

Otto Böhm
Walter Breunig
Fritz Kaufmann

Lehrerheft

zum

fischertechnik-Schulprogramm SP


(Sonderschul-Programm für
Lernbehinderte)

Serie I, Schülerhefte 1-4

- 1 Der einfachste Wagen der Welt
- 2 Fast ein Auto für Kinder
- 3 Eine Hilfe für kranke Leute
- 4 Einkaufen leicht gemacht

Herausgeber: Arbeitsgruppe Technische Bildung,
Pädagogische Hochschule Heidelberg

Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen 

Georg Westermann, Braunschweig 

1. Auflage 1975

Sämtliche Rechte bei Fischer-Werke, Artur Fischer

Ref. Nr. 25.5/9/5/11

Otto Böhm
Walter Breunig
Fritz Kaufmann

LEHRERHEFT

zum fischertechnik-Schulprogramm SP
(Sonderschulprogramm für Lernbehinderte)

Serie I, Schülerhefte 1-4

- 1 Der einfachste Wagen der Welt
- 2 Fast ein Auto für Kinder
- 3 Eine Hilfe für kranke Leute
- 4 Einkaufen leichtgemacht

Vorwort

Das Lehrerheft zur Serie I des fischertechnik-Schulprogramms SP ist Teil einer Lernorganisation für den Bereich der Technischen Grundbildung, vor allem gedacht für lernschwache Schüler und Schüler der Sonderschule für Lernbehinderte.

Unter Lernorganisation verstehen wir Unterrichtseinheiten, die anhand von Arbeitskarten oder Schülerarbeitsheften für den allein lernenden Schüler auf konkreter Handlungsebene konzipiert sind. Die jeweilige Lernorganisation steht in einem didaktisch geplanten Verhältnis zum Handlungsmedium Lernbaukasten, so daß technische Problemlagen aktualisiert und auf Baukastenebene gelöst werden können.

Die vorliegenden Lernorganisationen bestehen aus den bereitgestellten Konstruktionsaufgaben in Form von Arbeitsheften, aus den vorgefertigten Materialteilen des fischertechnik-Lernbaukastens u-t 1 und dem Lehrerbegleitheft.

Dieses Lehrerbegleitheft soll dazu beitragen, auch den Lehrer in den Handlungsablauf einzubeziehen, vor allem als Helfer und Berater bei auftretenden Verständnis- und Konstruktionsschwierigkeiten, als Gesprächsteilnehmer oder -leiter bei „offenen“ Diskussionsphasen. Es enthält ferner kurze Informationen über die angesprochenen technischen Sachverhalte. Auch sollen dem Lehrer einige Hinweise gegeben werden, wie er die Konstruktionsaufgaben, die nur einen Teil der Technischen Grundbildung repräsentieren, ergänzen kann: durch Aufzeigen und Besprechen relevanter Anwendungsgebiete der technischen Konstruktionen und durch Hinlenkung auf Probleme der Arbeits- und Wirtschaftswelt.

Das Lehrerbegleitheft beinhaltet außerdem die konkreten Lernziele, die als Handlungsziele für die vier bereitgestellten Konstruktionsaufgaben (Schülerhefte) der Serie I (SP) ausformuliert wurden. Damit wird ermöglicht, daß der Lehrer unter Berücksichtigung dieser Ziele seine Maßnahmen in den Rahmen der Lernorganisationen angemessen integrieren kann.

Gliederung:

1	Zielsetzung der Lernorganisation und Erläuterungen grundlegender Begriffe	S. 3
1.1	Realisierungsmöglichkeit einer Technischen Grundbildung in der Schule für Lernbehinderte	S. 3
1.2	Erläuterung der inhaltlichen und prozessualen Lernziele	S. 3
2	Das spezielle didaktische Arrangement der Konstruktionsaufgaben für lernschwache Schüler	S. 4
3	Die Konstruktionsaufgaben und ihre Adressaten	S. 4
4	Vorstufen des Umgangs mit Lernbaukästen	S. 6
4.1	Probierphase	S. 6
4.2	Einübungsphase	S. 6
5	Hinweise zu den einzelnen Heften	S. 6
5.1	Heft 1: Der einfachste Wagen der Welt	S. 6
5.2	Heft 2: Fast ein Auto für Kinder	S. 11
5.3	Heft 3: Eine Hilfe für kranke Leute	S. 15
5.4	Heft 4: Einkaufen leichtgemacht	S. 19

Die Verfasser

1 Zielsetzung der Lernorganisationen und Erläuterungen grundlegender Begriffe

1.1 Realisierungsmöglichkeit einer technischen Grundbildung in der Lernbehindertenschule

Erst seit neuester Zeit hat „Technisches Werken“ im Rahmen der Arbeitslehre auch einen Platz in Richtlinien der Lernbehindertenschule, z. B. in den „Richtlinien und Lehrplänen für die Schule für Lernbehinderte (Sonderschule) in Nordrhein-Westfalen“. Die Schüler sollen nun nicht mehr nur Materialien und vorwiegend handwerkliche Bearbeitungstechniken kennenlernen, sondern in „technisch-konstruktivem“ und „technisch-funktionalem“ (S 470f) Denken gefördert werden, d. h. Konstruktionsprinzipien erkennen, nach technischer Funktion und Wirkweise fragen und technisch-physikalische Gesetzmäßigkeiten erfassen und beachten lernen. Wenn solche Ziele nur im „Erweiterten Plan“, nicht aber im Grundplan aufgeführt werden und das technische Werken nicht in der Primar- oder Mittelstufe (wie Duismann 1971 fordert) sondern erst in den Klassen, 7–9 angeboten wird, so ist das zu einem großen Teil auf einige der Realisierung des Technischen Werkens hinderliche Sachverhalte zurückzuführen:

a) Viele Lehrkräfte der Sonderschule für Lernbehinderte können auf dem Gebiet des Technikunterrichts noch nicht auf allzu umfangreiche thematische und methodische Kenntnisse und Erfahrungen zurückgreifen. Hier wollen die Lernorganisationen helfen, indem sie sowohl die grundlegende Thematisierung als auch das methodische Arrangement übernehmen.

b) Bislang wurde zumeist die Bewältigung technischer Probleme anhand unzulänglicher, von den Schülern selbst herzustellender, wenig stabiler und funktionsgerechter Materialteile versucht. So mußten hohe Anforderungen an die Handgeschicklichkeit lernschwacher Schüler gestellt werden, was technische Konstruktionen erst in der Oberstufe zuließ (siehe dazu auch Mohr 1971, Pfeiffer u. a. 1974, S. 11 u. 13). Auch dort kam es relativ häufig zu frustrierenden Fehlversuchen der Schüler, weil das unpräzise Material oft trotz vieler Bemühungen keine funktionsgerechten Lösungen zuließ.

Die hier vorgelegten Lernorganisationen sind deshalb auf der Verwendung vorgefertigter Bauteile aufgebaut, welche die Anforderungen an das Handgeschick der Schüler herabsetzen

und gleichzeitig für funktionsgerechte Lösungen technischer Probleme sorgen. Solcher Technikunterricht kann daher schon früher, zumindest in der Mittelstufe der Lernbehindertenschule begonnen werden. (Untersuchungen dazu siehe Böhm/Breunig: Technische Grundbildung für lernschwache Schüler, I. Vorb.) Dieses bedeutet natürlich eine Vertiefung und Erweiterung technischer Kenntnisse für die Schüler.

c) Werkunterricht ist immer auch ein Problem der Differenzierung nach Lernfähigkeit und Arbeitstempo. Gerade dieses Problem fordert den Lehrer sehr stark, ja überfordert ihn bisweilen. Die Schülerhefte sollen daher den Lehrer entlasten, indem sie als „Medien in Lehrfunktion“ Lern- und Konstruktionsprozesse weitgehend lehrerunabhängig initiieren, steuern und kontrollieren. Der Lehrer gewinnt somit Zeit für Einzelhilfen, ohne sich darin zu verlieren.

1.2 Erläuterung der inhaltlichen und prozessualen Lernziele

In den Kommentaren zu den jeweiligen Konstruktionsaufgaben werden zwar noch einzelne Lernziele als Handlungsziele (Eingehende Begründung des Begriffs „Handlungsziele“ siehe Böhm/Breunig, i. Vorb.) ausgewiesen. Trotzdem sollen aber inhaltliche und Verfahrenslernziele auch übergreifend kurz vorgestellt werden:

1.2.1 Inhaltliche Lernziele

Die inhaltlichen Lernziele der hier kommentierten Aufgabenserie können zunächst global als Beschäftigung mit den Phänomenen des Fahrens und Fahrbarmachens, also auch des Lenkens, der Stabilität, der Kippsicherheit beschrieben werden. Damit ist natürlich nur ein Ausschnitt aus den Möglichkeiten technischer Inhalte gegeben, die sowohl Bereiche der Statik (Stützen und Tragen), der Kraftübertragung (Heben von Lasten, Getriebe usw.), als auch Bereiche der Elektromechanik und Elektronik umfassen können.

Mit dem Lernziel des „Fahrbarmachens“ wurde ein Inhalte-Bereich gewählt, der nicht nur erhebliche technische Wirklichkeiten erschließt, sondern der auch besonders motivierend für die Schüler ist. Zwar kann heute noch nicht gesagt werden, welche weiteren Inhalte-Bereiche sich als didaktisch-methodisch realisierbar erweisen, aber aus den Bereichen der Bautechnik und der Maschinenteknik sind mit Sicherheit weitere Inhalte zu entnehmen. Zu den inhaltlichen Lernzielen gehören auch die

Zuordnungen der Konstruktionsaufgaben zu bestimmten Handlungsfeldern bzw. Situationen des realen Lebens, damit die Bedeutung technischer Konstruktionen z. B. für einen einfachen Wagen, für eine „Seifenkiste“, für die Bewegungsfähigkeit gehbehinderter Menschen, für die Kraftersparnis beim Tragen von eingekauften Waren erfaßt werden kann. Auf diese Weise soll der „anthropologische Stellenwert der Technik im Lebensvollzug“, Breunig 1971) deutlich werden, und zwar innerhalb von Handlungsfeldern, die entweder Handlungsfelder von Kindern sind (Wagen bauen, Seifenkistenrennen vorbereiten) oder Kindern leicht zugänglich und auch von ihnen erlebt sind (Krankensituation, Einkaufssituation).

Schließlich gehört es zu den inhaltlichen Zielen der Lernorganisationen, auch den sozialen Stellenwert der Technik zu klären. Dieses letztere Ziel entzieht sich weitgehend der Aufbereitung in einem (stark vorgeprägten) Schülerarbeitsheft. Es wird deshalb in diesem Begleitheft dem Lehrer anhand von Anregungen und Vorschlägen vorgestellt.

1.2.2 Prozessuale Lernziele

Nicht unwesentlicher als bestimmte inhaltliche Ziele erscheinen den Verfassern Verfahrenslernziele als eigentliche „Handlungsziele“: Die Schüler sollen möglichst selbständig und problemlösend lernen. Dies bedeutet, daß nach der Problemstellung eine Folge von Prozessen einsetzen soll, welche mit Beobachtung, Hypothesenbildung (Planung), Versuch (Konstruktionsversuch, Experiment mit eventueller Experimentplanung), Entscheidung (durch endgültiges Konstruieren oder Aussage-Festlegung) und Überprüfung/Korrektur (erneutes Experiment) zu bezeichnen sind. (Siehe z. B. Steinbichler 1973.)

Daher sind die Konstruktionsaufgaben fast durchweg mit offenen Problemstellungen oder Entscheidungssituationen durchsetzt, die erste Versuche oder vorläufige Festlegungen erfordern. Spätere Sequenzen geben dann dem Schüler Anlässe (nachdem er eine konstruktive Festlegung vorgenommen hat), seine Entscheidung, seine Konstruktion zu überprüfen und eventuell zu korrigieren.

Solche Handlungsstadien und -formen umfassen demnach Vergleich, Zuordnung, Umordnung, Transfer, Bewertung, Urteil, Selektion, kritisches Denken, konvergentes und divergentes Denken. Sie werden jeweils durch ein *Handlungsangebot* (bildliche – „ikonische“ – und/oder verbale Information, meist in direktem

Bezug auf Baukastenmaterial oder vorgängige Konstruktionen) und durch einen *Handlungsauftrag* (Nachbauen, Prüfsituationen beobachten, Modell verbessern, zwischen Alternativvorschlägen wählen usw.) ausgelöst. Ziele solcher Handlungen können als *Handlungsziele* einzelner Sequenzen sehr vielgestaltig sein: Das Erfassen von Instruktionen, das Übertragen von Umweltsituationen in Modelle, das Einschätzenkönnen von Größenordnungen/Gewichten, das folgerichtige Konstruieren, das Verstehen physikalischer Zusammenhänge usw. Die *Handlungseinstellung* der Schüler kann dabei nach kognitiven, kognitiv-affektiven und psychomotorischen Dimensionen als reproduktiv bis kreativ, als genau ausführend bis kritisch prüfend, als spontan bis reflektiv, als beharrlich bis wendig, als grob manipulierend bis feinmotorisch differenziert beschrieben werden; *Handlungsformen* werden angegeben als Aufnehmen von Information, Verbalisieren, Manipulieren, Experimentieren usw.

2 Das spezielle didaktische Arrangement der Konstruktionsaufgaben für lernschwache Schüler

Trotz der grundsätzlichen Beibehaltung der Verfahrenslernziele, wie sie zuvor (1.2.2) dargestellt sind, ergab sich aus den Vorversuchen, daß die Konstruktionsaufgaben bestimmte Kriterien eines didaktischen Arrangements für lern- und handlungsschwache Schüler zu berücksichtigen hatten:

a) Kriterien der Informationsvorgabe

Die Textumfänge der Instruktionen werden möglichst eingeschränkt; das Textverständnis wird weiter erleichtert durch sorgfältige Wortwahl und möglichst einfache Syntax. An kritischen Stellen wird aber auch mit vermehrter Redundanz (Wiederholung, Überlappung von Information) gearbeitet.

Die Informationsentnahme wird weiter erleichtert durch möglichst viel Bildinformation, welche z. T. Texte ergänzt, z. T. sie interpretiert. Selbstverständlich wird Bildinformation um so gewichtiger im Vergleich zu Textinformation, je niedriger die adressierte Klassenstufe ist.

b) Kriterien der Sequentierung

Die Umfänge der einzelnen Sequenzen (Lernschritte) werden möglichst klein gehalten und so die Probleme überschaubar gemacht. Dabei wird auch darauf geachtet, die Gliederung der

Lernschritte durch Hinweise (Wenn du mit... fertig bist, dann...) oder durch grafische Kennzeichnung (Trennlinien) zu erleichtern. Ebenso wird aber auch deutlich gemacht, daß – und wann – der Schritt zur nächsten Lernsequenz erfolgen sollte.

c) Kriterien des Handlungsangebotes

Die Prägnanz des Angebots wird erhöht, indem komplexere Handlungsangebote möglichst selten angesetzt werden. Die Wahl oder der Vergleich von Vorschlägen wird daher häufig als Entscheidung zwischen wenigen oder nur zwei recht unterschiedlichen Möglichkeiten gefordert. So läßt sich das gesamte Arrangement durchaus als Kombination von offenen, von teilgelentkten und (selten) von gelenkten Stadien bezeichnen.

