

Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Hauptschulen und Realschulen im Fach Physik, eingereicht dem Amt für Lehrerbildung - Prüfungsstelle Gießen - .

Thema: Aktionsbox Magnetismus: Entwicklung und Evaluation von Experimentier- und Aufgabenserien zum Themenfeld Magnetismus

Verfasser: Marc Jost Holzhäuser  
Großaltenstädterstraße 68  
35586 Wetzlar

Gutachterin: Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter

**Anmerkung zur Veröffentlichung:**

**In dieser Veröffentlichung sind alle Namen von Schülern/innen anonymisiert!**

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	Seite 5
2	Theoretischer Hintergrund des Rahmenmodells zur Entwicklung der Aktionsbox	Seite 6
2.1	Begründung für den Einsatz eines Rahmenmodells	Seite 6
2.2	Vorstellung verschiedener Modelle	Seite 6
2.3	Gemeinsamkeiten der Modelle	Seite 9
2.4	Erläuterung des selbst gewählten Rahmens	Seite 9
3	Entwicklung der Aktionsbox	Seite 12
3.1	Aufbau der Unterrichtseinheit	Seite 12
3.2	Themenfelder	Seite 14
3.3	Auswahl geeigneter Themenfelder	Seite 15
3.4	Klärung fachlicher Zusammenhänge	Seite 16
3.5	Didaktische Analyse	Seite 22
3.5.1	Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten	Seite 23
3.5.2	Lernziele	Seite 27
3.6	Experimente	Seite 29

3.7	Entwicklungsschritte der Aufgabenkarten	Seite 31
4	Fragestellungen der Arbeit	Seite 40
5	Datenerhebung und methodisches Vorgehen	Seite 42
6	Ergebnisse der Arbeit	Seite 47
6.1	Ergebnisse der ersten Erprobung	Seite 47
6.1.1	Allgemeine Beobachtungen	Seite 47
6.1.2	Beobachtungen einzelner Gruppen	Seite 48
6.1.3	Auswertung der Arbeitsblätter der ersten Erprobung	Seite 50
6.1.4	Auswertung der Fragebögen der ersten Erprobung	Seite 50
6.1.5	Auswertung der Testergebnisse der ersten Erprobung	Seite 50
6.1.6	Wesentliche Probleme während des Ablaufs	Seite 51
6.1.7	Lösungsansätze	Seite 52
6.2	Ergebnisse der zweiten Erprobung	Seite 54
6.2.1	Allgemeine Beobachtungen	Seite 54
6.2.2	Beobachtungen einzelner Gruppen	Seite 55
6.2.3	Auswertung der Arbeitsblätter der zweiten Erprobung	Seite 55
6.2.4	Auswertung der Fragebögen der zweiten Erprobung	Seite 56

6.2.5	Auswertung der Testergebnisse der zweiten Erprobung	Seite 57
6.2.6	Wesentliche Probleme während des Ablaufs	Seite 57
6.2.7	Lösungsansätze	Seite 58
7	Verbesserungsvorschläge für die Aktionsbox	Seite 60
8	Zusammenfassung und Ausblick	Seite 62
9	Literaturverzeichnis	Seite 65
10	Bildnachweis	Seite 67

+++++

Anhänge:

Anhang A	Aufgabenkarten Aktionsbox Magnetismus
Anhang B	Arbeitsblatt Aktionsbox Magnetismus
Anhang C	Abschlusstest Aktionsbox Magnetismus
Anhang D	Materialliste Aktionsbox Magnetismus
Anhang E	Auswertungsmatrizen der ersten Erprobung
Anhang F	Auswertungsmatrizen der zweiten Erprobung

# 1 Einleitung

Im Rahmen einer praxisorientierten Arbeit habe ich mich mit der Entwicklung einer Aktionsbox zum Themenbereich Magnetismus beschäftigt. Die Aktionsbox soll sowohl als Unterrichtseinheit im Physikunterricht einer 7. Klassenstufe als auch in Vertretungsstunden durch Vertretungslehrer oder Hilfskräfte im Bereich des hessischen Projektes „Unterrichtsgarantie Plus“ (s.u.) in unbekanntem Klassen eingesetzt werden. Ferner soll die Aktionsbox als autarke Lerneinheit in Lernwerkstätten für die Klassenstufen ab Klassenstufe 5 eingesetzt werden können. Das Anspruchsniveau der Aktionsbox wird so angelegt, dass Schüler und Schülerinnen (SuS) jeglichen Leistungsniveaus die Aktionsbox durchführen können ohne spezielles Vorwissen im Vorfeld erlangen zu müssen.

Die Arbeit beschäftigt sich in Kapitel 2 zunächst mit grundlegenden Modellen zum Planen von Unterrichtseinheiten. Diese ergeben ein Rahmenmodell für die Entwicklung der Aktionsbox. Nach ausführlicher Beschreibung und Begründung des gewählten Rahmens folgt in Kapitel 3 die Darstellung der Planung einer Unterrichtseinheit auf Basis der Gesichtspunkte einer Aktionsbox. Für die entwickelte Aktionsbox wird in Kapitel 4 & 5 eine Konzeption für eine Erprobung beschrieben. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Auswertung ausführlich dargestellt. An diese Arbeit sind die Aufgabenkarten der Aktionsbox mit einer Materialliste sowie detaillierte Auswertungsmatrizen der Ergebnisse der Erprobungen angefügt.

Zuvor möchte ich all jenen danken, ohne deren Unterstützung diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre, besonders Frau Prof. Dr. von Aufschnaiter für ihre fachkundige Beratung, Unterstützung und Betreuung, Herrn Rogge für die Unterstützung während der Ausarbeitung der Aufgabenkarten sowie den beiden 5. Klassen einer Gesamtschule aus dem Lahn-Dill-Kreis, in denen die Erprobungen stattfanden.

Wetzlar, im April 2008

---

Projekt „Unterrichtsgarantie Plus“: Ein vom hessischen Kultusministerium 2006 entworfenes Projekt, dass die Unterrichtsausfallzeiten durch den Einsatz von außerschulischen Lehrkräften minimieren soll. Angestrebt wird hierbei die Erteilung von Fachunterricht, nach der dritten, in Folge, ausgefallenen Schulstunde.

## **2 Theoretischer Hintergrund des Rahmenmodells zur Entwicklung der Aktionsbox**

### **2.1 Begründung für den Einsatz eines Rahmenmodells**

Ein Rahmenmodell ist eine Hilfe für den Lehrenden, um seine Gedankengänge zu strukturieren und eine klare Vorstellung des geplanten Unterrichtsverlaufs zu erlangen. Eine Vorbereitung anhand eines Rahmenmodells ist ratsam, da so Gedanken und Ideen für den Unterricht nicht in der Schwebelage verharren, sondern schriftlich festgelegt werden (vgl. Kretschmer & Stary, 2005, S.81).

Weiterhin soll ein Rahmenmodell auf Alternativen im Ablauf des Unterrichts aufmerksam machen. Das Rahmenmodell liefert ein Grundgerüst für eine Reihenfolge begründeter Schritte während der Unterrichtsvorbereitung (vgl. Kircher, Girwidz & Häußler, 2007, S. 296).

### **2.2 Vorstellung verschiedener Modelle**

In der Schulpädagogik gibt es mehrere verschiedene Planungsmodelle.

Die wichtigsten Planungsmodelle für den Physikunterricht sind das Berliner Modell nach Heimann (1962), das Hamburger Modell von Schulz (1980), die Gliederung nach Kretschmer/Stary (1998) und schließlich die didaktische Rekonstruktion nach Kattmann (1994).

Das Berliner Modell nach Heimann beschäftigt sich zunächst mit Vorüberlegungen zu soziokulturellen und anthropologisch-psychologischen Voraussetzungen der Lernenden. Damit sind motivationale Aspekte, soziokultureller Hintergrund, thematische Zusammenhänge und Alltagsvorstellungen gemeint. Als Vorbereitung auf den Unterricht dienen die vier Parameter Intension, Inhalt, Medium und Methode, die gleichwertig in den Unterrichtsentwurf einfließen. Es folgen Überlegungen zu Lernzielen, gefolgt von einer Sachanalyse, die die fachliche Darstellung des Inhalts sowie eine didaktische Reduktion enthält. Im Anschluss folgen Überlegungen zur Auswahl der Methoden. Das Berliner Modell gibt hier eine Empfehlung für die Einteilung des Unterrichts in Phasen: Motivation (als Einstieg), Erarbeitung und Vertiefung. Es folgen Überlegungen zum Medieneinsatz

(Experimente, sonstige Medien). Im Anschluss folgt eine Unterrichtsskizze mit tabellarischer Verlaufsplanung. Diese besteht aus Zeitspalte, geplantem Lehrerverhalten, erwartetem Schülerverhalten, Sozialform, Medieneinsatz und didaktischem Kommentar.

Weiterhin finden sich Unterrichtsmaterialien (Experimente, Arbeitsblätter und Tafelbild) sowie ein Literaturverzeichnis (vgl. Kircher et. al, 2007, S. 297 ff.).

In seinem Hamburger Modell nach Peterssen beschreibt Schulz eine offene Planungsstruktur. Diese geht davon aus, dass sich die SuS an der Unterrichtsplanung beteiligen. Sie berücksichtigt Produktions- und Herrschaftsverhältnisse, Selbst- und Weltverständnis schulbezogen Handelnder sowie Institutionelle Bedingung. Diese Bedingungen berücksichtigen ihrerseits Unterrichtsziele, Ausgangslage, Erfolgskontrolle und Vermittlungsvariablen (vgl. Kircher et. al, 2007, S. 299).

Kretschmer/Stary beschreiben in ihrer Gliederung folgende Punkte:

Die Unterrichtseinheit, die Unterrichtsstunde, unmittelbare Unterrichtsvoraussetzungen, Sachanalyse, didaktische Analyse, methodische Möglichkeiten, geplanter Unterrichtsverlauf, Anhänge und Literaturangaben. Der Punkt Unterrichtseinheit bezieht sich hierbei auf die Zielgruppe des Unterrichts nach Schulart, Klassenstufe und Kursniveau, weiterhin auf das Thema, die Gliederung und die Zielsetzung des Unterrichts. Als nächstes wird die betrachtete Stunde in die Unterrichtseinheit eingeordnet. Es folgen spezielle Merkmale der Lerngruppe, deren erwartetes Vorwissen sowie deren Methodenkompetenz. In der Sachanalyse geht es schließlich um die Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand auf fachlicher Ebene. Es folgt eine didaktische Analyse. Dieser Analyse schließt sich eine Gliederung des Unterrichtsverlaufs nach Artikulation, Phaseneinteilung, Motivierung der Schüler sowie der Modus der Darbietung von Medien an. Es folgen Überlegungen zu Medien, Zeitbedarf, Alternativen, Differenzierung, Sozialformen, Lernkontrollen und Hausaufgaben. Bei der tabellarischen Verlaufsplanung des Unterrichts geben Kretschmer/Stary zwei Möglichkeiten zur Auswahl. Einerseits Zeitspalte, vermutetes Schülerverhalten, geplantes Lehrerverhalten, didaktischer Kommentar und andererseits Zeitspalte, Lehrer-/Schülerverhalten, Sozialform, Medien und Ziel (vgl. Kretschmer & Stary, 2005, S.82)

Eine Sonderform der Planungsmodelle nimmt Kattmann mit seiner Didaktischen Rekonstruktion ein. Sie kann nicht nur für die Unterrichtsvorbereitung, sondern auch für die Durchführung von Forschungsvorhaben mit fachdidaktischen Fragestellungen genutzt werden. Die Theorie unterscheidet die drei Teile wie didaktische Strukturierung, fachliche Klärung und das Erfassen der Lernperspektive, die gleichmäßig aufeinander bezogen werden sollen. Die „[...]fachliche Klärung besteht in der kritischen und methodisch kontrollierten systematischen Untersuchung fachwissenschaftlicher Aussagen[...]“ (Kattmann, 2007, S. 94). Es geht vornehmlich um die Identifikation von wissenschaftlichen Vorstellungen sowie welche lebensweltlichen, ethischen und gesellschaftlichen Implikationen mit den wissenschaftlichen Vorstellungen verbunden sind. Diese liefern u.a. auch Hinweise auf Schülervorstellungen. Die Lernperspektive bezieht sich auf Fragestellungen zu Schülervorstellungen in fachbezogenen Kontexten, Erklärungsmustern und Wertungen, Erfahrungen zu Vorstellungen, sowie welche Vorstellungen Lernende von Wissenschaft haben. Die didaktische Strukturierung hilft Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen zu treffen. Sie baut auf den Zusammenhang von fachlicher Klärung und Erhebung der Lernperspektive auf. „Die fachlich geklärten Aussagen zu Sachverhalten sind in lebensweltliche, individuelle, gesellschaftliche wissenschaftshistorische sowie wissenschaftstheoretische, erkenntnisorientierte und ethnische Zusammenhänge einzubetten“ (Kattmann, 2007, S. 96). Die Schülervorstellungen sind hierbei nicht als Lernhindernisse zu betrachten, sondern als Lernvoraussetzung. „Mit der Rekonstruktion der Vorstellungen werden wissenschaftliches Wissen und lebensweltliche Erfahrungen in Beziehung gesetzt. Es werden Vorstellungen konstruiert, in denen Erfahrung in das Wissen und Wissen in die Erfahrung hinein genommen wird.“ (Kattmann, 2007, S.98)

## **2.3 Gemeinsamkeiten der Modelle**

Alle Modelle beziehen sich auf eine fachliche Klärung, auf die Berücksichtigung der Schülerperspektiven und didaktische Reduktion des Unterrichtsinhaltes. In manchen Modellen ist die didaktische Analyse getrennt von der methodischen Analyse, in anderen ist sie innerhalb der methodischen Analyse integriert. Alle Modelle verfolgen die Ausrichtung auf Ziele, alternativen Unterrichtsverlauf und Medieneinsatz. Die Art der Darstellung des Unterrichtsverlaufs ist nicht in allen Modellen erwähnt, jedoch für jedes Modell Pflicht. In den Gliederungen von Kretschmer/Stary und im Berliner Modell sind zudem konkrete Vorschläge zur möglichen Gestaltung von Verlaufsplänen vorgegeben.

