

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

2.2 Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

Mit Hilfe der zweiten Interviewserie (N = 13) sollten Informationen zu den folgenden Fragen beschafft werden:

1. Anschluss eines Birnchens an eine Batterie

Da die meisten Schüler davon überzeugt sind, dass das Lämpchen beim Anschluss mit einem Kabel an die Batterie leuchten wird, sollten dahinter stehende Vorstellungen herausgefunden werden.

Weiterhin: Haben die Schüler eine Verbrauchs- oder Veränderungsvorstellung über den Vorgang im Birnchen?

Nach der Demonstration durch den Interviewer, dass zwei Kabel für das Leuchten des Lämpchens notwendig sind, sollten die Schüler, die ein Kabel als ausreichend betrachtet haben, zu Erklärungen aufgefordert werden. Lautet die Argumentation, die auf Grund der vorherigen Erfahrungen zu erwarten ist, dass jetzt genug (Strom) zum Birnchen gelangen kann, sollte herausgefunden werden, ob die Schüler der Auffassung sind, dass die gleiche Substanzart und die gleiche Menge aus den beiden Batterielaschen kommt. D.h. auch, ob die Schüler die jeweils gleichnamigen Batteriepole zweier Batterien als gleichwertig ansehen, da dies eine Voraussetzung für die im nächsten Kapitel dargestellte Möglichkeit ist, den Schülern eine möglichst plausible Begründung für die Stromkreisvorstellung zu geben.

2. Konstanz der Stromstärke

Die unterschiedliche Leuchtdauer beim Anschluss verschiedener Batterien an das gleiche Lämpchen wird von einigen Schülern vermutlich mit unterschiedlich großer gespeicherter Strommenge erklärt.

Bei diesen Schülern sollte nun weiter gefragt werden, ob für sie daraus folgt, dass auch Strom mit einer größeren Stromstärke durch das Birnchen fließt.

3. Parallelschaltung:

Sind die Schüler der Meinung, dass unabhängig von den angeschlossenen Geräten, immer die gleiche Menge (in bestimmter Zeit) aus den Batterielaschen fließt?

4. Reihenschaltung:

Neben Fragen zu den gleichen Zielen wie bei 3. sollte hier noch nach Erklärungen für das dunkler Werden der Birnchen beim Zuschalten des zweiten gefragt werden.

Ergebnisse der 2. Interviewserie

Bevor eine Zusammenfassung der Ergebnisse der zweiten Interviewserie gegeben wird, soll mit Auszügen aus zwei Interviews der Ablauf illustriert werden. In Klammern sind an einigen Stellen Ergänzungen zur Erleichterung des Verständnisses eingefügt und auch einige Kommentare. Das erste Interview zeigt, wie im Verlauf des Gesprächs von dem Schüler die Zweizuführungsvorstellung konstruiert wird. Das zweite Interview verdeutlicht wie suggestiv und attraktiv die Idee der Zweizuführungsvorstellung für Kinder im Grundschulalter ist.

(Abkürzungen: Bi = Birnchen, Lämpchen o.ä.; Ba = Batterie)

Fachdidaktische Informationen
Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

1. Interview (Mädchen)

Zur 1. Frage

I: *Wie ist es, wenn ich dieses Kabel nehme und Bi und Ba damit verbinde, wird dann das Bi leuchten?*

S: *Wenn die Ba Strom hat, dann leuchtet's, sonst nicht.*

I: *Ist eine neue.*

S: *Dann schon.*

I demonstriert, dass es nicht leuchtet und weist darauf hin, dass Ba neu und Bi in Ordnung ist.

S: *Vielleicht funktioniert das Kabel nicht mehr richtig.*

I: *Funktioniert auch.*

S: ...

I: *Wie stellst Du Dir das überhaupt vor? Du hast gesagt, es wird gehen. Was passiert denn, wenn ich das Kabel hier anschlieÙe, kommt da (Ba-Lasche) was raus?*

S: *Nein, soweit ich sehen kann, kommt nichts raus.*

I: *Ja, drinnen, vielleicht in den Drähten?*

S: *Aus dem Draht kommt was raus?*

I: *Ja, ich frage Dich, ob da was rauskommt? Wie Du Dir das vorstellst?*

S: *Also, in den Drähten drin ist der Strom.*

I: *Ist der schon in den Drähten drin oder kommt er aus der Ba in die Drähte rein?*

S: *Also wenn das Bi ganz ist, dann müsste der Strom ja von der Ba da rein (Kabel) und dann da rein (Bi) und dann ...*

I: *Ja, aber so geht's nicht (d.h. leuchtet nicht).*

I demonstriert den richtigen Anschluss.