Die vorwiegend mit der Hand zu bewältigenden Baustadien, welche ja zur Konstruktion, zur Änderung, zur Überprüfung nötig sind, werden recht deutlich durch Bild und Hinweise grafischer Art (Pfeile usw.), oft Schritt für Schritt, beschrieben. Dabei gehen die Verfasser von der Auffassung aus, daß das Beheben rein manipulativer (psychomotorischer) oder visueller Differenzierungsschwierigkeiten nicht vorrangig als Ziel des technischen Werkens anzusehen ist, wenn sich auch die psychomotorischen und visuell-differenzierenden Fähigkeiten der Schüler durch den Umgang mit den Bauteilen beeinflussen lassen.

sehen ist, wenn sich auch die psychomotorischen und visuell-differenzierenden Fähigkeiten der Schüler durch den Umgang mit den Bauteilen beeinflussen lassen.

3 Die Konstruktionsaufgaben und ihre Adressaten

Die folgende Tabelle gibt eine knappe Übersicht über die 4 Schülerhefte der Serie I, über ihre Inhalte, die in ihnen hauptsächlich angesprochenen technischen Probleme und eine Zuordnung zu Klassenstufen der Lernbehindertenschule.

Wenn hier die Hefte an z. T. eng umschriebene Klassenstufen adressiert sind, so kann dies bei der bekannten Inhomogenität auch von Klassenstufen in der Lernbehindertenschule nur eine ungefähre Orientierung sein. Selbstverständlich kann in 4. Klassen, die gut lesen können, auch schon mit Heft 1 begonnen werden – und es kann, nachdem die Schüler sowohl mit dem Material (den Baukastenteilen) als auch mit dem Lernmedium (dem Schülerheft) vertraut sind, eventuell in rascherer Folge

Heft	Titel	Inhalt	techn. Probleme	Adressaten
1	Der einfachste Wagen der Welt	Bau eines einfachen Fahrzeugmodells	Reibungsverminderung, Stabilisierung des Fahrzeugs	Kl. 5/6 der Lernbehindertenschule. Da wenig Text und einfache Konstruktionen, evtl. auch für Kl. 4 möglich.
2	Fast ein Auto für Kinder	Bau eines lenkbaren Fahrzeugmodells mit Drehschemellenkung	Einzelradaufhängung, Vermeiden der Radblockierung, Kippsicherheit	Kl. 6/7 der Lernbehindertenschule
3	Eine Hilfe für kranke Leute	Bau eines Rollstuhlmodells mit Schwenkrollen	Beweglichkeit eines Fahrzeugs, Lenkung ohne Lenkvorrichtung (z. B. Lenkrad) durch den Fahrenden	Kl. 7/8 der Lernbehindertenschule
4	Einkaufen leicht gemacht	Bau eines Einkaufswagenmodells	Transportprobleme, raumsparende Konstruktionen, Last als senkrecht drückende Kraft, Messen von Last und Kraft	Kl. 7/8/9 der Lernbehindertenschule

von Heft zu Heft gegangen werden. Erst mit der Zeit wird sich erweisen, was durch einzelne Vorversuche und Untersuchungen bereits im Ansatz gefunden werden konnte: Welchen Klassenstufen und in welcher endgültigen Form die vorgelegten Konstruktionsaufgabenadäquat sind. Die Verfasser sind daher für Rückmeldungen, für Kritik und für Verbesserungsvorschläge von Kollegen aus der Praxis sehr dankbar.

4 Vorstufen des Umgangs mit Lernbaukästen

Eine unvermittelte Begegnung lernschwacher bzw. -behinderter Schüler mit didaktisch erwünschten technischen Problemen und zugleich ein Erstumgang mit dem Medium Lernbaukasten (hier fischertechnik u-t 1) kann zu Unterscheidungs- und zu technisch-manuellen Schwierigkeiten führen, weil die Bauteile, ihre Möglichkeiten und ihre konstruktiven Verbindungen noch nicht bekannt sind. Daher sollten in jedem Falle der Arbeit mit den verschiedenen Heften von Serie I zwei vorbereitende Phasen vorausgegangen sein, so daß zunächst (vor der Lösung spezifischer technischer Probleme) der Umgang mit dem Medium Lernbaukasten gelernt werden kann:

4.1 Probierphase

In der Probierphase soll der Schüler über eine offene Instruktion („Mit diesem Baukasten kannst du sehr vieles bauen“) mit dem Handlungsmedium u-t 1 frei umgehen lernen (zu dieser wie zur folgenden Phase: Breunig 1973 a + b). Auch lernbehinderte Schüler geben – wie erste Untersuchungen an 10jährigen durch Kübler (1973) zeigten – dem hohen Aufforderungscharakter des Lernbaukastens nach und gestalten ihre spontan gewählten Bau Themen wie etwa Auto, Kran, Turm, Haus, Tisch nicht selten recht originell aus. (Selbstverständlich kann der Lehrer schon in dieser Phase den Schülern durch Gespräch und Vorzeigen bestimmter Handgriffe Hilfen geben, um möglichst allen Schülern einen erfolgreichen Abschluß des Bauens zu verschaffen.)

Dem aufmerksamen Lehrer geben die Bauversuche in der Probierphase Aufschluß über Motivationsbereitschaft und Handlungsverhalten der Schüler im Umgang mit technischen Lernbauelementen.

4.2 Einübungsphase*

In der Einübungsphase sollen die Schüler (besonders auch ängstliche und aktionsgehemmte) an die Vielfalt der Baumöglichkeiten und an den Funktionswert einzelner Bauelemente herangeführt werden. Konkret heißt das, daß über eine begrenzte Instruktion das Baumaterial manuell und funktional allmählich verfügbar wird („Wir wollen nun sehen, ob ihr mit den Bauelementen richtig umgehen könnt . . . Versucht einmal, ein Rad auf einer Achse zu befestigen.“). Auf diesem Wege wird das funktionale Repertoire der Schüler erweitert, so daß sich mehr Realisierungsmöglichkeiten in Versuchsphasen von Konstruktionen ergeben und reproduktives Konstruieren nach Anleitung (Skizze, Bild, Text) leichter fällt.

Eine ganze Reihe von Vorschlägen zur Einübungsphase (z. B. Bausteine in bestimmter Anordnung zusammenfügen, Grundplatten verbinden, Drehbewegungen übertragen) macht G. Ruckwied (Konstruktive Grundformen und Handhabung der Bauelemente“ in: Arbeitsgruppe Technische Bildung Päd. Hochschule Heidelberg: Lernbaukasten – Didaktisches Modell und Unterrichtsorganisation. Westermann 1971).

5 Hinweise zu den einzelnen Heften

5.1 Heft 1: Der einfachste Wagen der Welt

5.1.1 Informationen zu den technischen Sachverhalten

Die Beweglichkeit (als Möglichkeit, Ortsveränderungen vorzunehmen) und die Tragfähigkeit sind die einfachsten Kriterien von Fahrzeugen, die beim vorliegenden Beispiel angesprochen sind.

Zur Beweglichkeit: Es gibt die verschiedensten Möglichkeiten, Räder zu befestigen. Meist drehen sich bei Straßenfahrzeugen die nicht angetriebenen Räder auf feststehenden kurzen Achsen. Die technischen Probleme der Radbefestigung (bewegliches Rad auf Achsstummeln, Verwendung von Kugel- bzw. Wälzlagern, oder gar das Problem der Lenkung) spielen bei unserem Beispiel jedoch noch keine Rolle.

Hier liegt eine Form der Radbefestigung vor, wie sie bei Eisenbahnwagen zur Anwendung kommt: Zwei Räder sind außen **fest** an einer langen Achse so angebracht, daß sie nur mit

* In früheren Publikationen auch „Einspielphase“ genannt.

einer kleinen Fläche ihrer Radnabe die beiden Achslager berühren und damit nur geringe Reibung erzeugen. Ein gewisses „Spiel“ (kleiner Abstand zwischen Achslagern und Radnaben) gewährleistet zusätzliche Reibungsminderung.

Zur Tragfähigkeit: Straßen- und Schienenfahrzeuge sind so konstruiert, daß ihre Ladeflächen durch bestimmte statische Konstruktionsmaßnahmen stabilisiert werden. Dies geschieht durch Einsatz bestimmter Profile (L, T, Doppel-T, U) oder durch zusätzliche Versteifungsträger unter dem Wagenboden (siehe Heft 1, Seite 2 unten rechts beim Eisenbahnwagen).

5.1.2 Lernziele

Lernziel auf mittlerer Handlungsebene: Die Schüler sollen erkennen, daß ein einfaches Fahrzeug (ohne Lenkung) leicht rollen soll und stabil (tragfähig) sein muß.

Lernziele auf konkreter Handlungsebene: Die Schüler sollen

- ein einfaches Wagenmodell aus vorgegebenen Teilen bauen
- dabei die Radbefestigung so vornehmen, daß Reibung möglichst weitgehend vermieden wird
- die Tragfähigkeit des Wagenmodells testen können
- die Tragfähigkeit des Wagenmodells erhöhen können
- Aussagen über Tragfähigkeit und Schnelligkeit anderer Fahrzeuge und deren Funktionsgerechtigkeit machen können.

5.1.3 Erläuterungen zu den einzelnen Sequenzen

Vorbemerkung zur Handhabung dieses Heftes: Die Schüler sollen jeweils nur eine Seite betrachten und bearbeiten. Deshalb muß der Lehrer zu Beginn die Instruktion geben (und vorzeigen), die jeweils nicht benützte Seite nach unten umzuklappen.

S 2

Handlungsangebot: Die Schüler erhalten Bilder von Fahrzeugen, die sie aus der Realität kennen.

Handlungsauftrag: Beobachten, Vergleichen und Ordnen der vorgestellten Fahrzeuge nach den Kriterien der Schnelligkeit und Tragfähigkeit.

Handlungsziel: Festlegung einiger Vergleiche und die Aussage, daß alle Fahrzeuge (zwar unterschiedlich) fahren können und tragfähig sind.

Handlungseinstellung: Kritisches, vergleichendes Urteilen aufgrund der Aktualisierung von Vorwissen aus der Umwelt.

Handlungsform: Freie Verbalisation von Urteilen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Den Lehrern wird empfohlen, einen Gesprächskreis zu bilden, den Schülern zunächst die Titelseite vorzuführen und sie zu Aussagen aufzufordern, was denn als „einfachster Wagen der Welt“ gelten könne. Nach einigen Aussagen der Schüler sollte dann Seite 2 aufgeschlagen werden mit der Aufforderung: „Schaut euch bitte diese Seite genau an und lest auch, was da geschrieben ist. Ich bin gespannt, was ihr sagen werdet.“

Aus den Aussagen der Schüler kann (nicht muß) der Lehrer eine Ordnung nach Geschwindigkeit und Tragfähigkeit schriftlich erstellen. Wichtiger ist jedoch: Die Schüler sollten erkennen, daß alle Fahrzeuge fahren (rollen) können und Lasten tragen können.

S 3

Handlungsangebot: Bild eines provozierend-unfertigen Wagenmodells.

Handlungsauftrag: Urteilen über Rollfähigkeit und Tragfähigkeit des „Modells“.

Handlungsziel: Erstellen von Begründungen der Nicht-Funktionstüchtigkeit des Fahrzeugmodells („Die Räder sind nicht an den Achsen befestigt. Der Wagenboden kippt bei Belastung sofort um, weil er nur lose auf den Rädern liegt.“ usw.)

Handlungseinstellung: Korrigierend/entdeckend.

Handlungsform: Freies Berichten.

Unterrichtspraktische Hinweise: Der Lehrer sollte auch hier den Gesprächskreis beibehalten und zunächst zur Betrachtung und zum Lesen von S 3 auffordern. Dann sollte er die Schüler auffordern zu erklären, was sie zu tun hätten (Aussagen machen und erst dann umblättern: Was wird dann kommen?).

Die Schüler können nun, nachdem ihnen bestätigt ist, daß sie die Aufgabenanweisung schon gut verstanden haben, sehr verschiedene (divergente) Aussagen machen, die der Lehrer i. a. akzeptieren wird. Er sollte mit der Verstärkung abschließen, daß die Schüler sehr genau geprüft und viele Fehler gefunden hätten. Schließlich: Dürfen wir jetzt umblättern? (Ja, wir haben das erledigt, was von uns auf dieser Seite verlangt wurde.)

Diese ersten bildlich-verbale Aufgabestellungen können also vom Lehrer dazu benützt werden, den Schülern deutliche Hinweise auf die Art der Arbeit mit den Heften zu geben. Damit werden instrumentelle Lernziele deutlich, welche sich unter dem Oberbegriff „Lernen

nach medialer Information und Anweisung“ fassen lassen und für das weitere, nun lehrer-unabhängigere Lernen wichtig sind.

S 4

Handlungsangebot: Bild von Baukastenelementen, welche zum Bauen (Konstruieren) auffordern.

Handlungsauftrag: Konstruieren eines Wagens entweder aus allen gezeigten Bauteilen oder nur mit einem Teil der dargestellten Elemente.

Handlungsziel: Konstruktion eines Fahrzeugs mit freier Auswahl vorgegebener Teile und nicht festgelegtem Aussehen.

Handlungseinstellung: Planend-konstruktiv mit divergenten Ideen.

Handlungsform: Psychomotorisches Handeln als Zusammenspiel von vorausschauendem Planen und probierendem/korrigierendem Bauen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Hier sollte der Lehrer im Gesprächskreis noch einmal erfragen (nachdem er zum stillen Betrachten und Lesen aufforderte), a) welche Aufgaben auf dieser Seite zu erledigen seien, b) was die Kinder unter einem „stabilen“ Wagen verstehen, c) was getan werden müsse, bevor man auf der nächsten Seite fortfahren könne (Zuerst ein Fahrzeug fertig bauen!). Nachdem diese Fragen gemeinsam geklärt sind, sollten die Schüler selbst vorschlagen, daß man jetzt zu den Einzelplätzen zurückgehen und dann anfangen könne. Der Lehrer kann fragen, was er denn nun tun solle. (Erwartet wird, daß der Lehrer als Einzelhelfer erwünscht ist und eingesetzt wird.)

Als Alternative kann auch vor der eigentlichen Konstruktionsphase noch gefragt werden, welche Teile einzelne Schüler benutzen wollen bzw. wie sie sich ihr Fahrzeug etwa denken, z. B. mit/ohne Wände. Hiermit kann eventuell schwächeren Schülern ein Anfangsimpuls vermittelt werden. Außerdem kann solchen schwächeren Schülern bei Auffassungsschwierigkeiten die im Bild dargestellte Anordnung der Bauteile vom Lehrer mit den entsprechenden Bauelementen vorgelegt werden.

S 5

Handlungsangebot: a) Verbale Aufforderung. b) Bild von Baukastenelementen, welche zum Bauen auffordern.

Handlungsauftrag: a) Berichten über den Wagen von S. 4. b) Konstruieren eines Wagenmodells aus genau festgelegten Einzelteilen.