## **2.4 Erläuterung des selbst gewählten Rahmens**

Da ich für meine eigenen Unterrichtsplanungen im Schulpraktikum und in meiner bisher zweijährigen Unterrichtstätigkeit an einer integrierten Gesamtschule das Modell von Kretschmer/Stary verwende (s. Abb. 2.1), habe ich mich entschieden die Aktionsbox an dieses Modell anzulehnen. Einige der angesprochenen Punkte entfallen jedoch in Bezug auf die Aktionsbox. Da das Thema der Aktionsbox den abgeschlossenen Themenbereich Ferromagnetismus abdeckt, entfallen Überlegungen zur Unterrichtseinheit. Auch entfallen Überlegungen zu einer konkret vorhandenen Lerngruppe wie Vorwissen, Lernstand, Sozialformen und Arbeitstechniken, da die Aktionsbox als alternativer Unterrichtsgegenstand in Vertretungs- und Freistunden eingesetzt werden soll. Ebenfalls entfallen Überlegungen zu einer detaillierten Unterrichtsverlaufsplanung, da die Aktionsbox auch von Unterrichtsgarantie-Plus-Vertretungskräften sowie von fachfremden Lehrkräften eingesetzt werden soll. Hierbei haben sie die Aufgabe nur eine aufsichtsführende Rolle einzunehmen, da für die SuS eine offene Unterrichtssituation entsteht.

Punkt 2 der Gliederung bezieht sich auf die Stellung der Stunde in einer Unterrichtseinheit. Diese kann dem Lehrplan entnommen werden. Thema, Zielsetzung und Stundenzahl können genannt werden. Punkt 3 entfällt aus o.g. Gründen. Der Punkt Sachanalyse wird in Kapitel 3, Entwicklung der Aktionsbox, in Form einer Themenfelderfassung und einer fachlichen Klärung behandelt.

Die Themenfelderfassung erfährt keine Beschränkung. Die fachliche Klärung beschränkt sich jedoch auf diejenigen Themen, die auch die Aktionsbox betreffen. Sie dient in erster Linie der Erfassung von wesentlichen Parametern der Teilgebiete und deren Wirkung. Die im Anschluss folgende didaktische Analyse bezieht sich auf Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten in Bezug auf die fachlich geklärten Themenfelder. Im Anschluss können auf dieser Basis Lernziele erfasst und formuliert werden. Der Unterrichtsverlauf ist durch die Methode „Aktionsbox“ im Prinzip vorgegeben und lässt keine Modulationen von außen zu. Die Modulation der Phasen wird ausschließlich durch die Aufgabenkarten vorgegeben und in Kapitel 3 jeweils näher erläutert. Ich habe mich allerdings bemüht, einen methodisch abwechslungsreichen Ablauf zu erreichen. Außer den vorgegeben Experimenten kommen Quizkarten und im Anschluss ein eigenständiges Experiment zum Einsatz.

Als Medien werden Experimente und Aufgabenkarten verwendet. Alternativen zum Ablauf der Aktionsbox werden im Anschluss an die Entwicklung näher erläutert. Als Möglichkeiten der inneren Differenzierung kommen Zusatzkarten zum Einsatz, die schnelle Gruppen gezielt erhalten. Auf diesen Karten werden kompliziertere Sachverhalte geschildert, die im normalen Ablauf einen Bruch in der Struktur provozieren würden. Als Sozialform ist die Aktionsbox als Gruppenarbeit einzuordnen. Im Anschluss an die Aktionsbox folgt ein Abschlusstest, der das Gelernte erneut aufgreifen soll. Weiterhin enthalten die Aufgabenkarten zwischendurch kurze Fragebögen, die zur Auswertung während der Erprobung dienen. Diese sind in der endgültigen Aktionsbox selbstverständlich nicht mehr enthalten.

**1. Die Unterrichtseinheit**

Zielgruppe (Schulart, Klassenstufe, Kursniveau) – Thema – Gliederung – Zielsetzung

**2. Die Unterrichtsstunde**

Stellung innerhalb der Unterrichtseinheit – Thema – Zielsetzung

**3. Unmittelbare Unterrichtsvoraussetzungen**

- Spezielle Merkmale der Zielgruppe
- Vorwissen, Lernstand, Leistungsmöglichkeiten
- Beherrschung von Sozialformen, Arbeitstechniken u. Ä.
- Voraufgegangener Unterricht

**4. Sachanalyse** (vgl. Fragen auf S. 60 f.)

**5. Didaktische Analyse** (vgl. Fragen auf S. 60/61)

**6. Methodische Möglichkeiten** (vgl. S. 65 ff.)

- Gliederung des Unterrichtsverlaufs mit Fein-/Teilzielen
  - Artikulation/Phasen/Stufung des Unterrichts (Hinführung – Präsentation/Darbietung – Reaktion – Erarbeitung – Vertiefung – Festigung – Übung – Weiterführung – Anwendung – Übertragung – Gestaltung)
  - Motivierung der Schüler und Einstieg
  - Modus der Darbietung von Text/Material/Medium
- Medien (Bücher, Bilder, Arbeitsblätter, Tafelanschrift/-bild, OH-Folien, Tonträger, Videos, Filme u. ä.)
- Zeitbedarf
- Alternativen
- Möglichkeiten innerer Differenzierung
- Sozialformen/Handlungsmuster
- Erfolgs-/Lernkontrolle
- Hausaufgaben

**7. Geplanter Unterrichtsverlauf**

Zeit/Phase	Vermutetes Schülerverhalten	Geplantes Lehrerverhalten	Didaktischer Kommentar
------------	-----------------------------	---------------------------	------------------------

Zeit/Phase	Lehrer-/Schüler Verhalten	Aktionsform/ Sozialform	Medien	Ziel
------------	---------------------------	-------------------------	--------	------

**8. Tafelbilder, OH-Folien, Arbeitsblätter, Texte usw.**

**9. Literaturangaben**

Abb. 2.1: Gliederung zum Planungsmodell von Kretschmer & Stary (Kretschmer & Stary, 2005, S.82).

## **3 Entwicklung der Aktionsbox**

### **3.1 Aufbau der Unterrichtseinheit**

Die Aktionsbox beschäftigt sich mit dem Themenbereich Magnetismus. Der Einsatz der Aktionsbox soll vornehmlich an Gesamtschulen in Vertretungsstunden erfolgen. Diese Einschränkung habe ich gewählt, da ich bisher keine Lehrerfahrungen mit anderen Schularten sammeln konnte. Im Lehrplan des hessischen Kultusministeriums für den Physikunterricht an hessischen Gesamtschulen ist der Themenbereich Magnetismus der Klassenstufe 7 zugeordnet. Der Themenbereich ist als Teil der Elektrizitätslehre in den Lehrplan eingeordnet. Die verfügbare Stundenzahl sollte, laut Lehrplan, zwei bis vier Schulstunden nicht überschreiten. Daher wird auch die Aktionsbox für einen derartigen Zeitrahmen angelegt. Der Einsatz der Aktionsbox kann jedoch auch bereits in Klassenstufe 5 und 6 erfolgen, da bereits im Sachkundeunterricht der Grundschulen dieses Thema aufgegriffen wird. Die Zielgruppe erstreckt sich somit auf SuS der Klassenstufen 5-7. Es ist, aufgrund der Thematik, kein Vorwissen auf dem Gebiet der Physik erforderlich. Die Aktionsbox wurde dahingehend entwickelt, dass sowohl leistungsstarke wie auch leistungsschwache SuS die gesamte Aktionsbox bearbeiten können. Richtziel der Aktionsbox ist, den SuS ein grundlegendes Verständnis der wichtigsten Effekte des Themenbereichs Magnetismus zu vermitteln. Um dies erreichen zu können, müssen zunächst die Umrisse des Themenbereichs festgelegt werden. Dies lässt sich durch eine Sachanalyse oder auch durch eine Klärung fachlicher Zusammenhänge erreichen. Zunächst werden alle Aspekte der Physik, die auf den Themenbereich Magnetismus verweisen, gesammelt. Dies gibt dem Entwickler der Aktionsbox einen ersten Überblick über die Thematik. Aus diesem lassen sich durch Zusammenfassen verwandter Themen sogenannte Themenfelder extrahieren, die als Unterthemen des Magnetismus aufgefasst werden. Im Anschluss erfolgt eine Auswahl derjenigen Themenfelder, die relevant für die geplante Aktionsbox sind. Als Auswahlkriterien dienen folgende Fragen:

- Ist der Zeitfaktor der Durchführung angemessen?
- Ist Vorwissen erforderlich?

- Ist die Komplexität für Schüler angemessen?
- Lassen sich zu dem Themenfeld Schülerversuche durchführen? (Aspekt Sicherheitsvorschriften)
- Ist der finanzielle Aufwand zur Beschaffung der Experimentiermaterialien angemessen?

Nach der Auswahl der geeigneten Themenfelder werden diesen fachliche Parameter und Eigenschaften der Zusammenhänge zugeordnet. Sie sollten inhaltlich folgende Punkte abdecken können:

1. Eigenschaften richtig benennen und benutzen
2. Wesentliche Parameter und deren Wirkung kennen
3. Das Wirken dieser Parameter erklären

Im Anschluss werden die Themenfelder dahingehend geordnet, dass Eigenschaften und Parameter zunächst in einem Themenfeld beschrieben werden, bevor sie in einem anderen Themenfeld eingesetzt werden. Beispielsweise kann das Themenfeld „Kompass“ nicht geklärt werden, bevor nicht die Eigenschaften und Parameter des magnetischen Dipols, die Anziehung/Abstoßung von Magneten und das Magnetfeld geklärt wurden. Diese fachliche Logik der Themenfelder gibt hier bereits eine mögliche Lernlogik vor.

Es folgt nun die Themenfeldbestimmung, die Auswahl geeigneter Themenfelder sowie die anschließende fachliche Klärung des Themenbereichs Magnetismus.

## 3.2 Themenfelder

Der Themenbereich Magnetismus lässt sich in folgende Themenfelder unterteilen:

- Geschichtliche Entwicklung
- Magnetischer Dipol / magnetischer Monopol
- Anziehung und Abstoßung [Ferromagnetismus]
  - Wechselwirkung Magnet - Stoff
    - Ferromagnetische Stoffe
  - Wechselwirkung Magnet - Magnet
- Magnetformen
  - Form
  - Material
- Magnetfeld
  - Durchdringung
  - Feldlinien
  - Stärke des Magnetfeldes
  - Magnetfeld der Erde
- Magnetisieren/Entmagnetisieren von ferromagnetischen Stoffen
  - Weiß'sche Bezirke
  - Curie Temperatur
- Anwendungen und vorkommen im Alltag
  - Kompass
- Wirbelströme
- Anziehung und Abstoßung [Para- und Diamagnetismus]
- Elektromagnetismus

### **3.3 Auswahl geeigneter Themenfelder**

In der Einheit zur Einführung des Magnetismus werden nicht alle der im Abschnitt 3 dargestellten Themenfelder verwendet. Das Themenfeld der geschichtlichen Entwicklung wird in Anbetracht der knapp bemessenen Zeit zur Durchführung des Themenbereichs mit einer Aktionsbox nicht behandelt. Außerdem wird auf die Themenfelder Wirbelströme, Anziehung und Abstoßung [Para- und Diamagnetismus] verzichtet, da sie zum Teil sehr komplex und für Schüler unverständlich sind.

Die Unterthemen „Weiß'sche Bezirke“ und „Curie Temperatur“ des Themenfeldes „Magnetisierung und Entmagnetisierung“ werden durch die einfacheren Definitionen des Elementarmagnetmodells ersetzt und nicht direkt behandelt, da hierzu Vorwissen aus der Teilchenphysik nötig wäre. Das Themenfeld Elektromagnetismus lässt sich ohne Vorkenntnisse zur Elektrizitätslehre ebenfalls nicht bearbeiten und wird daher nicht behandelt.

### 3.4 Klärung fachlicher Zusammenhänge

In der fachlichen Klärung werden nun die gesammelten Themenfelder näher erläutert und auf Eigenschaften und Parameter hin aufgeschlüsselt. Der Übersichtlichkeit halber sind die Eigenschaften und Parameter in kurzen Sätzen dargestellt.

