

# Didaktischer Kommentar

## 1 Allgemeine Hinweise

### 1.1 Technikunterricht in der Primarschule

Technikunterricht will Schülerinnen und Schülern der Primarstufe eine handelnde und reflektierende Auseinandersetzung mit technischen Phänomenen und Objekten ermöglichen. Eine verstehende und kritische Haltung gegenüber Technik soll sich dadurch entwickeln können. Technik soll als etwas Verständliches, Entzifferbares und auch als etwas von Menschen Konstruiertes und durch den Menschen Veränderbares erlebt werden können. Fragen, wie Technik und Menschheit in Zusammenhang stehen, sollen bei der Technikbetrachtung aufgeworfen werden; hierzu gehören Fragen der Erfindungen, Fragen der Herstellung, Fragen des Nutzens von Technikerrungenschaften und Fragen der Weiterentwicklung des Wohlstands durch Technik aber auch Fragen der Gefährdung des Menschen durch Technik.

### 1.2 Verbindungstechnik

Die Verbindungstechnik ist ein technisches Grundverfahren. Es beschreibt die Methoden des Zusammensetzens von funktionsfähigen Gebilden aus ihren Einzelteilen (vgl. „Verbindungstechnik allgemein“). Jedes technische System setzt sich aus Bauteilen zusammen, die konstruktiv nicht mehr zerlegbar sind und deren Funktionsverständnis für den Bau komplexer Funktionseinheiten notwendig ist. Typische Verbindungselemente sind z.B. die Büroklammer, der Dübel, der Klettverschluss, der Knopf, die Klammer, der Nagel, der Knoten, der Reissverschluss, die Reisszwecke, die

Sicherheitsnadel und die Schraube (vgl. „Verbindungstechnik allgemein“). Typische Verbundkonstruktionen im Alltag sind u.a. die Anhängerkupplung, der Skistock mit Handschlaufe, ein Bucheinband und Möbel (z.B. Tischbein-Tischplatten-Verbindung) (vgl. „Verbindungstechnik allgemein“). Es gibt eine Vielzahl von Verbindungselementen und Verbundkonstruktionen - Verbindungstechnik stellt ein sehr vielfältiges Themengebiet dar.

### 1.3 Verbindungstechnik in der Primarschule

Die Verbindungstechnik scheint aus vielen Gründen geeignet zu sein, um Schülerinnen und Schüler der Primarstufe an Technik heranzuführen. Verbindungstechnik ist ein Thema, das unmittelbar an die Lebenswelt der Kinder anknüpft, in ihr überall vorkommt und von Kindern unmittelbar erlebbar ist. Beliebtes Spielzeug in dieser Alters- und Entwicklungsstufe, wie z.B. Lego, Playmobil, Fischertechnik und Puzzles ist durch Verbindungstechnik charakterisiert. Überall im Alltag finden sich Verbindungselemente und Verbundkonstruktionen. Kinder sind im Alltag häufig Zeugen von Verbindungsverfahren, z.B. erleben sie häufig mit, wie kaputt gegangenes Spielzeug wieder repariert wird, indem es geklebt wird (Kleben als stoffschlüssiges Verbindungsverfahren). Kinder bilden sich in der Alters- und Entwicklungsstufe „Primarschule“ sehr stark durch Erlebnisse, Erfahrungen und Rekonstruktion dieser Erfahrungen. Sie können die objektive Gegenständlichkeit eines Objekts ermitteln, indem sie mit den Gegenständen dieser Welt Umgang haben.

Die Verbindungstechnik stellt zudem ein exemplarisches Basiskonzept aus den technischen Bezugsdisziplinen des Sachunterrichts dar. Die Erschließung von Verbindungselementen und Verbundkonstruktionen ist über weite Strecken auf der Grundlage der sinnlichen Wahrnehmung - ohne dazwischengeschaltete Hilfsmittel wie u.a. Lupe, Mikroskop - möglich.

Die Untersuchung von Technik-Erscheinungen ist dabei im Modus konkret-logischer Erschliessung möglich und kommt sehr lange ohne abstraktes Denken aus.

Dies wirkt der Gefahr einer zu frühen Abstrahierung und Mathematisierung von Technik entgegen, die eine persönlich-emotionale Annäherung an das Thema stören kann.

Es gibt ausserdem vielfältige Möglichkeiten für handlungs- und alltagsbezogenes, forschend-entdeckendes Erschliessen, wodurch die Sinnstiftung begünstigt scheint. Die Thematik und ihre Phänomene und Objekte erfüllen ausserdem das für die Unterrichtspraxis eingeforderte Kriterium der Multiperspektivität - Verbindungen lassen sich so z.B. unter dem Aspekt ihrer Entwicklungsgeschichte, ihrer Funktionsweise, ihrer Anwendung im Alltag oder ihrer Ästhetik untersuchen oder neu entwickeln.

Das Thema Verbindungselemente und Verbundkonstruktionen kann auch kulturspezifische und kulturgeographische Lösungen erkennen lassen (z.B. Verbindungen mit unterschiedlichen, kulturraumspezifischen Baustoffen) oder es kann unter ökonomischen Aspekten (z.B. Kosteneinsparung) betrachtet werden.

Bei der Verbindungstechnik handelt es sich zudem um ein hochaktuelles Thema in Forschung und Entwicklung - weil immer mehr neue Materialien erfunden und hergestellt werden, stellt sich auch die Frage, wie sich diese miteinander verbinden lassen (vgl. „Verbindungstechnik in der Primarschule“).

Die Auseinandersetzung mit der Verbindungstechnik fördert eine Vielfalt an Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen. Schülerinnen und Schüler können Verbundkonstruktionen erfinden, sie können bauen und konstruieren, untersuchen, ausprobieren, analysieren, erschliessen, experimentieren, reparieren, gestalten, Probleme lösen, vergleichen, planen, Modelle bauen, Sachzeichnen, Experten und Expertinnen

interviewen, recherchieren und präsentieren (vgl. „Verbindungstechnik in der Primarschule“).

Handlungsorientiertes Explorieren ist, u.a. auch bedingt durch die geringe Gefährlichkeit von Gegenständen und Tätigkeiten, gut möglich (trotzdem ist Vorsicht in Bezug auf einige Verfahren, Gegenstände oder Materialien geboten, vgl. „Gefahrenhinweise“).

## 1.4 Sprache und Technik

Technikunterricht kann einen erheblichen Beitrag zur Sprachbildung leisten. Die Sprache bildet ein wichtiges Mittel zur Erschliessung technischer Erscheinungen und zur Kommunikation über diese Erscheinungen. Bei der Kommunikation über technische Sachverhalten bilden die Schülerinnen und Schüler häufig zunächst eigene Begriffe für ihr Handeln und Denken. Nach und nach entsteht der Möglichkeit nach auch ein Interesse am Erwerb existierender technischer Grundbegriffe (vgl. „Prinzipien der Verbindungstechnik“).

## 1.5 Zeichnen und Technik

Zeichnen kann u.a. erfolgen durch technisches Darstellen mittels Skizzen und Sachzeichnungen, durch das Anlegen von Tabellen oder das Anlegen graphischer Darstellungen. Durch Zeichnen lässt sich das konkrete Tun verinnerlichen. Durch das Übersetzen von praktischem Handeln in Zeichnungen können sich technisches Denken und technische Vorstellungen weiterentwickeln. Zeichnungen können den Schülerinnen und Schülern helfen, technische Sachverhalten besser durchschaubar zu machen, sie zu ordnen und zu verallgemeinern. Es kann für sprachlich benachteiligte Kinder einen Zugang und eine Form des Sich-Mitteilens bedeuten.

## 1.6 Lehrplan 21 und Verbindungstechnik

Die genannten Auseinandersetzungsformen fördern Kompetenzen im Sinne des Lehrplan 21. Sie erfüllen insbesondere die im Folgenden genannten Bereiche:

- NMG 3.1: Die Schülerinnen und Schüler können Erfahrungen mit Bewegungen und Kräften beschreiben und einordnen.
- NMG 3.3: Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe im Alltag und in natürlicher Umgebung wahrnehmen, untersuchen und ordnen.
- NMG 3.4: Die Schülerinnen und Schüler können Stoffe bearbeiten, verändern und nutzen.
- NMG 5.1: Die Schülerinnen und Schüler können Alltagsgeräte und technische Anlagen untersuchen und nachkonstruieren.

Die Schülerinnen und Schüler...