I: *Warum hat's denn mit dem einen Kabel nicht funktioniert?*

S: *Weil, vielleicht ist es sozusagen nicht so kräftig und ...*

I: *Wenn wir eins anschließen, kommt dann was zum Lämpchen hin?*

S: *Nein.*

I: *Wenn ich das zweite noch anschlieÙe, kommt dann noch was zum Lämpchen hin?*

S: *Ja, da haben Sie irgendwas gedrückt (Krokodilklemmenöffner).*

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

I erklärt, dies sei nur zum Festklemmen gemacht worden.

S: Oder, da kommt nicht genug Strom durch eins. Da schafft es das Bi nicht.

I: Also, Du meinst, wenn das zweite Kabel ab ist, kommt was hoch zum Bi (Zustimmung), aber es reicht nicht? (Zustimmung)

I führt nochmals richtigen Anschluss vor.

S: Jetzt reicht es, es kommt von der zweiten Seite auch noch etwas hoch, dann reicht es.

I: Meinst Du, dass das was hier (2. Kabel) hochkommt, das Gleiche ist, wie hier (1. Kabel). Die gleiche Art, der gleiche elektrische Strom? Oder ...?

S: Vielleicht ist da etwas mehr drin als da.

I: Die Menge unterscheidet sich, aber was hochkommt ist das Gleiche?

S: Ja, glaube ich schon.

I: Also, wenn's Wasser wäre, das hier hochkommt, dann käme auch hier (2. Kabel) Wasser hoch?

S: Ja.

I legt Analogie vor (Wasser, Öl) zur genaueren Abklärung. S bestätigt, es kommt gleiche Art (Qualität) in beiden Kabeln hoch, aber möglicherweise nicht gleich viel. Durch den Zwang in der Gesprächssituation hat die Schülerin eine Vorstellung konstruiert, die für fast alle Grundschulkinder am plausibelsten ist: Damit etwas im Lämpchen passiert, muss etwas dort hin kommen und das muss ausreichend sein.

I: Jetzt ist das „Zeug“ da oben, wir sehen das Bi leuchten. Was passiert mit dem, was da hochkommt? Wie stellst Du dir das vor?

S: Na ja, das kommt da hoch und dann kommt es an dieses Glühwürmchen, und das fängt an zu glühen.

I: Was passiert mit dem, was da hochkommt? Bleibt's da stecken, oder wird's verbraucht, verschwindet es?

S: Steckenbleiben kann man nicht sagen, wenn z.B. wenn ich schwimme, wenn ich mich nicht bewege, dann gehe ich ja unter. Vielleicht braucht das ja auch 'ne Antriebskraft, dass es zum Leuchten kommt.

I: Also noch Mal. Hier kommt was hoch zum Bi. Wenn ich Dein Beispiel richtig verstehe, dann bleibt es nicht stecken, sondern geht weiter.

S: Nee, geht jetzt nicht da durch (durchs Bi) und dann da (Bi) raus, sondern es geht zwar da (Bi) rein, aber da dreht sich's noch ein bisschen, dann kommt immer wieder neuer Strom ...

I: Und wo bleibt der? Da kommt ja immer mehr dazu.

S: Oh ja, ...

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

I: *Steckenbleiben tut's vielleicht nicht, dann wird's dort (Bi) immer mehr werden. Es gibt für mich eigentlich nur zwei Möglichkeiten. Es geht weiter, vielleicht verändert, und die zweite, es wird verbraucht.*

S (begeistert und erleichtert): *Ja, es wird verbraucht!* (S akzeptiert anschließend die Analogie zur Ölheizung.) *Ja, es wird verbraucht, sonst würde ...*

Recht typisch ist es, wie die Schülerin die als Alternative vom Interviewer angebotene Verbrauchsvorstellung sofort übernimmt. (Im weiteren Interviewverlauf argumentiert sie konsistent von dieser Vorstellung aus.) Dieses Übernehmen von Fehlkonzeptionen, die offensichtlich für die Schüler ein sehr plausibles Erklärungsmuster bilden, wirft für den Unterricht natürlich einige Probleme auf, z.B.: Ist es vertretbar, solche eingängigen, später schwer zu eliminierenden Vorstellungen im Unterricht zu thematisieren oder von Schülern in die Diskussion einbringen zu lassen? Da über den eigentlichen Lernprozess, den dynamischen Prozess der Veränderung der kognitiven Struktur, bei speziellen Inhalten praktisch nichts bekannt ist, kann diese Frage zur Zeit nicht abschließend beantwortet werden.