#### **Themenfeld 1: Magnetischer Dipol / magnetischer Monopol**

- Die Enden eines Magneten bezeichnet man als Pole.
- Ein Magnet hat immer zwei Pole.
- Einen Magneten nennt man auch Dipol. (von „Di“ = Zwei)
- Die Pole eines Magneten liegen sich gegenüber.
- Einen Pol bezeichnet man als „Nordpol“ den anderen als „Südpol“.
- Der Nordpol eines Magneten wird üblicherweise mit einem N gekennzeichnet.
- Der Südpol eines Magneten wird üblicherweise mit einem S gekennzeichnet.
- Der Nordpol eines Magneten ist üblicherweise rot gekennzeichnet. (rot = Nord)
- Der Südpol eines Magneten ist üblicherweise grün gekennzeichnet. (süd = Süd)
- Teilt man einen Magneten in der Mitte, ergeben sich zwei neue Magnete mit jeweils einem Nord- und einem Südpol.
- Teilt man einen Magneten an einer beliebigen Stelle, ergeben sich zwei neue Magnete mit jeweils einem Nord- und einem Südpol.
- Es gibt keinen magnetischen Monopol. (von Mono = Einfach)

#### **Themenfeld 2: Anziehung und Abstoßung [Ferromagnetismus]**

*Wechselwirkungen von Magnet und Stoff:*

- Ein Magnet kann verschiedene Stoffe anziehen.
- Die Stoffe, die ein Magnet anziehen kann, nennt man ferromagnetische Stoffe.
- Ferromagnetische Stoffe sind Eisen, Nickel und Cobalt sowie deren Legierungen.

- Die Stoffe werden an den Polen stärker angezogen als in der Mitte des Magneten.

*Wechselwirkungen von Magnet und Magnet:*

- Magnete können einander anziehen.
- Magnete können einander abstoßen.
- Gleichnamige Pole (Nord-Nord und Süd-Süd) stoßen sich ab.
- Ungleichnamige Pole (Nord-Süd und Süd-Nord) ziehen sich an.

### **Themenfeld 3: Magnetformen**

- Magnete können verschiedene Größen und Formen haben.
  - Formen:
    - Stabmagnet
    - Hufeisenmagnet
    - Ringmagnet
    - Rundmagnet
    - Kugelmagnet
- Magnete können aus verschiedenen Materialien bestehen.
  - Materialien:
    - Ferrit
    - Neodym
    - AlNiCo - Legierungen
    - Fe-; Ni-; Co-; Legierungen
- Die Form entscheidet nicht über die Eigenschaften der Anziehung.
- Die Größe eines Magneten entscheidet nicht über die Eigenschaften der Anziehung.
- Das Material entscheidet über die Eigenschaften der Anziehung.

[näheres zu Eigenschaften der Anziehung unter dem Themenfeld „Stärke des Magnetfeldes“]

## Themenfeld 4: Magnetfeld

### *Magnetfeld:*

- In und um einen Magneten besteht ein Feld.
- Dieses Feld nennt man Magnetfeld.
- Dieses Feld reicht theoretisch unendlich weit, beobachtbar ist aber nur das nähere Umfeld.

### *Durchdringung:*

- Ein Magnetfeld kann nichtmagnetische Materialien durchdringen und somit magnetische Stoffe durch nichtmagnetische Stoffe hindurch (z.B. Holz) anziehen.

### *Feldlinien / Stärke des Magnetfeldes:*

- Die Wirkung des Magnetfeldes kann durch Eisenfeilspäne sichtbar gemacht werden.
- Die Eisenfeilspäne „...ordnen sich in geschlossenen Linien an, die in den beiden Polen münden.“ (Feicht,E., *Das große Buch der Physik*, S.286)
- Diese charakteristischen Linien nennt man Feldlinien.
- Die Feldlinien verlaufen vom Nordpol zum Südpol.
- „Die Dichte der Feldlinien ist ein Maß für die Stärke des Feldes an der betrachteten Stelle.“ (Feicht,E., *Das große Buch der Physik*, S.286)
- Da an den Polen des Magneten die Feldlinien am dichtesten zusammen liegen, herrscht dort das stärkste Feld und somit die größte Anziehungskraft.
- Je weiter man von dem Magneten entfernt ist, desto weiter liegen die Feldlinien auseinander. Somit ist die Anziehungskraft und das Feld umso schwächer, je weiter man sich von dem Magneten entfernt.
- Zwischen den Polen des Magneten liegen die Feldlinien weiter auseinander als an den Polen. Somit ist die Anziehungskraft und das Feld an dieser Stelle schwächer als an den Polen.
- Jede Magnetform hat ein charakteristisches Feldlinienbild:

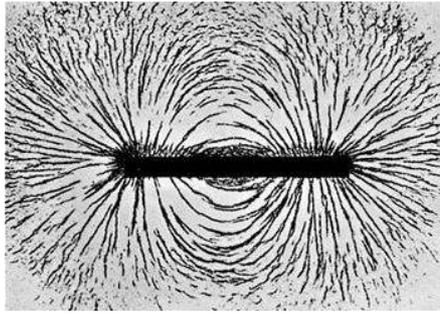


Abb. 3.1: Feldlinienbild eines Stabmagneten

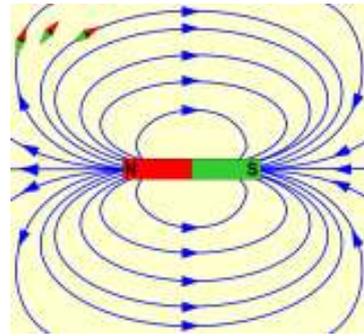


Abb. 3.2: Schematische Darstellung des Feldlinienbildes eines Stabmagneten

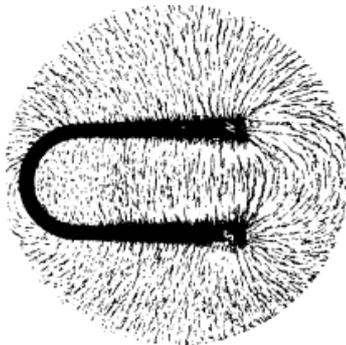


Abb. 3.3: Feldlinienbild eines Hufeisenmagneten

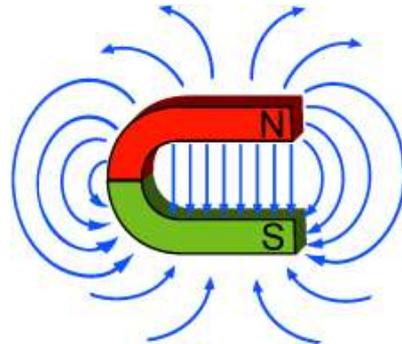


Abb. 3.4: Schematische Darstellung des Feldlinienbildes eines Hufeisenmagneten

- Die Feldliniendichte ist proportional zum Magnetisierungsgrad des Magneten und proportional zur Energiedichte.
- Die „Stärke der Anziehungskraft“ ist proportional zur Energiedichte.
- Je höher die Energiedichte des Magneten desto stärker ist seine Anziehungskraft.
- Die Energiedichte ist materialabhängig.
- Neodym hat eine größere maximale Energiedichte als andere Legierungen.

#### *Magnetfeld der Erde:*

- Die Erde besitzt ein Magnetfeld.
- Die magnetischen Pole der Erde sind nicht fest und verändern ihren Ort stetig.
- Der magnetische Nordpol der Erde befindet sich in der Nähe des geographischen Südpols.
- Der magnetische Südpol der Erde befindet sich in der Nähe des geographischen Nordpols.

## Themenfeld 5: Magnetisieren/Entmagnetisieren von ferromagnetischen Stoffen

### *Magnetisieren:*

- Ferromagnetische Stoffe lassen sich magnetisieren.
- Streicht man gleichmäßig mit einem Pol eines Magneten über einen ferromagnetischen Stoff, so wird dieser selbst zu einem Magnet. Diesen Vorgang nennt man **Magnetisieren**.
- Veranschaulichung der Magnetisierung anhand des Modells der Elementarmagnete (siehe Abb. 3.5-3.8).

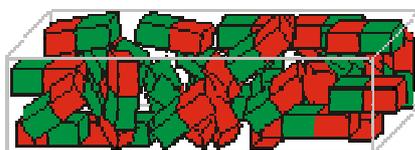


Abb. 3.5: Schematische Darstellung eines nicht magnetisierten Eisenklotzes

=



Abb. 3.6: Schematische Darstellung eines nicht magnetisierten Eisenklotzes



Abb. 3.7: Schematische Darstellung eines magnetisierten Eisenklotzes

=



Abb. 3.8: Schematische Darstellung eines magnetisierten Eisenklotzes

Abb. 3.5 zeigt mehrere ungeordnete Stabmagnete innerhalb eines Quaders, die als sog. Elementarmagnete anzusehen sind. Abb. 3.6 zeigt den zu Abb. 3.5 gehörigen Quader der als nicht magnetisierter Eisenklotz anzusehen ist. Nach einer Magnetisierung sind die auf Abb. 3.5 noch ungeordneten Elementarmagnete geordnet (s. Abb. 3.7). Der Eisenklotz (s. Abb. 3.6) ist zu einem Magneten geworden (s. Abb. 3.8).

### *Entmagnetisieren:*

- Magnete lassen sich durch starke Erschütterung („Hammerschlag“, „Runterfallen“) entmagnetisieren.
- Magnete lassen sich durch starkes Erhitzen entmagnetisieren.
- Magnete lassen sich durch Einbringen in magnetische Wechselfelder oder statische entgegengesetzte Magnetfelder entmagnetisieren.

## Themenfeld 6: Anwendungen und Vorkommen im Alltag

- Ringmagnete werden in Lautsprechern eingesetzt.
- Kugel und Stabmagnete kommen in verschiedenen Magnetspielsets vor.
- Rundmagnete werden als sog. „Kühlschrankmagnete“ zur Befestigung verschiedener Materialien an magnetischen Oberflächen verwendet.
- Stabmagnete werden in Riedkontakten verbaut.
- Die Abstoßung zweier Magnete wird beim Transrapid Magnetzug ausgenutzt.

### *Kompass:*

- Der „Trockenkompass“ besteht aus einer, in der Mitte drehbar gelagerten, Nadel. Diese Nadel ist ein Magnet.
- Der „Nasskompass“ besteht aus einem schwimmenden Magneten.
- Der Kompass bzw. die Kompassnadel richtet sich nach den Feldlinien des Erdmagnetfelds aus.
- Ihr Einsatz erfolgt zur Navigation an Land und auf See.



Abb. 3.9: Trockenkompass



Abb. 3.10: Nasskompass

### 3.5 Didaktische Analyse

Nachdem alle Themenfelder geklärt wurden, erfolgte die didaktische Analyse der Themenfelder. Zu ihr gehören mögliche Schülervorstellungen und eventuelle Lernschwierigkeiten der SuS. Diese wurden für jedes Themenfeld einzeln recherchiert und beschrieben. Anhand der fachlichen Klärung, in Kombination mit den Lernschwierigkeiten, ließen sich die Lernziele festlegen. Der didaktischen Reduktion der Lerninhalte wurde bereits mit der Auswahl der geeigneten Themenfelder vorgegriffen.

Auf dieser Basis ließen sich erste Überlegungen zum Ablauf der Aktionsbox und zu den dazugehörigen Experimenten erstellen. Die Überlegungen zu den Experimenten wurden durch Recherche von Experimentiermaterialien und Experimentanleitungen konkretisiert und in eine vorläufige Experimenttabelle eingetragen. Jedem Experiment wurden nun die zugehörigen Lernziele zugeordnet. Auf Basis dieser Tabelle wurden nun alle Experimente vom Lehrenden durchgeführt, um mögliche Fehlerquellen aufzuspüren und wenn möglich zu beseitigen. Die Ergebnisse dienen der Formulierung der Arbeitsaufträge auf den Aufgabenkarten. Eventuelle Experimente wurden dahingehend angepasst, damit ihre Komplexität dem Leistungsniveau der SuS entspricht. Ebenso waren auch hier die Sicherheitsrichtlinien zu beachten. Diese Reduktion wurde während der Erstellung der Aufgabenkarten durchgeführt.

### 3.5.1 Schülervorstellungen / Lernschwierigkeiten

Um eine konkrete Vorstellung der möglichen Schülervorstellungen zum Themenbereich Magnetismus zu bekommen, wurden diese auf Basis der Artikel von Duit und Volkmer recherchiert. Weiterhin wurde zwischen Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten unterschieden. Letztere fanden aus eigenen Unterrichtserfahrungen in den Klassen 7-10 eine Ableitung.

#### **Themenfeld 1: magnetischer Dipol / magnetischer Monopol**

##### *Schülervorstellungen zum magnetischen Dipol / magnetischen Monopol*

Die SuS vermuten zunächst, dass man die Magnetpole trennen kann und so zwei eigenständige Magnetpole entstehen (Duit, 1989).