- (a)... können durch Spielen und Ausprobieren entdecken und beschreiben, wie Alltagsgeräte technisch aufgebaut sind und funktionieren.
- (b)... können spielerisch und modellartig technische Geräte und Anlagen nachkonstruieren und dabei Vermutungen zu Konstruktion und Funktion anstellen sowie reale Beispiele suchen und beschreiben.
- (c)... können Alltagsgeräte untersuchen und dabei einfache naturwissenschaftliche und technische Prinzipien erkennen und erläutern.
- (d)... können zentrale Elemente von Konstruktionen bei Bauten und technischen Geräten und Anlagen entdecken, modellartig nachkonstruieren und darstellen.
- (e)... können zu ausgewählten Geräten, Maschinen, Bauten und Anlagen Informationen über Konstruktionsweisen von früher und heute erschliessen, Entwicklungen vergleichen und einordnen.

(f)... können bei technischen Geräten, Bauten und Anlagen naturwissenschaftliche und technische Prinzipien erkennen, die Funktionsweisen beschreiben und erklären.

- NMG 5.3: Die Schülerinnen und Schüler können Bedeutung und Folgen technischer Entwicklungen für Mensch und Umwelt einschätzen.

Die Schülerinnen und Schüler...

- (a)... können am Beispiel von Geräten aus ihrer Alltagswelt erzählen, wozu sie uns dienen und was sie uns im Alltag erleichtern.
- (b)... können vermuten, wie es zu Erfindungen und Entwicklungen von Geräten gekommen ist.
- (c)... können die Bedeutung von technischen Entwicklungen von Geräten und Anlagen für das Leben im Alltag heute erkennen und einschätzen.
- (d)... können Informationen zu Erfinderinnen und Erfindern und ihren technischen Entwicklungen erschliessen und darstellen.
- (e)... können Phänomene und Dinge in der Natur als Vorbild für technische Entwicklungen erkennen, vergleichen und zuordnen.
- (f)... können technische Anwendungen von früher und heute vergleichen, einordnen und einschätzen, was sich dadurch im Alltag für die Menschen und die Umwelt verändert hat.
- (g)... können angeleitet Informationen zur Bedeutung eines für die Naturwissenschaften wichtigen Geräts recherchieren und dokumentieren.

## 2 E-Learning-Module Technik in der Primarschule

### 2.1 Aufbau und Anliegen der E-Learning-Module Technik in der Primarschule

E-Learning-Module sind digitale Medien für die Präsentation und Distribution von Lehr-Lernmitteln. Die E-Learning-Module Technik in der Primarschule sollen Anregungen für angehende und amtierende Lehrpersonen bieten, Materialien und Unterrichtsideen vorschlagen und dazu beitragen sich gleichzeitig mit der Welt der Technik sowie mit der kindlichen Erschliessung von Technik auseinanderzusetzen.

Es gibt folgendes E-Learning-Modul-Material:

- **Didaktischer Kommentar**
- **Unterlagen zu Verbindungstechnik allgemein** (einschliesslich u.a. Informationen zur Geschichte der Verbindungen, Informationen zu Prinzipien der Verbindungstechnik und Gefahrenhinweisen)
- **Unterlagen zu einzelnen Verbindungselementen** (einschliesslich u.a. Bild- und Informationsmaterial zu u.a. Prinzipien und Konzepten, möglichen Problemstellungen für den Unterricht sowie Bauanleitungen und Materialvorschlägen)
- **kurze Filmsequenzen** (in denen zu beobachten ist, wie sich Schülerinnen und Schüler der Primarstufe mit bestimmten Aufgaben oder Problemstellungen im Bereich Verbindungstechnik auseinandersetzen)

- **Filmmaterial** (das im Unterricht unter verschiedenen Fragestellungen genutzt werden kann; z.B. stumme, d.h. textfreie, unvertonte Filme: diese bieten die Möglichkeit, Technikverständnis zu entwickeln durch die Notwendigkeit, Prinzipien und Wirkungs- sowie Funktionsweisen von Technik im Filmerleben beschreiben, erschliessen und sich darüber austauschen zu müssen; Beispiele: Dübel, Wasserrad, Klammersammlung, Film „Federn und Biegen“)
- **Anleitungen und Informationen im Film** (Beispiele: Reissverschluss, Bau eines Sandmühlen-Modells)
- **Vorlage für ein Klassenheft zur Verbindungstechnik**

Es soll aber nicht der Eindruck entstehen, dass allein bewährte Handlungspraktiken und Vermittlungs-Tricks und/oder didaktische Materialien Bildung induzieren. Dieser technologischen Sichtweise lässt sich die These entgegensetzen, dass die fachliche Vermittlung in erster Linie von der Qualität des Arbeitsbündnisses (Beziehung Lehrperson/SchülerInnen sowie der Kinder untereinander) abhängt.

## 2.2 Die Sachebene: Das Beispiel „Prinzipien und Konzepte der Verbindungstechnik“ - Überlegungen zu Anforderungen an einen fachwissenschaftlichen Rahmen

In den E-Learning-Modulen befinden sich zahlreiche Sachinformationen, darunter Hinweise zu „Prinzipien der Verbindungstechnik“ (siehe dort, sowie in den Informationen zu einzelnen Verbindungselementen).

In der Verbindungstechnik unterscheidet man u.a. die **Prinzipien**:

- „formschlüssig“ (zwei oder mehr Teile halten dadurch zusammen, dass ihre Formen ineinandergreifen; Beispiele: Haken und Öse, Schaumstoffplatten)
- „kraftschlüssig“ (zwei oder mehr Teile werden durch Kraft zusammengehalten; Beispiele: Schraubzwinge, Schlauchschelle (an Schlauchstück), Wäscheklammer mit Leine)
- „stoffschlüssig“ (zwei oder mehr Teile werden z.B. verklebt, verschweisst, verlötet)

Ferner lassen sich bestimmte **Formen von Passungen** unterscheiden (Presspassung, Spielpassung, Passung):

- **Passung**  
Die zusammengefügte Teile passen exakt ineinander, sie haben keine Luft zwischen sich (keinen Spielraum).  
Beispiel: Kugellager, Lager
- **Spielpassung**  
Die zusammengefügte Teile haben Luft zwischen sich.  
Beispiel: Sonnenschirmrohr im Sonnenschirmständer
- **Presspassung**  
Die zwei Teile können nur mit Kraftaufwand zusammengebracht werden.  
Beispiel: Achse, die in einer Lagerbuchse läuft.

Ebenfalls unterscheiden lassen sich die **Kategorien lösbar und nicht lösbar**. Ein Beispiel für eine lösbare Verbindung ist der Kreuzknoten; ein Beispiel für eine nicht lösbare Verbindung sind zwei zusammengeklebte Papierbögen.

In Bezug auf bestimmte **historische Verbindungen** gibt es zudem weitere Fachbegriffe, z.B. unterscheiden Archäologen die Art und Weise, wie ein Werkzeug in der Steinzeit an einem Holzschaft angebracht wurde, indem sie von verschiedenen Schäftungsarten sprechen (siehe Geschichte der Verbindungen).

Und für jedes Verbindungsverfahren gibt es weitere **spezifische Prinzipien und Konzepte**. Im Fall von Klebstoffen existieren beispielsweise zwei Abbindungsarten:

- **Chemisch abbindende Klebstoffe (Reaktionsklebstoffe):**  
Diese Klebstoffe werden fest, weil eine chemische Reaktion stattfindet. Das ist der Fall bei vielen Zwei-Komponenten-Klebstoffen. Wenn man die Komponente eins mit der Komponente zwei zusammengibt, läuft eine chemische Reaktion ab und der eigentliche Klebstoff wird hergestellt. Bei manchen Einkomponenten-Klebern reicht es, wenn die Komponente mit Luftsauerstoff in Berührung kommt.
- **Physikalisch abbindende Klebstoffe:** Hier liegt der Klebstoff schon fertig vor (als Kettenmoleküle). Durch das Trocknen entweicht Flüssigkeit und der Klebstoff wird hart und hält die Füge-teile zusammen (die Kettenmoleküle knäueln sich eng zusammen).

Unterscheiden lassen sich bestimmte Klebe-Verbindungstypen zudem auch in Abhängigkeit davon, wie die zu klebenden Flächen zueinander liegen. Man spricht dann u.a. von Stumpfstößen, Überlappstößen oder Laschenstößen.

