

© Matthias Aus der Wiesche (Januar 2016)

## Der Instrumentalsatz im Physikprotokoll

### Sprachlich rückwärts denken

#### 1 Einleitung

In dieser Ausarbeitung werde ich ein Konzept für ein Lernarrangement zur Sprachförderung im Physikunterricht erarbeiten und vorstellen. Hierbei werde ich mich auf den Bereich „Experiment planen“ aus dem Abschnitt „Durchführung“ eines Versuchsprotokolls für die 7. bis 8. Klasse konzentrieren. Dafür werde ich zunächst auf die Voraussetzung der Klasse für das Lernarrangements eingehen, dann die Materialien, die sich am Ende meiner Ausführungen befinden, vorstellen und in einen möglichen Ablaufplan einbinden.

Das von mir im Folgenden vorgestellte Lernarrangement dient zur Einführung und Übung des Instrumentalsatzes. Der Instrumentalsatz bietet im Bereich des Planens eines Experimentes große Vorteile gegenüber dem Finalsatz.

Der Finalsatz gibt im Allgemeinen eine Begründung für ein Handeln an. Dabei wird im Hauptsatz das Mittel und im Nebensatz sein Zweck genannt. „Man benutzt einen Kraftmesser, um die Gewichtskraft zu messen.“ Sprachlich gesehen wird betont, was benutzt wird, und im Anschluss wird näher erläutert, warum und wozu etwas getan wird. Finalsätze finden sich zumeist in Versuchsbeschreibungen, wo der Einsatz bestimmter Mittel durch ihren Zweck erklärt wird.

Hingegen hilft der Instrumentalsatz direkt bei der Überlegung, wie man etwas machen kann. Dabei wird im Hauptsatz der Zweck und im Nebensatz das Mittel genannt. „Die Gewichtskraft wird gemessen, indem ein Kraftmesser benutzt wird.“ Das Klären der gedanklichen Frage, welches Mittel für diesen Zweck geeignet ist, ist eine Kompetenz, die

beim Planen eines Experimentes aus meiner Sicht eine große Bedeutung hat, da bei der Planung eines Experimentes zumeist bekannt ist, welche Größen beobachtet, welche verändert und welche konstant gehalten werden sollen. Daher muss von den Schülern und Schülerinnen die Leistung erbracht werden, zu klären, was zur Erreichung des Zweckes nötig ist. Bei diesem Vorgang ist der Instrumentalsatz eine sprachliche Unterstützung, da er genau in dieser Reihenfolge aufgebaut ist. Es wird als Erstes genannt, was gemessen/beobachtet/variiert/konstant gehalten wird und im Anschluss, was dafür benötigt wird.

## **2 Voraussetzungen**

In diesem Abschnitt gehe ich kurz auf das erwartete Vorwissen der Schüler und Schülerinnen zu Beginn dieser Sprachlerneinheit ein. Diese Einheit sollte in der 7. bis 8. Klasse im Rahmen der Mechanik durchgeführt werden.

### **2.1 Bisher bekannte Checklisten-Punkte**

Die von den Schülern und Schülerinnen bisher genutzten Kompetenzen sollten folgende Punkte umfassen:

- Die SuS können die abhängige und unabhängige Variable ermitteln und wissen, dass mit beobachten auch messen gemeint sein kann.
- Die SuS können zu einem bekannten Experiment eine Materialliste erstellen.
- Die SuS können die Schritte eines Experimentes in die korrekte zeitliche Abfolge bringen.

### **2.2 Inhaltliches Vorwissen**

Den Schülern und Schülerinnen sollten die Begriffe Gewichtskraft und Masse bekannt sein. Auch sollte der formale Zusammenhang ( $F=m \cdot g$ ) dieser beiden Größen in der 7. bis 8. Klasse erarbeitet worden sein. Außerdem sollte im Vorfeld zur Mechanik schon die Elektrizitätslehre

grundlegend behandelt worden sein, damit den Schülern und Schülerinnen die vorgeschlagene Übung nicht neue physikalische Inhalte vermittelt, sondern sich nur auf das Einüben der Kompetenz des Planes von Experimenten und dem damit verbundenen neuen sprachlichen Mittel konzentriert.