Handlungsziel: a) Vorstellen einer Eigenkonstruktion. b) Fahrzeugmodell mit fast genau

festgelegtem Aussehen, also bei allen Schülern weitgehend identisch.

Handlungseinstellung: a) Kommunikativ-informierend. b) Planend, konstruierend mit weitgehendem Befolgen lenkender Vorlagen.

Handlungsform: a) Verbalisierend. b) Manipulierendes Konstruieren.

Unterrichtspraktische Hinweise: An dieser Stelle wird zunächst noch einmal eine Verbalisierungssituation eingeplant: Die Schüler sollen ihr überwiegend „frei“ gebautes Wagenmodell nun aufgeben, um zu einem Modell zu gelangen, an dem weitere von Bild und Text gelenkte Überprüfungen stattfinden können. Der Wechsel zum neuen Modell kann gegebenenfalls nach einer kürzeren oder längeren Unterrichtsunterbrechung stattfinden. Damit die Schüler bei sofortigem Übergang nicht das Gefühl haben, „umsonst“ gebaut zu haben, sollen sie sich entweder untereinander über ihre gebauten Erstmodelle unterhalten und dabei deren Merkmale und Vorzüge/Nachteile darstellen – oder dem Lehrer das Erstmodell vorführen und seine Funktionen und Teile erklären. Möglich wäre auch ein Partnertausch von fertigen Modellen, so daß immer ein Schüler über das Modell eines anderen Aussagen macht. Am günstigsten scheint jedoch der Kontakt zum Lehrer zu sein, da er individuell und zu sehr verschiedenen Zeiten stattfinden kann, wobei natürlich auch kleine Gesprächsgruppen entstehen können, wenn mehrere Schüler etwa zur gleichen Zeit beim Lehrer ankommen. Schließlich kann der Lehrer so auch individuelle Bekräftigung aussprechen und gleichzeitig darauf hinweisen, daß nun der erste Wagen geändert – vielleicht völlig umgebaut – werden soll. Die Verstärkung für das gebaute Modell sollte dabei benutzt werden, um fortzufahren: „Nun könnte ich mir denken, daß du auch die nächste Aufgabe gut lösen kannst.“

S 6

Handlungsangebot: Darstellung verschiedener Radbefestigungen auf dem Bild.

Handlungsauftrag: Aufforderung zum Vergleich mit dem Eigenmodell.

Handlungsziel: Eine (hypothetische) Entscheidung fällen, welche Radbefestigung besser ist.

Handlungseinstellung: Kritisch, prüfend.

Handlungsform: Anschauliches Vergleichen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Das Bild auf S 6 zeigt die zwei Möglichkeiten der Radbefestigung, welche nach der Vorgabe von S 5 vorhanden sind. Die Schüler sollen Vergleiche anstellen und vom Lehrer zu Äußerungen (Begründungen) bezüglich ihrer Konstruktionswahl

veranlaßt werden. Die verschiedenen Meinungen erfordern kein Endurteil, da anschließend (S 7) eine Prüfsituation folgt.

S 7

Handlungsangebot: Zwei Arten der Radbefestigung, auf bildlicher (ikonischer) Ebene dargestellt, als Aufforderung zum Umbau.

Handlungsauftrag: Durch Umbau der Radbefestigungen und Rollprobe eine Prüfung vornehmen.

Handlungsziel: Sich für die bessere Art der Radbefestigung (Flügelmuttern innen=weniger Reibung) entscheiden.

Handlungseinstellung: Experimentell-prüfend.

Handlungsform: Kognitiv gelenktes Handeln und Konstruieren.

Unterrichtspraktische Hinweise: In dieser Prüfsituation ist es möglich, daß einzelne Schüler die Räder mit Flügelmuttern außen mit Spielraum zu den Bausteinen befestigen. In solchen Fällen sollte der Lehrer am betreffenden Modell zeigen, daß durch seitliches Verschieben der Achse schon dann eine Bremswirkung eintritt, wenn einer der Reifen an einem Baustein schleift.

Die Überprüfung der günstigsten Radanbringung (Vergleich) sollte auf einer schiefen Ebene stattfinden (Rollversuche), damit alle Fahrzeuge das gleiche Antriebsmoment haben (aus Gründen der Objektivität). Die Objektivitätsanforderung und eine ihr entsprechende Instrumentierung der Prüfsituation (schiefes Brett mit feststehendem – immer gleichem – Gefälle benutzen, Fahrzeug nicht anschieben!) sollte mit den Schülern erarbeitet werden. Dies kann z. B. geschehen, indem der Lehrer selbst Fahrzeuge auf ebener Unterlage deutlich erkennbar verschieden stark anschiebt und dabei provozierend ein falsches Urteil formuliert. So wird einsichtig: Anschieben ist nicht objektiv. Es entsteht die Frage (evtl. stellt sie der Lehrer): Wie kann man die Fahrzeuge auf andere Weise in Bewegung setzen? Nach dem Schülervorschlag, z. B. ein schräggestelltes Brett als Fahrbahn zu benutzen, sollte möglichst zunächst gezeigt werden, wie verschiedenes Gefälle sich auswirkt, etwa indem zwei Fahrzeuge auf zwei Brettern mit verschiedenem Gefälle gleichzeitig fahren.

S 8

Handlungsangebot: a) Information über die technisch bessere Lösung. b) Formulierung eines neuen Problems.

Handlungsauftrag: Nach der Information eine eventuelle Letztkorrektur vornehmen.

Handlungsziel: Gute Rollfähigkeit aller Räder herstellen, Begründung verstehen.

Handlungseinstellung: Information verstehend, akzeptierend.

Handlungsform: Lesen, Beobachten und eventuell Umkonstruieren.

Unterrichtspraktische Hinweise: Der Lehrer sollte darauf achten, daß dieses erste wichtige Teilziel (Radbefestigung mit wenig Reibung) von allen Schülern erreicht und akzeptiert wird. Eventuell kann er mit einzelnen Schülern kurze Gespräche über die erhaltene Information führen, Räder auf einer Achse noch einmal wie auf S 7 auf verschiedene Arten befestigen und Rollproben machen. Erst nach einwandfreier Konstruktion der Radbefestigung sollen sich die Schüler dem Stabilitätsproblem zuwenden.

S 9

Handlungsangebot: Prüfsituationen werden vorgeschlagen.

Handlungsauftrag: Die Stabilität des Wagenmodells wie dargestellt überprüfen.

Handlungsziel: Erkennen der Instabilität des Modells.

Handlungseinstellung: Neugierig, erwartungsvoll.

Handlungsform: Experimentelles Überprüfen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die Belastung sollte sowohl mit Gewichten als auch durch Druck der Hand vorgenommen werden. Als Kriterium der Instabilität gilt das Durchbiegen des Wagenbodens, welches sich beim Druck der Hand deutlicher zeigt.

Nach erfolgter Prüfung ist folgende Zusatzfrage zu stellen: „Ist an dem Wagen sonst alles in Ordnung?“ Wenn diese Frage nicht unmittelbar beantwortet werden kann, weist der Lehrer auf die Darstellung der verschieden montierten Räder auf den Bildern der S 9 hin. Damit soll das Lernziel „Reibung vermeiden“ noch einmal überprüft werden, indem die Schüler die an der rechten Achse der abgebildeten Fahrzeuge sichtbare Art der Radbefestigung als falsch (Reibung erzeugend) bewerten (evtl. im Vergleich mit S 8). So kann auch bei Schülern, welche das Ziel der richtigen Anbringung aller Räder (S 8) nicht erreicht haben, eine Korrektur provoziert werden, da sie jetzt noch einmal auf das Problem der richtigen Radbefestigung aufmerksam gemacht werden.

S 10/11

Handlungsangebot: Vorschläge zur Stabilisierung des Modells und zu erneuter Überprüfung.

Handlungsauftrag: Anbringen weiterer Bauteile und Überprüfen ihres Effektes.

Handlungsziel: Erkennen der noch bestehenden Instabilität.

Handlungseinstellung: Auf Anweisung korrigierend-prüfend.

Handlungsform: Information aus Text und Bildern aufnehmen, ergänzendes (reproduktives) Bauen, Vergleichen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die Schüler sollen hier erkennen, daß die Verankerung des Unterbaus noch nicht in Ordnung ist, wenn sie auch zunächst die stabilisierende Wirkung der eingefügten Flachbausteine feststellen können (Gewichte!). Es empfiehlt sich, den Schülern das Herausrutschen der „Versteifungsplatte(n)“ und die Durchbiegung des Wagenbodens deutlich zu zeigen, da die vertikale Verschiebung der Flachbausteine auch bei starkem Druck der Hand nur relativ gering ist.

S 12/13

Handlungsangebot: Alternative Konstruktionsvorschläge zur Stabilisierung (S 12) und Gelegenheit zum Vergleich eines verbesserten Modells mit dem instabilen von S 10/11.

Handlungsauftrag: Eine Verbesserungskonstruktion ausführen und prüfen (S 12), anhand eines Vergleichs die Verbesserung herausfinden (S 13).

Handlungsziel: Erkennen, daß die „Versteifungsplatten“ festgehalten werden müssen, also den ersten Vorschlag ablehnen, Vorschlag 2 und 3 annehmen und die Annahme begründen.

Handlungseinstellung: Konstruktiv-prüfend, begründend.

Handlungsform: Auswählendes, eventuell korrigierendes Bauen, Verbindung von Prüfung und Korrektur, verbales Analysieren der Gründe für unterschiedliche Effekte von Stabilisierungshilfen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Auf S 12 meint: „...anders anfangen“ auch eventuell noch vorhandene Räder und Achsen zunächst abbauen zu lassen. Auf dieser Seite ist nur der erste Korrekturvorschlag abzuwählen, weil seine Befolgung das Herausrutschen der Platten nicht verhindert. Die beiden anderen Vorschläge sind zu akzeptieren und von den Schülern selbst durch die Ausführung der angelegten Prüfsituation (Kleinzeichnung) als positiv zu bewerten. Auf S 13 sollte durch Vergleichen und Diskutieren deutlich gemacht werden, daß das entscheidende Moment des Festhaltens und damit des Stabilisierens der Flachbausteine

durch das Überstehen der quergesetzten Bausteine 15 bzw. der Winkelsteine bewirkt wird. Dieses Überstehen ist an den gebauten Modellen zu zeigen, nachdem die beiden letzten Bilder auf S13 Anlaß zu Überlegungen über die Funktion der zusätzlichen Bausteine gegeben haben. Aufgrund dieser beiden Bilder entstehen also hypothetische Aussagen der Schüler; die Bestätigung der richtigen Aussage („Die neuen Bausteine halten die ‚Versteifungsplatten‘ fest, weil sie über die ‚Rillen‘ (Nuten), in welche die Versteifungsplatten eingeschoben sind, überstehen und sie abschließen“) liefert die Betrachtung der gebauten richtigen Modelle. An dem falschen Modell kann gezeigt werden, daß hier die zusätzlichen Bausteine nicht über der Nut „überstehen“, so daß die Versteifungsplatten immer noch Bewegungsspielraum haben.

S 14/15

Handlungsangebot: Text- und Bildanweisung für reproduktives Konstruieren und Prüfen.

Handlungsauftrag: Ausführen von Konstruktions- und Prüfungsaufträgen.

Handlungsziel: Erkennen, daß das nun konstruierte Wagenmodell gut rollt und stabil ist.

Handlungseinstellung: Instruktion befolgend, prüfend.

Handlungsform: Reproduktives, gelenktes Konstruieren und Prüfen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Wenn auf S 13 Schüler sehr klar artikulieren konnten, daß ihr Modell zwar nicht das gewählte Endmodell, aber ebenfalls stabil ist, sollte zumindest vor Beginn des für sie notwendigen Umbaus vom Lehrer ihre Wahl noch einmal bestätigt werden. Der „neue“ Wagen ist dann lediglich eine der möglichen Lösungen, die man **auch** prüfen sollte. Eventuell können Schüler ihr hier nicht dargestelltes Alternativmodell (S 12 unten links) auch ohne Umbau überprüfen.

S 16

Handlungsangebot: Schriftlich-verbale, provokative – nicht stimmige – Aussagen (Falschzuordnung).

Handlungsauftrag: Lesen der Aussagen, Bewerten und Korrigieren.

Handlungsziel: Verbal-gedankliche Vertiefung/Kontrolle der Kenntnis von basalen Konstruktionserfordernissen eines Wagens.

Handlungseinstellung: Reflexiv/ selektiv.

Handlungsform: Zuordnen und verbales Zusammenfassen von Lernerfahrung.

Unterrichtspraktische Hinweise: Zu dieser letzten Seite kann noch einmal ein kurzes Ge-

sprach über die Zuordnungen einzelner Schüler geführt werden. Natürlich ist auch die Niederschrift der richtigen Sätze auf ein Blatt möglich, wobei dann (evtl. per Partnerkontrolle) auszuzählen wäre, wieviele Schüler die letzten Aussagen richtig gewählt haben.

Der Lehrer sollte anderenfalls den einzelnen Schüler über seine Wahl auf der letzten Seite befragen und ihm eine Endbestätigung geben. Schließlich sollte mit allen Teilnehmern noch einmal S 2 (nicht S 3!) angesehen werden. Nun kann das Ziel der Enddiskussion sein: Das gebaute Modell ist zwar stabil und rollt gut, aber es ist nicht lenkbar, es hat keinen Motor, keine Wände, keine Bremsen usw.

So kann die Diskussion ausgeweitet werden auf den Zweck verschiedenartiger Fahrzeuge, auf die diesem jeweiligen Zweck angepaßte Konstruktion und Ausstattung von Fahrzeugen (Pkw, Lkw, Schienenfahrzeuge). Selbstverständlich kann dabei auch die Kostenfrage (Lohnt sich ein Motor bei einem Gepäckwagen? Muß ein Pkw luxuriös sein?) angeschnitten werden, auch im Sinne von Individual- und Massenverkehrsmitteln und ihren Vor- und Nachteilen.

5.2 Heft 2: Fast ein Auto für Kinder

5.2.1 Informationen zu den technischen Sachverhalten

Seifenkisten haben üblicherweise eine Drehschemellenkung. Die Vorderachse ist in einem Gestell (auch Drehkranz) untergebracht, das mittig durch einen Drehzapfen schwenkbar am Wagenboden befestigt ist. Die Räder sind einzeln an der feststehenden Achse befestigt – dies trifft auch für die Hinterräder zu. Der Lenkeinschlag wird über Seilzüge durch ein Lenkrad bewirkt, das manchmal auch als „Lenkstange“ ausgebildet ist.

Eine Lenkeinschlagsbegrenzung verhindert, daß bei zunehmendem Einschlagswinkel der Vorderachse die Stabilitätsfläche verkleinert wird, so daß das Fahrzeug nicht so leicht kippt und daß außerdem kein Rad am Wagenboden reibt und damit blockiert. Um die Kippgefahr möglichst zu beseitigen, sind Seifenkisten außerdem so gebaut, daß der Fahrzeugboden möglichst tief liegt. Dies ist nur dann zu erreichen, wenn die Räder beim Einschlagen der Lenkung nicht unter dem Wagenboden schwenken, sonst müßte dieser höher sein als der Raddurchmesser.