In Bezug auf Klettverbindungen unterscheidet man verschiedene Material- bzw. Verbindungstypen, z.B. folgende:

- Pilzkopf-Klettplatten
- Klettband mit Schlaufen
- Klettband mit Widerhaken

Und das Klettverschlussprinzip kann mit bestimmten Kräften bzw. Kenngrößen beschrieben werden, u.a. mit folgenden:

- Scherfestigkeit
- Haftreibung
- Zugfestigkeit (Stirnabreissfestigkeit)
- Schälbeanspruchung

Dies sind nur ein paar Beispiele für Konzepte und Prinzipien, die im Bereich der Verbindungstechnik existieren. Wenn man diese Prinzipien und Konzepte ansatzweise umreist, kann man schnell der Versuchung erliegen, Didaktik von der Wissenschaftsdisziplin bzw. der Wissenschaftstheorie her zu denken, also zu überlegen: „Wie vermittele ich den Kindern möglichst schnell das ganze (gesamte) Wissen?“

Es spricht aber vieles dafür, dass die technischen Erscheinungen den Kindern nicht konzeptfokussiert vermittelt werden müssen, sondern dass viel Freiraum für eigenes, neugieriges Erkunden gegeben werden kann. Dann muss stets überlegt werden: welche Erfahrungen kann man den Sich-Bildenden ermöglichen, damit sie Zeit haben, um selbst Schlüsse ziehen zu können, damit ihrer Neugier Nahrung gegeben wird. Auf diese Weise ermöglicht man ihnen, ihrer Neugier nachzugehen und kreative Deutungs- bzw. Interpretationsversuche wagen zu können.

Es ist also nicht die Intention, den Kindern bestimmte Konzepte (z.B. formschlüssig, kraftschlüssig, stoffschlüssig, vgl. „Prinzipien der Verbindungstechnik“), im Sinne einer Beschleunigungs-Didaktik, überzustülpen, sondern es geht

darum, die Kinder bei Erfahrungen und Entdeckungen von Technik zu begleiten und zu unterstützen.

In der Primarstufe reicht es aus, wenn die Lehrperson den Kindern fachwissenschaftlich ein kleines Stück voraus ist. Also gerade so, dass sie gut nachvollziehen kann, worüber die Kinder bei Interpretationsversuchen stolpern und wo ihre je individuellen Verständnisprobleme liegen könnten. Dass Lehrpersonen dabei selbst neugierig sind, scheint zentral, um sich und die Kinder für die Sache begeistern zu können.

### **2.3 Die soziale Ebene: Kindliche Bildungsprozesse im Bereich Verbindungstechnik - Überlegungen zu Anforderungen an einen fachdidaktischen Rahmen**

Die E-Learning-Module beinhalten auch Filmsequenzen. In diesen werden Schülerinnen und Schüler von verschiedenen Primarschulen mit unterschiedlichen Materialien und Problemstellungen des Themenfelds „Verbindungstechnik“ konfrontiert und dies protokolliert. Es handelt sich dabei nicht um sog. „best practice“ Fälle (mustergültiger Unterricht mit mustergültigen Kindern und Lehrpersonen), sondern um „real life“ Fälle (auch gemäss der Auffassung, dass es die „richtige“ Pädagogik nicht gibt).

Diese Filmsequenzen (die teilweise mit dazugehörigen Transkripten angeboten werden) können vielfältig genutzt werden. Sie können zum Nachdenken anregen über kindliche Bildungsprozesse im Bereich „Verbindungstechnik“ oder allgemein über technische Bildung auf der Primarstufe sowie über Anforderungen an den fachdidaktischen Rahmen.

Folgende Aspekte können dabei an- und weitergedacht werden:

**a) Unterschiedliche Zugänge und Lösungen**

Bei der Auseinandersetzung der Kinder mit Materialien, technischen Erscheinungen und Problemstellungen fiel auf, dass die Kinder individuell sehr unterschiedliche Zugänge nutzten und zu sehr unterschiedlichen Lösungen kamen.

Manche Kinder stürzten sich beispielsweise in Konstruktionsarbeiten, manche dachten zuerst nach, wieder andere orientierten sich an vorhandenem Material oder an der Tätigkeit ihrer Mitschülerinnen und -schüler (vgl. z.B. die Sequenzen zum Bau einer Klammer; bezüglich der Lösungen der Kinder fiel hier insbesondere auf, dass diese Lösungen oft überraschend einfach sowie im Vergleich zur realen Klammer anders ausfielen, und oft Vorteile aufwiesen).

Insbesondere das Ausprobieren scheint ein Modus zu sein, der vielen Kindern im Primarschulalter entgegenkommt. Im Ausprobieren bemerken sie beispielsweise, was funktioniert und was nicht (wann sie beim Drehen z.B. ein Widerlager brauchen oder in welche Richtung gedreht werden muss, um eine bestimmte Wirkung zu erzielen, vgl. z.B. Sequenzen zum Bau eines Flaschenträgers). Viele Kinder zeigten kein Interesse daran, vor dem ausprobierenden Handeln Hypothesen zu formulieren bzw. Vermutungen aufzustellen – dies sollte also auch nicht von den Kindern eingefordert werden, zumal bislang nicht klar ist, ob die Fähigkeit dazu von Kindern der Primarschule bereits entwickelt ist.

Beim Ausprobieren griffen die Kinder auch auf Trial and Error-Verfahren zurück. Diese bieten sich insbesondere an, wenn das verwendete Material günstig ist und viel davon vorhanden ist (vgl. z.B. Flaschenträger-Bau: vor allem Papier wird benötigt). Bei der Verwendung teuren Materials muss man anders vorgehen – ein Dialog mit den Kindern darüber ist möglich.

Beim Zugang mittels Ausprobierens ist es möglich, die Aufgaben- bzw. Problemstellungen so zu modifizieren, dass der Aspekt „Verbindungstechnik“ stärker betont und bewusst gemacht wird. Nach einer anfänglichen freien Phase des eigengeleiteten Ausprobierens im Fall des Baus eines Flaschenträgers kann den Kindern beispielsweise der Auftrag gegeben werden, einen Flaschenträger zu bauen, bei dem mindestens drei verschiedene Verbindungstechniken eingesetzt werden. Oder es soll nochmals ein Flaschenträger gebaut werden, bei dem ausschliesslich die Verbindungstechnik des Schraubens angewendet wird (was die Kinder vielleicht überrascht, weil sie es aus dem Alltag her kaum kennen, dass Papier verschraubt wird - hier tritt eine Art kontraintuitiver Effekt bzw. eine Irritation auf, was stimulierend sein kann). Oder man fordert die Kinder auf, in Kleingruppen jeweils eine bestimmte Verbindungstechnik (ggf. mit dazugehörigem Werkzeug) zu verwenden und anschliessend die Konstruktionen der Gruppen zu vergleichen. So lässt sich dafür sorgen, dass nicht alle Kinder mit denselben Mitteln, z.B. dem Bostitch oder mit Klebstoffen, arbeiten, und dass die Verbindungstechnik stärker ins Bewusstsein der Kinder gerät. Mit wenig Aufwand lässt sich das Vorgehen variieren.

Nicht nur in Bezug auf die Fertigungsweise, sondern auch in Bezug auf Lösungen kann das Formulieren bestimmter Anforderungen oder Aufgaben ein Mittel dafür sein, Bewusstsein für bestimmte Aspekte zu schaffen. Wiederum am Beispiel des Bauens eines Flaschenträgers lässt sich dies gut darstellen. Es ist denkbar, die Anforderung so zu formulieren, dass es die Funktion des Flaschenträgers ist, die Flasche mit einer Hand tragen zu können. Möglich ist aber auch die Aufgabenstellung, einen möglichst ästhetisch gelungenen Flaschenträger herzustellen. Indem man die Anforderungen variiert, verstehen die Kinder, dass auch in der Produktentwicklung und -gestaltung ähnliche Überlegungen und Anforderungen eine Rolle spielen können. Die Kinder erfahren so zudem, dass Input in der Form von Anforderungen und Rahmen-

bedingungen den gesamten Konstruktionsprozess beeinflusst. Im Anschluss an verschiedene Aufgaben bietet es sich an, eine Diskussion mit den Schülerinnen und Schülern über solche Themen zu führen.

Anstelle von Aufgaben, die Funktion oder Gestaltung vorgeben, ist es auch denkbar, Prozessabläufe vorzugeben. So könnte man den Schülerinnen und Schülern bei bestimmten Verbindungstechniken vordefinierte Prozessabläufe vorgeben. Man könnte sie z.B. darum bitten, zunächst eine Sachzeichnung anzufertigen und dann erst einen Gegenstand zu konstruieren.

Bezogen auf die Sachzeichnung ist es möglich, wiederum Anforderungen zu definieren. Zum Beispiel kann die Aufgabe gestellt werden, dass die Sachzeichnung als Anleitung für Nachbauer des Produkts funktionieren soll.

Denkbar ist auch eine Präsentation der einzelnen Sachzeichnungen und dazugehörigen Konstruktionen (z.B. Flaschenträger, Wasserräder) durch die Kinder, bei der diese erklären, auf welchem Weg sie zu ihrem Produkt gekommen sind, wie sie es also entwickelt haben.

Aufträge und Anforderungen können insgesamt helfen, Zusammenhänge von Form und Funktion bzw. die Abhängigkeit der Form vom Material oder dem Produktionsprozess bewusst zu machen.