Als Anmerkung: Es ist bei der Elektrizitätslehre wichtig, dass den Schülern und Schülerinnen der Unterschied zwischen dem Widerstand als Messgröße und dem Widerstand als Bauteil klar ist.

### **3 Aufbau und möglicher Ablauf des Lernarrangements**

#### **3.1 Aufbau**

Die Materialien des Lernarrangements sind nach dem Prinzip des Scaffolding aufgebaut. Dabei werden den Schülern und Schülerinnen zunächst Hilfestellungen gegeben, die nach und nach abgebaut werden.

Der Abbau der Hilfen ist gut aus dem Vergleich von Prototyp (4.1) und Übung (4.6) zu erkennen. Wo in dem Prototyp noch ein Lückentext auszufüllen war, müssen die Schüler und Schülerinnen in der Übung selbst formulieren.

Im Prototyp wie auch in der Checkliste (4.5) wird das Planen eines Experimentes in vier Grundaspekte aufgeteilt.

1. unabhängige Messgröße einstellbar machen.  
*Wie verändere ich bestimmte Messgrößen?*
2. abhängige Messgröße beobachtbar machen.  
*Wie messe ich bestimmte Messgrößen?*
3. konstante Messgröße kontrollierbar machen.  
*Wie halte ich bestimmte Messgrößen konstant?*
4. Fehler vermeidbar machen und dadurch Genauigkeit und Wiederholbarkeit der Ergebnisse verbessern.  
*Welche Fehler können bei diesen Messgrößen auftreten?*  
*Wie kann ich Fehler bei diesen Messgrößen verringern/vermeiden?*

Genau diese vier Grundaspekte liegen der Planung eines Experimentes zugrunde und die Aufschlüsselung soll den Schülern und Schülerinnen beim Erlernen dieser Aspekte helfen. Die

in kursiv unter den Aspekten stehenden Fragen, sollen die Lernzielefragen in diesen Aspekten verdeutlichen. Im späteren Unterrichtsverlauf werden diese vier Aspekte wieder zusammengefasst unter Plane ein Experiment und somit der Scaffold wieder abgebaut.

Der Aufbau des Prototyps orientiert sich hauptsächlich an diesen vier Aspekten. Die ersten beiden Lücken stellen zunächst eine Verknüpfung zu bereits bekanntem Wissen dar. Danach werden die ersten drei Aspekte jeweils mit einem Satz erfasst. Hierbei müssen die Schüler und Schülerinnen sowohl den Zweck der Messgröße in Form des Verbes des Hauptsatzes, als auch das Mittel in Form des Subjekts des Nebensatzes angeben. Die nächsten drei Lücken dienen der Heranführung an die Fehlererkennung und -vermeidung. Die letzten zwei Sätze gehören zum vierten Aspekt und sollen genauso wie die ersten drei Aspekte bearbeitet werden. Zum Schluss sollen die Schüler und Schülerinnen aus dem Lückentext die benötigten Materialien heraussuchen und in die Materialliste übertragen. Die Schüler und Schülerinnen kennen zwar schon die Materialien, aber über diese Aufgabe soll vermittelt werden, dass durch das Bilden der Instrumentalsätze die benötigten Materialien gefunden werden.

In der Übung sollen die Schüler und Schülerinnen nun an dem bereits bekannten Experiment zur Abhängigkeit von Stromstärke und Widerstand das gerade Erlernte einüben. Hierbei sollen zunächst zu den Messgrößen und den möglichen Fehlern die Instrumentalsätze gebildet werden, um im Anschluss aus diesen einen möglichen Aufbau für ein Experiment herzuleiten.

Bei der Bearbeitung der Übung stehen ihnen das Merkblatt zum Instrumentalsatz (4.3), die von ihnen selbst ergänzte Checkliste und gestaffelten Hilfekarten (4.8) zur Verfügung, mit denen sie langsam an die Lösung herangeleitet werden.

