unterrichtsformen konfrontiert wurde.

Für die Untersuchungsaufgabe ‚Erfassen der Lernerperspektive‘ wurden die Lernervorstellungen von den Strukturen und Prozessen der Vererbung mittels eines Fragebogens erhoben. Das Interesse richtete sich in erster Linie darauf, Einblicke in die Konstruktionen einzelner Denkstrukturen sowie einen Gesamteindruck zum Kenntnisstand der gesamten Klasse zu erhalten. Um möglichst offene Antworten zu ermöglichen, wurde auf eine Standardisierung des Fragebogens verzichtet. Der Fragebogen enthielt sieben Fragen, die alle von den Lernern eine Textantwort erforderten. Die ermittelten Lernervorstellungen waren leitend für die Konzeption der Aufgaben und den damit verknüpften Lerninhalten.

Die Überprüfung des Einflusses offener Aufgaben auf das Verstehen von Vererbung erfolgte im Sinne der Fragestellungen in drei Durchgängen mit Lernergruppen aus je drei Schülern. Die Zusammensetzung der Lernergruppen änderte sich während der drei Durchgänge nicht. Die Lernergruppen bearbeiteten entweder Aufgaben des offenen oder geschlossenen Typs des jeweils selben Themenbereichs, wobei die Zuordnung der Gruppen zu den Aufgaben in jedem Durchgang neu ausgelost wurde. Die Bearbeitungszeit betrug immer 45 Minuten. Um die Verstehensleistung zu evaluieren, lösten die Schüler in der darauf folgenden Stunde eine ‚Testaufgabe‘ – diesmal in Einzelarbeit, für deren Bearbeitung 25 Minuten angesetzt wurde. Dass es sich hierbei um eine Testaufgabe handelte, war den Schülern nicht bewusst. Zwischen diesen drei Blöcken – bestehend aus offenen oder geschlossenen Aufgaben sowie der Testaufgabe – lagen jeweils eine oder zwei Stunden Unterricht im gesamten Klassenverband. In diesen Stunden wurden die Inhalte aus den vorangegangenen Aufgaben gefestigt, Verständnisschwierigkeiten aufgearbeitet und ggf. falsche Vorstellungen richtig gestellt.

Die Konzeption und Klassifizierung der Aufgaben sowie die abschließende Beurteilung der Verstehensleistung (Prozess und Ergebnis) erfolgte angelehnt an die Kompetenzstufen naturwissenschaftlicher Grundbildung des Deutschen PISA-Konsortiums. Die Schüler erarbeiteten sich anhand der offenen bzw. geschlossenen Aufgaben eines Aufgabenblockes immer ein Beispiel mit humanbiologischem Inhalt. Um die Verstehensleistung der Schüler bei der Bearbeitung von offenen und geschlossenen Aufgaben vergleichbar zu machen, war der Charakter der Aufgaben zwar verschieden, die Anforderung hinsichtlich der Kompetenzstufen jedoch identisch.

In Anlehnung an die von HÄUBLER et al. (1998) und DUIT (1996) formulierten Unterrichtsstrategien wurden die Lerner im Rahmen der geschlossenen Aufgaben in einem festen Orientierungsrahmen schrittweise mit dem für sie

neuen Inhalt vertraut gemacht. Anschließend wurden sie im Sinne der Konfrontationsstrategie dazu angeleitet, ihr Konzept in Frage zu stellen und ein neues Erklärungsmodell zu konstruieren. Im Gegensatz dazu zeichneten sich die offenen Aufgaben dadurch aus, dass die Transformation nicht vorgegeben wurde und jegliche Anleitung fehlte. Die Lerner wurden dagegen von vornherein mit der gesamten Komplexität des Inhalts konfrontiert und waren gefordert, Teilstrukturierungen der Aufgabe zu erkennen und vorzunehmen. Um eine differenzierte Auswertung der Verstehensleistung zu gewährleisten, griffen die Testaufgaben neue (u. a. botanische) Inhalte auf. Die Lerner waren damit gefordert ihr Wissen auf einen für sie neuen Kontext zu transferieren, in dem sie z. B. Falschaussagen beurteilten, begründete Vorhersagen oder Erklärungen trafen. Um einen tieferen Einblick in den während der Bearbeitung der Aufgaben ablaufenden Verstehensprozess zu erhalten und eine metakognitive Perspektive darüber zu bekommen, zu welchem Zeitpunkt sich bei den Schülern ein Verständnis einstellte, standen Verstehenszettel zur Verfügung. Die Schüler wurden gebeten, auf dem Verstehenszettel für sich oder auch für ihre Mitschüler zu formulieren, was sie verstanden bzw. nicht verstanden haben. Die Analyse der Faktoren, die für die Lerner ausschlaggebend waren, ob sie eine Aufgabe als bedeutungsvoll und wichtig empfunden haben, erfolgte mittels eines Fragebogens im Anschluss an den dritten Aufgabenblock.