### **b) Erfahrung und Erschliessung**

Die Schülerinnen und Schüler scheinen insbesondere von der bereits erläuterten konkret-logischen Erfahrung zu profitieren sowie von einem ganzheitlichen Erfahrungssammeln (mit allen Sinnen), vom Herstellen von Beziehungen und vom Bilden von Analogieschlüssen. Dies zeigt sich in den Filmsequenzen.

Manche Kinder stellten Beziehungen zwischen verschiedenen Materialien und Verbindungstechniken fest. Zum Beispiel erklärten sie, dass der Dübel in der Wand genauso halte, wie die Schraubzwinge ein Stück Holz, nur umgekehrt. Damit erkannten sie das Prinzip des Kraftschlusses. Oder einige Kinder erfanden eine Holzklammer mit verstellbarem Drehpunkt und konnten dann eine Beziehung zum Klammerbrett und der Hebelwirkung herstellen.

Auf bestimmte Prinzipien bzw. Gesetzmässigkeiten kamen die Kinder entweder von selbst oder im Dialog mit Erwachsenen. Ein Beispiel: in einer Filmsequenz zur Untersuchung des Klettverschlusses legt ein Mädchen zwei Schaumstoffplatten mit Noppen in der Art eines Klettverschluss-Modells aufeinander und bewegt sie in verschiedene Richtungen gegeneinander. Sie beobachtet und kommentiert, wie sich die beiden Platten ineinander verhaken, ob sie sich gegeneinander verschieben lassen oder nicht. Damit erkennt sie – ohne sich der Fachbegriffe zu bedienen – Kräfte, die bei dieser Art der Verbindung auftreten und Richtungen, in die diese Kräfte wirken. Sie modelliert den Unterschied von Haftreibung und Schälbeanspruchung, natürlich auch dies, ohne die Begriffe zu kennen oder zu nennen.

Die Schülerinnen und Schüler schliessen oft vom Bekannten auf das Fremde, und zwar sehr häufig mittels Analogieschlüssen. Ein Junge, 9 Jahre alt, sagte beispielsweise beim Untersuchen eines Reissverschlusses (siehe Filmsequenz Reissverschluss): „Wenn der Reissverschluss, also, wenn er aufgehen soll, kommt er ja von hier und dann, also kommt er von hier, und dann hat es hier so wie ein, wie ein Messer, so wie eine Wand, wie beim Tunnel, und dann wird es so getrennt, und wenn es zugehen soll, wird es hier zusammengemacht, hier vorne, weil es zusammengedrückt wird.“ Und ein Mädchen sagte, nachdem sie sich den unvertonten Film „Dübel“ angesehen hatte: „Aha. Das ist so wie wenn man einen Stein ins Wasser wirft. Da geht das Wasser dann auch zur Seite.“

Diese und ähnliche Äusserungen können die Frage aufwerfen, wie mit solchen Vergleichsziehungen der Kinder im pädagogischen Kontext umgegangen werden kann. Es scheint vieles dafür zu sprechen, diese Analogien der Kinder aufzugreifen und zu verwenden, um technische Erscheinungen zu beschreiben und ggf. zu erklären.

Wenn z.B. das Kind im Fall des Dübels sagt, der Stein verdränge das Wasser, dann kann man das aufgreifen und sagen: „Ja, wenn die Schraube in den Dübel hineingeht, verdrängt sie den Kunststoff des Dübels, die Schraube verformt den Dübel. Aber dahinter kommt die harte Wand. Wie geht es da weiter? Was wäre, wenn die Wand aus Schaumstoff wäre und nicht so hart? Dann würde dieser Schaumstoff auch verdrängt werden. Was ist aber los, wenn die Wand hart ist? Hartes lässt sich nicht verdrängen. Der Kunststoff des Dübels drückt gegen die Wand. Das Ganze hält durch Reibung, dadurch, dass sich die Stoffe berühren.“

Die bisherigen Erfahrungen nützen den Schülerinnen und Schülern für Erschliessungsprozesse. Gleichzeitig sammeln sie im Rahmen der Auseinandersetzung mit Verbindungstechnik neue Erfahrungen, z.T. auch Erfahrungen, die über das eigentliche Thema hinausgehen (z.B. interessieren sich die Kinder in den Filmsequenzen „Klammerbrett“ erkennbar für die Gewichte, z.B. das 1-Gramm-Gewicht und das 20-Gramm-Gewicht und sammeln Erfahrung, wie z.B. 20g aussehen, sich anfühlen, in der Hand liegen etc.; auch ästhetische Momente spielen hier mit hinein).

Modelldenken, das ansatzweise abstrakt-logisches Denken beinhaltet, lässt sich gut mit Hilfe der Verbindungstechnik einführen. So können die Kinder selbst Modelle herstellen, z.B. das Modell eines Reissverschlusses oder eines Druckknopfs. Sie können sich aber auch entsprechende Modelle anschauen und sie mit den realen Objekten

vergleichen. Bei den Filmsequenzen zum Knopf lässt sich z.B. beobachten, dass die Kinder die realen Druckknopfteile neben das Modell legten und die Teile des Modells und des realen Objekts einander zuzuordnen versuchten. Dafür, dass ein Modell ein Abbild des realen Objekts ist, aber nicht das Original selbst, kann allmählich ein Bewusstsein entstehen. Auch dafür, dass ein Modell eine Verkürzung/Vereinfachung ist und nicht alle Eigenheiten des Originals enthält.

Dass bei den Schülerinnen und Schülern noch Unklarheiten bezüglich bestimmter Sachverhalte oder Funktionsweisen vorliegen zeigt sich vor allem in der sprachlichen Ausdrucksform. Dinge, die unklar sind, fallen sprachlich quasi „weg“. Es werden anstelle von konkreten Aussagen oder Begriffen Platzhalter wie zum Beispiel "es" oder "hier" verwendet (vgl. z.B. die Filmsequenzen zum Klammerbrett oder die Filmsequenz zum Anschauen unterschiedlicher Klammern). Dies ist im Hinblick auf die pädagogische Diagnostik interessant, weil sich daran gut ablesen lässt, was den Kindern schon klar/verständlich ist und was noch nicht.

Den Kindern Zeit (Musse) zu geben, scheint zu begünstigen, dass es zum Erzählen und Erinnern von Erfahrungen kommt - diese Erfahrungen können sich als sehr fruchtbar für Erschliessungs- und Konstruktionsprozesse erweisen. Kindliche Erfahrungen müssen bruchlos in die pädagogische Praxis integriert werden. Für Bildungsprozesse ist es wichtig, dass auf Äusserungen der Kinder eingegangen wird. Äusserungen, auch wenn sie im ersten Moment noch so abwegig erscheinen, sollten nicht übergangen werden. Ausweichbewegungen, Konzeptfokussierung, fehlendes Bewusstsein für die Reziprozität der Perspektiven, Halbwissensantworten und ungefragte Erklärungen können kindliche Neugier negativ beeinflussen; dialogisches, sozial-kooperatives Erschliessen hingegen kann kindlicher Neugier Nahrung geben.

### c) Kreativität

Es fällt in sehr vielen Filmsequenzen auf, dass die Schülerinnen und Schüler sehr kreative Lösungen entwickeln (vgl. z.B. die Filme „Klammer“ und „Flaschenträger“).

Die Kinder scheinen besonders dann kreativ und motiviert zu sein, wenn sie erahnten bzw. den Eindruck haben, dass sie aus eigener Kraft zu einem Schluss oder zu einer Lösung gelangen können und auch dürfen. Dies ist gut zu beobachten in den Filmsequenzen zur Schlauchverbindung: die Kinder wurden an dieser Station gebeten, eine Schlauchverbindung zwischen zwei Wasserfässern herzustellen, die möglichst dicht ist, so dass das Wasser aus der einen Tonne in die andere Tonne geleitet werden kann und dabei möglichst wenig Wasser verloren geht.

Die Kinder hatten zunächst nur Schläuche mit grossem und kleinem Durchmesser zur Verfügung, sowie verschiedene Materialien, wie Klebeband und Draht. Später wurde ihnen dann gezeigt, welche Teile es in Baumärkten zu kaufen gibt, um Schläuche miteinander zu verbinden und sie konnten auch diese benutzen. Sie waren beim Entwerfen von Lösungen mit diesen Materialien sehr kreativ und in ihren Äusserungen zeigt sich, dass sie von Anfang an überzeugt sind, mit Hilfe dieser Materialien eine gute Lösung zu finden.