#### **Themenfeld 2: Anziehung und Abstoßung [Ferromagnetismus]**

##### *Schülervorstellungen zum Magnetismus:*

Schüler schreiben Magneten z.T. „magische Fähigkeiten zu“. Die Erklärungen deuten jedoch zum Teil auch auf Alltagserfahrung hin. So hat der Magnet scheinbar einen besonderen „Klebstoff“ an seinen Polen, mit Hilfe dessen er an Materialien haftet. Wenn sich jedoch nach intensivem Reiben herausstellt, dass der „Klebstoff“ sich nicht entfernen lässt, ist das für Anhänger dieser Theorie kein Grund zuzugeben, dass sie sich geirrt haben. Dann handelt es sich eben um eine besondere Art von „Klebstoff“ (Duit, 1989).

Schüler sehen am Magneten generell eher die verschiedenen Pole statt das Feld und seine Richtung (Volkmer, 1996, S. 7).

Manche Schüler tendieren auch dazu, bereits scheinbar Gelerntes, dass sie irgendwo aufgeschnappt haben, für die Erklärung zu nutzen. Ein Beispiel hierfür ist der elektrische Strom. Obwohl keine elektrische Quelle in der Nähe ist, fließt in den Magneten ein Strom und macht ihn magnetisch. Auch wird z.T. die Gravitation zum Vergleich herangezogen (Duit, 1989).

### *Lernschwierigkeiten*

SuS nehmen an, dass Magnete alle Metalle anziehen. Das liegt daran, dass der Begriff Metall im Schülerhorizont eng mit dem Element Eisen verknüpft ist.

Das Material Cobalt darf in der Schule nicht eingesetzt werden, da es radioaktiv ist. Daher können die SuS die magnetischen Eigenschaften nicht untersuchen. Das Verständnis, dass ein Magnet zwischen den Polen eine schwächere Anziehungskraft zeigt, kann in diesem Themenfeld noch nicht erklärt werden, da hierfür das Magnetfeld mit seinen Feldlinienbildern nötig ist.

## **Themenfeld 3: Magnetformen**

### *Lernschwierigkeiten*

Eine Vorstellung von den verschiedenen Typen von Magneten kann, ohne konkretes Beispiel, nicht aufgebaut werden.

Die Materialien Ferrit und Neodym sind bei den Schülern unbekannt. Auch der Begriff der Legierung ist bei den Schülern nicht bekannt.

Die Unterscheidung nach Materialien ist nicht unbedingt nötig. Es genügt ein Beispiel, wo ein kleiner Magnet eine stärkere Anziehungskraft besitzt als ein größerer Magnet.

## **Themenfeld 4: Magnetfeld**

### *Schülervorstellungen zum Magnetfeld:*

Die Reichweite des Magnetfelds nimmt mit Entfernung ab (was ja richtig ist), hört aber abrupt auf (Duit, 1989).

### *Lernschwierigkeiten zum Magnetfeld:*

Den SuS ist nicht klar, dass sich innerhalb des Magneten das Feld fortsetzt.

Die SuS haben keine Vorstellung vom Unendlichkeitsbegriff.

### *Schülervorstellungen zu Feldlinien:*

Die SuS halten die „Feldlinienbilder“ bereits für das Feld des Magneten. Nach

dieser Vorstellung, machen Kompassnadeln oder Eisenfeilspäne lediglich die sonst sehr feinen, unsichtbaren Feldlinien sichtbar (Duit, 1989).

*Lernschwierigkeiten Feldlinien:*

Die SuS können sich nicht vorstellen, dass die außenliegenden Feldlinien auch eine geschlossene Linie bilden, da sie nur die Anfänge anhand der Eisenfeilspäne sehen können.

*Lernschwierigkeiten Stärke des Magnetfelds:*

Die SuS kennen die Definition der Energiedichte bzw. des Magnetisierungsgrades nicht, für sie ist lediglich die Definition der dichter zusammenliegenden Feldlinien sinnvoll.

*Schülervorstellungen zum Magnetfeld der Erde:*

Die SuS (und auch Studenten) tendieren dazu, die geographischen Pole der Erde den magnetischen Polen zuzuordnen. Evtl. erkennen sie jedoch, dass es „im Norden“ einen magnetischen Südpol geben muss, wenn sie die Polgesetze bereits anwenden können.

*Lernschwierigkeiten Magnetfeld der Erde:*

Für die SuS ist es nur schwer vorstellbar, dass die magnetischen Pole der Erde ihren Ort verändern.

## **Themenfeld 5: Magnetisieren / Entmagnetisieren von ferromagnetischen Stoffen**

*Schülervorstellungen zum Modell der Elementarmagnete:*

Laut Untersuchungen zu Schülervorstellungen des Atomismus neigen viele Schüler dazu, Teilchen die Eigenschaften zuzuordnen, die durch das Teilchenmodell erklärt werden sollen. Beim Modell der Elementarmagnete wird der Magnetismus durch den Magnetismus von kleineren Teilchen gedeutet. Es wird also genau eine Erklärungsart angeboten, zu der Schüler von sich aus neigen (Duit, 1989).

Schüler deuten die Ausrichtung der Elementarmagnete als mechanischen Vor-

gang, in dessen Verlauf die „Magnete“ im Inneren mechanisch „drehen“ (Duit, 1989).

*Lernschwierigkeiten zum Entmagnetisieren:*

Die SuS haben Schwierigkeiten, das Modell von der Realität zu trennen.

Die SuS sind nicht in der Lage zu verstehen, warum ein Magnet seine Magnetisierung durch Erschütterung oder Hitze verliert, da das Teilchenmodell / Wärmebewegung noch nicht etabliert wurde.

## **Themenfeld 6: Anwendungen und Vorkommen im Alltag**

*Lernschwierigkeiten Kompass:*

Die Ausrichtung des Kompass kann nur über die Anziehung der magnetischen Pole erklärt werden, da die SuS die genannten Nord-Süd Meridiane nicht sehen können. Somit sind diese für die SuS auch nicht existent.

Der Nasskompass ist den SuS im Gegensatz zum Trockenkompass nicht vertraut.

### 3.5.2 Lernziele

Mithilfe der einzelnen Punkte der fachlichen Klärung und unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten können für jedes Themenfeld folgende Lernziele formuliert werden:

#### **Themenfeld 1 - magnetischer Dipol / magnetischer Monopol**

- LZ 1: Ein Magnet besitzt an seinen Enden jeweils einen Pol.
- LZ 2: Die Pole werden Nord- (N) und Südpol (S) genannt und liegen sich gegenüber.
- LZ 3: Der Nordpol ist rot, der Südpol grün gekennzeichnet.
- LZ 4: Teilt man einen Magneten, so ergeben sich zwei Magnete mit jeweils zwei Polen.
- LZ 5: Es gibt keinen Magneten mit nur einem Pol.

#### **Themenfeld 2 - Anziehung und Abstoßung [Ferromagnetismus]**

- LZ 6: Ein Magnet zieht sowohl mit seinem Nord- als auch mit seinem Südpol Eisen an.
- LZ 7: Stoffe, die von einem Magneten angezogen werden, nennt man ferromagnetische Stoffe.
- LZ 8: Magnete können einander abstoßen oder anziehen. Dabei gilt :  
Gleiche Pole (N+N ; S+S) stoßen sich ab und ungleiche Pole (N+S ; S+N) ziehen sich an.

#### **Themenfeld 3 - Magnetformen**

- LZ 9: Es gibt verschiedene Formen von Magneten. Diese sind : Stabmagnet, Hufeisenmagnet, Ringmagnet, Rundmagnet und Kugelmagnet.
- LZ 10: Die Form oder Größe von Magneten ist nicht entscheidend über ihre Anziehungskraft.

#### **Themenfeld 4 - Magnetfeld**

- LZ 11: In und um einen Magneten herrscht eine Anziehungskraft, die man Magnetfeld nennt.
- LZ 12: Dieses Magnetfeld kann durch andere Materialien, die nicht angezogen werden, hindurch einen ferromagnetischen Stoff anziehen.

LZ 13: Die Wirkung des Magnetfelds kann durch Eisenfeilspäne dargestellt werden.

LZ 14: Die Eisenfeilspäne ordnen sich in geschlossenen Linien an, die man Feldlinien nennt.

LZ 15: Die Feldlinien zeigen nicht das Feld, sondern nur seine Wirkung.

LZ 16: Die Feldlinien verlaufen vom Nord zum Südpol und sind in sich immer geschlossen.

LZ 17: Je dichter Feldlinien nebeneinander liegen, desto stärker ist das Magnetfeld an diesen Stellen.

LZ 18: An den Polen liegen die Feldlinien am dichtesten zusammen. Dort herrscht das stärkste Magnetfeld.

### **Themenfeld 5 - Magnetisieren / Entmagnetisieren von ferromagnetischen Stoffen**

LZ 19: Ferromagnetische Stoffe lassen sich mit einem Magneten in einen Magneten umwandeln. Diesen Vorgang nennt man Magnetisieren.

LZ 20: Magnete bzw. magnetisierte Stoffe verlieren bei Erschütterung oder großer Hitze ihre magnetischen Eigenschaften. Diesen Vorgang nennt man Entmagnetisieren.

### **Themenfeld 6 - Anwendungen und Vorkommen im Alltag**

LZ 21: Die Erde besitzt ein Magnetfeld.

LZ 22: Die magnetischen und geographischen Pole stimmen in Ihrer Benennung nicht überein.

LZ 23: Der magnetische Südpol der Erde befindet sich in der Nähe des geographischen Nordpols und umgekehrt.

LZ 24: Hängt man einen Magneten drehbar auf, so richtet er sich nach dem Erdmagnetfeld aus. Diesen Aufbau bezeichnet man als Trockenkompass.

LZ 25: Lässt man einen Magneten in Wasser schwimmen, richtet er sich nach Erdmagnetfeld aus. Diesen Aufbau bezeichnet man als Nasskompass.

### 3.6 Experimente (E)

Auf Basis der Lernziele können nun erste Überlegungen zu Experimenten in einer tabellarischen Auflistung gemacht werden. Die einzelnen Experimente dienen im Anschluss als „roter Faden“ für die Erstellung der Aufgabenkarten. Jedem Experiment werden die zugehörigen Lernziele zugeordnet wobei nicht alle Lernziele der didaktischen Analyse vertreten sein müssen. Eine kurze Beschreibung der Experimente sowie eine Materialliste werden ebenfalls angefügt. Die in Klammern gesetzten Lernziele erfassen nicht alle Aspekte des Lernziels sondern nur einen Teil.

Nr.	Benötigtes Material	Lernziele	Beschreibung (kurz)
E 1	1 Stabmagnet 1 Hufeisenmagnet 1 Rundmagnet 1 Ringmagnet 1 Kugelmagnet	LZ 9	Einfaches Darbieten der verschiedenen Magnete. Kurze Informationskarte zu den Benennungen.
E 2	2 Stabmagnete 2 Hufeisenmagnete 2 Rundmagnete 2 Ringmagnete 2 Kugelmagnete	LZ 1 LZ 2 LZ 3 LZ 8	Untersuchungen der Magnete und deren Wechselwirkungen untereinander. Auswertung ergibt Polregel.
E 3	1 Magnet 1 Holzplättchen 1 Eisenplättchen 1 Glasplättchen 1 Aluminiumplättchen 1 Bleiplättchen 1 Messingplättchen	LZ 6 LZ 7 (LZ 12)	Untersuchungen der Wechselwirkung eines Magneten mit verschiedenen Materialien. Durchdringung der Anziehungskraft durch nichtferromagnetischer Stoffe.
E 4	50 kleine Stahlkugeln 4mm 1 Stabmagnet (stark) Diverse andere Magnete nach Bedarf	LZ 10	Stärke des Magneten herausfinden. Kugelmagnet an den Magneten anhängen. (Pole, Mitte, verschiedene Magnete)
E 5	1 Kompassnadel + Halter 1 Stabmagnet	LZ 8	Untersuchungen an der Kompassnadel

E 6	4 Leybold Gewindestäbe 1 Rolle grünes Isolationsband 1 Rolle rotes Isolationsband 1 Stabmagnet 1 Kompassnadel (mittel)	LZ 1 LZ 2 LZ 3 LZ 4 LZ 5 LZ 6 LZ 8 LZ 19	Magnetisieren der verbundenen Gewindestäbe. Auseinanderschrauben und mit der Kompassnadel nachprüfen.
E 7	1x DIN A3 weißer Karton 1 Eisenfeilspäne in Streudose 1 Stabmagnete	LZ 1 LZ 6 LZ 9 LZ 11 LZ 12 LZ 13 LZ 14 LZ 15 LZ 16 LZ 17 LZ 18	Erstellen eines Eisenkrümelbildes
E 9	1 starker Stabmagnet 1 Nähnaedel 1 Korkkugel (zentr. Gebohrt) 1 große Wanne Wasser 2m Schnur	LZ 21 LZ 22 LZ 23 LZ 24 LZ 25	Kompassbau
E 10	1 Holzstab 2 Ringmagnete	LZ 8	Magnetschwebe

### 3.7 Entwicklungsschritte der Aufgabenkarten

Die Aufgabenkarten wurden auf der Basis der didaktischen Analyse erstellt. Ihre Abfolge orientierte sich an einer kontinuierlichen Lernlogik, die zum Ziel die Anwendungsaufgabe „Bau eines Kompass“ hatte. Um dies zu erreichen mussten folgende Themen den SuS bekannt sein:

- Anziehungs- und Abstoßungsregeln
- Magnetisierung
- Erdmagnetfeld

Es ist zu beachten, dass Parameter und Eigenschaften, die für eine Erklärung genutzt werden sollten, im Vorfeld auf vorigen Aufgabenkarten eingeführt und erklärt wurden.