## **5 Ergebnisse**

### **5.1 Erfassen der Lernervorstellungen**

Die Ergebnisse der Analyse des Wortes ‚Vererbung‘ zeigen, dass die Lerner Vererbung als die Weitergabe bzw. das Empfangen von Merkmalen, Krankheiten, Charaktereigenschaften und Fähigkeiten auffassen. Dabei wird in den Schüleräußerungen (s. Kasten 1) überwiegend das Bild von einer selektiven Vererbung deutlich. Die Vorstellung von einer traditionsbedingten Vererbung im juristischen Sinne dominiert bei dieser Altersgruppe nicht (vgl. ESCHENHAGEN, KATTMANN & RODI 1999). Die Ergebnisse spiegeln die vielfach in Alltagsgesprächen angewandte Argumentation wider. Den Prozess der Vererbung verknüpfen mehr als drei Viertel der Schüler mit der Tatsache, dass sie Teile des Erbmaterials in Form von Genen, Chromosomen oder DNA von ihren Eltern bekommen haben. In diesem Zusammenhang wird deutlich, dass die Schüler das Erbmateriale als verkleinerte Merkmale ansehen, welche bestimmte Eigenschaften „gespeichert“ haben.

Eine genauere Fokussierung des Vererbungsprozesses am Beispiel der Vererbung von Hautfarben zeigt, dass die Schüler im Gegensatz zu dem eingangs dargestellten Prinzip der selektiven Vererbung, wahlweise auf ein Erklärungs-konzept der additiven Vererbung zurückgreifen. Hier zeigen die Ergebnisse, dass die Lerner ihre lebensweltlichen Erfahrungen von der Merkmalsebene auf die Genebene übertragen. Das Erklärungskonzept von mehr als der Hälfte der Schüler entspricht einer Vermischung des Erbmaterials und der damit verbundenen Vermischung der Eigenschaften, wobei einige Schüler dem Erbmaterial und den damit verbundenen Eigenschaften unterschiedliche Stärken zuweisen.

Die Lernervorstellungen zum Genbegriff sind dagegen sehr different. Es zeigt sich, dass der stoffliche Charakter überwiegt. Sie definieren Gene als Stoffe, Partikel, Teilchen oder Zellen, wobei das funktionale Grundkonzept – Gene als verkleinerte Merkmale – beibehalten wird.

**Assoziationen mit dem Wort Vererbung**

*„Von meinem Vater habe ich die Lust zu Reisen und von meiner Mutter die Sensibilität und die Beine.“*

**Erklärung des Zustandekommens persönlicher Eigenschaften**

*„Chromosomen von beiden sind ja vermischt worden, und daher habe ich von beiden etwas.“*

*„Dadurch, dass 50 % im Spermium und 50 % in der Eizelle an Genen war. Und in den Genen ist die Begabung.“*

**Assoziationen mit dem Wort Gen**

*„Das sind bestimmte Zellen, in denen Eigenschaften über meinen Körper gespeichert sind.“*

*„In ihnen sind Eigenschaften und Aussehen.“*

**Prozess der Vererbung**

*„Die Gene von Vater und Mutter vermischen sich, daher wird das Kind nicht so dunkel wie der Vater aber auch nicht so weiß wie die Mutter.“*

*„Die Hautfarbe von dem Kind wird auch schwarz, weil die Gene für die schwarze Haut der weißen Haut überlegen sind.“*

**Kasten 1:** Transkriptausschnitte aus den Fragebögen.

## 5.2 Ergebnisse der Aufgaben

Die dargestellten Ergebnisse aus der Untersuchungsaufgabe ‚Offene Aufgaben fördern das Verstehen‘ beziehen sich auf die Resultate der Schüler in den Testaufgaben. Die Auswertungen zeigen, dass in zwei der drei Fälle die Schüler, die im Vorfeld eine offene Aufgabe bearbeitet haben, sich innerhalb der Testaufgabe durch...