Kreativität leidet mitunter wenn sich Kinder einer Art Test- und Prüfungslogik ausgesetzt sehen oder diese unterstellen. Dann steht für sie nämlich häufig die Frage, ob ihr Handeln oder ihre Konstruktion „richtig“ oder „falsch“ ist, im Vordergrund und überlagert Prozesse des Explorierens und/oder Konstruierens. Authentisches Explorieren und Konstruieren, das der Sache wegen erfolgt und von Neugier angetrieben ist, erfordert hingegen eine Haltung, bei der „richtig ist, was mir gefällt“ bzw. „richtig ist, was funktioniert, so, wie ich es will“ oder „richtig ist, weil mir etwas Bestimmtes wichtig ist“.

Im Hinblick auf Kreativität sind daher auch die Problemstellungen entscheidend. Die Schülerinnen und Schüler sollten stets wissen, ob sie frei sind in ihren Entscheidungen oder ob es Vorgaben gibt. Eine gute Problemstellung bedeutet, dass hier für die Kinder ein echtes, für sie relevantes Rätsel bzw. eine Herausforderung besteht. Authentisch sind dann Problemstellungen wie beispielsweise „Transportiert Wasser vom ersten Fass ins zweite Fass, so dass möglichst wenig Wasser verlorenght“ (vgl. Schlauchverbindungen) oder „Findet heraus: Wie funktioniert eine Tür? Sie muss zum einen ja fest zwischen den Wänden halten, aber zum anderen sich leicht öffnen lassen?“.

### d) Genderfragen

In einigen Filmsequenzen (vgl. z.B. Herstellung von Nussknackern – Schraubgewinden) zeigte sich, dass einige Kinder, darunter viele Mädchen, weniger Technik-Erfahrungen mitbringen als andere. Das Ermöglichen von Erfahrungen gewinnt auch vor diesem Hintergrund an Priorität gegenüber kognitiver Vermittlung. Den Kindern mit weniger Erfahrung muss sehr viel mehr Zeit (Musse) gelassen werden, so dass sie nicht unter Druck gesetzt werden und stattdessen in Ruhe Bildungserfahrungen sammeln können. Es kann eine Möglichkeit darstellen, kleinere Gruppen mit Kindern ähnlichen Erfahrungshintergrunds zu bilden (auch „Greenhorn-Gruppen“ genannt). Auch das Einrichten einer genügenden Anzahl von Einzelarbeitsplätzen kann eine geeignete Unterstützungsform darstellen.

Unterstützung sollte stets angeboten, aber den Kindern nicht aufgedrängt werden. Von zentraler Bedeutung sind eine Fehlerkultur und ein vorbildlicher, transparenter Umgang mit unterschiedlichen Wissens- und Könnens-Hintergründen.

Die Variation von Aufgaben- bzw. Problemstellungen kann dazu führen, dass sich Kinder in verschiedenen Bereichen als unterschiedlich kompetent erleben können (z.B. Aufgaben mit

Schwerpunkt auf Funktionalität und Aufgaben mit Schwerpunkt auf Ästhetik), ohne ihre Kompetenzen pauschal negativ einzustufen.

### e) Arbeitsbündnis

Die Einrichtung eines authentischen Arbeitsbündnisses zwischen allen an Erschliessungsprozessen beteiligten Personen ist in der Primarstufe von zentraler Bedeutung für die Entstehung von Bildungsprozessen.

Voraussetzungen für ein Arbeitsbündnis sind, dass alle im Prozess beteiligten Personen als ganze Personen (nicht rollenförmig) auftreten, eine Kooperation auf der sozialen und inhaltlichen Ebene besteht, das Geschehen durch grösstmögliche Authentizität gekennzeichnet ist (originale Objekte, authentische Haltungen) und Bildung als krisenhafter und daher nicht standardisierbarer und normierbarer Prozess verstanden wird. Ein derartiges vertrauensvolles Arbeitsbündnis mit entsprechendem Vertrauen und entsprechender Fehlerkultur ist die Basis für fruchtbare Bildungsprozesse.

Zu einem derartigen Arbeitsbündnis gehört auch eine späte und sparsame Interventionspraxis seitens der Lehrpersonen. Kindern sollten möglichst viele Freiräume gegeben werden. In erster Linie, um zu beobachten, was von selbst im Bildungsprozess der Kinder thematisiert wird, aber auch, um zu erkennen, wo kindliche Interessen hinweisen. Daran kann angeknüpft und den Kindern die Chance gegeben werden, eigene Erfahrungen zu sammeln und Vorstellungen zu generieren.

Zur späten Intervention gehört auch das Einführen von Begriffen. Wenn die Kinder die Möglichkeit haben, auf technische Erscheinungen aufmerksam zu werden und sie zunächst mit ihren eigenen Worten beschreiben und ggf. erklären zu dürfen, entwickeln sie Vorstellungen. Dies ist die

Voraussetzung dafür, dass die Kinder später beim Nennen von Begriffen aus der Fachdisziplin in der Lage sind, diese mit ihren eigenen Vorstellungen zu verknüpfen.

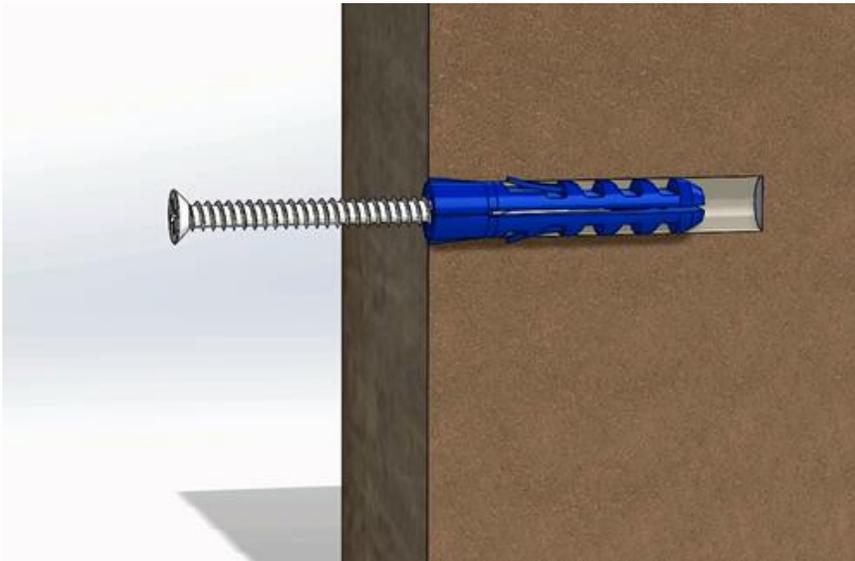
Bis zum Beweis des Gegenteils sollten Pädagoginnen und Pädagogen davon ausgehen, dass die Kinder sich bei dem, was sie tun, etwas Interessantes und für sie Relevantes denken. Ein Beispiel: bei der Aufgabe, Wasser mit Hilfe von Schlauchverbindungen in ein anderes Fass umzuleiten, lies sich beobachten, dass die Kinder in die Schläuche pusteten. Dies hätte sich vielleicht als scheinbarer Blödsinn zu tadelnde Aktion deuten lassen. Beim Abwarten und genauerem Hinsehen entpuppte sich die Handlung aber als selbst ersonnener Test zum Prüfen der Dichtigkeit. Die Kinder wollten testen, ob die verbundenen Schläuche noch Luft durchliessen. Wenn Luft rauskäme, würde auch Wasser durchsickern.

Der Anspruch, Erfahrungen mit Technik zu ermöglichen, sollte nicht in einer Technikvermittlung qua Intervention und Erklärung Ausdruck finden. Das heisst aber nicht, dass Interaktion und Dialog zwischen Kindern und Erwachsenen ausgeschlossen werden sollten – sie sollten so authentisch wie möglich stattfinden. Aber gezielten Interventionen oder Erklärungen sollte ein längerer Vorlauf an geduldiger Beobachtung und Zurückhaltung vorweggehen.

Der Mehrwert einer späten Intervention bzw. Erklärung bezogen auf Bildungsprozesse liegt darin, dass die Kinder sich zunächst selbst versuchen können und sich bei ihnen ein Interesse entwickeln kann, also die Basis entsteht, auch für eine Öffnung für und ein Interesse an Erklärungen von aussen. Die Erfahrung als nicht dirigierter Bildungsprozess sollte als eigentliche Faszination begriffen werden. Kindlichen Erfahrungen sollte eine grosse Aufmerksamkeit und Wertschätzung entgegengebracht werden.