Bei Seifenkistenrennen werden laut Reglement keine Radbremsen, sondern Boden-Schleifbremsen eingesetzt.

5.2.2 Lernziele

Lernziel auf mittlerer Handlungsebene: Die Schüler sollen die Zusammenhänge zwischen der Lenkbarkeit eines Fahrzeuges, der Kippsicherheit und der Radbefestigung verstehen und konstruierend erarbeiten.

Lernziele auf konkreter Handlungsebene: Die Schüler sollen

- durch Erprobung eines nicht lenkbaren Modells die Wichtigkeit der Lenkbarkeit erkennen
- ein lenkbares Modell (frei oder nach Auswahl-Vorgaben) bauen und prüfen (Drehschemellenkung)
- das lenkbare Modell so modifizieren, daß kein Rad der Lenkachse durch den Wagenkörper blockiert wird, daß Kippgefahr weitgehend beseitigt wird, daß Einzelradaufhängung als wichtige Bedingung der Lenkbarkeit erkannt wird
- ein vorgestelltes Modell als geeignet nach den erarbeiteten Kriterien erkennen und eventuell nachbauen können.

5.2.3 Erläuterungen zu den einzelnen Sequenzen

S 2/3

Handlungsangebot: Verbale und bildliche Instruktion zur Überprüfung eines nicht-lenkbaren Fahrzeugmodells.

Handlungsauftrag: Hypothesen erstellen, Überprüfungsanordnung instrumentieren, Überprüfung ausführen und deren Ergebnis artikulieren und begründen. Ausführen einer verbesserten Konstruktion eines Fahrzeugmodells; Entscheiden, ob dazu Konstruktionshilfen benötigt werden.

Handlungsziel: Über die Phasen der Hypothesenbildung, der Überprüfung, des Urteils und der Begründung, das vorgegebene Fahrzeug als ungeeignet wegen seiner Nicht-Lenkbarkeit erkennen; ein lenkbares Fahrzeug konstruieren.

Handlungseinstellung: Information aufnehmend, kritisch prüfend, urteilend, korrigierend, produktiv.

Handlungsform: Ausprobieren in Experimentiersituationen, in Kleingruppen kommunizieren und frei konstruieren.

Unterrichtspraktische Hinweise: Der Vergleich des Bildes mit dem Modell (S 2) dürfte rasch zu der Aussage der Schüler führen, daß das Modell nicht „kurventauglich“ ist. Trotzdem sollten die Schüler, falls sie dies nicht spontan aussagen, auf die Wichtigkeit des „Probierens“ hingewiesen werden. Der Lehrer sollte 3 bis 4 fertige Modelle, deren Konstruktion in Heft 1

der Serie dargestellt ist, vorher gebaut und zur Verfügung haben – falls nicht die Konstruktionsaufgabe von Heft 1 mit der Werkklasse gerade vorher bearbeitet wurde.

Die Schüler sollen – „sachgebunden“, da nur wenige Modelle vorhanden sind bzw. weil die verschiedenen Arbeitsvorgänge Zusammenarbeit begünstigen – in Kleingruppen die Fahrversuche und die dazu nötigen Vorarbeiten durchführen. Der Lehrer muß deutlich machen, daß a) der anweisungsgemäße Bau der „Hindernisstrecke“ nachgeprüft werden muß, b) verschiedene Schüler den Fahrversuch durchführen sollen, während die anderen Gruppenmitglieder beobachten und eventuell Unkorrektheiten der Durchführung beanstanden (das Modell seitlich verschieben oder hinten hochheben) und c) daß ein gemeinsames Urteil zu finden ist. Von jeder Gruppe sollte der Lehrer Endurteil und Begründung erfragen.

Anschließend beginnt für jeden Schüler Alleinarbeit, nämlich das Konstruieren eines lenkbaren Fahrzeugmodells. Dabei kann mit und ohne Anweisungshilfe gebaut werden. Somit verzweigt sich hier erstmals der weitere Lernweg: Wenn Schüler ein von ihnen für funktionsfähig, also für gut lenkbar gehaltenes Modell ohne Hilfen gebaut haben, können sie direkt zu den Prüfsituationen auf S 8 weitergehen. Allerdings sollte sich der Lehrer hier beratend einschalten, um ein allzu unberechtigtes Überspringen der nächsten Seiten zu vermeiden: Es muß mindestens eine einfache Drehschemellenkung wie bei Modell 1 auf S 4/6 konstruiert worden sein, die auch per Lenkrad oder Fußlenkung vom Fahrzeug aus zu betätigen sein muß. Jedenfalls empfiehlt es sich, Schülern, welche völlig selbständig gebaut haben und wenig funktionstüchtige Modelle schon prüfen wollen, wenigstens das Anschauen der nächsten Seite nahezu legen.

S 4–7

Handlungsangebot: Bildliche „multiple-choice“-Konstruktionsvorschläge bzw. Korrekturvorschläge zur vorhandenen Eigenkonstruktion des Schülers mit Hinweisen auf wesentliche Details der Konstruktionen.

Handlungsauftrag: Vergleichende Beobachtung, Übernahme von Konstruktionsvorschlägen zu Neu- bzw. Umbau eines Modells, Auswahl und Zuhilfenahme von Detailhinweisen.

Handlungsziel: Konstruieren eines zwar noch fehlerhaften, aber die oben (siehe Kommentar zu S 2/3) genannten funktionalen Hauptbedingungen erfüllenden, lenkbaren Fahrzeugs.

Handlungseinstellung: Selbstkritisch, Alternativen abwägend, Vorschläge befolgend.

Handlungsform: Von der Instruktion beeinflussten Korrigieren bzw. Konstruieren mit Teilleistung und Auswahloffenheit.

Unterrichtspraktische Hinweise: Es werden auf den Seiten 4–7 den Schülern 4 Modelle vorgestellt, die alle lenkbar sind, aber Fehler wie mögliche Blockierung der gelenkten Räder durch den Wagenkörper, hohe Kippgefahr bei starkem Einschlag, fehlende Einzelradbefestigung an Vorder- und/oder Hinterachse aufweisen. Diese Modelle werden durch die späteren „Tests“ alle verbessert. Der Lehrer sollte darum besorgt sein, daß die Schüler sich alle Modellvorschläge ansehen, bevor sie sich für ein Modell entscheiden. Wichtig ist ferner, daß die Schüler nicht nur die Bilder auf S 4 und 5, sondern auch die Hilfen auf S 6 und 7 beachten. Der Lehrer muß daher die Entscheidung der Schüler erfragen bzw. beobachtend feststellen und dann – falls der Schüler beim Bauen nicht gleichzeitig von den Ersthinweisen (S 4 oder 5) und den weiteren Hilfen (S 6 oder 7) Gebrauch macht – auf die Instruktion S 5 rechts unten verweisen. Schließlich muß beobachtet werden, ob der Schüler die beiden zusammengehörenden Bildinstruktionen auch auffindet und benützt. Bei eventuellen gleichen Wahlen zweier Schüler kann diesen empfohlen werden, gemeinsam ihre Hefte – S 4 oder 5 im einen, S 6 oder 7 im anderen Heft – zu benützen, weil ein häufiges Umblättern damit vermieden wird.

S 8

Handlungsangebot: Verbale und ikonische Hinweise zur Prüfsituation und ihrer Bewältigung und Auswertung.

Handlungsauftrag: Durchführung des „Kurven-Experiments“ mit dem neuen Modell und Beachten der dazu vorhandenen Regeln.

Handlungsziel: Feststellung der Lenkbarkeit (oder Nicht-Lenkbarkeit) des neuen Modells.

Handlungseinstellung: Prüfend, Regeln befolgend, urteilend.

Handlungsform: Kognitiv gesteuertes Manipulieren und Experimentieren.

Unterrichtspraktische Hinweise: Unter Umständen müssen die „Hindernisse“ erneut aufgestellt werden. Jedenfalls sollte der Lehrer die Schüler auf den richtigen Abstand der Hindernisse ansprechen und sie auffordern: „Schaut auf der Seite nach, wo das angegeben war.“

Die Skizze zur Prüfsituation kann nur sehr allgemeine Merkmale des „Mogelns“ und der

Handhabung zeigen. Daher sollte der Lehrer an verschiedenen Modellen vormachen und vorführen lassen, wie richtig zu fahren und zu lenken ist und wie „Mogeln“ jeweils aussieht. Bei den Versuchen selbst muß jeweils beachtet werden, daß Mogeln, also ein Versetzen des Fahrzeugmodells nach der Seite, nicht gilt. Da die Schüler die kleinen Modelle sehr leicht – und mitunter ohne es selbst zu registrieren – verschieben können, müssen mehrere Versuche empfohlen werden, bei denen Partner genau beobachten, ob die Prüfung korrekt abließ.

S 9

Handlungsangebot: Instruktion zur Überprüfung und Vorschläge zur Modifikation des konstruierten Fahrzeugs.

Handlungsauftrag: Details des Modells manipulativ überprüfen; Fragen beantworten; Folgerungen aus dem Ergebnis der Überprüfung in Handlung umsetzen.

Handlungsziel: Blockierfreiheit der an der Vorderachse befestigten Räder feststellen oder durch Umkonstruktion herstellen.

Handlungseinstellung: Prüfungsanweisungen befolgend, nach Prüfungsergebnissen urteilend, Alternativen beachtend.

Handlungsform: Aufnahme verbaler und bildlicher Instruktion, Ausführen von Überprüfungsmaßnahmen; entweder konstruktives Tun oder Entscheidung, diese Handlungsphase noch auszusetzen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die unten auf S 9 gezeigten Lösungen des Problems beziehen sich auf Modell 1, welches als einziges vorgeschlagenes Modell blockierende Räder aufweist. Die Modelle 2–4 durchlaufen also diese Prüfungssituation ohne Beanstandung. Bei „frei“ gebauten Modellen sollte der Lehrer sowohl die Prüfung überwachen als auch mit den betreffenden Schülern mögliche Lösungen erörtern und ihnen Hinweise und Hilfen für einen sachgemäßen Umbau geben.

S 10

Handlungsangebot und *Handlungsauftrag* wie S 9.

Handlungsziel: Kippsicherheit des Eigenmodells feststellen oder herstellen.

Handlungseinstellung und *Handlungsform* wie S 9.

Unterrichtspraktische Hinweise: Erhöhte, d. h. deutlich merkbare Kippgefahr besteht bei allen vorgeschlagenen Modellen, die keine Lenkeinschlagbegrenzung haben. Diese Begrenzung kann bei Modell 1 inzwischen eingebaut sein (S 9), bei Modell 4 ist die Lenkeinschlagbe-

grenzung von Anfang an vorhanden. Korrigiert werden müssen also Modell 1, wenn auf S 9 die Räder tiefer gesetzt wurden, ebenso Modell 2 und 3 und zwar durch Lenkeinschlagbegrenzung bzw. durch zusätzliche Verbreiterung der Radabstände an Vorder- und Hinterachse. Korrekturvorschlag 1 bezieht sich also auf Modell 3, wird sich aber als zwar verbessernd, jedoch noch ungenügend erweisen; die Korrekturvorschläge unter 2 gelten für die Modelle 1, 2 und 3.

Für Schüler mit Eigenmodellen kann bestimmt der vorgeschlagene (nur sehr grob differenzierende) Prüfungsvorgang beibehalten werden. Da enger Radstand sehr wohl vorkommen kann (z. B. Befestigung der Räder fast direkt unter der Drehscheibe), muß der Vorschlag 1 mit solchen Schülern – auf ihr Modell bezogen – diskutiert und eventuell zur Modifikation herangezogen werden. Ebenso ist dann mit Lehrerberatung zu untersuchen, ob und wie durch Lenkeinschlagbegrenzung die Kippsicherheit erhöht werden kann.

Falls Modell 4 nachgebaut wurde, sollte es die Prüfsituation auf S 10 ohne Korrektur durchlaufen können.

S 11/12

Handlungsangebot: Instruktion zu Beobachtung und zu experimenteller Erprobung; Erklärung eines technischen Problems und Anleitung zur Verdeutlichung des Problems. Aufforderung zu transferierender Umkonstruktion des Fahrzeugmodells.

Handlungsauftrag: Feste oder lose Radanbringung durch Manipulation deutlich machen. Eine isolierte Prüfsituation zur Entscheidung über die geeignetere Radbefestigung nach Anweisung instrumentieren und durchlaufen. Verbale und ikonische Information lesen, aufnehmen und eventuell überprüfen. Eigenes Modell nach dieser Information überprüfen und gegebenenfalls modifizieren. Endüberprüfung des Modells vornehmen.

Handlungsziel: Erkennen, daß Einzelradbefestigung wesentlich für die Lenkbarkeit ist; das Eigenmodell entsprechend konstruieren.

Handlungseinstellung: Anweisungen befolgend, genau haptisch prüfend, Entscheidungen treffend, Erklärungen rezeptiv aufnehmend, modifikationsbereit.

Handlungsform: Wechsel von Aufnahme verbaler Instruktionen und gelenktem/teilgelenktem Bauen und experimentierendem Prüfen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Dieser letzte Test soll durchlaufen werden, damit alle Räder

der Serie dargestellt ist, vorher gebaut und zur Verfügung haben – falls nicht die Konstruktionsaufgabe von Heft 1 mit der Werkklasse gerade vorher bearbeitet wurde.

Die Schüler sollen – „sachgebunden“, da nur wenige Modelle vorhanden sind bzw. weil die verschiedenen Arbeitsvorgänge Zusammenarbeit begünstigen – in Kleingruppen die Fahrversuche und die dazu nötigen Vorarbeiten durchführen. Der Lehrer muß deutlich machen, daß a) der anweisungsgemäße Bau der „Hindernisstrecke“ nachgeprüft werden muß, b) verschiedene Schüler den Fahrversuch durchführen sollen, während die anderen Gruppenmitglieder beobachten und eventuell Unkorrektheiten der Durchführung beanstanden (das Modell seitlich verschieben oder hinten hochheben) und c) daß ein gemeinsames Urteil zu finden ist. Von jeder Gruppe sollte der Lehrer Endurteil und Begründung erfragen.

Anschließend beginnt für jeden Schüler Alleinarbeit, nämlich das Konstruieren eines lenkbaren Fahrzeugmodells. Dabei kann mit und ohne Anweisungshilfe gebaut werden. Somit verzweigt sich hier erstmals der weitere Lernweg: Wenn Schüler ein von ihnen für funktionsfähig, also für gut lenkbar gehaltenes Modell ohne Hilfen gebaut haben, können sie direkt zu den Prüfsituationen auf S 8 weitergehen. Allerdings sollte sich der Lehrer hier beratend einschalten, um ein allzu unberechtigtes Überspringen der nächsten Seiten zu vermeiden: Es muß mindestens eine einfache Drehschemellenkung wie bei Modell 1 auf S 4/6 konstruiert worden sein, die auch per Lenkrad oder Fußlenkung vom Fahrzeug aus zu betätigen sein muß. Jedenfalls empfiehlt es sich, Schülern, welche völlig selbständig gebaut haben und wenig funktionstüchtige Modelle schon prüfen wollen, wenigstens das Anschauen der nächsten Seite nahezu legen.