Der Ablauf der Themen der „Aktionsbox Magnetismus“ wurde daher wie folgt festgelegt und wird später näher erläutert:

- Magnetformen
- Eigenschaften von Magneten
- Wirkung von Magneten auf andere Stoffe
- Anziehungskraft eines Magneten
- Einführung des „Polanzeigers“
- Magnetisieren
- Eisenfeilspänebilder
- Der Kompass als Alltagsbezug
- Nähere Erläuterungen schwieriger Sachverhalte für schnelle Gruppen

Das Layout der Karten war immer nach dem gleichen Schema aufgebaut (s. Abb. 3.11). In der linken oberen Ecke befand sich die jeweilige Ablaufnummer kodiert nach Themennummer (a) und Ablaufnummer innerhalb des Themas (b). Zusätzlich war jede Karte durch ein Symbol (c) für die Kartenart gekennzeichnet.

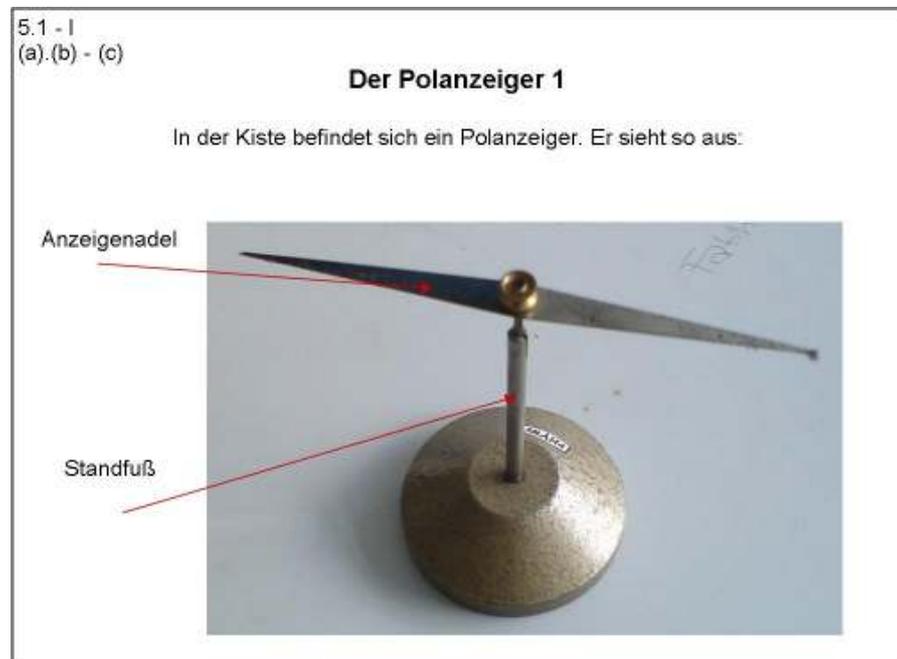


Abb. 3.11: Beispiel der Aufgabenkarten anhand einer Informationskarte zum Polanzeiger

Die Kartenarten waren:

- I = Informationskarte
- A = Aufgabenkarte
- L = Lösungskarte
- Q = Quizkarte
- E = Ergebniskarte
- H = Hilfekarte

Es folgten eine Überschrift und der Inhalt, wie Text, Zeichnungen und Bildern. Als Schriftart wurde die Schriftart Arial gewählt, da sich diese Schrift, aufgrund der fehlenden Serifen, gut lesen ließ. Es war darauf zu achten, dass die Textblöcke nicht zu viel Text enthalten, da die SuS sonst zuviel Zeit benötigen würden diesen zu lesen bzw. davon auszugehen war, dass sie den Text überspringen würden. Weiterhin war darauf zu achten, dass die Bilder scharf und gut erkennbar waren. Als Schriftgröße für den Text wurde eine Schriftgröße zwischen 12 Punkt

und 14 Punkt gewählt.

Die Karten selbst werden im Verlauf der Aktionsbox nicht von den SuS beschriftet, da ansonsten ein zu großer Kopieraufwand für jeden Einsatz entstehen würde. Alle Antworten sollten von den SuS auf einem gesonderten Arbeitsblatt notiert werden, damit die SuS eine Sicherung ihrer Ergebnisse erhielten.

Da davon auszugehen war, dass die SuS keine Vorkenntnisse in Bezug auf das Thema Magnetismus besaßen, startete die Aktionsbox mit der Definition der Magnetformen auf den Karten 1.1-1.2 (s. Anhang). Diese wurden in allen Experimenten benötigt, somit mussten die SuS im Vorfeld die Benennungen kennengelernt haben. Hierbei entschied man sich für eine Mischung aus Informationskarte und Quizkarte. Es folgte zunächst eine Vorgabe zweier Magnetformen. In einem Informationstext wurde erläutert, wie sich die Bezeichnung aus Form als Präfix und dem Suffix „Magnet“ ergibt. Im Anschluss waren die SuS aufgefordert, dieses Schema zu übernehmen und auf drei weitere Formen anzuwenden. Die Ergebnisse mussten schriftlich auf dem Arbeitsblatt festgehalten werden. Dadurch wurden die SuS aufgefordert, selbst aktiv werden und zu verstehen wie die Bezeichnungen gebildet werden. Es folgte eine Lösungskarte, die eventuelle Fehler beseitigen sollte.

Als nächstes Thema folgten die Anziehungs- und Abstoßungsregeln für Magnete. Die SuS sollten hier selbstständig herausfinden, welche Wechselwirkungen für Magnete untereinander gelten. Dies geschah zunächst für zwei Magnete identischer Form (Karte 2.1). Waren erste Erfahrungen gemacht, mussten die Erfahrungen an weiteren Magnetformen reproduziert werden um eine allgemeine Aussage über Regeln machen zu können (Karte 2.2). Für eine Regelformulierung stellte sich aber nun zunächst das Problem der Benennung der Magnetpole, da diese bei den SuS vermutlich noch nicht bekannt waren. Die Karten 2.3-2.6 führten diese Bezeichnungen ein. Zusätzlich stellten die Karten 2.5 und 2.6 eine Wiederholung dar, mit deren Hilfe die SuS selbst überprüfen sollten, ob sie die Benennung verstanden haben. Die Karten 2.7 und 2.8 waren nun eine Wiederholung der Karten 2.1 und 2.2, mit dem Unterschied, dass diesmal die Aufmerksamkeit der SuS zusätzlich auf die Pole der Magnete gerichtet wurde. Aufgrund dieser Wiederholung sollten die SuS in der Lage sein, die Polregeln zu formulieren. Dies geschah auf dem Arbeitsblatt in Form eines Lückentextes, da davon auszugehen war, dass eine freie Formulierung für die SuS zu komplex ist. Auf

Karte 2.10 befand sich dann nochmals eine Lösung, die eventuelle Fehler korrigierte.

Die SuS wussten bisher, dass Magnete andere Magnete anziehen oder abstoßen können. Das nächste Themenfeld beschäftigte sich nun mit den Wechselwirkungen zwischen Magneten und anderen Stoffen.

Die SuS sollten hierbei verschiedene Stoffe auf ferromagnetische Eigenschaften untersuchen und ihr Ergebnis in einer Tabelle auf dem Arbeitsblatt festhalten.

Dies geschah auf den Karten 3.1-3.3. Die Karten 3.4 und 3.5 beschäftigten sich mit der Durchdringung von Stoffen, jedoch ohne Berücksichtigung des Magnetfeldes, da dieses an dieser Stelle noch nicht eingeführt worden war. Der Versuch wurde somit rein phänomenologisch betrachtet. Als Abschluss wurden Erfahrungen in Form von Kühlschrankschrankmagneten aus dem Alltagsleben der SuS aufgegriffen, die die Durchdringung beinhalten.

Der nächste Themenbereich beschäftigte sich mit der Stärke der Anziehungskraft eines Magneten an verschiedenen Stellen desselben. Karte 4.1 forderte die SuS zu einem Wettbewerb heraus, was die Motivation erhöhen sollte. Die Aufgabe bestand daraus, zunächst eine möglichst lange Kette von Stahlkugeln an den Magneten anzuhängen. Dieser Versuch ließe sich auch mit Büroklammern, kleinen Nägeln etc. durchführen, die Kugeln hatten jedoch den Vorteil, dass sie kleiner sind und somit in größerer Anzahl an den Magneten angehängt werden konnten. Gerade bei ähnlich stark magnetisierten Magneten ließ sich so ein Unterschied erkennen, was mit Büroklammern, aufgrund ihrer Größe, nicht erkennbar gewesen wäre. Auch hatten sie den Vorteil, dass man die entstandene Kugelskette zur Mitte des Magneten verschieben konnte und dabei nacheinander einzelne Kugeln abfielen. Bei Nägeln hätten sich diese als Haufen am Pol gesammelt. Karte 4.2 ging auf den Parameter der Abschwächung des Magnetfeldes in der Mitte des Magneten ein. Allerdings wurde hier darauf verzichtet die Kette zu verschieben, da die SuS die nötige Feinmotorik voraussichtlich nicht besaßen und die Kette im Ganzen abgefallen wäre. Daher wurden die SuS dazu angehalten, eine weitere Kette direkt in der Mitte des Magneten anzuhängen. Karte 4.3 diente schließlich der Ergebnissicherung. Das Eisenfeilspänebild (ESFS) von Karte 4.4 diente der Vertiefung der Erkenntnis über die Abschwächung der Anziehungskraft von Magnetpol zur Magnetmitte. Die Karten 4.5 und 4.6 griffen

nun erneut die Polregeln auf und visualisierten das Phänomen der Anziehung und Abstoßung anhand von ESFS-Bildern. Karte 4.7 diente der Ergebnissicherung und der Wiederholung der Polregeln.

Das nächste Themenfeld griff erneut die Polregeln anhand einer Kompassnadel, Polanzeiger genannt, auf. Die SuS erhielten auf den Karten 5.1 und 5.2 zunächst Informationen über den Polanzeiger und dessen Eigenschaften, um auf Karte 5.3 diese Eigenschaften selbst nachvollziehen zu können. Karte 5.4 diente hier als Verständniskontrolle und verwies zusätzlich erneut auf die Polregeln. Der Polanzeiger wurde an dieser Stelle der Aktionsbox eingeführt, da seine Eigenschaften im nächsten Themenfeld bekannt sein mussten.

Dieses Themenfeld befasste sich mit der Herstellung eines Magneten, genauer gesagt mit der Magnetisierung einer Stahlstange. Diese war so aufgebaut, dass sie sich in vier Einzelstangen gleicher Größe auseinanderschrauben ließ. Das gesamte Experiment erstreckte sich über die Karten 6.1-6.6. Die SuS wurden zunächst aufgefordert, die Stahlstange zu magnetisieren und anschließend am Polanzeiger zu überprüfen. Das Ergebnis wurde auf dem Arbeitsblatt gesichert. Als nächster Schritt sollten die entstandenen Pole für die SuS visualisiert werden. Dies geschah mit Hilfe von rotem und grünem Isolationsband, da sich dieses im Anschluss gut von der Stange entfernen lässt (Karte 6.2). Die Teilung eines Magneten wurde dahingehend simuliert, indem die Stange im Anschluss auseinandergeschraubt wurde. Die einzelnen Stücke sollten dann von den SuS erneut am Polanzeiger überprüft werden (Karte 6.3). Karte 6.4 gab nun die Zwischenlösung vor, dass die einzelnen Stücke ebenfalls Magnete sind. Auch diese wurden mit farbigem Isolationsband markiert. Karte 6.5 überprüfte, ob die Magnetisierung und Markierung korrekt durchgeführt wurde. Die SuS waren bei Abweichungen dazu angehalten sich an den Lehrer zu wenden, da ansonsten falsche Lernvorstellungen impliziert worden wären. Abschließend wurden die Stangen wieder zusammengeschaubt, was das Zusammensetzen von kleinen Magneten simulierte. Bei der anschließenden Überprüfung der Magnetpole sollten die SuS feststellen, dass nur noch die äußeren Pole vorhanden waren. Die Karten 6.7 und 6.8 dienten der Ergebnissicherung und Regelformulierung. An dieser Stelle wurde auch erstmals der Begriff der Magnetisierung eingeführt. Alternativ hätte man diese Versuchsreihe mit sogenannten Glaserstäben durchführen können, die sich

leicht magnetisieren lassen und vorgefertigte Sollbruchstellen besitzen. Nachteil dieser Glaserstäbe war, dass sie sich nicht wieder zusammensetzen ließen und nach einmaligem Gebrauch unbrauchbar wurden.