### III Transkripte

#### 3.1 Transkript-Ausschnitt Dübel



„Aha. Das ist so wie wenn man einen Stein ins Wasser wirft. Da geht das Wasser dann auch zur Seite.“

(Mädchen, 9 Jahre alt, beim Ansehen des unvertonen Films Dübel)

#### 3.2 Transkript-Ausschnitt Reissverschluss

„Also wenn der Reissverschluss, also wenn er aufgehen soll, kommt er ja von hier und dann also kommt er von hier und dann hat es hier so wie ein Messer so wie eine Wand so wie bei einem Tunnel und dann wird es so getrennt und wenn es zugehen soll, wird es hier zusammengemacht. Hier vorne. Weil es hier zusammengedrückt wird.“

(Junge, 9 Jahre alt, beim Untersuchen von Reissverschlüssen)



### 3.3 Transkript zu Film Klammerbrett (007)



M (Mädchen, 3. Klasse)

GJ (grosser Junge, 3. Klasse)

KJ (kleiner Junge, 1. Klasse)

LP (Lehrperson der Kinder)

T (Techniker der HT FHNW)

M. hat sich das grösste Gewicht genommen und es auf die Klammer ganz links gesetzt.

GJ nimmt ein mittleres Gewicht und stellt es auf die Klammer ganz rechts (Klammer ohne angeklebten Hebelarm)

GJ: Da geht ´s nicht.

GJ setzt jetzt das Gewicht eine Klammer weiter.

M. setzt ihr Gewicht auf die freigewordene rechte Klammer.

GJ: Da geht ´s auch nicht. (kommentiert den Vorgang, dass sein Gewicht nicht in der Lage ist, den Klammerarm der zweiten Klammer herunterzudrücken)

GJ, sein Gewicht weiter umsetzend, immer eine Klammer weitergehend: Da geht ´s auch nicht. Da geht es ein bisschen.

M. nimmt ihr Gewicht und stellt es auf die zweite Klammer.

KJ: Ja! (hat das ganz kleine 1 g Gewicht gefunden und setzt es auf die rechte Klammer)

GJ, sein Gewicht auf die linke Klammer stellend: Schau, der geht.

M. nimmt das kleine Gewicht von KJ: Der ist zu leicht.

M. stellt das kleine Gewicht zurück in den Kasten.

GJ nimmt noch einmal sein Gewicht und stellt es wieder auf die rechte Klammer.

GJ: Schau. Schau F. (Name der Lehrerin). Da geht ´s nicht.

GJ, sein Gewicht eine Klammer weiter setzend, das Gewicht jeweils immer hinstellend und dann loslassend: Da geht´s auch nicht. Da geht´s auch nicht. Da geht´s ein bisschen.

LP: Okay.

GJ setzt sein Gewicht auf die letzte Klammer ganz links.

M. nimmt sich das grösste Gewicht und stellt es auf die Klammer ganz rechts.

LP: Was willst du wissen? Mit wie viel Druck du - ?

M: Ahh!

GJ: Also. Ja. Wie viel Druck sie brauchen.

GJ lässt sein Gewicht über die Klammerreihe wandern, ohne es jeweils abzusetzen und loszulassen: Da geht´s nicht, da geht´s nicht.

M. setzt ihr Gewicht auf die zweite Klammer. M: Hier geht´s.

GJ, weiter: Da geht´s nicht, da geht´s ein bisschen, da geht´s ganz runter.

M. mit ihrem Gewicht jetzt auch die Reihe abprüfend: Hier geht´s, hier geht´s, hier geht´s, hier geht´s.

GJ: Ah!

LP: Warum geht es bei der S. (Name des M.) überall?

GJ: Weil es das schwerste ist. Aber.

GJ nimmt das kleinste Gewicht mit einer Pinzette und setzt es auf die rechte Klammer.

Alle schauen.

M: Das geht glaube ich gar nicht.

GJ: Geht nicht.

LP: Ist das ein hübsches.

KJ nimmt das grösste Gewicht und setzt es auf die zweite Klammer von rechts.

KJ setzt das Gewicht auf die dritte Klammer. Das Gewicht rutscht ab und fällt.

M: Oh.

GJ setzt das kleine Gewicht mit der Pinzette auf die zweite Klammer, dann auf die dritte.

M: Nein. Probier mal auf dem (weist auf die linke Klammer)

GJ: Warte.

GJ setzt die Reihe fort, setzt das Gewicht auf die vierte Klammer.

M: Nein.

GJ setzt das Gewicht auf die letzte Klammer ganz links.

M: Nein.

GJ: Nein.

LP: Aber das ist ganz herzig.

M. nimmt ein etwas grösseres Gewicht, probiert die Reihe durch, kommentiert jeweils mit „geht nicht“.

KJ hat auch ein Gewicht und probiert die Reihe durch. Kommentiert ebenfalls. KJ: Mit dem geht 's nicht, mit dem geht 's nicht. Mit dem knapp nicht.

GJ holt ein Gewicht aus dem Kasten. Zur LP gewandt: 20 g schwer.

GJ setzt das Gewicht ganz rechts auf die Klammer.

LP: Musst schauen, ab wann dass es geht.

GJ: Ja. Ab so. Ab 100 g geht das aber.

KJ, in den Kasten schauend, zur LP: Ich hab 1 g.

M. Schau F. (Name), erst ab 100 g bleibt es oben.

LP: Überall? Oder das vorderste?

M: Das vorderste geht erst mit...

Probiert mit einem Gewicht aus.

M: Nein.

M. stellt das Gewicht eine Klammer weiter.

M: Nein.

Stellt das Gewicht noch eine Klammer weiter.

M: Nein.

T: Was hat denn das Ganze jetzt mit der Klammer zu tun?

M: Äähm. Hm.

T: Ist denn die Klammer verschieden?

GJ: Wenn es hier grösser ist (zeigt auf die Hebelarme), dann hält das Gewicht hier drauf (zeigt auf den kürzesten Hebelarm), weil wenn hier Gewicht drauf kommt ist das hier auch noch ein bisschen schwer und hier (drückt die Klammern der Reihe nach mit zunehmender Hebelarmlänge durch) geht das leichter runter.

### 3.4 Transkript zu Klammerbrett (008)



T (Techniker der HT FHNW)

LP (Lehrperson)

GJ (grosser Junge, 3. Klasse)

KJ (kleiner Junge, 3. Klasse)

GM (grosses Mädchen, 3. Klasse)

KM (kleines Mädchen, 3. Klasse)

T: Ihr könnt mal überlegen, was passiert, wenn ihr jetzt hier Gewichte drauf tut.

KM. drückt die Klammerarme einzeln nacheinander herunter, beginnt dabei mit dem längsten, nutzt wie beim Klavierspielen für jede Klammer einen Finger.

GJ: Bow, was ist das? (Nimmt ein ganz kleines Gewicht aus dem Holzblock heraus) Schau! (Sich nach KJ umschauend).

KJ: Was ist? Oh das ist ein kleines Gewicht.

GJ: Bow, das ist zu schwer für mich (schauspielernd).

KJ nimmt sich auch ein Gewicht heraus, das grösste.

T: Als nächstes müsst ihr euch fragen, sind die jetzt...

KJ (ihn unterbrechend): Nein, das kriegt am wenigsten Gewicht (zeigt auf die Klammer mit dem langen Arm), weil es... (bricht ab und lässt T. weitersprechen, fährt aber dabei einmal die Länge der Klammer mit dem Finger ab, auf die er gezeigt hatte)

T.: Sind die alle gleich? (auf die einzelnen Klammern zeigend – nicht auf die Hebelarme zeigend).

GJ stellt sein kleines Gewicht auf den kürzesten angeklebten Hebelarm (zweite Klammer), greift dabei über KJ's Arm drüber.

KJ: Darf man sagen, welches am wenigsten Gewicht drauf kriegt? (Tippt während er spricht mit dem Zeigefinger auf den längsten Hebelarm der letzten Klammer).

GJ tippt auch kurz einmal mit dem Zeigefinger darauf.

KJ: Also, ich weiss, welches.

GM: Hier. (drückt den längsten Hebelarm herunter).

GJ: Ja, das da (zeigt mit dem Zeigefinger auf den längsten Hebelarm, ihn dabei leicht drückend)

GM drückt auch mehrmals mit dem Zeigefinger auf den längsten Hebelarm.

KJ: Ja, das da. Das ist am nächsten gleich zum Ding (zeigt auf die Tischplatte). Das kürzeste kriegt am meisten eigentlich. (KJ nimmt sich das grösste Gewicht und stellt es auf die äusserste Klammer, die ohne Hebelarmanklebung).

GJ stellt ein mittelgrosses Gewicht auf die Klammer mit dem grössten Hebelarm am Ende des Klammerbretts, der Hebelarm geht herunter und berührt den Boden.

KJ stellt das grösste Gewicht auf die Klammer ohne angeklebten Hebelarm.

GM. hält Kopf leicht schief und beobachtet die belastete Klammer mit dem Gewicht, das KJ auf die vorderste Klammer gestellt hat, schräg von der Seite.

GM. nimmt sich auch ein kleines Gewicht.

GJ: Mann!

GM. stellt ihr Gewicht wieder zurück.