- a) eine tendenziell bessere Transferleistung,
- b) eine dem Lernziel entsprechend bessere Verstehensleistung,
- c) einen Wechsel von ihren Vorstellungen zu wissenschaftlichen Konzepten

auszeichnen. Als Beleg dafür dient die Auswertung der Leistungen der Schüler, orientiert an den erreichten Lernzielen.

Ein Vergleich der Konzeptionen der drei offenen und geschlossenen Aufgaben zeigt, dass offene Aufgaben das Verständnis von Vererbung seitens der Lerner fördern, wenn sie den Lerner auffordern den Inhalt in seiner Komplexität selbstständig zu reduzieren und zu strukturieren. Des Weiteren wirken sich offene Aufgaben, deren Lösung das eigenständige Entwickeln von Erklärungsmodellen beanspruchen, die sich im fortlaufenden Lösungsprozess bewähren müssen, positiv auf den Transfer des Wissens der Lerner auf neue Situationen auf.

Die Analyse der Aufgabenstrukturen anhand der Ergebnisse der Testaufgaben führt weiterhin zu dem Ergebnis, dass die implizite Rückmeldung über die Korrektheit der Lösung, kombiniert mit einem hohen Anteil eigenständiger Konstruktion, das Verstehen von Vererbung fördert.

Ob die Motivation bei der Bearbeitung der offenen Aufgaben höher war als bei den geschlossenen, wird im Folgenden anhand der Beobachtungen der Schüler aus den Bearbeitungsphasen, dem Verhalten im Unterricht und den Äußerungen aus dem Fragebogen dargelegt.

Die äußerlich erkennbare Motivation seitens der Schüler während der Bearbeitung der Aufgaben zeigte bei beiden Aufgabentypen keine signifikanten Unterschiede. Ebenso war in den Zwischenstunden bezüglich der Beteiligung oder des Frageverhaltens kein offensichtlicher Unterschied zwischen den Schülern in Abhängigkeit von der im Vorfeld bearbeiteten Aufgabe festzustellen. Demzufolge scheint sich eine höhere Eigenverantwortlichkeit der Schüler gegenüber dem Bearbeiten von bereits strukturierten Aufgaben nicht fördernd auf die Motivation auszuwirken. Diese Eindrücke legen den Schluss nahe, dass die Aufgabenstruktur keinen primären Einfluss auf die Motivation hat.

Die Auswertung der abschließenden Fragebögen gibt einen Eindruck davon, von welchen Faktoren seitens der Lernenden die Wichtigkeit und Bedeutung einer Aufgabe abhing. Es gaben 50 % der Schüler an, dass der **persönliche Bezug** für sie entscheidend war. Ein explizites Desinteresse an den Testaufgaben mit botanischem Inhalt äußerten 29 % der Schüler. Insgesamt machen 21 % der Schüler das **Thema**, 13 % die **Sozialform** sowie 4 % den **Schwierigkeitsgrad** dafür verantwortlich, ob die Aufgaben für sie bedeutungsvoll waren. Diese Angaben ließen keinen Zusammenhang zwischen Motivation und Aufgabenstruktur erkennen, verdeutlichen aber, dass humanbiologische Inhalte mit Bezug zur eigenen Lebenswelt sich positiv auf die Motivation der Schüler auswirken (s. Kasten 2).

*„Die Aufgaben Zungenroller und Blutgruppen haben die größte Bedeutung für mich, weil man das auch bei sich selber herausfinden kann. Z. B. nach der Zungenrolleraufgabe habe ich meine Eltern gefragt, ob sie die Zunge rollen können.“*

*„Für mich hatten alle Aufgaben eine große Bedeutung, bis auf die Erbsenaufgaben. Mich interessiert, wie viele Gene von jedem meiner Eltern in mir sind und welche Gene dominant sind, deshalb fand ich die Erbsenaufgaben nicht so spannend.“*

*„Mir hat das Arbeiten an den Gruppenaufgaben Spaß gemacht, weil man hier alles auf sich selber und seine Familie beziehen kann.“*

**Kasten 2:** Transkriptausschnitte aus den Fragebögen.

Weder der Unterricht in den Zwischenstunden noch die Auswertung der Aufgaben und Testaufgaben gab Hinweise darauf, dass bei den Schülern durch die Bearbeitung der offenen Aufgaben schwer revidierbare Vorstellungen und Konzepte erworben wurden.