Zur 2. Frage

I: *Habe hier 2 verschiedene Ba'n. Wenn ich das Bi an diese anschließe, leuchtet es 3 Tage, und wenn ich es an diese anschließe, weniger, vielleicht 2 Tage.*

S: *Die ist mehr vollgeladen, und die weniger, ist mehr drin ...*

I: *Jetzt achte mal drauf, wie hell die leuchten. Wird's bei der zweiten genau so hell leuchten?*

S: *Muss ich mal überlegen. Ich glaube, da leuchtet es nicht so hell, weil da weniger Strom drin ist. Ich weiß es aber nicht.*

I führt vor (4,5V-Ba, 1,5V-Ba).

S: *Ah, hab' ich doch recht gehabt.*

I: *Wie ist das, wenn es dunkler leuchtet, kriegt es dann genau so viel Strom, fließt genau so viel ...*

S: *Nein, weniger!*

Die Verbindung „Heller leuchten - es kommt mehr hin zum Bi“ - die hier artikuliert wird, wird praktisch von allen Schülern in ähnlicher Weise gesehen und formuliert. Damit ist eine gute Voraussetzung für eine erste Einführung des Begriffs der Stromstärke gegeben.

Zur 4. Frage

I: *Jetzt machen wir etwas Kompliziertes. Jetzt schließe ich zwei Bi an.*

I baut Parallelschaltung bis auf ein Anschlusskabel an die Ba auf.

I: *Wenn ich jetzt dieses Kabel hier anschließe, leuchtet dann das erste Bi noch?*

S: *Wahrscheinlich nicht mehr.*

I: *und das zweite (dazugeschaltete)?*

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

S: *Das leuchtet, glaube ich, oder es leuchten beide.*

I: *Was denn?*

S: *Es leuchten beide.*

I: *Warum denn?*

S: *Weil sie ja beide angeschlossen sind.*

I: *Was meinst Du, leuchten die beiden gleich hell wie das erste Bi oder dunkler?*

S: *Beide dunkler.*

I: *Warum?*

S: *Weil ja da (2. Bi) auch was sein muss.*

I: *Aus dieser Lasche kommt was hoch. Wenn ich das zweite anschlieÙe, kommt dann mehr hoch oder bleibt das gleich?*

S: *Ich glaube, es bleibt gleich.*

I: *Dann kommt es an die Krokodilklemme (die an der Ba-Lasche sitzt) ...*

S: *Und fließt da (Kabel zum 1. Bi) und da (Kabel zum 2. Bi) lang.*

I demonstriert.

S: *Das ist dunkler.*

I weist auf Gleichheit hin, S akzeptiert.

S: *Also dann, dann kommt das Doppelte hoch.*

I: *Wie viel mehr wird denn hochkommen?*

S: (Spontan): *Die doppelte Menge!*

Diese Schülerin gehört zu den wenigen, die leicht von der verbreiteten Vorstellung, dass die Stromstärke in der Ba-Lasche unabhängig von den angeschlossenen Geräten (Bi, Motor u.ä.) ist, abgehen.

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

2. Interview (Junge)

Zur 1.Frage

I: Wird das Bi leuchten, wenn ich es mit diesem Kabel verbinde?

S: Nein, weil der Stromkreis unterbrochen ist.

I: Ja, wie stellst Du dir das denn vor, kommt hier (Lasche) etwas heraus?

S: Nein, weil der Stromkreis unterbrochen ist.

I: Ja, wie stellst Du dir das denn vor, kommt hier (Lasche) etwas heraus?

S: Nein, es kommt hier raus, geht in die Lampe und dann kommt es nicht weiter, denn nirgends geht der Strom wieder zurück.