S 4–7

Handlungsangebot: Bildliche „multiple-choice“-Konstruktionsvorschläge bzw. Korrekturvorschläge zur vorhandenen Eigenkonstruktion des Schülers mit Hinweisen auf wesentliche Details der Konstruktionen.

Handlungsauftrag: Vergleichende Beobachtung, Übernahme von Konstruktionsvorschlägen zu Neu- bzw. Umbau eines Modells, Auswahl und Zuhilfenahme von Detailhinweisen.

Handlungsziel: Konstruieren eines zwar noch fehlerhaften, aber die oben (siehe Kommentar zu S 2/3) genannten funktionalen Hauptbedingungen erfüllenden, lenkbaren Fahrzeugs.

Handlungseinstellung: Selbstkritisch, Alternativen abwägend, Vorschläge befolgend.

Handlungsform: Von der Instruktion beeinflusstes Korrigieren bzw. Konstruieren mit Teillenkung und Auswahloffentlichkeit.

Unterrichtspraktische Hinweise: Es werden auf den Seiten 4–7 den Schülern 4 Modelle vorgestellt, die alle lenkbar sind, aber Fehler wie mögliche Blockierung der gelenkten Räder durch den Wagenkörper, hohe Kippgefahr bei starkem Einschlag, fehlende Einzelradbefestigung an Vorder- und/oder Hinterachse aufweisen. Diese Modelle werden durch die späteren „Tests“ alle verbessert. Der Lehrer sollte darum besorgt sein, daß die Schüler sich alle Modellvorschläge ansehen, bevor sie sich für ein Modell entscheiden. Wichtig ist ferner, daß die Schüler nicht nur die Bilder auf S 4 und 5, sondern auch die Hilfen auf S 6 und 7 beachten. Der Lehrer muß daher die Entscheidung der Schüler erfragen bzw. beobachtend feststellen und dann – falls der Schüler beim Bauen nicht gleichzeitig von den Ersthinweisen (S 4 oder 5) und den weiteren Hilfen (S 6 oder 7) Gebrauch macht – auf die Instruktion S 5 rechts unten verweisen. Schließlich muß beobachtet werden, ob der Schüler die beiden zusammengehörenden Bildinstruktionen auch auffindet und benützt. Bei eventuellen gleichen Wahlen zweier Schüler kann diesen empfohlen werden, gemeinsam ihre Hefte – S 4 oder 5 im einen, S 6 oder 7 im anderen Heft – zu benutzen, weil ein häufiges Umblättern damit vermieden wird.

S 8

Handlungsangebot: Verbale und ikonische Hinweise zur Prüfsituation und ihrer Bewältigung und Auswertung.

Handlungsauftrag: Durchführung des „Kurven-Experiments“ mit dem neuen Modell und Beachten der dazu vorhandenen Regeln.

Handlungsziel: Feststellung der Lenkbarkeit (oder Nicht-Lenkbarkeit) des neuen Modells.

Handlungseinstellung: Prüfend, Regeln befolgend, urteilend.

Handlungsform: Kognitiv gesteuertes Manipulieren und Experimentieren.

Unterrichtspraktische Hinweise: Unter Umständen müssen die „Hindernisse“ erneut aufgestellt werden. Jedenfalls sollte der Lehrer die Schüler auf den richtigen Abstand der Hindernisse ansprechen und sie auffordern: „Schaut auf der Seite nach, wo das angegeben war.“

Die Skizze zur Prüfsituation kann nur sehr allgemeine Merkmale des „Mogelns“ und der

Handhabung zeigen. Daher sollte der Lehrer an verschiedenen Modellen vormachen und vorführen lassen, wie richtig zu fahren und zu lenken ist und wie „Mogeln“ jeweils aussieht. Bei den Versuchen selbst muß jeweils beachtet werden, daß Mogeln, also ein Versetzen des Fahrzeugmodells nach der Seite, nicht gilt. Da die Schüler die kleinen Modelle sehr leicht – und mitunter ohne es selbst zu registrieren – verschieben können, müssen mehrere Versuche empfohlen werden, bei denen Partner genau beobachten, ob die Prüfung korrekt abließ.

S 9

Handlungsangebot: Instruktion zur Überprüfung und Vorschläge zur Modifikation des konstruierten Fahrzeugs.

Handlungsauftrag: Details des Modells manipulativ überprüfen; Fragen beantworten; Folgerungen aus dem Ergebnis der Überprüfung in Handlung umsetzen.

Handlungsziel: Blockierfreiheit der an der Vorderachse befestigten Räder feststellen oder durch Umkonstruktion herstellen.

Handlungseinstellung: Prüfungsanweisungen befolgend, nach Prüfungsergebnissen urteilend, Alternativen beachtend.

Handlungsform: Aufnahme verbaler und bildlicher Instruktion, Ausführen von Überprüfungsmaßnahmen; entweder konstruktives Tun oder Entscheidung, diese Handlungsphase noch auszusetzen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die unten auf S 9 gezeigten Lösungen des Problems beziehen sich auf Modell 1, welches als einziges vorgeschlagenes Modell blockierende Räder aufweist. Die Modelle 2–4 durchlaufen also diese Prüfungssituation ohne Beanstandung. Bei „frei“ gebauten Modellen sollte der Lehrer sowohl die Prüfung überwachen als auch mit den betreffenden Schülern mögliche Lösungen erörtern und ihnen Hinweise und Hilfen für einen sachgemäßen Umbau geben.

S 10

Handlungsangebot und *Handlungsauftrag* wie S 9.

Handlungsziel: Kippsicherheit des Eigenmodells feststellen oder herstellen.

Handlungseinstellung und *Handlungsform* wie S 9.

Unterrichtspraktische Hinweise: Erhöhte, d. h. deutlich merkbare Kippgefahr besteht bei allen vorgeschlagenen Modellen, die keine Lenkeinschlagbegrenzung haben. Diese Begrenzung kann bei Modell 1 inzwischen eingebaut sein (S 9), bei Modell 4 ist die Lenkeinschlagbe-

grenzung von Anfang an vorhanden. Korrigiert werden müssen also Modell 1, wenn auf S 9 die Räder tiefer gesetzt wurden, ebenso Modell 2 und 3 und zwar durch Lenkeinschlagbegrenzung bzw. durch zusätzliche Verbreiterung der Radabstände an Vorder- und Hinterachse. Korrekturvorschlag 1 bezieht sich also auf Modell 3, wird sich aber als zwar verbessernd, jedoch noch ungenügend erweisen; die Korrekturvorschläge unter 2 gelten für die Modelle 1, 2 und 3.

Für Schüler mit Eigenmodellen kann bestimmt der vorgeschlagene (nur sehr grob differenzierende) Prüfungsvorgang beibehalten werden. Da enger Radstand sehr wohl vorkommen kann (z. B. Befestigung der Räder fast direkt unter der Drehscheibe), muß der Vorschlag 1 mit solchen Schülern – auf ihr Modell bezogen – diskutiert und eventuell zur Modifikation herangezogen werden. Ebenso ist dann mit Lehrerberatung zu untersuchen, ob und wie durch Lenkeinschlagbegrenzung die Kippsicherheit erhöht werden kann.

Falls Modell 4 nachgebaut wurde, sollte es die Prüfsituation auf S 10 ohne Korrektur durchlaufen können.

S 11/12

Handlungsangebot: Instruktion zu Beobachtung und zu experimenteller Erprobung; Erklärung eines technischen Problems und Anleitung zur Verdeutlichung des Problems. Aufforderung zu transferierender Umkonstruktion des Fahrzeugmodells.

Handlungsauftrag: Feste oder lose Radanbringung durch Manipulation deutlich machen. Eine isolierte Prüfsituation zur Entscheidung über die geeignete Radbefestigung nach Anweisung instrumentieren und durchlaufen. Verbale und ikonische Information lesen, aufnehmen und eventuell überprüfen. Eigenes Modell nach dieser Information überprüfen und gegebenenfalls modifizieren. Endüberprüfung des Modells vornehmen.

Handlungsziel: Erkennen, daß Einzelradbefestigung wesentlich für die Lenkbarkeit ist; das Eigenmodell entsprechend konstruieren.

Handlungseinstellung: Anweisungen befolgend, genau haptisch prüfend, Entscheidungen treffend, Erklärungen rezeptiv aufnehmend, modifikationsbereit.

Handlungsform: Wechsel von Aufnahme verbaler Instruktionen und gelenktem/teilgelenktem Bauen und experimentierendem Prüfen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Dieser letzte Test soll durchlaufen werden, damit alle Räder

aller Modelle so angebracht werden, sowohl an der Vorder- als auch an der Hinterachse der Modelle, daß durchweg „Einzelradaufhängung“ besteht. Bei nachgebauten Modellen werden nur die Hinterachsen-Räder von Modell 3 und 4 geändert werden müssen. Bei „freien“ Modellen sollte der Lehrer anhand der Bilder von S 12 unten zeigen und mit den Schülern erörtern, daß durchgehende Achsen mit starr befestigten Rädern geändert werden müssen. Als Alternative zu den gezeigten Lösungen ist natürlich die schon in der isolierten Versuchssituation S 11 angebotene lose Verbindung der Räder mit der Achse möglich, sofern die Räder durch Klemmbuchsen gegen seitliches Verrutschen gesichert werden.

Wenn alle Fahrzeuge auch den letzten Test bestanden und die wiederaufgebaute Prüfstrecke durchlaufen haben, sollte der Lehrer die Erfolgsmeldung des Textes möglichst persönlich verstärken. Er kann auch noch einmal nach den wichtigsten technischen Merkmalen der Konstruktion fragen und sie notieren (lassen): Die Räder lenkbarer Fahrzeuge dürfen beim Lenkeinschlag nicht blockieren; die Fahrzeuge müssen auch beim Kurvenfahren weitgehend kippstabil sein; die Räder müssen einzeln aufgehängt sein und sich unabhängig voneinander drehen können. Alle diese Merkmale sollten wenn möglich an realen Fahrzeugen beobachtet und ausgewiesen werden.

Eine vertiefende Wiederholung der erarbeiteten technischen Konstruktionsmerkmale liefert im übrigen der letzte Teil dieses Schülerheftes.

S 13/14

Handlungsangebot: Bildliche Darstellungen eines fertigen „Seifenkisten“-Modells und der daran vorzunehmenden Prüfungen, ergänzt durch Entscheidungs- und Prüfungsfragen.

Handlungsauftrag: Das vorgestellte Modell als Ganzes abschätzend bewerten und mit dem Eigenmodell vergleichen; einzelne Prüfungsfragen alternativ beantworten und daraus ein zusammenfassendes, begründetes Urteil ableiten.

Handlungsziel: Das vorgestellte Modell als technisch gut konstruiert erkennen (beurteilen).

Handlungseinstellung: Gestalterfassend, ästhetisch-emotional begründend; detailerfassend, kritisch-rational.

Handlungsform: Aufnahme und Verwertung von bildlicher und textlicher Information; Partnerkommunikation.

Unterrichtspraktische Hinweise: Es ist bereits gesagt worden, daß S 13 eine Phase der Ver-

tiefung – durch variierende Wiederholung – einleitet. Durch die zunächst hypothetische Bewertung und die später (wenn gebaut worden ist) auch tatsächlich vorzunehmenden Detailüberprüfungen werden die beim Eigenkonstruieren erarbeiteten technischen Grundsätze wieder aktualisiert. Es kann daher nur vorteilhaft sein, mit allen Schülern diesen letzten Teil von Heft 2 zu bearbeiten.

Selbstverständlich ist dieser Teil jedoch auch im Sinne von Tempo-/Mengendifferenzierung einzusetzen: Er kann vor allem von Schülern durchlaufen werden, welche schneller als andere den ersten (Haupt-)Teil der Konstruktionsaufgabe bewältigt haben. Sie können (evtl. in Partnerarbeit) nun, während andere Schüler noch die Prüfstationen durchlaufen (S 9–11), über das „neue Modell“ befinden und es auch schon bauen. Eine Prüfung des Modells kann darauf wieder unter Beteiligung aller Schüler vorgenommen werden, so daß schließlich Integration der Differenzierungsphase in die gemeinsame Erkenntniserarbeitung stattfinden kann.

Es müssen bei der nun folgenden Konstruktionsarbeit zwei organisatorische „Klippen“ gesehen und berücksichtigt werden: (1) Der Bau des neuen Modells erfordert das Vorhandensein weiterer Baukästen, da die selbsterstellten Modelle der Schüler keinesfalls sofort wieder demontiert werden können. Es müssen also in einer Werkklasse von ca. 12 bis 16 Schülern wenigstens 6 bis 8 weitere ut-1-Lernbaukästen vorhanden sein, wenn alle Schüler sich aktiv (in Partnerarbeit) am letzten Teil der Konstruktionsaufgabe beteiligen sollen. Als Alternative bietet sich an: Zwischen der Fertigstellung der Eigenkonstruktionen und dem Beginn des freiwilligen Nachbaus des neuen Modells (S 14 unten, S 15/16) kann eine Pause von etwa einer Woche eingelegt werden. (2) Bei der Beurteilung des neuen Modells (und bei der späteren faktischen Überprüfung) muß zur eventuellen Erstellung der „Prüfstrecke“ bedacht werden, daß die Hindernisse wegen der Länge des neuen Modells in weiterem Abstand aufgestellt werden. Dabei sollte allerdings deutlich gemacht werden, daß Fahrzeuglänge zu Wendigkeit in einem umgekehrten Verhältnis steht, was z. B. mit der realen Problematik der Parklücken oder mit der Besprechung des Themas „Stadtauto“ verbunden werden kann.

Der Lehrer kann die Phase der Bewertung und der Prüfung auf der Vorstellungsebene, welche S 13 und 14 fordert, zu sichtbarem und allge-

mein diskutierbarem Endurteil der Schüler/der Gruppen führen, wenn er die Fragen der S 14 auf einem Arbeitsblatt wiederholt und beantwortet läßt. Die Antworten kann er dann unter Verwendung der Ziffern (1. = Stoßen die Vorderräder am Wagenboden an?) und jeweils unter „ja“ und „nein“ an der Tafel registrieren, auszählen und damit für eine Diskussion transparent machen.

S 15/16

Handlungsangebot: Bildliche und schriftlich-verbale Detailhinweise zur Konstruktion des neuen Fahrzeugmodells.

Handlungsauftrag: Nach Maßgabe der Instruktion Zusammenbau der Teile zu einem vorgeschlagenen Modell. Dabei Aufnahme einer Information über einen technischen Begriff („Drehschemellenkung“).

Handlungsziel: Konstruktion und Überprüfung eines lenkbaren Fahrzeugmodells unter Beachtung und Überprüfung von wesentlichen Voraussetzungen der Lenkbarkeit; somit auch Befestigung und Aktualisierung erworbenen Wissens.

Handlungseinstellung: Kritisch-reproduktiv, detailbeachtend, Information übernehmend und befolgend.

Handlungsform: Bauen nach vorgegebenem Plan.