## 6 Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung und deren Interpretation vor dem Hintergrund der ersten Ansätze einer Theorie des Verstehens sowie der des Konzeptwechsels aus konstruktivistischer Sicht führen zu der Schlussfolgerung, dass Aufgaben das Verstehen (von Vererbung) in Lerngruppen, denen offene Unterrichtsformen nicht gänzlich fremd sind, fördern, wenn

- sie einen potenziell offenen Charakter und einen Bezug zur Lebenswelt der Schüler haben,
- deren Lösung das selbstständige Aufstellen von Theorien sowie die wiederholte gedankliche Austestung der Gültigkeit derselben beansprucht,
- deren Konzeption eine Rückmeldung über die Korrektheit des eingeschlagenen Lösungsweges impliziert.

Offene Aufgaben lassen sich auf verschiedene Arten und Weisen gestalten. Im Rahmen dieser Untersuchung hat sich gezeigt, dass das Weglassen von Informationen, eine Steigerung der Komplexität des Inhalts, das Selbsterfinden von Aufgaben sowie die Reduktion der Teilaufgaben sich bei offenen Fragestellungen positiv auf das Verstehen auswirkt. Entsprechend der Theorie des Verstehensprozesses fördern insbesondere offene Aufgaben, in denen die Schüler aufgefordert sind, selbstständig den Sinnzusammenhang mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln zu konstruieren und Erklärungsmodelle zu entwickeln, das Verstehen.

Das Ergebnis dieser Untersuchung soll Mut machen, auf die vielfach vorgenommenen Zuschneidungen der Unterrichtsinhalte in portionsgerechte Stücke zu verzichten und den Unterricht zu öffnen. Eine stärkere Zuweisung der Verantwortung für den Lernprozess, die vermehrte Übertragung der selbsttätigen Strukturierung und Reduktion der Lerninhalte durch die Schüler sowie eine intensive Auseinandersetzung mit den Sichtweisen anderer sich ebenfalls im Verstehensprozess befindlichen Lernenden, begünstigen das Verstehen.

Es bleibt empirisch zu überprüfen, ob der Lernerfolg dauerhaft ist und ob ähnlich positive Ergebnisse auch in anderer Klassensituation sowie in Zusammenhang mit anderen Themen erreicht werden können.

## Literatur

- BRUDER, R. (2000a): Mit Aufgaben arbeiten. Ein ganzheitliches Konzept für eine andere Aufgabenkultur. *Mathematik lehren* **101**, 12-17.
- BRUDER, R. (2000b): Akzentuierte Aufgaben und heuristische Erfahrungen – Wege zu einem anspruchsvollen Mathematikunterricht für alle. In: FLADE, L. & W. HERGET [Hrsg.]: *Mathematik Lehren und Lernen nach TIMSS*, 69-78.
- DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM (2001): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich.
- DUIT, R. (1996): Lernen als Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: DUIT, R. & Ch. v. RHÖNECK [Hrsg.]: *Lernen in den Naturwissenschaften. Beiträge zu einem Workshop an der Pädagogischen Schule Ludwigsburg*. Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel, 145-162.
- ESCHENHAGEN, D., U. KATTMANN & D. RODI (1999): *Handbuch des Biologieunterrichts, Sekundarbereich I, Band 6, Vererbung*. Aulis.
- HÄUBLER, P., W. BÜNDER, R. DUIT, W. GRÄBER & J. MAYER (1998): *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. IPN Kiel.
- LANGLET, J. & T. FREIMANN (2003): Aufgaben: im Handeln lernen! In: *Unterricht Biologie* **287**, 4-13.
- LEISEN, J. (2003): Wider das Frage- und Antwortspiel. In: *Friedrich Jahresheft XXI „Aufgaben“*, 116-118.
- ROTH, G. (2004): *Neurobiologische und Psychologische Grundlagen des Lehrens und Lernens*. Institut für Hirnforschung an der Universität Bremen. [www.lehrerangebote/uni-bremen.de](http://www.lehrerangebote/uni-bremen.de).
- URHAHNE, D. (2002): *Motivation und Verstehen*, Waxmann Verlag.