I: Und wenn ich da ein zweites Kabel anschlieÙe, dann kann es zurück und das Bi leuchtet? Du stellst Dir also vor, es läuft so herum?

S: Ja.

I: Viele Leute denken, dass hier (1. Kabel) und hier (2. Kabel) etwas hoch kommt.

S: Es ist ja auch da an der Ba angeschlossen ... oder ich stell' mir das so vor, dass hier das wieder zurückläuft, damit die Batterie länger läuft. (Das eigentlich Sinnlose, das Zurückfließen des elektrischen Stromes zur Batterie muss einen Sinn haben, hier die längere Betriebsdauer)

I: Was passiert denn mit dem Strom da drin (Bi)? Der kommt an, geht durch das Bi, ist der hinter dem Bi noch der gleich wie der, der hinein geht? Oder ändert sich der im Bi? Wird was anderes daraus?

S: Nee, ich glaube nicht, bleibt das Gleiche. Weil der hier an der Ba auch gleich angeschlossen ist.

I bringt Analogie Ölverbrennung.

S findet Analogie nicht überzeugend: Sonst würde sich da drin so viel Asche aufhäufen.

I: Dann wäre der Strom wieder in der Ba und dann ...

S: Aber von hier kommt auch Strom, weil da (2. Kabel) wiederum angeschlossen ist.

I: Moment, Du meinst also da kommt aus dem etwas heraus und ...

S: Aber hier (3. Anschluss) kommt auch etwas durch: Hab' ich vorhin falsch gesagt, da kann nichts von da zurückgehen.

I: Aha, also Du meinst, es kommt von beiden Seiten etwas nach oben?

S: Ja! Weil's mit einem vielleicht zu schwach ist.

Höchst interessant ist, wie dieser Schüler von seiner deutlich geäußerten Stromkreisvorstellung – vermutlich durch das Nachfragen des Interviewers und sein Angebot – recht unvermittelt auf die Zweizuführungsvorstellung umspringt. Dies ist sicherlich ein Beleg

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

für den hohen Plausibilitätsgrad dieser Vorstellung und zeigt die Instabilität der Stromkreisvorstellung, wenn diese ohne stützende Argumente übernommen wird.

I: *Und ist es das Gleiche was hoch kommt, oder ist es was Verschiedenes?*

S: *Ich mein' es wäre das Gleiche.*

I: *Was macht das Bi damit? Was passiert da mit ihm? Wie stellst Du Dir das vor?*

S: *Also, dass der Strom irgendwie da durchgejagt wird, also wir haben das irgendwie gelernt, aber das kann keine Turbine sein, dass es da Reibung gibt, damit es da Licht gibt. Also, das kann ich mir nicht vorstellen, was da passiert.*

I: *Wird das sich ändern, was da durchgeht, oder bleibt da so?*

S: *Das bleibt so.*

I: *Also, wenn ich es mit meinen Worten sagen will, was Du meinst: Es kommt von beiden Seiten etwas an, und dann reibt es sich, damit's heiß wird.*

S: *Ja!*

I: *Reibt das sich aneinander?*

S: *Nein, nicht aneinander, sondern oben trifft es sich und da gibt es so'ne Reibung.*

I: *An dem Draht im Bi?*

S: *Ja.*

I (kommt noch einmal zur Zweizuführungsvorstellung zurück): *Im Prinzip würde es mit einem auch gehen? Mit einer Zuleitung, nur es kommt nicht genug?*

S: *Ja, das meine ich auch, dass es dann etwas zu schwach wär'.*

I: *Was würde passieren, wenn ich die zweite wegnehmen würde, kommt dann noch etwas durchs (Bi)?*

S: *Nein, es kann nicht weitergehen.*

I: *Also es ist nicht nur zu schwach, sondern es muss das 2. Kabel da sein, damit es weiter gehen kann? Jetzt schließe ich noch ein zweites Bi an.*

S: *Dann wird's schwächer, weil mehrere sich etwas rausholen, weil mehr aus der Ba herausgeholt wird. Weil's jetzt viele Kabel werden. Bei diesen wird schon etwas weggenommen, aber das bleibt dann im Kabel fest.*

I: *Kommt hier immer gleich viel hoch?*

S: *Ja, kommt immer gleich viel hoch, aber der brennt schwächer, weil der andere schneller bekommt, der hat sich schon etwas geholt.*

I: *Wenn ich diese (2. Bi) anschließe, dann wird dieses (1. Bi) dunkler?*

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

S: *Nicht unbedingt, nur etwas.*

I: *Und dieses (2. Bi) ist viel dunkler als dieses (1. Bi)?*

S: *Ja.*

I demonstriert Gleichheit.