Für schnell arbeitende Gruppen konnte im Anschluss an dieses Themenfeld eine zusätzliche Karte (Karte 6.9) eingefügt werden, die das Teilchenmodell der Elementarmagnete thematisierte (s. Abb. 3.12). Im normalen Ablauf der Aktionsbox konnte diese Karte aber auch weggelassen werden, da die dort gegebene Erklärung nur Zusatzstoff darstellte, der im weiteren Verlauf der Aktionsbox nicht mehr verwendet wurde.

6.9 - I (Zusatz)

### Magnetherstellung

Stellt euch vor, ein Eisenklotz hätte in sich viele kleine Stabmagnete, die durcheinander liegen. In diesem Zustand wäre der Eisenklotz noch kein Magnet.



Wenn man nun mit einem Pol eines Magneten über den Eisenklotz streicht, dann richten sich diese „Minimagnete“ im Inneren alle in die selbe Richtung aus. Das würde dann so aussehen:



Wie ihr seht, sind alle „Minimagnete“ mit dem Nordpol nach rechts gerichtet, umgekehrt mit ihrem Südpol nach links. Ein Magnet mit zwei Polen ist entstanden.

Für Profis: Was hat diese Karte mit den Karten 6.2-6.5 zu tun?

Abb. 3.12: Zusatzkarte zur Magnetisierung eines ferromagnetischen Stoffes

Nach der Sachlogik hätte nun der Themenbereich der Entmagnetisierung thematisiert werden müssen. Dies war zunächst auch vorgesehen. Die erste Möglichkeit, einen Eisennagel zu magnetisieren und danach zu erhitzen, wurde verworfen, da der dazu nötige Gasbrenner von SuS nach den Sicherheitsvorschriften nicht verwendet werden durfte. Die zweite Möglichkeit, den magnetisierten Nagel mit einem Hammerschlag zu entmagnetisieren, wurde auch verworfen, da die Unfallgefahr durch einen verkanteten Schlag des Hammers zu hoch war und der dann umherfliegende Nagel andere SuS verletzen hätte können. Eine weitere Möglichkeit bestand darin, ein mit Eisenfeilspänen gefülltes Reagenzglas zu

magnetisieren und im Anschluss zu schütteln. Die Remanenz der Eisenfeilspäne war allerdings zu hoch um befriedigende Ergebnisse zu erzielen. Weitere Möglichkeiten konnten nicht gefunden werden, somit entfiel dieses Themenfeld vollständig. Es hätte für leistungsstarke SuS als Gedankenexperiment anhand des Elementarmagnet-Modells thematisiert werden können. Dies hätte allerdings vorausgesetzt, dass Karte 6.9 in der Aktionsbox fest integriert gewesen wäre.

Das nächste Themenfeld beschäftigte sich mit dem Erzeugen von ESFS-Bildern. Der Begriff des Magnetfeldes wurde nur auf einer Zusatzkarte für schnelle Gruppen thematisiert. Karte 7.1 gab den SuS eine Anleitung, wie sich ein ESFS-Bild herstellen lässt. Wichtig war hier die Aufforderung darauf zu achten, dass keine Eisenfeilspäne auf den Magneten selbst fallen. Die Entfernung der Eisenfeilspäne ist aufgrund der dauerhaften Anziehung durch den Magneten schwierig bzw. langwierig. Die SuS sollten außerdem für das ESFS-Bild unbedingt einen Streuer erhalten, da davon auszugehen ist, dass ihre feinmotorischen Kompetenzen nicht ausreichen um die Eisenfeilspäne gleichmäßig auf dem Blatt Karton zu verteilen. Karte 7.2 verwies als Referenz auf die Abbildung auf Karte 4.4, um den SuS eine Kontrollmöglichkeit zu geben, ob alles richtig durchgeführt wurde. Auf Karte 7.3 folgte nun eine Aufforderung das erstellte Bild zu analysieren. Das ESFS-Bild diente, ohne die Zusatzkarte 7.9 „Magnetfeld“, lediglich der Erklärung des Anziehungskräfteunterschiedes zwischen Magnetpol und Magnetmitte auf phänomenologischer Basis. Es folgten nun auf den Karten 7.5-7.7 ESFS-Bilder verschiedener Magnete. Die SuS wurden durch Karte 7.4 aufgefordert zu erraten, welcher Magnet sich hinter diesen Bildern verbirgt. Dies sollte bei den SuS die Vorstellung hervorrufen, dass jede Magnetform ein charakteristisches Feldlinienbild besitzt. Außerdem wurde durch dieses Quiz die Motivation erhöht, da es den Methodeneinsatz der Aktionsbox abwechselte. Karte 7.8 stellte die Lösung des Quiz dar. Für schnelle Gruppen folgte nun eine Zusatzkarte (Karte 7.9), die die ESFS-Bilder auf das Magnetfeld bezog. Sie erklärte gleichzeitig das Phänomen der Durchdringung von nicht ferromagnetischen Stoffen.

Die nächsten beiden Themenfelder bildeten den Alltagsbezug des Themenbereichs. Die SuS wurden zunächst auf Karte 8.1 informiert, dass man den schon bekannten Polanzeiger auch Kompassnadel nennt und wie diese im Alltag Verwendung findet.

Karte 8.2 beschäftigte sich mit dem Erdmagnetfeld, reduziert auf ein Modell der Erde als Magnet. Der Begriff des Erdmagnetfeldes wurde hier nicht thematisiert, weil die Zusatzkarte 7.9 (Magnetfeld) nicht zwingend in der Aktionsbox verankert war. Die SuS sollten hier herausfinden, dass ein Kompass an jedem Punkt der Erdkugel immer nach Norden zeigt. Dies ließ sich durch einen kleinen Schreibkompass und einer Halbkugel mit untergelegtem Magneten simulieren. Karte 8.3 thematisierte nun den Konflikt der Benennung der Erdpole. Die SuS sollten erkennen, dass der Nordpol der Kompassnadel scheinbar zum Nordpol der Erde zeigt, was die SuS in einen kognitiven Konflikt stürzen sollte. Karte 8.4 löste den Konflikt jedoch durch eine Erklärung des Unterschiedes zwischen geographischem und magnetischem Nord- bzw. Südpols auf. Dass die geographischen und magnetischen Pole der Erde nicht übereinstimmen, wurde aus Gründen der Verständlichkeit für die SuS nicht thematisiert.

Es folgte auf Karte 9.1 nun eine Aufforderung, einen schwimmenden Kompass aus Alltagsgegenständen zu bauen. Hierzu standen lediglich ein Magnet, ein Stahlstift, ein Styroporquader und eine Schale mit Wasser zur Verfügung. Die SuS mussten nun alles im Vorfeld Gelernte auf diese Aufgabe anwenden: Die Anziehung von ferromagnetischen Stoffen, deren Möglichkeiten der Magnetisierung, um aus dem Stahlstift einen Magneten zu machen, die Durchdringung von Magnetfeldern um zu erkennen, dass der Magnet durch das Styropor hindurch wirkt sowie die Eigenschaften eines Kompass. Sollte diese Aufgabe für einige SuS zu schwer gewesen sein, so wurde mit Karte 9.2 eine Hilfestellung gegeben, den Stahlstift zu magnetisieren und ihn in den Styroporquader zu stecken, welcher dann auf dem Wasser schwamm. Sollten auch diese Tipps nicht ausreichend gewesen sein, so fand sich auf dem Lehrerpult die Karte 9.3, auf der die Lösung detailliert aufgelistet war. Dass die Lösung nicht in den Aufgabenkarten für die SuS enthalten war, hat den Grund, dass so vermieden wurde, dass einzelne Gruppen direkt weiterblättern ohne vorher nachzudenken. Der Weg zum Lehrerpult ist mit Bewegung verbunden, die die SuS m.E. nach vermeiden. Der ursprünglich geplante Bau eines Trockenkompass mit Hilfe eines Magneten, der an einer Schnur aufgehängt wird, wurde verworfen, da die Ergebnisse während der eigenen Erprobung nicht zufriedenstellend verliefen und die Gefahr des Herabfallens des Magneten, was ihn zerstören würde, zu hoch war.

Den Abschluss der Aktionsbox bildete das scheinbar magische Phänomen einer magnetischen Schwebevorrichtung. Ursprünglich war geplant, dieses mit dem Transrapid Magnetzug in Verbindung zu bringen, was allerdings nicht völlig angemessen ist, da der Magnetzug auf Basis von Elektromagneten angetrieben wird. Die SuS waren dazu aufgefordert, sich dieses Phänomen mithilfe der gelernten Polregeln zu erklären. Als Hilfestellung wurden die Pole der Ferrit-Ringe mit Isolationsband gekennzeichnet. Eine Lösungskarte hierzu existierte nicht, da davon auszugehen war, dass sich die SuS gut an die Polregeln erinnern würden, zumal diese in jedem Themenfeld wiederholt bzw. benötigt wurden.

## 4 Fragestellungen der Arbeit

Die Aktionsbox Magnetismus wurde dahingehend entwickelt, im Vertretungsunterricht eingesetzt werden zu können. Es ist davon auszugehen, dass ein Vertretungslehrer im Regelfall keine Informationen über den Lern- und Leistungsstand einer Schülergruppe besitzt. In Kapitel 3 wurde bereits dargelegt, dass das Themengebiet des Magnetismus zwar kein Vorwissen voraussetzt, dass die Aktionsbox jedoch in beliebigen Schülergruppen ab der 5. Klassenstufe eingesetzt werden können soll. Unterrichtserprobungen sollen nun zeigen, ob diese Anforderung von der Aktionsbox erfüllt wird. Um diese Auswertung durchführen zu können, wurden im Vorfeld der Erprobungen folgende Fragestellungen entwickelt:

Das Lernen mit einer Aktionsbox könnte den betreffenden Schülergruppen nicht bekannt sein. Von daher könnten sich Probleme mit dem Ablauf ergeben. Es stellt sich die Frage:

1. Kann die „Aktionsbox Magnetismus“ in Schülergruppen eingesetzt werden, denen diese Form des Lernens unbekannt ist?

Die Aktionsbox ist sowohl für den Vertretungsunterricht als auch für alternativen Unterricht im Fach Physik entwickelt worden. Sie ist so ausgelegt, dass sie von einer Schülergruppe innerhalb von zwei Schulstunden (90 Minuten) durchgeführt werden kann, da im Normalfall Vertretungsstunden bzw. regulärer Physikunterricht keinen größeren Zeitumfang bieten. Es ist also wichtig zu erfahren:

2. Inwieweit sind die SuS in der Lage, die Aktionsbox vollständig innerhalb der vorgegebenen Zeit zu bearbeiten?

Die Aktionsbox soll bei den SuS Interesse am Unterrichtsgegenstand erwecken. Zwei Schulstunden eigenverantwortliches Lernen kann für die SuS zwar sehr interessant sein und Spaß machen, jedoch auch schnell überfordernd und demotivierend sein. Es ergibt sich daher die Frage:

3. Haben die SuS dauerhaft Spaß daran mit der Aktionsbox zu Lernen? Wo ergeben sich eventuelle Motivationslöcher?

Das Lernen mit der Aktionsbox soll natürlich nicht nur Spaß machen, sondern auch einen Lernzuwachs bei den SuS erreichen. Daher:

4. Sind die SuS unmittelbar nach Bearbeiten der Aktionsbox in der Lage, die wichtigsten Sachverhalte des Themenbereichs Magnetismus wiederzugeben?

Weiterhin soll die Erprobung zeigen, ob sich während der Bearbeitung einzelner Experimente für die SuS Probleme ergeben, die im Vorfeld nicht zu erkennen waren. Sicher werden sich Stellen finden, die noch verbesserungsbedürftig sind.

5. Welche organisatorischen und inhaltlichen Schwierigkeiten haben die SuS bei der Bearbeitung der Aufgaben?

## 5 Datenerhebung und methodisches Vorgehen

Die Lerneinheit wurde in zwei 5. Klassen an einer integrierten Gesamtschule im Lahn-Dill-Kreis erprobt. Die erste Erprobung fand an einem Montag in der 4. und 5. Stunde mit einer Klassenstärke von 14 Schülern statt.

Parallel zur ersten Erprobung der „Aktionsbox Magnetismus“ wurde in der gleichen Klasse eine Aktionsbox zum Thema Stromkreise erprobt. Die Entwickler beider Aktionsboxen agierten während der Erprobung ausschließlich als Beobachter. Der Fokus der Beobachtung beschränkte sich hier auf zwei Gruppen. Als Lehrer agierte ein wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität Gießen, der für Fragen und Probleme der SuS zur Verfügung stand.

Die SuS, die die Aktionsbox Magnetismus bearbeiteten, bildeten selbstständig fünf Gruppen zu je viermal drei SuS und einmal zwei SuS. Jede Gruppe befand sich an einem gesonderten Tisch und erhielt jeweils eine Aktionsbox mit dem Experimentiermaterial, einen Aufgabenblock mit den Aufgabenkarten sowie einen Block mit Zwischenfragebögen (s. Abb. 5.1). Jede/r Schüler/in erhielt zusätzlich ein Arbeitsblatt (s. Anhang), auf dem Zwischenergebnisse notiert werden sollten. Nach Ende der vorgegebenen Zeit von zwei Schulstunden erhielten alle SuS einen Abschlusstest (s. Anhang), der alle Themenfelder der Aktionsbox abfragte.