Die Hilfekarten sind in verschiedene Hilfestufen eingeteilt, um es den Schülern und Schülerinnen zu ermöglichen, sich Hilfe nach eigenem Ermessen und nach Notwendigkeit zu holen. Es wird zwischen vier verschiedenen Stufen der Hilfestellung differenziert.

In der ersten Stufe (Erinnerungshinweis) ist auf der Vorderseite eine kleine Erinnerungshilfe, so dass die Schüler und Schülerinnen die Karte noch nicht aufklappen müssen, um schon einen Denkanstoß zu erhalten. Auf der Innenseite der ersten Stufe sind der Aufbau eines Instrumentalsatzes bzw. eine Zuordnungsaufgabe aufgedruckt, um die Schüler und Schülerinnen in die richtige Richtung zu lenken.

In der zweiten Stufe (konkrete Denkanstöße) fällt der Denkanstoß auf der Vorderseite weg. Dafür sind im Inneren der Hilfekarten die Hilfen, im Gegensatz zur ersten, konkreter. Den Schülern und Schülerinnen wird hier klar vorgegeben, welche Größen gebraucht werden, welche Funktion diese haben und welche Anschlussfragen man sich stellen muss. Ebenso werden die Satzanfänge und die Signalwörter für einen Instrumentalsatz vorgegeben.

In der dritten Stufe (Teillösung) werden den Schülern und Schülerinnen Teile der Lösung (4.7) vorgegeben. Wichtig hierbei ist, den Schülern und Schülerinnen nicht die komplette Musterlösung vorzugeben, sondern ihnen hier die Möglichkeit der Selbsterarbeitung zu lassen.

In der vierten und letzten Stufe (Lösung) werden den Schülern und Schülerinnen die Lösungen zur Selbstkontrolle präsentiert.

### **3.2 Ablauf**

Dieses Lernarrangement startet mit einer Phase des gemeinsamen Erarbeitens, um den Schülern und Schülerinnen ein Experiment zur Messung der Gewichtskraft einer Masse mit dem Federkraftmesser aus einer vorangegangenen Stunde in Erinnerung zu rufen. Dieses Experiment darf gerne erneut auf dem Tisch aufgebaut sein. Im Prototyp gehe ich davon aus, dass im Experiment vier Massестücke verwendet wurden und die größte verwendete Masse 100g war. Das Arbeitsblatt „Prototyp“ wird an die Schüler und Schülerinnen ausgeteilt und im Plenum erarbeitet.

Wichtig ist den Schülern und Schülerinnen von Beginn an klarzumachen, dass es in dieser Stunde um den Instrumentalsatz als Hilfe für das Planen von Experimenten geht. Deswegen sollte nach der Bearbeitung des Prototypens das „Merkblatt zum Instrumentalsatz“ ausgeteilt und besprochen werden.

Im Anschluss wird gemeinsam mit den Schülern und Schülerinnen die Checkliste ergänzt. Hierfür ist das Blatt „Checkliste (leer)“ gedacht.

Nun sollen die Schüler und Schülerinnen in der „Übung“ das neu erlernte Sprachmittel gezielt an einem bekannten Experiment selber einüben. Als Hilfestellung dienen ihnen hierbei die gemeinsam ergänzte Checkliste, das Merkblatt zum Instrumentalsatz und die gestaffelten Hilfekarten. Außerdem können die Schüler und Schülerinnen ihre Lösung anhand der Musterlösung selber überprüfen.

Zum Abschluss des Arrangements sollte gemeinsam mit den Schülern und Schülerinnen die Lösung der Übung durchgegangen werden, um letzte Schwierigkeiten und Fehler aus dem Weg zu räumen.

Phase	Verteiltes Material	Ausliegendes Material
Erstellung des Prototypen	Prototyp, Merkblatt zum Instrumentalsatz	(Experiment)
Ergänzung der Checkliste	Checkliste (leer)	
Bearbeitung der Übung	Übung	Hilfekarten, Musterlösung

## 4 Materialien

### 4.1 Prototyp

#### Fragestellung:

Wie verändert sich die Gewichtskraft, wenn die Masse verändert wird?