S: *Aber ich kann das nicht verstehen, weil hier wird ja der Strom schon abgezapft ... Ich glaub, wenn der sich was holt, kann der sich auch etwas holen.*

I: *Jetzt haben wir eines dran. Dann kommt hier (Lasche) eine bestimmte Menge nach oben. Jetzt kommt das zweite dran, kommt dann hier immer noch gleich viel hoch oder ändert das sich?*

S: *Nein, es ändert sich nicht, aber es wird sich langsamer ändern, weil jetzt mehr Strom gebraucht wird und da wird die Ba schneller verbraucht.*

I: *Wird schneller verbraucht? Aber hier (Ba-Lasche) kommt noch immer gleich viel hoch?*

S: *Ja.*

I: *Wie wird das denn schneller verbraucht, wenn immer noch gleich viel hochkommt wie vorher?*

S: *Ja, wird schneller verbraucht, weil mehrere was brauchen und da kommt das immer wieder hoch und da wird der Strom viel schneller verbraucht bis es ... bis der Strom dadurch doch irgendwie schneller wird. Weil immer alles verbraucht wird und da reinfließt.*

I: *Aha! Es kommt also immer gleich viel nach oben, aber da zwei mehr brauchen ...*

S: *... etwas schneller, weil die zwei, die holen sich mehr weg und da läuft dann immer wieder Strom da durch.*

Dieser Schüler differenziert zwischen Menge und Zeitvariable.

I: *Jetzt können wir die zwei Bi auch noch auf eine andere Art gleichzeitig anschließen (Reihenschaltung). ... Was wird denn dann passieren, wenn ich das jetzt hier rein stecke (vollständige Schaltung)? Was erwartest Du bei der Helligkeit der Bi?*

S: *Beide Bi leuchten, weil der Stromkreis ganz ist.*

I: *Beide gleich hell?*

S: *Nein.*

I: *So hell wie das einzelne vorher?*

S: *Glaube nicht genauso, weil jetzt wird für die beiden mehr da rausgeholt.*

Demonstration durch I.

S: *Irgendwie ... geht nicht mehr so schnell.*

I: *Kommt jetzt genauso viel oder weniger durch (Lasche) als bei einzelnen?*

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

S: Hier kommt mehr durch als wenn sie zusammen sind. Hier hat der noch so viel Schwung, und da wird er langsamer und dann die Reibung nicht mehr so stark ... durch die vielen Kabel rauf und runter wird er langsamer. Aber was ich mir nicht so richtig vorstellen kann, weil durch den Draht fließt ja genau so viel Strom weil der Draht ihn genau so schnell weiterleiten kann.

I: Ja, aber jetzt ist ja noch ein Bi da.

S: Aber das Bi das verbraucht ja was, dass es dann hier langsamer durchgeht, weil da schon die Hälfte weggeholt wurde.

I: Moment! Vorhin hast Du gesagt, wenn ich ein Bi anschließe, einzeln, es wird nichts verbraucht.

S: Ja! Hier kommt nur die Hälfte zurück. Nein, jetzt bin ich durcheinander.

I: Deswegen machen wir's noch einmal langsam von vorn. Hier kommt was hoch zum Bi. Was passiert dann mit dem was hochkommt! Geht das dann weiter?

S: Nein, weil hier ist es auch angeschlossen, da kommt auch Strom entgegen. Wenn sich der Strom dann hier (Zwischenkabel) trifft, ... dass es mit der Reibung dann gut geht.

I wiederholt, Nachfrage: Verbrauch?

S: Ist doch auch hier angeschlossen. Da trifft es sich. Der kommt dann irgendwie nicht weiter. Der braucht ja einen Kreis nur immer da lang zu laufen.

I fragt nach.

S: Reibt sich, weil es aneinander vorbei will.

...

S: Strom bleibt stecken, und da kommt immer mehr und da kann ich mir vorstellen, dass es anfängt zu leuchten.

I: Jetzt ist es so viel geworden, dass Licht erzeugt wird? Wird er dabei verbraucht? Geht es irgendwie weg?