Unterrichtspraktische Hinweise: Diese Phase der Nachkonstruktion wird nicht nur zur Vertiefung von Kenntnissen, sondern auch zur Einführung des Begriffs „Drehschemellenkung“ und seiner Erklärung benützt (S 15 unten). Solche Drehschemellenkungen (bei denen die Vorderachse mit in die neue Richtung eingeschwenkt wird), können in der Wirklichkeit vor allem an Deichsel- und anderen Zugfahrzeugen gefunden werden (Pferdefuhrwerk, Leiterwagen). Sie eignen sich nicht für motorgetriebene, schnellere Fahrzeuge, weil eine gewisse Kippgefahr bei starkem Einschlag nicht zu vermeiden ist. Dies sollte deutlich werden, auch wenn gleichzeitig an dem vorgestellten Modell der tiefliegende Schwerpunkt die Kippgefahr weitgehend beseitigt. Es können also beim Aufsuchen realer Beispiele der Drehschemellenkung gleichzeitig ein Stück der Technik-Entwicklung und einige ihrer Determinanten besprochen werden: Die Erfindung schnellerer Antriebe bringt erhöhte Kippgefahren, also muß die Technik eine neue (bessere) Lösung des Lenkproblems suchen und finden. (Weitere Ausformung dieses Problems: Angabe weiterer Gefahren, welche durch die Technik erst ent-

stehen, evtl. Angabe technischer Abhilfen/Schutzvorrichtungen, z. B. Motorenlärm – Schalldämmung, Unfallgefahr – Verkehrsampeln usw. Technik **löst** also nicht nur Probleme, erleichtert nicht nur, sondern erschwert auch das Leben, **schafft** Probleme.)

In diesem Sinne kann auch die einfache Schleifbremse besprochen werden, nachdem die Schüler das Prinzip des Schleifens, der Reibung, als Bremsprinzip erkannt haben: Wenn Technik höhere Geschwindigkeiten ermöglicht, muß sie auch wirksamere Bremsen erfinden. Im übrigen kann das Funktionieren von Bremsen sehr gut an Fahrrädern beobachtet werden. Als Problem stellt sich: Wie bremsen Flugzeuge? Schiffe?

Abschließend sollte den Schülern klar werden, daß sie zwar ein Modell mit einigen wichtigen Eigenschaften eines Autos, aber eben doch nur ein „Auto für Kinder“ gebaut haben – also durchaus einen Schritt weiter gekommen sind in ihrer Kenntnis technischer Möglichkeiten des Fahrens, aber eben nur einen Schritt. Das Aufzeigen der in den beiden vorigen Abschnitten erwähnten und ähnlicher Probleme soll aber gleichzeitig zeigen, daß jeder Fortschritt der Technik und des technischen Wissens nur ein Schritt zu einem Zwischenziel ist, daß Technikentwicklung und technisches Forschen und Erfinden also keine endgültigen Lösungen liefert.

5.3 Heft 3: Eine Hilfe für kranke Leute

5.3.1 Informationen zu den technischen Sachverhalten

Fahrbare Krankenstühle gibt es in den verschiedensten Ausführungen. Viele besitzen zwei große Räder zum „Antreiben“, die hinten oder vorn einzeln gelagert, aber nicht lenkbar sind. An ihnen sind meist kreisförmige Antriebsgriffe angebracht, mit denen der Kranke sein Fahrzeug in Bewegung setzen bzw. abbremsen kann.

Bei Anbringung der großen Räder an der Vorderseite ist das Überwinden kleinerer Höhenunterschiede, wie z. B. Türschwellen besser möglich.

Die Lenkung („von außen“ durch einen schiebenden Helfer oder „von innen“ durch den Kranken selbst) wird durch die kleineren Räder bewirkt, die als sog. Schwenkrollen ausgebildet sind. Diese sind so konstruiert, daß die Achse des „hinterherlaufenden“ Rades hinter dem Drehzapfen gelagert ist. Die so entstehende Hebelwirkung (Abstand zwischen verlängerter

Achse des Drehzapfens und Radmittelpunkt) läßt das Rad immer in die gewünschte Richtung einschwenken.

Schwenkrollen werden außerdem bei Einkaufswagen, Teewagen, Krankenbetten, Laborations-tischen, Transportrollen, Gepäckwagen usf. eingesetzt.

5.3.2 Lernziele:

Lernziel auf mittlerer Handlungsebene:

Die Schüler sollen erkennen, daß die Lenkbarkeit eines Fahrzeuges durch die richtunggebende Fortbewegungskraft des Fahrers nur bei Lösung des technischen Problems einer sich selbst nach der Bewegungsrichtung einstellenden Lenkung ermöglicht werden kann.

Lernziele auf konkreter Handlungsebene:

Die Schüler sollen

– als Modell für einen Krankenstuhl ein fahrbares Modell wählen und nachkonstruieren

– das fahrbare Modell so konstruieren, daß es als Modell eines Krankenstuhls gelten kann, welchen ein Kranker selbst bewegen könnte

– das Prinzip und die Vorteile von Schwenkrollen für die Lenkung des Krankenstuhl-Modells erkennen und eine Schwenkrolle bauen und prüfen

– das Rollstuhlmodell mit zwei Schwenkrollen versehen und auf Wendigkeit überprüfen

– eventuell weitere Fahrzeuge (Einkaufswagen, Teewagen ...) auf Modellebene mit Schwenkrollen konstruieren

5.3.3 Erläuterungen zu den einzelnen Sequenzen

S 2/3 und S 4 oben

Handlungsangebot: Kurzer einführender Text. Drei Krankenstuhlmodelle in Gesamt- und Teildarstellungen als Alternativvorschläge und als Konstruktionsaufforderung. Angabe der richtigen konstruktiven Lösung.

Handlungsauftrag: Alternatives, bzw. auswählendes, im Detail den Konstruktionsvorschlägen folgendes Konstruieren eines Modells. Kenntnisnahme einer Lösung, eventuelles Korrigieren.

Handlungsziel: Fertigstellung des Modells eines fahrbaren Krankenstuhls, der auch geschoben werden kann.

Handlungseinstellung: Selektiv überdenkend, instruktionsgemäß planend, Endurteil annehmend.

Handlungsform: Urteilen, sich entscheiden, dann Bauen nach Anleitung in Teilschritten, Endinformation entgegennehmen und gegebenenfalls ergänzendes Bauen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Es scheint in dieser Eingangssequenz ziemlich sicher, daß die Schüler die angesprochene Situation kennen und verstehen werden. Trotzdem kann der Lehrer, nachdem die Schüler zunächst den Text von S 2 gelesen haben, zu Aussagen über die mögliche Art der Erkrankung auffordern (Leute/Kinder mit gelähmten Beinen, nach einem Unfall, nach Kinderlähmung – alte Leute...). Nach dieser kurzen Besprechung kann wiederholt werden: „Also für solche Kranke soll ein Stuhlmodell gebaut werden.“ Damit kann die Konstruktionsarbeit beginnen. Da die drei zunächst vorgestellten Modelle ziemlich detailreich und kompliziert zu konstruieren sind, sollten die Schüler – nach einer kurzen (Partner-)Unterhaltung über das „beste“ Modell – darauf hingewiesen werden, daß weitere Bauanleitungen auf S 3 zu finden sind. Sie müssen also unter Heranziehung der Seiten 2 und 3 bauen, wobei S 2 vor allem Entscheidungsgrundlage und Endgestalt liefert, S 3 die Folge der Konstruktionsschritte.

Auf S 4 oben wird als beste Lösung Modell C mit Rädern und Schiebegriff angegeben. Gleichzeitig wird den Schülern noch einmal ein Angebot gemacht, diese beiden Teile einzubauen. So wird nach einer Phase des wahlweisen Bauens eine einheitliche Ausgangsbasis für weitere Sequenzen hergestellt.

S 4 Mitte/S 5

Handlungsangebot: Schriftlich-verbale und ikonische Verbesserungsvorschläge, z. T. in alternativer Form.

Handlungsauftrag: Umkonstruieren des Modells von S 5 oben unter Beachtung verschiedener Bedingungen des „Selbstfahrens“.

Handlungsziel: Modifikation des Modells, so daß ein Krankenstuhlmodell mit Rädern entsteht, die ein Kranker selbst bewegen könnte.

Handlungseinstellung: Selbstkritisch, korrekturbereit, prüfend, umplanend.

Handlungsform: Umkonstruieren nach Kenntnisnahme von zusätzlichen Informationen, eng gelenkt bis teilgelenkt; gedankliches Überprüfen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die Schüler haben hier zunächst lediglich die Information aufzunehmen und zu verstehen, daß zwei kleine durch zwei größere, also für den Kranken erreichbare Räder zu ersetzen sind. Der dazu nötige Teilabbau des Modells wird auf S 4 unten gezeigt – es sind entweder die Vorderbeine oder die Hinterbeine des Modells teilweise zu verkürzen, je nach der Entscheidung des Schü-

lers, wo er die großen Räder anbringen will. Die jeweils anderen Stuhl-Beine bleiben unverändert. Die nicht im Lernbaukasten vorhandenen Reifen kann der Lehrer als sog. Dichtungsringe in Fachgeschäften beschaffen (O-Ringe mit einem Innendurchmesser von 50–55 mm). Sollten wider Erwarten keine Reifen zur Verfügung stehen, so wären an den Schwenkrollen die roten Winkelsteine zu entfernen (Höhenausgleich).

Als Handlungsalternative stellt sich das Problem, ob die großen (Antriebs-)Räder vorn oder hinten anzubringen sind. Diese Alternative bleibt offen und wird nur durch die Aufträge zum Überlegen auf S 5 zu lenken versucht. Erwartet wird, daß die Schüler im Falle dieses Modells erkennen: Sind die großen Räder vorn angebracht, so sind sie besser zu bewegen; die Armstützen stören dann auch weniger. (Selbstverständlich gibt es viele Rollstühle mit großen Hinterrädern; beim vorliegenden Modell befinden sich die Hinterräder aber zu weit hinten, die Einwirkungsmöglichkeit eines Kranken wäre weniger gut als bei vorne angebrachten Antriebsrädern.) Schließlich lassen sich Schwellen leichter überwinden, wenn die großen Räder vorne am Fahrzeug befestigt sind. Daher ist auch das Kontrollmodell, auf das anschließend einzugehen ist, mit großen Vorderrädern ausgerüstet. Es sollte aber den Schülern, welche korrigieren müssen, bestätigt werden, daß ihre Lösung in der Wirklichkeit auch oft gewählt wird.

S 6

Handlungsangebot: Ganz- und Detaildarstellungen als Konstruktionshilfen.

Handlungsauftrag: Überprüfen des Eigenmodells anhand des Kriteriums „Kontrollmodell“, eventuell Korrektur des Eigenmodells.

Handlungsziel: Genaue Nachkonstruktion des Kontrollmodells.

Handlungseinstellung: Beobachtend, detailgerichtet.

Handlungsform: Reproduktives, gelenktes Umkonstruieren; vergleichendes Überprüfen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Seite 6 gibt noch einmal genaue Bauanweisungen für das Modell, auf welches sich nun alle weiteren Instruktionen beziehen. Um wirklich vorlagegetreues Konstruieren zu gewährleisten, sind Einzelhinweise und -hilfen des Lehrers angebracht. Möglich ist auch die Anregung zu Partnerhilfe und Partnerkontrolle.

Nach Bewältigung des Umbaus kann eventuell eine zeitliche Teileinheit der Konstruktionsauf-

gabe abgeschlossen werden, da ab S 7 Probleme der Lenkbarkeit neu aufgenommen werden.

S 7/8

Handlungsangebot: Schriftlich-verbale und ikonische Hinweise zur Instrumentierung, Durchführung und Auswertung/Bestätigung eines Experiments.

Handlungsauftrag: Das Modell experimentierfertig machen, Experimentiersituationen herstellen, Experimente nach Anweisung durchführen, Ergebnisse der Experimente beobachten und festhalten.

Handlungsziel: Durch Experimente feststellen, daß und warum das Rollstuhlmodell keine Kurven fahren kann; erkennen, daß Reibung der Räder Bremswirkung hat.

Handlungseinstellung: Manipulativ prüfend, beobachtend, schlußfolgernd.

Handlungsform: Aufnehmen und Ausführen von Anweisungen aus Text und Bild; Durchführen von Experimenten mit begleitendem Beobachten und nachfolgendem Urteilen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Nach Durchführung des ersten Experiments auf S 7 kann der Lehrer sich die Beobachtungen einzelner Schüler berichten lassen, bevor das Blatt umgedreht wird. So können die Schüler selbst die Erkenntnisse formulieren, die sie auf S 8 oben dann bestätigt finden. Zu dem Experiment auf S 8 können die Schüler befragt werden, ob sie noch andere Experimentiersituationen vorschlagen können. Sie sollten diese auch ausprobieren dürfen, also z. B. Räder mit Kreide einfärben; Fahrzeug in angefeuchtetem Sand Kurven fahren lassen; einen Kraftmesser vorne in der Sitzmitte einhängen (vor allem wegen des Bremsmoments) und den Maßunterschied beim Geradeausfahren und beim Kurvenfahren festhalten. Besonders der zuletzt genannte Versuch bringt gute Ergebnisse und kann später (nach Einbau der Schwenkrollen) wiederholt werden, wozu natürlich die Meßwerte des Kraftmessers aufgeschrieben werden müssen. Der Einsatz des Kraftmessers bzw. sein Vorschlag z. B. durch den Lehrer, hängt auch von den Vorkenntnissen der Schüler über Messung, Maßeinheiten und Kraftmesser ab. Ein Hinweis auf eine Realsituation, wie z. B. beim Kindersportwagen als Fahrzeug ohne Lenkung, kann erfolgen.

S 9/10/11

Handlungsangebot: Bild- und Textinformation über Schwenkrollenfahrzeuge und Schwenkrollen; Angebot zweier Alternativen und ihnen

entsprechender Modellkonstruktionen von Radbefestigungen mit Detailhilfen.

Handlungsauftrag: Informationsaufnahme über Schwenkrollen; Urteilsfindung über das Prinzip der Schwenkrolle; Wahl der entsprechenden Modellkonstruktion und deren Ausführung.

Handlungsziel: Erkennen des Schwenkrollenprinzips und konstruktive Umsetzung dieses Erkenntnis auf Modellebene.

Handlungseinstellung: Beobachtend, auswählend, korrekt übernehmend.

Handlungsform: Entscheiden auf der Grundlage erhaltener Text-/Bildinformationen, rezeptiv-manipulatives Konstruieren der gewählten Konstruktion.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die Schüler erhalten hier zunächst eine Information über Schwenkrollen, sollen aber möglichst selbständig das auf den Bildern der S 9 dargestellte Schwenkrollenprinzip erkennen und danach, dem Vorschlag B folgend, konstruktiv realisieren. Sobald sie sich entschieden haben, steht ihnen eine detailliertere Konstruktionsanleitung zur Verfügung (S 11). Mit ihr wird ermöglicht, daß nicht relativ unwichtige konstruktive Details, sondern das Erkennen und Transferieren des Prinzips der Schwenkrolle im Mittelpunkt des Aufgabenbewusstseins der Schüler steht. Falls Schüler nach Vorschlag A bauen, sollte nicht korrigierend eingegriffen werden, da eine Überprüfungsphase folgt.

S 12/13

Handlungsangebot: Anleitung zur Erstellung einer Prüfsituation für die angefertigte Radkonstruktion, Anweisung zur situationsgerechten Prüfungsdurchführung.