Zu messende Größe: \_\_\_\_\_

Zu verändernde Größe: \_\_\_\_\_



#### Versuchsaufbau:

Die Masse wird \_\_\_\_\_, dadurch dass man unterschiedliche \_\_\_\_\_ verwendet.

Die Gewichtskraft wird \_\_\_\_\_, indem man ein \_\_\_\_\_ verwendet.

Gibt es konstante Größen, wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

Es wird eine Gewichtskraft von ungefähr \_\_\_\_\_ N erwartet, da wir Massenstücke bis \_\_\_\_\_ g verwenden.

Die Messung kann ungenau werden durch: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Vermieden werden kann dies durch: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ wird vermieden, indem man \_\_\_\_\_ verwendet.

\_\_\_\_\_ wird vermieden, dadurch dass man \_\_\_\_\_.

#### Materialliste:

Material	Menge

## 4.2 Prototyp (ausgefüllt)

### Fragestellung:

Wie verändert sich die Gewichtskraft, wenn die Masse verändert wird?

Zu messende Größe: Gewichtskraft

Zu verändernde Größe: Masse



### Versuchsaufbau:

Die Masse wird variiert, dadurch dass man unterschiedliche Massestücke verwendet.

Die Gewichtskraft wird gemessen, indem man ein Federkraftmesser verwendet.

Gibt es konstante Größen, wenn ja, welche? Der Ort bzw. Ortsfaktor wird konstant gehalten.

Es wird eine Gewichtskraft von ungefähr 1 N erwartet, da wir Massestücke bis 100 g verwenden.

Die Messung kann ungenau werden durch: Wackeln des Federkraftmessers, die Wahl eines Federkraftmessers mit zu ungenauer Skala.

Vermieden werden kann dies durch: Ein Stativ, Abschätzung des Messbereichs für die Gewichtskraft und Wahl eines passenden Federkraftmessers.

Wackeln des Federkraftmessers wird vermieden, indem man ein Stativ verwendet.

Ungenauigkeit beim Ablesen des Federkraftmessers wird vermieden, dadurch dass man Federkraftmesser mit Messbereich bis 1 N auswählt und den Nullpunkt genau einstellt.

### Materialliste:

Material	Menge
Massestücke	4
Federkraftmesser mit Messbereich bis 1N	1
Stativ	1

### 4.3 Merkblatt zum Instrumentalsatz

#### Merke:

Der Instrumentalsatz stellt die Beziehung zwischen einem Zweck (**Was**) und dem dafür benötigten Mittel (**Wodurch**) her.

Merke dir: Der Instrumentalsatz ist ein „**Was-Wodurch-Satz**“.

„Was-Wodurch-Sätze“ helfen dir bei den Überlegungen für die Planung eines Experimentes. Wenn du den Hauptsatz (**Was**) aufschreibst, erkennst du schneller, wie du das dort Beschriebene erreichen kannst und kannst das benötigte Mittel (**Wodurch**) in den Nebensatz benennen.

#### Signalwörter für den Instrumentalsatz:

..., indem ...

Indem ..., ...

... dadurch, dass ...

Dadurch, dass ..., ...

#### Beispiele:

Die Temperatur wird erhöht **dadurch, dass** man die Herdplatte einschaltet.

Hauptsatz | Nebensatz

**Dadurch, dass** man die Herdplatte einschaltet, wird die Temperatur erhöht.

| Nebensatz | Hauptsatz

Die Zeit wird gemessen, **indem** man eine Stoppuhr benutzt.

Hauptsatz | Nebensatz

**Indem** man eine Stoppuhr benutzt, wird die Zeit gemessen.

Nebensatz | Hauptsatz

#### 4.4 Checkliste (ausgefüllt)

- Ich ermittle aus der Fragestellung/Vermutung, was ich beobachte und was ich im Experiment verändere.
- Ich habe mir überlegt, womit und wie ich im Experiment die zu verändernde Größe variere und habe einen passenden „Was-Wodurch-Satz“ aufgeschrieben.
- Ich habe mir überlegt, womit und wie ich beobachte/messe und habe einen passenden „Was-Wodurch-Satz“ aufgeschrieben.
- Ich habe mir überlegt, was ich konstant halten muss, womit und wie ich das erreiche und habe einen passenden „Was-Wodurch-Satz“ aufgeschrieben.
- Ich habe mir überlegt, ob und welche Fehler auftreten können, und wenn ja, wie ich diese vermeiden/minimieren kann und habe einen passenden „Was-Wodurch-Satz“ aufgeschrieben.
- Ich überlege mir, welche Geräte/Materialien ich für mein Experiment benötige und lege eine Materialliste mit Mengenangaben an.
- Ich überlege mir die genaue Reihenfolge meiner Schritte im Experiment.