KJ: Das geht nicht (sich auf GJs Gewicht und Klammer beziehend). Das hebt (aufs eigene Gewicht und die Klammer beziehend). KJ lässt das Gewicht demonstrativ los, dieses steht, ohne dass sich der Schenkel nach unten bewegt). Schaut!

GJ: Aber, und da? (stellt das grosse Gewicht auf die benachbarte Klammer um, die erste mit angeklebtem Hebelarm. Lässt das Gewicht los. Der Arm der Klammer geht nach unten und kommt auf dem Boden zu liegen)

KJ: Aber das wird heben, das kleinste hebt es. (während er spricht stellt er das Gewicht wieder auf die äusserste Klammer ohne angeklebten Hebelarm, dieser bewegt sich nicht). Schau.

GJ: Ja, aber dann da.

GJ nimmt ihm das Gewicht aus der Hand, noch bevor er es loslassen kann und stellt es wieder auf die Nachbarklammer.

KJ: Weil es nicht so gross ist.

GJ: Oh wir können ja mehrere Gewichts-... (wird von KJ unterbrochen)

GM. nimmt sich ein mittelgrosses Gewicht aus dem Kasten.

KJ: Bei dem geht's, bei dem geht's gleich runter (stellt das grosse Gewicht auf die letzte Klammer; der Hebelarm senkt sich und kommt auf den Boden zu liegen). Bei dem nicht (stellt das grosse Gewicht auf die Klammer mit dem kürzesten angeklebten Hebelarm).

GM. hat das Gewicht auf die Klammer mit dem zweitlängsten Hebelarm gestellt. Kaum lässt sie das Gewicht los, greift schon GJ danach und nimmt es an sich.

GJ zu KJ: Da geht es auch schon (stellt ein kleineres Gewicht auf die Klammer mit dem kürzesten angeklebten Hebelarm, dieser bewegt sich leicht nach unten). Und bei dem (stellt das Gewicht auf die dritte Klammer).

LP interveniert, macht die Kinder darauf aufmerksam, dass KM Hilfe braucht. GM und KJ drehen sich zu KM um, gehen zu ihr.

GJ stellt ein paarmal das grosse Gewicht um.

KJ kommt zu GJ zurück. Zeigt auf die Klammer vorne (ohne angeklebten Hebelarm). Das hebt am besten.

GJ: Aber dann das (stellt das grosse Gewicht eine Klammer weiter – es drückt den Hebelarm herunter, rutscht dann ab und fällt auf den Tisch). Oh Jesses.

KJ, auf die Klammer mit längstem Hebelarm zeigend: Das geht, glaube ich am stärksten runter, weil es am meisten Länge, das geht am besten auf den Boden (schwer verständlich).

GM. kehrt zurück.

KJ: Das da geht überhaupt nicht auf den Boden (auf die vorderste Klammer zeigend, diese mehrfach zusammendrückend). Das ist unmöglich.

GJ: Doch, mit einer Tonne geht es schon.

KJ: Jo, mit einer Tonne bricht ´s.

GM. nimmt sich ein Gewicht, stösst dabei aus Versehen das Gewicht, dass GJ gerade auf die hinterste Klammer gestellt hat, um.

T.: Was hat denn das Ganze mit einer Feder zu tun?

GJ: Wie, mit der Feder?

Chr: Mit der Feder von der Klammer?

KJ: Gar nichts.

GJ: Doch.

KJ: Doch, weil sie... (unterbricht sich selbst, zu M. sich wendend:) Hallo, ich habe überhaupt keinen Platz mehr.

GM. stellt noch ein Gewicht auf den Hebelarm der hintersten Klammer, zieht dann die Hand zurück.

KJ: Wenn dieses jetzt am (berührt die hinterste Klammer), es geht ja nur, wenn ´s hier (drückt die vorderste Klammer ohne Hebelarm auf).

GJ: Oh, es rutscht (hantiert mit Gewicht, das vom Hebelarm abrutscht).

KJ, die vorderste Klammer ohne Hebelarm berührend.

KJ: Nur bis hier unten. (zeigt auf das Ende der Klammer, die zwar geschlossen ist, aber den Boden nicht berührt). Und je länger es ist, geht es weiter nach hinten....

GJ: Es braucht mehr Kraft.

KM kommt hinzu, stellt sich hinter KJ.

KJ: ...und wenn es dann nach unten geht (drückt die kleine Klammer ohne Hebelarm), wegen der Länge geht es ja so (deutet mit dem Finger in der Luft eine Art Verlängerung des Hebelarms Richtung Boden an) so runter. Und wenn es jetzt so kurz ist (betätigt zweimal die Klammer daneben mit dem kurzen Hebelarm), das kann ja nicht runtergehen.

GJ: Doch.

KJ betätigt die dritte Klammer.

KJ: Das geht schon runter (bestätigt die nächste Klammer) das geht schon runter und das geht auf jeden Fall (letzte Klammer betätigend), weil das ist.

GJ stellt ein Gewicht auf die Klammer mit dem kürzesten angeklebten Hebelarm.

GJ: Das geht. Schau mal.

KJ: Ja, aber nicht auf den Boden. Das kann nicht auf den Boden, weil es zu kurz ist (betätigt die vorderste Klammer ohne angeklebten Hebelarm). Wenn es so lang ist (nimmt ein Gewicht, das auf der hintersten Klammer mit dem langen Hebelarm steht, weg), dann geht es einfach auf den Boden.

GJ: Ja.

GM. drückt nacheinander einzeln mit dem Finger die Klammern herunter, beginnend mit der kürzesten.

KJ: Das geht überhaupt nicht, weil es zu kurz ist (betätigt die kleine Klammer).

GJ betätigt die grosse Klammer.

GM. drückt die Klammern von Hand wieder nacheinander herunter, diesmal von der Klammer mit dem längsten zur Klammer mit dem kürzesten Klammerarm.

KM nimmt sich ein Gewicht aus dem Kasten.

GJ: Also wir müssen jetzt alle auf den Boden bringen.

KJ: Das geht nicht. Man kann die nicht (zeigt auf die kürzeste Klammer) auf den Boden bringen.

GJ: Ja, ausser die zwei.

Die beiden Jungen stellen Gewichte hin und her.

GM. nimmt sich ein Gewicht, das auf dem Tisch steht.

KM greift nach einem Gewicht im Kasten.

GJ: Ah, doch ich weiss, wie es auf den Boden geht.

GJ stellt ein ganz kleines Gewicht auf die erste Klammer ohne angeklebten Hebelarm.

GJ: Haha. Nicht so gut.

KM stellt mehrere kleine Gewichte, eins nach dem anderen, auf den Hebelarm einer mittleren Klammer.

T.: Und warum braucht man jetzt hier weniger Kraft (drückt den längsten Hebelarm der äussersten Klammer von Hand herunter) als hier (drückt die Klammer mit dem kürzesten angeklebten Hebelarm herunter, von Hand)?

GJ: Weil...

KJ: Weil das länger ist. Und das ist (zeigt auf die Klammer mit kurzem Hebelarm) so, das ist kürzer, das am kürzesten (auf die vorderste Klammer zeigend und diese bewegend).

KM fährt fort, Gewichte auf ihren Hebelarm hinzuzufügen.

KJ: Oh, ich habe gesteigert. (schauspielernd)

KM nimmt alle kleinen Gewichte herunter, der Hebelarm hat sich nicht bewegt.

GJ, sich ein Gewicht genau ansehen:  
Aber, wie viel ist das?

GJ und KJ sehen auf die Beschriftung. GJ und KJ  
fast gleichzeitig: Das ist 1 Gramm.

GJ: Das schaff sogar ich.

KM sortiert ihre Gewichte wieder in den Kasten zurück.

KJ nimmt sich das 1g Gewicht.

KJ: Das ist ein Gramm. Oh je (schauspielert, tut so, als ob  
seine Hand durch die Gewichte stark nach unten gezogen  
wird).

### 3.5 Transkript zum Film Klammersammlung



EP: erwachsenen Person

J (Junge, 4. Klasse)

J: Das hier ist eine Klammer. Würde ich sagen. Eine Greifzange.

EP: Hm.

J: Mit einem ziemlich starken Gummi.

EP: Bisschen vorsichtig, bitte. Und wie würdest Du die beschreiben?

J: Als eine Greifzange aus Holz. Eine Klammer-Greifzange.

EP: Hm. Und wie funktioniert sie? Die Funktionsweise – wie würdest du die beschreiben?

J: Äähm. Sie.... . Das Gummi spannt sie. Spannt sich dagegen und hält diese beiden Hälften zusammen. Aber mit Kraft kriegt man es trotzdem auseinander. Dann kann man was dazwischen einklemmen. Dann schliesst man es wieder und hat 's.