Wie spät ist es gerade? Schreibe hier die Uhrzeit hin: \_\_\_\_\_

Dein Vorname ist: \_\_\_\_\_

**Kreuze an! Du darfst eine andere Meinung haben als deine Gruppenmitglieder!**

	 stimmt nicht	 stimmt genau
Das letzte Experiment hat mir Spaß gemacht.		
Das letzte Experiment war sehr einfach.		
Ich kannte das letzte Experiment schon vorher.		
Bei dem letzten Experiment habe ich eigene Ideen ausprobiert.		
Ich fand das letzte Experiment interessant.		

Abb. 5.1: Zwischenfragebogen während der Erprobung der Aktionsbox

Der Zwischenfragebogen wurde mehrfach zwischen die Aufgabenkarten an folgenden Stellen einsortiert:

- Nach Karte 2.2 (Eigenschaften von Magneten):  
Hier interessiert hauptsächlich, wie lange es dauert, bis die SuS die Aufgabenkarten bearbeiten. Interessant ist aber auch, ob gewisses Vorwissen in Bezug auf magnetische Wechselwirkungen besteht.
- Nach Karte 3.2 (Wirkung von Magneten auf andere Stoffe):  
Hier interessiert, ob es den SuS leicht fiel, die verschiedenen Stoffe zu erkennen und ob die SuS in der Lage sind zu erkennen, was eigene Ideen sind.
- Nach Karte 6.8 (Magnetherstellung):  
Hier interessiert, ob die SuS Spaß an der Experimentreihe hatten, ob das Experiment zu schwer war und wie lange sie für die Bearbeitung gebraucht haben. Da die vorherigen Experimente nicht viel Zeit in Anspruch nehmen, ist die Zeitdifferenz der Fragebögen 2 und 3 eine gute Orientierung.
- Nach Karte 7.2 (ESFS-Bilder):  
Hier interessiert nur, ob die SuS Spaß daran hatten, die ESFS-Bilder zu erstellen.
- Nach Karte 9.2 (Kompassbau):  
Hier interessiert vornehmlich, wie lange die SuS für die gesamte Aktionsbox benötigt haben, da dieser Versuch der letzte zeitaufwändige Versuch ist.

Der Fragebogen dient der Abfrage, inwieweit die SuS Spaß bei der Bearbeitung der Experimente haben (Motivationsaspekt), ob der Schwierigkeitsgrad des Experiments angemessen war (Komplexitätsaspekt), ob bereits vor Beginn des Experiments Vorwissen vorhanden war (Wiederholungsaspekt), ob die SuS nur dem Arbeitsauftrag auf den Aufgabenkarten gefolgt sind oder eigene Ideen entwickelt haben (Kreativitätsaspekt/Forschungsaspekt) und ob das Experiment ihr Interesse geweckt hat (Motivationsaspekt). Zusätzlich diente der Zwischenfragebogen der Bestimmung der Ablaufdauer der Aktionsbox, da auf jedem der mehrfach einsortierten Fragebögen eine Zeitangabe vorgesehen war. Mit Hilfe der Zwischenzeiten ließen sich im Anschluss Rückschlüsse darauf ziehen, ob eine

bestimmte Gruppe besonders schnell/langsam die einzelnen Experimente und Aufgaben bearbeitet hatte. Gab es an einer bestimmten Stelle besonders große Differenzen zwischen den einzelnen Gruppen, war die betreffende Aufgabe gesondert in der Auswertung zu betrachten.

Das Arbeitsblatt diente einerseits den SuS zur Sicherung ihrer Ergebnisse, ließ aber andererseits dem Lehrenden, während der Korrektur, die Möglichkeit, Fehlerquellen in den Aufgabenstellungen festzustellen und mögliche Lernschwierigkeiten der SuS nachzuvollziehen.

Der Abschlusstest sollte zeigen, ob die SuS einzelne Lernziele erreicht haben und ob eventuell vorhandene Schülervorstellungen korrigiert werden können.

Die Auswertung der Arbeitsblätter und Abschlusstests wurden in Tabellenform durchgeführt. Je ein Schüler pro Zeile, geordnet nach Gruppenzugehörigkeit und je Aufgabe eine Spalte. Die Schnitzellen aus Aufgabe und Schüler wurden dann in vier verschiedenen Farben nach folgender Klassifizierung eingefärbt:

Rot = Antwort ist falsch oder unzureichend.

Gelb = Antwort ist zum Teil richtig.

Grün = Antwort ist komplett oder zum größten Teil richtig.

Weiß = Antwort wurde nicht gegeben; Aufgabe wurde nicht bearbeitet.

Die Zwischenfragebögen wurden auch als Tabelle ausgewertet. Je ein Schüler pro Zeile und je Fragebogen sechs Spalten. Hierbei enthält die erste Spalte die Uhrzeit und die folgenden fünf Spalten die Antworten, kodiert nach folgendem Farbsystem:

Rot = Antwort: Nein

Grün = Antwort: Ja

Weiß = Nicht bearbeitet

Die Farbkodierung wurde verwendet, um direkt globale Probleme erkennen zu können. In diesem Fall wäre eine Spalte größtenteils rot eingefärbt.

Auf die erste Erprobung folgte, nach der direkten Auswertung der Ergebnisse der ersten Erprobung, eine zweite Erprobung am Mittwoch der selben Woche in einer Parallelklasse, diesmal allerdings ohne den parallelen Einsatz der „Aktionsbox Stromkreise“. Der Entwickler der Aktionsbox Magnetismus agierte während der zweiten Erprobung sowohl im Vorfeld der Bearbeitung zur Erläuterung der Ablaufregelung für eine Aktionsbox (s. Anhang) als Lehrer als auch während der Bearbeitung der Aktionsbox durch die SuS als Beobachter. Der Fokus der Beobachtung lag während der Bearbeitung auf einer Gruppe. Im Zeitraum der Durchführung der Aktionsbox agierte eine Unterrichtsgarantie-Plus-Vertretungskraft als Lehrer und stellte sich für Probleme und Fragen der SuS zur Verfügung.

Dieses Vorgehen erlaubte die Konstanthaltung folgender Parameter:

1. Altersstufe
2. Leistungsniveau
3. Soziokultureller Hintergrund
4. Soziales Umfeld vor Ort
5. Zeit zur Bearbeitung
6. Gruppenanzahl

Veränderungen an der Klassenstruktur:

1. Klassenstärke 20 SuS
2. 4 SuS pro Gruppe

Die Aktionsbox wurde aufgrund der Ergebnisse der ersten Erprobung (s. Kap. 6.1) in folgenden Punkten verändert:

1. Die SuS erhielten vor dem Einsatz der Aktionsbox eine Schulstunde zusätzlichen Unterricht, in deren Verlauf eine Strukturvorgabe zur Bearbeitung der Aktionsbox gegeben wurde. Die SuS erhielten zusätzlich ein Regelblatt mit den wichtigsten Verhaltensregeln für die Bearbeitung der Aktionsbox (s. Anhang).
2. Gruppe 4 erhielt eine rot/grün eingefärbte Kompassnadel. Die Informationskarten zum „Polanzeiger“ wurden aufgrund dessen verändert.

3. Die Kompassnadeln wurden vor dem Einsatz neu magnetisiert und korrekt gelagert.

Auch nach dieser Erprobung wurden die Daten nach dem gleichen Schema wie in der ersten Erprobung in Tabellenform ausgewertet.

## 6 Ergebnisse der Arbeit

### 6.1 Ergebnisse der ersten Erprobung der Aktionsbox Magnetismus

Die 1. Erprobung fand in einer 5. Klasse einer Schule im Lahn-Dill Kreis an einem Montag in der 4. und 5. Stunde statt. Die Erprobung startete um 10:40 Uhr und endete um 12:05

#### 6.1.1 Allgemeine Beobachtungen

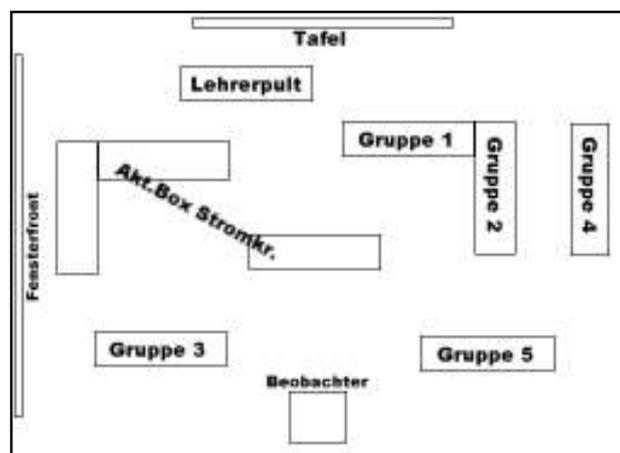


Abb. 6.1: Sitzplan der ersten Erprobung

Die Erprobung verlief größtenteils nicht so wie erwartet. Die SuS waren nicht in der Lage, die Ablaufstruktur der Aufgabenkarten zu übernehmen. Einige SuS verließen zwischenzeitlich ihre Gruppen um andere Gruppen der Aktionsbox Stromkreise bei ihrer Arbeit zu beobachten.

Gruppe 1, Gruppe 2 und Gruppe 4 arbeiteten größtenteils zusammen, da die jeweiligen Gruppentische aneinander grenzten (s. Abb. 6.1). Sie untersuchten zunächst den gesamten Inhalt der Materialkiste. Im Anschluss fingen sie an, das Arbeitsblatt auszufüllen. Zu diesem Zeitpunkt hatten sie die Aufgabenkarten noch nicht aufgeschlagen. Erst bei Aufgabe 2 arbeiteten sie mit den Aufgabenkarten.

## 6.1.2 Beobachtungen einzelner Gruppen

Gruppe 3 und Gruppe 5:

Gruppe 3 bestand aus zwei leistungsstarken Schülerinnen, S4 und S5. Sie folgten, im Gegensatz zu den anderen Gruppen, den Aufgabenkarten kontinuierlich. Die Informationskarten wurden von ihnen jedoch nur kurz überflogen. Probleme ergaben sich für die Gruppe an folgenden Stellen:

1. Aufgabenkarte 1.1: Das Loch des Ringmagneten war schlecht zu erkennen, daher wurde die Form nicht erkannt.
2. Aufgabekarte 2.3: Beide verstanden den Arbeitsauftrag der Denkfragen nicht und wollten ihr Ergebnis notieren, wussten aber nicht wo.
3. Aufgabe 5.3: Die Kompassnadel war falsch magnetisiert. Das Ergebnis verwirrte die Gruppe nicht. *Vermutung: Polgesetz wurden nicht verstanden.*
4. Aufgabe 6.1: Die Stange wurde korrekt magnetisiert. An der Kompassnadel zeigte sie jedoch keine magnetischen Eigenschaften. (Die Materialkiste stand vermutlich zu nah an der Kompassnadel)

Gruppe 5 war eine problematischere Gruppe. Sie bestand aus drei sehr leistungsschwachen Schülern. S2, S1 und S3. S2 begann damit die Aufgabenkarten durchzublättern, während S1 und S3 die Materialkiste durchsuchten. Die ersten 10 Minuten spielte die Gruppe mit den Materialien, ohne sich nach den Aufgaben zu richten: S1 ließ eine Magnetkugel in der Plastikwanne mithilfe der zweiten Magnetkugel umher kreisen, S2 probierte mit einem Stabmagneten die Materialplättchen anzuziehen. S3 begann nach Ermahnung durch den Autor, die erste Aufgabenkarte zu bearbeiten. S1 und S2 waren bereits nach zwei Minuten desinteressiert und liefen zu anderen Gruppentischen. Die Klingelgeräusche der „Aktionsbox Stromkreise“ am Nebentisch zogen die Aufmerksamkeit von S3 auf sich. Er verließ den Gruppentisch. Nach einer Ermahnung durch den wissenschaftlichen Mitarbeiter der Universität kamen S1 und S3 wieder zurück zum Gruppentisch. Sie fingen an die Aufgabenkarte 2.2 zu bearbeiten. Der Arbeitsauftrag war ihnen nach ihren Aussagen unklar und sie blättern weiter zu Aufgabenkarte 2.3. Der zwischenzeitliche Fragebogen wurde nicht ausgefüllt. S3 arbeitete nun allein weiter, da S1 und S2 in der Klasse umherliefen, da ihnen

nach eigenen Aussagen langweilig sei. Nach einer weiteren Ermahnung bearbeiteten sie nun zusammen mit S3 Aufgabenkarte 3.2. S1 verlor jedoch nach einer Minute bereits wieder das Interesse an den Aufgaben und fragte, ob er in den Trainingsraum (s.u.) dürfe. Der Autor erlaubte es ihm und er verschwand. S2 und S3 arbeiteten während der Abwesenheit von S1 konzentrierter an den Aufgaben. Nach der Pause verloren beide jedoch wieder die Lust und verwendeten unkontrolliert die Materialien: S2 ließ verschiedene Magnete aneinanderschlagen, S3 hielt verschiedene Magnete an die Kompassnadeln.