---

#### 4.5 Checkliste (leer)

- Ich ermittle aus der Fragestellung/Vermutung, was ich beobachte und was ich im Experiment verändere.
  
- \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- Ich überlege mir, welche Geräte/Materialien ich für mein Experiment benötige und lege eine Materialliste mit Mengenangaben an
  
- Ich überlege mir die genaue Reihenfolge meiner Schritte im Experiment.

## 4.6 Übung

### Fragestellung:

Wie verändert sich die Stromstärke, wenn der Widerstand in einem Stromkreis variiert wird?

### Material:

Widerstände (10  $\Omega$ , 20  $\Omega$ , 30  $\Omega$ )

Amperemeter

Steckbrett

Batterie (1,5 V)

Kabel

### Aufgabe:

Entwirf mit dem obigen Material ein Experiment, das geeignet ist, die Fragestellung zu beantworten.

- a) Formuliere zunächst für die Messgröße, die Veränderliche, die Konstante und mögliche Fehler „Was-Wodurch-Sätze“. Orientiere dich an dem Merktzettel für Modalsätze.
- b) Plane anschließend das Experiment. Orientiere dich an der Checkliste und deinen „Was-Wodurch-Sätzen“.

## 4.7 Musterlösung der Übung

### Aufgabe Teil 1:

Formuliere für die Messgröße, die Veränderliche und die Konstante „Was-Wodurch-Sätze“. Orientiere dich an dem Merktzettel für Modalsätze.

Die Stromstärke wird gemessen, indem man ein Amperemeter in Reihe mit der Batterie und dem Widerstand schaltet.

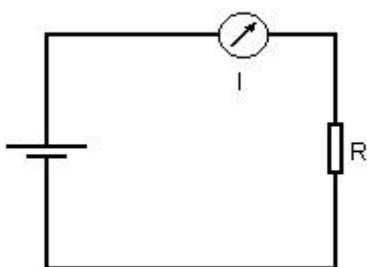
Der Widerstand wird variiert dadurch, dass man verschiedene Widerstände verwendet.

Die Spannung wird konstant gehalten dadurch, dass man dieselbe Batterie als Stromquelle verwendet.

Ein Kurzschluss wird vermieden, indem man das Amperemeter in Reihe schaltet. Die Übersichtlichkeit des Versuches wird erhöht dadurch, dass man ein Steckbrett verwendet.

### Aufgabe Teil 2:

Plane anschließend das Experiment. Orientiere dich an der Checkliste und deinen „Was-Wodurch-Sätzen“.



Eine Möglichkeit für den Aufbau eines Experiments ist die Schaltung aus einer Stromquelle (Batterie), dem Amperemeter und einem der Widerstände, welche auf dem Bild gezeigt wird. Dabei werden nacheinander die verschiedenen Widerstände benutzt und deren Widerstand und die dazu gemessene Stromstärke notiert.

## 4.8 Hilfekarten

### Aufgabe Teil 1

#### (Stufe 1)

Formuliere für die Versuchsdurchführung „Was-Wodurch-Sätze“.

Was wird verändert/gemessen/beobachtet/konstant gehalten?

Wodurch wird es verändert/gemessen/beobachtet/konstant gehalten?

Welche Fehler kann ich wodurch vermeiden?

In den Hauptsatz wird die unabhängige, abhängige, konstante  
 Messgröße oder der mögliche Fehler geschrieben.

In den Nebensatz wird das Mittel geschrieben mit dem man verändert, misst, beobachtet,  
 konstant hält oder Fehler vermeidet.