Handlungsauftrag: Überprüfung der Radkonstruktionen auf Schwenkfähigkeit.

Handlungsziel: Erkennen, daß Radmodell B sich durch Bewegen des „Fahrzeuges“ (der Grundplatte) in alle Richtungen schwenken läßt; Übernahme des Begriffs „Schwenkrolle“ für diese und ähnliche Radkonstruktionen.

Handlungseinstellung: Selbstkritisch, prüfend, beobachtend.

Handlungsform: Gelenktes, psychomotorisches Handeln in einer Prüfsituation; Erfassen des Prüfungsergebnisses; Entscheidung aufgrund dieses Ergebnisses.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die genaue Anweisung zur Instrumentierung des Prüfexperimentes sollte exakt befolgt werden, da nur sie ganz deutlich den Unterschied der Schwenkfähigkeit der beiden Radkonstruktionen zeigt. Es muß also der „Drehzapfen“ wirk-

lich in das erste Loch der Grundplatte gesteckt werden, die Grundplatte muß in kreisförmiger Bahn (nicht in irgendwelchen Kurven) bewegt werden, nur so zeigt sich die Unzweckmäßigkeit der Radkonstruktion A deutlich für die Schüler. Der Lehrer sollte darauf achten, daß alle Schüler, auch diejenigen, welche Radkonstruktion A gebaut haben, nun das Prinzip der Schwenkrolle erkennen und mit dem Begriff „Schwenkrolle“ verbinden. Dazu ist es nicht unbedingt nötig, daß alle Schüler Konstruktion B gebaut haben, aber wo dies nicht der Fall war, sollte eine solche Konstruktion (eines anderen Schülers) gezeigt und praktisch erprobt und die Fragestellung von S 10 oben noch einmal wiederholt werden. Die Antwort kann nun verbal gegeben werden: „Ein Rad schwenkt von selbst in jede neue Richtung, wenn sein Mittelpunkt **nicht** unter, sondern hinter dem Drehzapfen gelagert ist.“

S 14/15

Handlungsangebot: Bildliche Darstellung von Konstruktionsschritten zum Einbau zweier Schwenkrollen in das vorhandene Rollstuhlmodell.

Handlungsauftrag: Konstruktion und Anbringung zweier Schwenkrollen.

Handlungsziel: Korrektur des vorhandenen Rollstuhlmodells, so daß es durch Antriebskraft lenkbar wird.

Handlungseinstellung: Sorgfältig aufnehmend und ausführend.

Handlungsform: Lesen einer Konstruktionsanweisung, reproduzierendes psychomotorisches Übertragen der Anweisung auf die Konstruktionsebene.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die Konstruktionsanweisung gibt dem Schüler genaue Anleitung für die einzelnen Konstruktionsschritte. Eine Hilfe des Lehrers kann trotzdem benötigt werden bei der Überprüfung der Radstellung in Beziehung zum Drehzapfen (S 14 unten). Dabei sollte gleichzeitig den Schülern gezeigt werden, daß die Schwenkrolle nicht gut funktioniert, wenn das Rad nicht genau in der jeweiligen Fahrtrichtung hinter dem Drehzapfen läuft („fluchtet“). Der Lehrer kann dazu eine Konstruktion, wie unter A oder B dargestellt, benützen und die Schüler damit Schwenkversuche machen lassen. Alle hergestellten Schwenkrollen sollten schließlich vor ihrem Einbau in das Modellfahrzeug dem Lehrer vorgeführt werden (Zwischenkontrolle).

S 16

Handlungsangebot: Prüfungsfragen und Prü-

fungsverfahren. Aufforderung zum konstruktiven Transfer.

Handlungsauftrag: Durchführung der vorgeschlagenen Prüfungen, Beobachtung des Modells und der Schwenkrollen.

Handlungsziel: Erkennen, daß das nun konstruierte Rollstuhlmodell aufgrund des Einbaus der Schwenkrollen wendig ist; daß es von Sitz aus nicht nur bewegt, sondern auch gelenkt werden kann. Eventuell Aufnahme neuer Konstruktionsziele in „freiem“ Planen und Konstruieren.

Handlungseinstellung: Kritisch, prüfend, bereit zu weiterer konstruktiver Arbeit.

Handlungsform: Von der Instruktion geleitetes Wiederholen von Prüfsituationen, Beobachten der Prüfungsergebnisse, Konstatieren des Erfolges der konstruktiven Bemühungen. Sich-ablösen vom vorgegebenen Modell und Versuch von Neukonstruktionen.

Unterrichtspraktische Hinweise: In dieser letzten Sequenz durchläuft der Schüler noch einmal die verschiedenen Prüfsituationen. Hierbei sind auch andere Prüfverfahren, die zu S 8 (siehe Hinweise zu S 8) durchgeführt wurden, aufzunehmen (vor allem das Experiment mit einem Kraftmesser). Am Ende der Prüfvorgänge, die in Einzelheiten hier nicht mehr dargestellt sind, aber von den Schülern genau wie zuvor (S 7/8) durchgeführt werden sollten, muß die zusätzliche Erfolgsbestätigung durch den Lehrer stehen. Gleichzeitig kann dieser die Anregung von S 16 unten aufnehmen und die Schüler dazu ermutigen, weitere Modelle von Schwenkrollenfahrzeugen (Einkaufswagen, Teewagen, Bürostuhl, Gepäckwagen, Krankenbett) zu konstruieren. Eine solche Ausweitung der Thematik kann auch zur Besprechung des Problems der Rentabilität führen. Dabei wird sich deutlich machen lassen, daß die verschiedenen Fahrzeuge überall Arbeitskraft sparen, daß daher Bedarf in verschiedenen Lebensbereichen besteht. Deshalb werden solche Fahrzeuge auch von entsprechenden Firmen angefertigt, wobei z. B. die Einkaufswagenproduktion im Zusammenhang mit der Einrichtung von Supermärkten und diese wiederum im Zusammenhang mit der Erfindung des Autos zu sehen sind. Dieses Prinzip der Rentabilität kann nicht für den kranken Menschen gelten, bei dem es um Hilfe – auch unter hohen Kosten – geht. So kann unschwer der sozial-humane Aspekt dem Rentabilitätsprinzip im Unterricht gegenübergestellt werden: „Produktionsrentabilität versus Hilfsbedürftigkeit der Abnehmer“.

5.4 Heft 4: Einkaufen leicht gemacht

5.4.1 Informationen zu den technischen Sachverhalten

Zweirädrige Einkaufswagen haben in den letzten Jahren sehr an Bedeutung gewonnen. Die vielfältigen Ausführungsarten haben folgende Konstruktionsmerkmale:

An einem sehr leichten, meist aus Aluminiumrohren gebogenen Rahmen sind verschleißbare Taschen angebracht, die zur Aufnahme der eingekauften Waren dienen.

Der obere Rahmenteil ist als Griff ausgebildet, der bisweilen ausziehbar ist. Am unteren Rahmenteil sind zwei Räder gelagert, die sich unabhängig voneinander drehen können. Weiterhin ist unten ein Stützteil angebracht, damit der Wagen in senkrechter Stellung abgestellt werden kann. Wagen ähnlicher Konstruktion werden auch von den Briefträgern benutzt.

5.4.2 Lernziele

Lernziel auf mittlerer Handlungsebene: Die Schüler sollen erkennen, daß der Transport von Lasten durch den Einsatz eines Fahrzeuges erleichtert werden kann, auch wenn das Fahrzeug zusätzlich zur Last transportiert werden muß.

Lernziele auf konkreter Handlungsebene:

Die Schüler sollen

– ein Modellfahrzeug konstruieren, welches sich – bezogen auf ein Fahrzeug von realer Größe – ihrer Meinung nach gut für den Transport von schweren Einkaufstaschen eignen würde

– das Modell so konstruieren, daß es auch über Treppen zu ziehen ist und auf einer Treppenstufe abgestellt werden kann

– durch Versuche herausfinden, daß das Fahrzeug in steiler Stellung gefahren werden muß, um den Transport besonders zu erleichtern

– dabei erkennen, daß es wichtig ist, den Druck der Last vor allem auf die Achse des Fahrzeugs zu konzentrieren

– durch Versuche herausfinden, daß das beladene Fahrzeug in steiler Stellung weniger Kraft des Transportierenden beansprucht als die Last allein

– die wichtigsten Merkmale eines zweckmäßig konstruierten Einkaufswagens von unwichtigen unterscheiden können.

5.4.3 Erläuterungen zu den einzelnen Sequenzen

S 2

Handlungsangebot: In Bild und Text dargestellte Situation aus dem Umwelterleben;

Texthinweis auf die Möglichkeit der Abhilfe durch Konstruieren eines Fahrzeuges.

Handlungsauftrag: Aufforderung zur Konstruktion eines Fahrzeuges auf Modellebene.

Handlungsziel: Instruktionserfassung, Übertragen der Umweltsituation auf Modellebene, freies Konstruieren eines Fahrzeugmodells unter Bewältigung der manipulativen Anforderungen des Baumaterials.

Handlungseinstellung: Problemgerichtet, dabei materialangepaßt; planend-konstruktiv.

Handlungsform: Flexibles, selbständiges, divergentes Planen und Konstruieren.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die offene Form des ersten Handlungsangebotes ermöglicht eine zusätzliche Diskussion des Vorhabens, wobei die Schüler mündlich Konstruktionsvorschläge machen bzw. Pläne mitteilen können. Eine solche Diskussion wird nicht nur der Integration sozialer Lernziele (Kommunikation, Interaktion) dienen, sondern auch dazu beitragen, daß die anschließend zu konstruierenden Eigenmodelle der Schüler situationsgerechter und funktionstüchtiger werden als bei bloßer Einzelarbeit. Damit bleibt der stimulierende Effekt des Eigenentwurfs erhalten (sofern der Lehrer vorschnelle Urteile zurückhält), und es können Frustrationen der Schüler während der folgenden Prüfsituation z. T. vermieden werden. Inhalt der Diskussion sollte auch sein, daß das Fahrzeug die Frau nicht mittransportieren soll; ein Automodell wird damit ausgeschlossen. Dies kann auch damit begründet werden, daß die Mütter lernschwacher Schüler meist kein Auto zum Zwecke des täglichen Einkaufes zur Verfügung haben.

S 3

Handlungsangebot: Schriftlich-verbale und ikonische Instruktion zur Überprüfung des Eigenmodells der Schüler.

Handlungsauftrag: Eigenschaften des Modellfahrzeuges analysieren, Prüfsituationen durchführen, Prüfergebnisse beobachten und (alternativ) auswerten; eventuell Fahrzeug modifizieren.

Handlungsziel: Funktionseigenschaften vergleichen und beurteilen können.

Handlungseinstellung: Instruktion akzeptierend, selbstkritisch.

Handlungsform: Experimentierendes Agieren nach Anweisungen, schlußfolgerndes Entscheiden.

Unterrichtspraktische Hinweise: Diese Prüfsituation bedarf der Vorarbeit des Lehrers: Er muß den Schülern zwei vorgefertigte Treppen

anbieten, und zwar je eine für Fahrzeuge mit großen und mit kleinen Rädern. (Dazu ist es nötig, zunächst das auf den Seiten 6/7 dargestellte Modell zu bauen und mit kleinen bzw. großen Rädern zu versehen.) Die Treppen sollten (aus starker Pappe oder Holz) so gebaut sein, daß die einzelne Stufe nicht niedriger als die Wagenräder und die Stufentiefe etwas größer als die Stufenhöhe ist. Vier Stufen genügen jeweils.

Die Schüler sollen die (während des freien Modellbaus bereitgestellten) Treppen gemeinsam benutzen, also ihre fertigen Fahrzeuge gemeinsam an der passenden Treppe erproben. Der Lehrer sollte darauf achten, daß die Schüler die Fahrzeuge (a) die Treppe hinaufzuziehen, (b) sie auf einer Treppenstufe **abzustellen** versuchen. Schließlich soll bei jedem Fahrzeug in Bezug auf die Realsituation erörtert werden, ob während der Fahrt über die Treppenstufen Taschen umfallen (Schräglage des Fahrzeugbodens, zu viel Platz) oder herausfallen (fehlende Bodenwände) würden. Um die Beobachtung aller Kriterien zu gewährleisten, kann der Lehrer den jeweils ersten Schüler, der den Treppenversuch durchführt, genau einweisen. Bei den weiteren Schülern kann er auf die Beachtung der drei Kriterien hinweisen bzw. ihnen die im Heft gedruckten Fragen vorlesen, falls sie nicht selbst anhand des Textes richtig arbeiten und beobachten. Selbstverständlich kann auch der Lehrer selbst den sich bildenden Gruppen während der entstehenden Diskussion über die verschiedenen Fahrzeuge die wichtigsten Hinweise geben.

Wenn die Schüler aufgrund der Prüfergebnisse unterschieden haben, ob sie ihr Fahrzeugmodell verbessern wollen, kann der Lehrer weitere Ratschläge für den Umbau des Modells geben, so daß diese Phase des Konstruierens bei möglichst allen Schülern mit einem fertiggestellten funktionstüchtigen Modell abgeschlossen wird. Damit kann auch eine zeitliche Teilereinheit dieser Konstruktionsaufgabe enden, da die Schüler ein erstes Ziel erreicht haben.

S 4/5

Handlungsangebot: Auf dem Hintergrund der bisherigen Erfahrungen mit dem Eigenmodell geben schematisierte Darstellungen und fiktive Aussagen Alternativen zur Meinungsbildung über die günstigste Stellung eines zweirädrigen Einkaufswagens beim Ziehen und über die Frage der Transporterleichterung überhaupt.

Handlungsauftrag: Zu ikonischen und schriftlich verbalen, alternativ formulierten Aussagen

Stellung beziehen und diese schriftlich festhalten.

Handlungsziel: Hypothesen bilden/bzw. übernehmen können.

Handlungseinstellung: Abwägend, sich orientierend.

Handlungsform: Schriftlich-verbale und ikonische Information aufnehmen und vergleichen, eine schriftlich-verbale Aussage (Urteil) machen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Diese Sequenz des Hypothesenbildens leitet über zum Problem der Gewichtsverteilung und des experimentellen Nachweises der Transporterleichterung durch einen zweirädrigen Einkaufswagen. Es wird dabei vorausgesetzt, daß alle Schüler nach dem Treppenversuch ein zweirädriges Fahrzeug gebaut haben (siehe Kommentar zu S 3).

Wenn nach S 3 eine zeitliche Zäsur vorgenommen wurde, wenn also alle Schüler nun gleichzeitig mit der Hypothesenbildung befaßt sind, kann der Lehrer zunächst auffordern, den Text von S 4 still zu lesen und eine Entscheidung zu treffen. Danach kann die Meinung der drei Kinder (S5) laut gelesen und diskutiert werden, bevor die Schüler ihre Entscheidung auf das diesem Arbeitsheft beiliegende Blatt eintragen. Diese hypothetische Entscheidung wird später (auf S 9/10) verifiziert oder falsifiziert.

S 6/7

Handlungsangebot: Photographien mit Gesamt- und Teilansichten eines Einkaufswagenmodells, Instruktion zum Nachbauen.