S: Das kann er ja gar nicht, weil die beiden sich zusammen treffen.

I: Könnte ja sein wie Papier. Wenn ich es anzünde, ist es hinterher weg.

S: Aber da bleibt ja Asche übrig.

...

S: Aber wenn's aus ist, könnte ich mir vorstellen, dass der Strom irgendwie wieder in die Ba reingeht, weil sonst würde es ja tagelang brennen.

I: Dann meinst Du das vielleicht so: Es kommt von den beiden nach oben, trifft sich da, geht nicht weiter, bleibt da stecken. Wird immer mehr.

S: (Lacht) und dann würd's auf einmal brennen.

I: Das muss ja aber sehr schnell gehen.

S: Wenn man's dranhält, dann rast der Strom wie eine Ratte mit vier Beinen da durch.

I: Es kommt immer mehr, immer mehr ...

Fachdidaktische Informationen
Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

S: *Es wird langsam verbraucht, weil es braucht ja immer mehr, immer neue Kraft, um das Licht zu kriegen, sonst würde die Ba ja nie alle werden.*

I: (Zurück zur Reihenschaltung). *Wie kommt es, dass die beiden Bi dunkler leuchten?*

S: *Weil der Strom hier durchkommt, und der müsste sich ja normalerweise treffen und da müsste ja eigentlich noch ein anderer Draht weitergehen, der es weitergibt, aber da was verbraucht wird und es dadurch dunkler geht ...*

I: *Es wird also doch was verbraucht?*

S: *Ja.*

I: *Es wird also da oben (Bi) weniger, es kommt dahin und ...*

S: *... es wird weniger, es wird was verbraucht und deswegen kommt nicht mehr so viel da durch.*

I: *Wenn ich dieses direkt (Überbrücken des 2. Bi) verbinden würde, dann bekäme es mehr?*

S: *Ja, da wird ein Teil verbraucht, man kann ja nicht da innen rein gucken.*

I: *Das ist eben das Problem, dass man das nicht sieht, was da drin passiert.*

S: *Muss man eigentlich mit einer Säge aufsägen, aber na ja ...*

I: *Ja, wie ist das nun. Hier kommt ja was hoch, eine bestimmte Menge hoch.*

S: *Und die bleibt hier stecken.*

I schaltet einfachen Stromkreis: *Kommt jetzt gleich viel hoch (aus Lasche) oder mehr ...?*

S: *Es kommt immer gleich viel hoch, nur vorhin (Reihenschaltung), wird ja dann hier (2. Bi) in der Lampe etwas verbraucht.*

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

Die Auswertung aller Interviews dieser zweiten Serie führt zu den folgenden Ergebnissen, die hier in einer Zusammenfassung dargestellt werden.

Zu 1) Anschluss eines Birnchens an eine Batterie:

8 Schüler (62%) sind davon überzeugt, dass das Birnchen beim Anschluss an die Batterie mit einem Kabel leuchten wird, wobei drei Schüler dabei noch eine Zusatzbedingung stellten (neue Batterie, Kabel und Birnchen ganz, u.ä.).

5 Schüler sind der Meinung, dass das Birnchen nach Anschluss mit einem Kabel nicht leuchten wird. Davon sind 3 überzeugt, dass bei einem Kabel zu wenig hinkommt, und 2 sind Bastler, die also schon zuvor die Erfahrung gemacht haben, wie ein einfacher Stromkreis aufzubauen ist. Es zeigte sich jedoch, dass die bereits vorhandene, verbal geäußerte Stromkreisvorstellung sehr instabil ist, und im Verlauf der Diskussion durch die Zweizuführungsvorstellung ersetzt wurde.

Die Zweizuführungsvorstellung wird von 11 Schülern (85%) vertreten, wenn sie gezeigt bekommen, dass beim Anschluss mit einem weiteren Kabel das Birnchen leuchtet. Von diesen Schülern haben 8 die Vorstellung, dass die gleiche Substanz aus den beiden Batterielaschen herauskommt, der Rest hat eine Zwei-Substanz-Vorstellung. 2 Schüler haben eine Ein-Substanz-Vorstellung, sind jedoch der Meinung, dass aus den beiden Batterielaschen nicht die gleiche Menge herausfließt, 7 Schüler (54%) haben eine Verbrauchs-Vorstellung (die zufließende Substanz wird im Birnchen teilweise oder ganz verbraucht). 5 Schüler (38%) haben die Vorstellung, dass sich die Substanz in ihren Eigenschaften verändere. Lediglich ein Schüler ist der Meinung, dass der Strom unverändert durch das Birnchen hindurchfließt, und ein weiterer Schüler, dass der Strom ohne Veränderung im Birnchen bleibt.