(Hauptsatz), **indem** (Nebensatz)

(Hauptsatz) **dadurch, dass** (Nebensatz)

### Aufgabe Teil 1

#### (Stufe 2)

Formuliere für die Versuchsdurchführung „Was-Wodurch-Sätze“.

#### Mögliche Satzanfänge:

Die Stromstärke wird ..., ...

Der Widerstand wird ..., ...

Die Spannung wird ..., ...

Ein Kurzschluss wird ..., ...

Die Übersichtlichkeit wird ..., ...

#### Mögliche Fortführungen:

..., indem...

..., dadurch dass...

**Aufgabe Teil 1**  
**(Stufe 3)**

Formuliere für die Versuchsdurchführung „Was-Wodurch-Sätze“.

Wörter für den Lückentext: Widerstände, Batterie, Amperemeter, Steckbrett, in Reihe

Die Stromstärke wird gemessen, indem man ein \_\_\_\_\_ verwendet.

Der Widerstand wird variiert, dadurch dass man verschiedene \_\_\_\_\_  
benutzt.

Die Spannung wird konstant gehalten dadurch, dass man dieselbe \_\_\_\_\_ als Stromquelle  
verwendet.

Ein Kurzschluss wird vermieden, indem man das Amperemeter \_\_\_\_\_ schaltet.

Die Übersichtlichkeit des Versuches wird erhöht dadurch, dass man ein \_\_\_\_\_  
verwendet.

**Aufgabe Teil 1**  
**(Stufe 4)**

Formuliere für die Versuchsdurchführung „Was-Wodurch-Sätze“.

Die Stromstärke wird gemessen, indem man ein Amperemeter in Reihe mit der Batterie und dem Widerstand schaltet.

Der Widerstand wird variiert dadurch, dass man verschiedene Widerstände verwendet.

Die Spannung wird konstant gehalten dadurch, dass man dieselbe Batterie als Stromquelle verwendet.

Ein Kurzschluss wird vermieden, indem man das Amperemeter in Reihe schaltet.

Die Übersichtlichkeit des Versuches wird erhöht dadurch, dass man ein Steckbrett verwendet.

**Aufgabe Teil 2**  
**(Stufe 1)**

Überlege dir ein passendes Experiment.

Welche Experimente zu Stromstärke und Widerstand kennst du?

Welche Rolle (unabhängige, abhängige, konstante Messgröße) haben Stromstärke, Spannung und Widerstand in diesem Experiment?

**Aufgabe Teil 2**  
**(Stufe 2)**  
**unabhängige Messgröße**

Überlege dir ein passendes Experiment.

Die unabhängige Messgröße ist der Widerstand.

Wie verändert man den Widerstand?

**Aufgabe Teil 2**  
**(Stufe 2)**  
**abhängige Messgröße**

Überlege dir ein passendes Experiment.

Die abhängige Messgröße ist die Stromstärke.

Womit misst man die Stromstärke?

Muss man hierbei etwas beachten?

Wie sollte man die Skala einstellen?

**Aufgabe Teil 2**  
**(Stufe 2)**  
**konstante Messgröße**

Überlege dir ein passendes Experiment.

Die konstante Messgröße ist die Spannung.

Wie hält man die Spannung konstant?

**Aufgabe Teil 2**  
**(Stufe 2)**  
**mögliche Fehler**

Überlege dir ein passendes Experiment.

Das Amperemeter ist eine mögliche Fehlerquelle.

Was muss man bei der Schaltung beachten?

Kann das Amperemeter in Reihe oder parallel geschaltet werden?

Welche Skala sollte man wählen?

Der Versuch könnte unübersichtlich aufgebaut sein.

Haben wir ein Bauteil um den Versuch besser zu strukturieren?

**Aufgabe Teil 2**  
**(Stufe 4)**

Überlege dir ein passendes Experiment.

Eine Möglichkeit für den Aufbau eines Experiments ist die Schaltung aus einer Stromquelle (Batterie), dem Amperemeter und einem der Widerstände, welche auf dem Bild gezeigt wird. Dabei werden nacheinander die verschiedenen Widerstände benutzt und deren Widerstand und die dazu gemessene Stromstärke notiert.