Handlungsauftrag: Modellgerechtes Nachbauen.

Handlungsziel: Das vorgegebene Modell genau nachbauen können.

Handlungseinstellung: Auf die Relation Teil – Ganzes konzentriert, auf korrekte Ausführung achtend.

Handlungsform: Reproduktives, eng „programmiertes“ Konstruieren in Teilschritten bei stetigem Vergleichen der Konstruktion mit den Bild-Vorlagen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die Sequenz der Seiten 6/7 verlangt von den Schülern die Konstruktion eines neuen, nun für alle einheitlichen Modells. Da zwei Grundplatten hierzu nötig sind, müssen wohl alle Schüler ihr Eigenmodell abbauen. Auch dies ist ein Grund, am Ende der S 3 eine zeitliche Zäsur einzulegen. Der Lehrer sollte nun in dieser Phase des Rekonstruierens vor allem darauf achten, daß die Schüler sich gleichzeitig sowohl der Infor-

mation von S 6 als auch jener von S 7 bedienen. Im übrigen kann er Einzelhilfen geben, wo Schwierigkeiten oder Ungenauigkeiten auftreten. Hinweise zur Reihenfolge der Konstruktionsschritte und der zugehörigen Bilder können gegeben oder in gemeinsamer Besprechung vor Beginn des Bauens gefunden werden: Beginn S 7 oben links, dann querliegendes Bild darunter einbeziehen; danach Radanbringung (S 7 Bild rechts) – Herstellung des „Griffrahmens“ (S 7 Bild Mitte) – Anbringen dieses Rahmens und einer Aufhängevorrichtung (Bilder S 6).

S 8/9

Handlungsangebot: Verbale Rückblende auf noch nicht abgeklärte Probleme der Transporterleichterung; Angaben zur Instrumentierung und Durchführung eines Versuches; Entscheidungsaufforderung und Hinweis zu deren Fixierung.

Handlungsauftrag: Vorbereitung und Durchführung des Versuches; haptisch-kinästhetische Feststellung eines Gewichtsunterschiedes; Notation der Feststellung.

Handlungsziel: Information als Versuchsanweisung verstehen und während des Versuches die optimale Stellung des beladenen Wagenmodells finden können.

Handlungseinstellung: Erinnernd; instruktionsbefolgend; feinmotorisch-haptisch zentriert.

Handlungsform: Umsichtiges Aufnehmen von Information und entsprechendes Organisieren; psychomotorisches Handeln (Prüfen) und anschließendes Bewerten.

Unterrichtspraktische Hinweise: Nach der zwischengeschalteten Phase des Nachkonstruierens wird nun noch einmal an die Problematik der verschiedenen Kinderaussagen erinnert. Für die darauffolgende Vorbereitung des ersten Versuches muß der Lehrer eine genügende Anzahl kleiner Plastiktüten, etwas Bindfaden und Sand oder Kieselsteine (kleine Steinchen) bereithalten und den Schülern präsentieren. Besonders nachzuprüfen ist sodann, daß die Schüler die beiden Plastiksäckchen (a) unterschiedlich schwer machen – was eventuell mit einer Waage überprüft werden kann – (b) das leichtere Säckchen oben an den Haken des Wagenmodells hängen und das schwerere Säckchen auf den Wagenboden stellen. Die Höhe beider Säckchen kann durch Abzählen der Grundplattenrillen auf dem Bild S 9 bestimmt werden.

Das Auf- und Abbewegen des beladenen Wagenmodells muß möglichst langsam und

mehrmals geschehen, wobei nur ein Finger (Zeigefinger) unter dem Wagengriff liegen sollte. Schüler, die diese Versuchsbedingungen nicht einhalten, sollten vom Lehrer darauf hingewiesen werden, bevor sie ihre Entscheidung auf das beigegebene Notizblatt schreiben.

S 10

Handlungsangebot: Angabe der richtigen Entscheidung und Befunderklärung als fachwissenschaftliche Information.

Handlungsauftrag: Verstehendes Lesen der richtigen Aussage und der Befunderklärung.

Handlungsziel: Akzeptieren der Bestätigung oder Modifizierung des Befundes der Schüler; Verstehen einer fachwissenschaftlichen Erklärung des festgestellten Phänomens.

Handlungseinstellung: Selbstkritisch; rezeptiv-aufnehmend.

Handlungsform: Verarbeiten ikonischer und schriftlich-verbaler Information.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die Sequenz auf S 10 ist dadurch gekennzeichnet, daß die Schüler lediglich lesend Information aufzunehmen haben; sie können also nicht durch Verhaltensänderung im Sinne von Mager Lernfortschritt zeigen. Deshalb sollte der Lehrer möglichst Schülergruppen zusammenfassen, um sich von einzelnen Schülern erklären zu lassen, ob und wie sie den Befund und seine Erklärung verstanden haben. Begleitende und vertiefende Versuche mit einem Lotgewicht, welches auch den Terminus „senkrecht“ erklärt, sind zu empfehlen, falls die Schüler nicht selbst ein solches Beispiel zur Erklärung heranziehen. Weitere vertiefende Versuche können z. B. mit schräggehaltenen und nur auf zwei Beinen stehenden Schülertischen durch Auf- und Abbewegen ausgeführt werden, wobei zunächst die Schüler aufgefordert werden sollten, Vorschläge für solche Versuche zu machen.

S 11

Handlungsangebot: Schriftlich-verbale Anweisung zu einem weiteren Vergleichsversuch, betreffend den Gewichtsunterschied von Fahrzeug mit Last und Last allein; Vorgabe zweier alternativer Befunde.

Handlungsauftrag: Kinästhetische Überprüfung des Gewichtsverhältnisses von Fahrzeug plus Last bzw. der Last allein; Notieren des Ergebnisses auf das Notizblatt nach alternativer Entscheidung.

Handlungsziel: Aufgrund des Schwereempfindens die richtige Aussage übernehmen.

Handlungseinstellung: Prüfend, kinästhetisch konzentriert.

Handlungsform: Psychomotorisches Handeln in einer Prüfsituation, anschließendes Bewerten.

Unterrichtspraktische Hinweise: Es empfiehlt sich, auch in dieser Prüfsituation die Schüler mehrfach den Gewichtsvergleich vornehmen zu lassen, bevor sie ihre Meinung auf dem Notizblatt festlegen. Besonders ist darauf zu achten, daß das Wagenmodell mit den Lasten wieder in der früher gefundenen „steilen“ Stellung gewogen wird.

S 12/13 oben

Handlungsangebot: Verbale und bildliche Information über den Kraftmesser; Vorschlag einer Funktionserkundung des Kraftmessers und Darstellung ihres Ergebnisses.

Handlungsauftrag: Erproben der Funktion eines Kraftmessers; Festhalten der gefundenen Ergebnisse in bildhaft-symbolisierter Form.

Handlungsziel: Die Funktion eines Kraftmessers verstehen, ihn als objektives Meßgerät akzeptieren.

Handlungseinstellung: Beobachtend, vergleichend, urteilend.

Handlungsform: Nach Anweisung Versuche durchführen; das Ergebnis auf die ikonische Ebene übertragen und mit einer gegebenen Interpretation vergleichen.

Unterrichtspraktische Hinweise: Um den bisherigen subjektiven Versuchen einen objektivierten Gewichtsvergleich folgen zu lassen, wird hier der Kraftmesser eingesetzt. Dabei wird Wert darauf gelegt, daß die Schüler die Funktionsweise des Kraftmessers durch Umgehen mit dem Gerät kennen lernen. Die abstrahierenden Darstellungen der möglichen Ergebnisse sollen den Schülern den intermedialen Transfer von einem eventuell anders konstruierten Kraftmesser als dem abgebildeten erleichtern. Selbstverständlich kann auch auf die Maßskala Bezug genommen werden, wenn die Feder nicht sichtbar sein sollte. Der Lehrer kann die Aufzeichnungen der Schüler auf dem Notizblatt nachsehen und bei falscher Ankreuzung mit einzelnen Schülern die Versuche wiederholen und besprechen.

S 13 unten, S 14, S 15

Handlungsangebot: Schriftlich-verbale und ikonische Anweisung zur Instrumentierung und Durchführung zweier Versuche; Vorgabe von Auswahl-Ergebnissen; verbale Feststellung der Versuchsergebnisse und des Gesamtergebnisses der Überprüfung der Gewichtsvergleiche.

Handlungsauftrag: Experimente mit dem Kraftmesser durchführen und die Ergebnisse notieren; diese notierten Ergebnisse mit den auf S 15 angegebenen objektiven Befunden vergleichen; das Endergebnis der Versuchsreihe zur Kenntnis nehmen.

Handlungsziel: Erkennen, daß das Einkaufswagenmodell in steiler Stellung den Transport von Lasten erleichtert.

Handlungseinstellung: Prüfend, untersuchend, sach- und situationskritisch.

Handlungsform: Umsichtiges psychomotorisches und kognitiv-abstrahierendes Handeln in einer Experimentalsituation; Aufnehmen einer Sachinformation auf dem Hintergrund eigener Erfahrung.

Unterrichtspraktische Hinweise: Die beiden Versuche sind eventuell insofern vom Lehrer zu überwachen, als er die richtige (steile) Stellung des Wagenmodells beim 3. Versuch kontrollieren sollte. Die Schüler können auch aufgefordert werden, sich die Meßwerte des 3. und 4. Versuches auf der Rückseite des Notizblattes aufzuschreiben oder die beiden Versuche zu wiederholen, um sich die Ergebnisse besser merken zu können.

Die beiden Ergebnissätze auf S 15 oben sollten möglichst vertiefend von den Schülern in die Experimentalsituation zurückübersetzt werden, indem der Lehrer sie auffordert, mit Hilfe des Kraftmessers noch einmal zu zeigen, was die beiden Sätze aussagen – um nämlich zu überprüfen, ob diese vorgegebenen (und eventuell nicht von den Schülern selbst gefundenen!) Sätze richtige Aussagen machen.

S 16

Handlungsangebot: Schriftlich-verbales Aufreihen einiger wichtiger und unwichtiger Konstruktionsmerkmale von Einkaufswagen; Anweisung zur auswählenden Bearbeitung dieser Angaben; Kontrollhinweise zur richtigen Auswahl.

Handlungsauftrag: Endkontrolle (Selbstkontrolle) durch Überprüfung der verschiedenen Aussagen auf ihre Relevanz für die Technik einer Einkaufswagenkonstruktion (multiple choice).

Handlungsziel: Einfache technische Aussagen verstehen und aufgrund eigener Erfahrungen bewerten können.

Handlungseinstellung: Erinnernd, selektiv-überlegend, abwägend.

Handlungsform: Informationsgebundenes Einordnen von Lernerfahrungen in einen Bewertungsvorgang.

Unterrichtspraktische Hinweise: Am Ende der Konstruktionsaufgabe steht eine Kontrollsequenz. Wenn die Schüler diese einzeln durchlaufen haben, kann der Lehrer in einem Unterrichtsgespräch noch einmal die einzelnen Aussagesätze durchgehen und (unter Einbeziehung der diversen Schülerlösungen) diskutieren lassen. So läßt sich erreichen, daß auch für einzelne Schüler noch Ungeklärtes in Interaktion aufgearbeitet wird. Die Bestätigung am Ende der Seite 16 sollte dann auch nicht nur Einzelschülern, sondern der gesamten Werkgruppe durch den Lehrer mündlich gegeben werden, um so auch das Gruppen-Anspruchsniveau bezüglich des Technischen Werkens zu erhalten und zu steigern.

Als Ausweitung der Thematik bietet sich die Diskussion der Arbeitserleichterung an. Vor allem können Arbeiten im Haushalt und technisch-maschinelle Hilfen wie Waschmaschine, Spülmaschine, Staubsauger usw. zusammengestellt werden. Die Schüler können Zeitangaben für verschiedene Arbeiten im Haushalt mit und ohne solche Hilfen sammeln und vergleichen und damit auch die Bedeutung der Technik für vermehrte Freizeit der arbeitenden Menschen erfassen.

Daraus lassen sich nicht nur weitere Erkenntnisse über den Stellenwert von Anschaffungen für Wohnung und Haushalt gewinnen, sondern die Schüler können auch grundsätzlich verstehen, daß Arbeitsplätze, welche viele technische Hilfen bieten, solchen mit geringen technischen Hilfen vorzuziehen sind. Diese grundsätzliche Erkenntnis der unterschiedlich nötigen Arbeitskapazität (Kraft- und Zeitaufwand, Produktivität) an verschiedenen Arbeitsplätzen kann bei Betriebsbesichtigungen und Arbeitsplatzanalysen ausgenützt, d. h. in gezielte Erkundungen verfügbarer technischer Hilfen umgesetzt werden. So ist sowohl eine bessere Orientierung der Schüler bei der Berufswahl zu ermöglichen, als auch der Realitätsbezug der Technischen Bildung zu verdeutlichen: Wer sich im Bereich der Technik auskennt, hat größere Chancen, einen mit technischen Hilfen ausgestatteten Arbeitsplatz zu erhalten.

Literatur:

Böhm, O./Breunig, W.: Technische Grundbildung für lernschwache Schüler (i. Vorb.)

Breunig, W. (1971): Daseinsanalytische Betrachtung zum Verhältnis Mensch – Technik. In: Arbeitsgruppe Technische Bildung Päd. Hochschule Heidelberg (Hrsg.): Lernbaukästen – Didaktisches Modell und Unterrichtsorganisation. Braunschweig

Breunig, W. (1973 a): Erstumfang mit dem Lernbaukasten. In: Technische Elementarbildung in der Primarstufe. Tümlingen-Braunschweig

Breunig, W. (1973 b): Analyse und Ergebnisse über den Erstumfang mit technischen Spiel- und Lernbauelementen in der Vorschulzeit. Psychologie in Erz. und Unterricht, 20, S. 345–360

Duismann, G. H. (1971): Überlegungen zum Stande des Technischen Werkens in der Schule für Lernbehinderte. Sonderpädagogik 1, S. 157–164

Kübler, E. (1973): Bauversuche mit dem Lernbaukasten ut-1 in der Probierphase (Untersuchung an einer Sonderschule für Lernbehinderte). Unveröffentl. Zulassungsarbeit zur 2. Staatsprüfung für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen, Päd. Hochsch. Heidelberg

Kultusministerium Nordrhein-Westfalen: Richtlinien und Lehrpläne für die Schule für Lernbehinderte (Sonderschule) in Nordrhein-Westfalen, Ratingen, o. J.

Maier, H. (1970): Prinzipien und Beispiel einer technischen Grundbildung. In: Arbeitskreis Grundschule e. V. (Hrsg.): Inhalte grundlegender Bildung. Frankfurt

Mohr, C. (1971): Werkunterricht an Lernbehindertenschulen. Bonn-Bad Godesberg

Pfeiffer, W./Rolff, J./Schietzel, C./Schmayl, W./Vollmers, Chr. (1974): Unterrichtsbeispiele zur Technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr. Tümlingen-Braunschweig

Steinbichler, G. (1973): Naturlehre. In: Tybl R., Walter H. (Hrsg.): Handbuch zum Unterricht – Modelle emanzipatorischer Praxis – Grundschule. Starnberg.