Die Vorstellungen über den elektrischen Strom sind – falls überhaupt welche geäußert wurden, die auswertbar waren – erklärlicherweise recht vage.

Zu 2) Konstanz der Stromstärke

Bis auf 3 verbinden die Schüler (77%) die längere Lebensdauer von Batterien mit der Vorstellung, dass eine größere (Strom-)Menge in der Batterie gespeichert sei. Einer sagte, dass „mehr Volt drin“ seien. Zwei der Schüler äußerten explizit, dass in jeder Batterie gleich viel Strom drin ist, wovon einer die angegebene Ungleichheit der Batterien damit begründete, dass aus einer schon vorher Strom entnommen wurde.

6 Schüler (46%) sind der Meinung, dass das Birnchen bei dem jeweiligen Anschluss an die beiden Batterien gleich hell leuchtet. Einige argumentieren in der Begründung, dass nicht mehr aus der Batterie herauskommen muss, auch wenn mehr drin ist. Dies deutet darauf hin, dass die Schüler die Vorstellung eines konstanten Stromes aus der Batterie haben, unabhängig vom Batterietyp.

Vier Schüler (31%) äußerten eine Je-desto-Beziehung zwischen der Helligkeit des Birnchens und des zu-/durchfließenden Stromes. Dazu muss gesagt werden, dass die Mehrzahl der Schüler auf diesen Punkt hin nicht befragt wurde.

Zu 3) Parallelschaltung:

Nach Anschluss des zweiten Birnchens vermuten 9 Schüler (70%), dass beide gleich hell leuchten. Davon sind 6 Schüler der Meinung, dass die Birnchen dunkler leuchten als zuvor das einzelne, zwei begründen dies mit einem unveränderten Strom aus der Batterie. Diese Stromstärkenvarianz äußerten auf Nachfrage noch 5 weitere Schüler.

4 Schüler vermuten, dass die beiden Birnchen ungleich hell leuchten. Einer begründete dies mit dem unterschiedlichen Zeitpunkt des Zuschaltens, und ein weiterer äußerte: „Das Birnchen hat sich

Fachdidaktische Informationen

Die Ergebnisse der 2. Interviewserie im Detail

schneller was geholt.“ Nach Demonstration durch den Interviewer erkennt eine Schülerin auf Grund des Zusammenhangs zwischen Helligkeit und zugeführtem Strom, dass sich die aus den Batterielaschen herausfließende Strommenge selbstverständlich verdoppelt habe. Für 3 weitere Schüler kommt nach der Demonstration mehr aus der Batterie heraus, einer begründet dies damit, dass sich die Anzahl der angeschlossenen Kabel vergrößert habe.

Zu 4) Reihenschaltung:

3 Schüler (23%) vermuten, dass beide Birnchen nicht leuchten werden, einer ist der Meinung, dass das zweite Birnchen nicht leuchten wird.

6 Schüler vermuten gleiche Helligkeit der beiden Birnchen untereinander und wie das einzelne vor dem Zuschalten. Jeweils 3 Schüler sind der Meinung, dass die Birnchen dunkler leuchten werden bzw. dunkler und unterschiedlich hell.

Nach der Demonstration durch den Interviewer ergaben sich zwei Erklärungsmuster für das dunkler Werden, wobei der Zusammenhang zwischen dem dunkler Werden und dem geringeren Stromfluss zum Birnchen von den meisten Schülern hergestellt wird.

a) „Nicht jedes Birnchen hat zwei Kabel für sich“ (ein viertes Kabel hätte die Helligkeit des einen vorher zur Folge) (3); „Weniger Kabel als bei der Parallelschaltung“ (5)

b) Der Zufluss von der Seite des jeweils anderen Birnchens wird behindert (Zweizuführungsvorstellung).

Zwei Schüler äußern im Gespräch die Auffassung, dass aus der Batterie-Lasche immer gleich viel herauskäme.