EP: Hm. Und wenn ich jetzt statt des Gummis einen Bindfaden nehmen würde?

J: Dann würde es nicht gehen, weil der Bindfaden nicht elastisch ist.

EP: Hm. OK. Fertig für das nächste?

J: Ja.

EP: OK. Pass auf. So.

J: Das ist ein Zier-, eine Zierwäscheklammer.

EP: Hm. Hm.

J: Als Vogel verziert. Wie das funktioniert, kapier ich jetzt allerdings nicht.

J: Ah ja, doch, natürlich. Also da ist eben ein kleines Verbindungselement, da ist das zusammen, so dass man es aber trotzdem bewegen kann und das funktioniert wie eine Feder. Das ist hier eben in der Mitte da nicht durchgängig. Und dann, wenn ich das hochmach, dann muss sich das eben ein bisschen zurückbiegen und das verursacht die nötige Spannung.

### 3.6 Analyse: Filmsequenz Klammersammlung



EP: erwachsenen Person

J (Junge, 4. Klasse)

J: Das hier ist eine Klammer. Würde ich sagen. Eine Greifzange.

Analyse: Der Junge identifiziert das Objekt, indem er es benennt als „Klammer“. Er zeigt eine Vermutungsebene an, bestätigt sich selber mit dem ihm wohl bekannten Analogon „Greifzange“, also einem Hilfsmittel, mit dem man etwas fassen kann, indem das Werkzeug eben „greift“. Die äussere Form bestimmt vieles, die Feder ist zunächst noch nicht im Blick, sondern vor allem das „Greifen“.

EP: Hm.

J: Mit einem ziemlich starken Gummi.

Analyse: Das sonderbare „neue“ Element kommt in den Blick und wird auch gerade bestimmt: ein Gummi, und zwar ein ziemlich starkes. Die Merkmalebene ist weiter thematisch.

Die Sachzusammenhangsebene (in diesem Falle die Funktion des Gummis, also „des in die ursprüngliche Position Zurückgehen-Könnens“ scheint ansatzweise auf.

EP: Bisschen vorsichtig, bitte. Und wie würdest Du die beschreiben?

J: Als eine Greifzange aus Holz. Eine Klammer-Greifzange.

Analyse: Der Junge verbleibt auf der Merkmalebene, auf der Ebene des Abgleichs mit ähnlichen bekannten „Dingen“ (Erfahrungskatalog wird durchgeblättert).

EP: Hm. Und wie funktioniert sie? Die Funktionsweise – wie würdest du die beschreiben?

Analyse: Die erwachsene Person versucht, die Funktionsebene von aussen an das Kind heranzutragen.

J: Äähm. Sie.... . Das Gummi spannt sie. Spannt sich dagegen und hält diese beiden Hälften zusammen. Aber mit Kraft kriegt man es trotzdem auseinander. Dann kann man was dazwischen einklemmen. Dann schliesst man es wieder und hat´s.

Analyse: Das Kind beschreibt das, was sinnlich wahrnehmbar ist – das Spannen des Gummis kann man sehen und fühlen (z.B. als Widerstand gegen die eigene Kraftanstrengung). Auch das sichtbare Resultat – es kann etwas eingeklemmt werden – wird angesprochen. Während das Kind spricht, exploriert es; es bedient sich des handelnden Sprechens und des gesprochenen Denkens – es denkt, während es handelt und formt daraus Sätze. Der Junge betont wiederum vor allem den Akt des ihm bekannten Greifens. Er beschreibt den Aufbau seiner sog. „Greifzange“, indem er der Gummi beschreibt

als etwas, was das Ganze zusammenspannt bzw. zusammenhält, also eigentlich macht, dass aus zwei Hälften eine Greifzange wird.

Mit Kraft kann man diese Zange aufbringen, aufzwingen (weil ja der Gummi entgegenhält), und dann kann man sie gebrauchen, eben etwas dazwischen einklemmen. Und dann schliesst man die Greifzange wieder und „hat es“: so funktioniert eine Greifzange, bzw. für solche Abläufe braucht man eine Greifzange.

EP: Hm. Und wenn ich jetzt statt des Gummis einen Bindfaden nehmen würde?

J: Dann würde es nicht gehen, weil der Bindfaden nicht elastisch ist.

Analyse: Was geht nicht, weil der Bindfaden nicht elastisch ist? Das Kind spricht von „es“; damit zeigt es, dass es für diese Funktion noch keine Worte und kaum eine Vorstellung hat. Wäre der Bindfaden eng geschnürt, bräcste man die Klammer gar nicht mehr auf: aus dem Ding, das aussieht wie eine Greifzange, könnte dann gar keine Greifzange mehr werden, weil sie nicht greifen kann. Der unelastische Bindfaden hielte so stark gegen die Kraft, dass gar keine Kraft reicht, um die Klammer aufzuzwingen, damit sie „greifen“ kann.

Das Kind spricht von „elastisch“ – unklar ist, was es mit dieser Eigenschaftsbeschreibung versteht, wie es sich diese Eigenschaft vorstellt, was es damit verbindet. Am ehesten kann auch hier vermutet werden, dass das Kind auf der Merkmalebene bleibt. Elastisch als Model des Federns scheint kaum im Blick zu sein.

EP: Hm. OK. Fertig für das nächste?

J: Ja.

EP: OK. Pass auf. So.

J: Das ist ein Zier-, eine Zierwäscheklammer.

Analyse: Interessant ist die Frage, warum das Kind diese Klammer direkt als Wäscheklammer identifiziert und nicht als Variante einer Greifzange. Auf der Merkmalebene scheint es einen Kategorienunterschied zwischen Werkzeug und Wäscheklammer machen zu können. Vielleicht, weil die Klammerflächen irgendwie anders (breiter) sind und vor allem weil man die Klammer nicht so greifen kann wie eine Greifzange, sondern sie mit zwei Fingern zusammendrücken muss. Also nimmt der Junge offenbar einen Abgleich vor, nicht bloss mit einem Katalog der Dinge, sondern auch mit dem Erfahrungshandlungskatalog. Offenbar kennt das Kind das Wäscheaufhängen mit Klammern, hat eigene Erfahrung mit dem Wäscheaufhängen oder kennt das Wäscheaufhängen vom Zusehen.

EP: Hm. Hm.

J: Als Vogel verziert.

Analyse: Das Kind spricht von einer Verzierung der Wäscheklammer, es unterscheidet also zwischen dem, was für eine Wäscheklammer funktional nötig ist und was Verzierung ist – aber eben auf der Merkmalebene.

J: Wie das funktioniert, kopier ich jetzt allerdings nicht.

Der Junge äussert, dass der Mechanismus ihm noch unklar sei und er sagt damit gleichzeitig indirekt, dass er sich bisher nicht zur Funktionsweise geäussert bzw. Gedanken gemacht hat.

J: Ah ja, doch, natürlich. Also da ist eben ein kleines Verbindungselement, da ist das zusammen, so dass man es aber trotzdem bewegen kann und das funktioniert wie eine Feder. Das ist hier eben in der Mitte da nicht durchgängig. Und dann, wenn ich das hochmach', dann muss sich das eben ein bisschen zurückbiegen und das verursacht die nötige Spannung.

Analyse: Die Metallbügel der Klammer vergleicht der Junge mit dem, was er von einer üblichen Klammer her kennt, der Feder. Auffällig aus seiner Sicht ist, dass es sich nicht um Metallringe, sondern unterbrochene Metallteile handelt. Die Ebene der Funktion bringt er mit dem Ausdruck „Feder“ ins Spiel. Feder verbindet er offenbar mit Metall und gebogenen Drähten – auch in Analogie zur „normalen“ Wäscheklammer.

Mit dem Wort Feder beschreibt er dann, wieder auf der Ebene der Beobachtung und des Erlebens, was passiert, wenn man Teile der Klammer zum Sich-Bewegen bringt. Immer wieder ist es das selber handeln – drücken, greifen – das ihn auf etwas hinweisen lässt und wodurch dann plötzlich neue (Sprach-) Elemente freigesetzt werden – wie schliesslich das Wort Spannung – bei dem wiederum unklar bleibt, welche Vorstellung er davon besitzt.

Die Beobachtung, dass die Metallteile in der Mitte nicht durchgängig sind, ist wohl der Auslöser, den Bogen des Metalldrahtes zu verfolgen. Das Hochmachen verwendet der Junge als Ausdruck für die räumliche Veränderung, das Biegen,

weil die Klammer in der Mitte nicht durchgängig ist, also dort nicht nachgeben kann. Auch wenn der Junge also ausdrückt, dass auch diese Klammer greifen kann und dies vormacht und ausprobiert, wird die Klammer für ihn dennoch nicht auch zur Greifzange. Sie bleibt eine Zierwäscheklammer.