S3 versuchte zwar hin und wieder eine Aufgabenkarte zu lesen, wurde dabei aber stets von S2 unterbrochen. Nach der Rückkehr von S1 ermahnte der Autor schließlich die Gruppe die Karten zu befolgen. S3 versuchte S1 und S2 immer wieder zu integrieren, schaffte dies aber nicht. Regelkarten und Aufgaben auf dem Arbeitsblatt wurden im weiteren Verlauf immer wieder übersprungen. Erst bei den Eisenkrümelbildern ließen sich S1 und S2 in die Arbeit integrieren, da ihnen dies Spaß zu machen schien.

---

Trainingsraum: Eine Einrichtung der Schule, die SuS ermöglicht in Konfliktsituationen entweder freiwillig (1. Ermahnung durch den Lehrer) oder gezwungenermaßen (2. Ermahnung durch den Lehrer) den Klassenraum zu verlassen und den Trainingsraum aufzusuchen. Im Trainingsraum befindet sich pädagogisch geschultes Personal um die jeweiligen SuS zu betreuen. Die SuS müssen im Trainingsraum ihr Verhalten überdenken, eine mögliche Lösung für ein besseres Verhalten finden und einen Rückkehrplan erstellen. Der Rückkehrplan beinhaltet u.a. bei wem sich der/die betreffende SuS nach dem verpassten Unterrichtsstoff erkundigt.

### **6.1.3 Auswertung der Arbeitsblätter der ersten Erprobung**

Die Auswertung der Arbeitsblätter ergibt, dass die SuS nicht in der Lage waren, einen freien Beobachtungstext zur Magnetisierung der Eisenstange zu erstellen. Schwierigkeiten ergaben sich auch in der Benennung der Magnetpole. Statt „Nord- und Südpol“ haben die Gruppen 1, 2 und 4 die Magnetpole mit „Rot- und Grünpol“ benannt. Diese Angaben wurden auch nicht korrigiert, was wiederum darauf schließen lässt, dass die SuS die Lösungskarten nicht gelesen haben.

### **6.1.4 Auswertung der Fragebögen der ersten Erprobung**

Die Fragebögen lassen sich nur zum Teil auswerten, da nur die Gruppe 3 kontinuierlich die Fragebögen ausgefüllt hat. Allerdings liegen bei dieser Gruppe nur drei von fünf Fragebögen vor, da die Gruppe nicht fertig geworden ist.

Bei der Gruppe handelt es sich jedoch um eine beobachtete Gruppe.

Die Auswertung erfolgt nur bis Karte 6.8 (Magnetherstellung).

Die Gruppe hat 10 Minuten von Beginn bis Karte 2.2, 14 Minuten von Karte 2.2 bis Karte 3.2 und 45 Minuten (1 Stunde abzüglich der Pause) von Karte 3.2 bis Karte 6.8 benötigt. Aufgrund der Fragebögen ist davon auszugehen, dass beide Schülerinnen kontinuierlich Spaß beim Lernen gehabt haben. Die Experimente sind für S4 alle unbekannt gewesen. Die Magnetherstellung hat die Gruppe lange aufgehalten, da beide Schwierigkeiten mit dem Experiment gehabt haben.

### **6.1.5 Auswertung der Testergebnisse der ersten Erprobung**

An der Auswertungsmatrix (s. Anhang) lässt sich direkt ablesen, dass das Lernziel „Die SuS kennen den Begriff Ferromagnetismus“ nicht erreicht wurde. Kein SuS hat die Antwort auf diese Frage richtig. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass die SuS die Informationskarten nicht gründlich gelesen haben obwohl die Information zwar mehrfach auf den Aufgabenkarten genannt/verwendet wird. Diese wird jedoch überlesen. Außerdem wird dieses Lernziel auf dem Arbeitsblatt nicht explizit abgefragt. Aufgabe 1 und 2 machten den SuS keine Probleme. Aufgabe 4, Teilung eines Magneten, wurde von neun SuS nicht richtig oder nur teilweise richtig beantwortet. Vermutlich ist dies auf die Schwierigkeiten zurück-

zuführen, die die Gruppen mit der Magnetisierung der Stahlstange hatten, da diese Frage ein Teil der Aufgabe abfragt. Den Lückentext hat keiner der SuS vollständig richtig beantworten können. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass die SuS die Karten zum Kompass nicht erreicht haben. Aufgabe 6 bereitete dem Großteil der SuS keine Probleme. Aufgabe 7 ist als freiwillige Angabe anzusehen und hat keine Auswirkungen auf die Auswertung. Auf die abschließende Bewertung wie den SuS das Lernen mit der Aktionsbox gefallen hat, antworteten sieben SuS „gut“, sechs SuS „geht so“ und nur S1 mit „nicht gut“. Seine Einschätzung hat m.E. nach damit zu tun, dass er zwischenzeitlich den Raum verlassen musste, da er sich nicht benehmen konnte.

### **6.1.6 Wesentliche Probleme während des Ablaufs**

1. Das Magnetisieren der Eisenstange ist zu komplex für die SuS der 5. Klasse. Da die SuS sehr langsam arbeiten, schwächt sich die Magnetisierung der Stange zu schnell ab und die Pole können nicht mehr zugeordnet werden. Falls es doch funktioniert und die Kompassnadel ausschlägt, werden die Pole trotzdem falsch gekennzeichnet, da sich die SuS von den Lösungsbildern auf der Karte beeinflussen lassen. Der Aspekt der Magnetteilung durch Auseinanderschrauben der Stange wird von den SuS nicht als solche erkannt.
2. Die Magnetnadeln der „Polanzeiger“ waren z.T. falsch magnetisiert. Dies löste in manchen Gruppen Verwirrung aus. Auch verwirrt die SuS, dass die Magnetnadeln nicht rot/grün, sondern blau/silber lackiert sind.
3. Die Lernart einer Aktionsbox ist den SuS der 5. Klasse nicht vertraut. Die Fähigkeit, die Struktur der Aufgabenkarten zu übernehmen, gelingt den SuS nicht. Die Karten werden von den SuS weder gründlich gelesen noch vollständig der Reihe nach befolgt. Beobachtbar war, dass die SuS dem Arbeitsblatt mehr folgten. Zwei Gruppen gaben in einem nachfolgenden Gespräch an, lediglich die Karten gelesen zu haben, die notwendig waren um das Arbeitsblatt auszufüllen.

4. Die SuS beschäftigen sich zwischendurch lieber mit dem Inhalt der Lernkiste, als mit den Aufgaben.

### **6.1.7 Lösungsansätze**

Zu 1:

Die Aufgabenkarten zur Magnetisierung der Eisenstange könnten dahingehend verändert werden, dass die Lösungsbilder erst zum Schluss erscheinen. Die Beeinflussung durch das Lösungsbild wäre somit eliminiert. Allerdings könnte es dann passieren, dass die Schüler nicht wissen, wie sie die Stange markieren sollen. Eine Möglichkeit wäre, eine neutrale Stange als Beispiel zu verwenden, die kein Außengewinde besitzt. Der Prozess der Magnetteilung wird nur dann erreicht, wenn die Schüler nach dem Zusammenschrauben der Stange diese nochmal auseinanderschrauben und die Magnetpole erneut überprüfen. Die Zeitspanne dieses Versuchs verlängert sich hierdurch jedoch immens. Es ist zu überlegen, ob ein Entfernen des Experiments aus der Aktionsbox nicht ratsam wäre.

Zu 2:

Die Magnetnadeln müssten in einer späteren Aktionsbox entweder direkt auf einem Magneten platziert werden oder weiter von den Magneten entfernt gelagert werden. Dies würde ein unbeabsichtigtes Neumagnetisieren der Nadeln verhindern.

Weiterhin wird die Magnetnadel nicht als Magnet erkannt. Der Abstraktionsgrad, dem blau lackiertem Pol den Nordpol zuzuordnen, ist nach den Beobachtungen vermutlich zu hoch. Abhilfe können hier rot/grün lackierte Magnetnadeln schaffen. Allerdings ist zu bedenken, dass das Problem bei einem normalen Wanderkompass erneut auftritt. Jedoch ließe sich das Problem dann durch eine kurze Information lösen.

Zu 3:

Es ist sinnvoller das Arbeitsblatt so zu gestalten, dass es die Arbeitsreihenfolge kontinuierlich vorgibt. Auch müsste im Vorfeld des Einsatzes der Aktionsbox eine einführende Unterrichtsstunde/-sequenz erfolgen, die den SuS eine Anleitung vorgibt, wie man mit einer Aktionsbox lernt. Hierzu könnte ein Merkblatt

mit mehreren Regeln dienen, dass die wichtigsten Verhaltensregeln enthält. Ein weiterer Grund für die Strukturschwachheit während des Ablaufs könnte das dargebotene Medium sein. Die SuS der Klasse sind vornehmlich darbietende Medien gewöhnt, sowohl im Unterricht (Frontalunterricht), als auch zu Hause (Fernseher, Computer und Spielkonsolen). Die Ablaufstruktur wird in diesen Fällen durch das Medium selbst gestellt. Die Aufgabenkarten geben zwar auch eine Ablaufstruktur vor, diese wird aber von den SuS nicht als zwangsläufig empfunden. Das Arbeitsblatt, als bekanntes Medium, ist für die SuS ein akzeptiertes Medium, dass die Struktur „von oben nach unten“ zwingend vorschreibt. Die Aufgabenkarten allerdings werden mehr als Nachschlagewerk angesehen.

Zu 4:

Da eine Vielzahl von Möglichkeiten besteht, das Material zu nutzen, lassen die SuS ihrem Entdeckungsdrang freien Lauf. Dies mag an einigen Punkten der Aktionsbox wünschenswert sein, an anderen Stellen jedoch ist dies kontraproduktiv in Hinsicht auf den Lernerfolg. Eine Alternative zu dieser Reizüberflutung, gepaart mit der ohnehin o.g. Strukturschwäche, wäre ein Aufbau der Box als Stationenarbeit. Die einzelnen Experimentreihen, die ein Oberthema verfolgen, sind an einzelnen Stationen aufgebaut. Dort befinden sich dann auch nur diejenigen Materialien, die für diese Experimentreihen von Bedeutung sind. Gleichzeitig erhalten die SuS einen „Laufzettel“, der Ihnen die Abfolge der Stationen vorgibt. So würde auch das Strukturproblem entschärft, da man den SuS eine äußerliche Ablaufstruktur vorgibt, die sie zwingend einhalten müssen. Negativ daran ist allerdings der erhöhte Platz- und Materialbedarf, da einzelne Stationen mehrfach verfügbar sein müssen.

## 6.2 Ergebnisse der zweiten Erprobung der Aktionsbox Magnetismus

Die zweite Erprobung fand zwei Tage nach der ersten Erprobung an einem Mittwoch in der dritten, vierten und fünften Stunde an der gleichen Schule statt. Allerdings nicht in der gleichen Klasse, sondern in einer Parallelklasse. Die SuS bildeten fünf Gruppen zu je vier Schülern. Die Erprobung startete um 10:10 Uhr und endete um 11:55 Uhr.

### 6.2.1 Allgemeine Beobachtungen

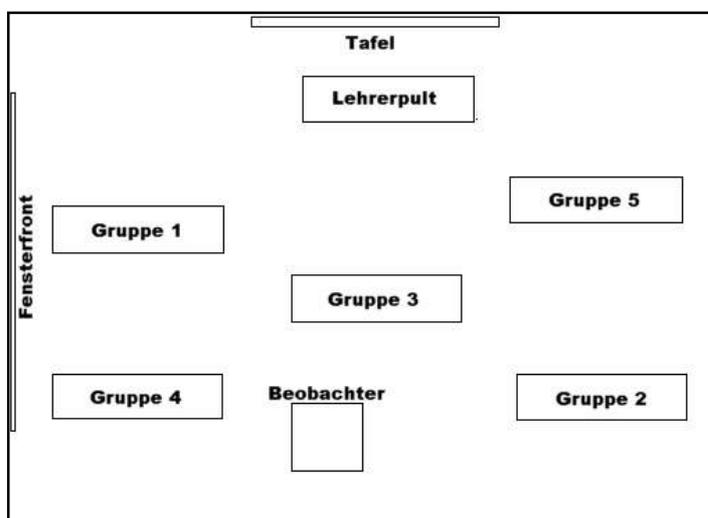


Abb. 6.2: Sitzplan der zweiten Erprobung

Die Gruppen arbeiteten jeweils nur in ihrem Gruppenverband. Ein „Umherwandern“ einzelner SuS konnte im Gegensatz zur ersten Erprobung nicht beobachtet werden. Eine Ausnahme bildete S6. Aufgrund von Differenzen innerhalb der Gruppe, wechselte er nach ungefähr einer Schulstunde von Gruppe 1 nach Gruppe 5. Dieser Gruppenwechsel wirkte sich für beide Gruppen nachteilig auf die weitere Bearbeitung der Aufgaben aus. Die SuS verwendeten, trotz der anfänglichen Strukturvorgabe, die Aufgabenkarten nur sehr sporadisch und bearbeiteten die Aufgaben in der Reihenfolge des Arbeitsblattes wie bereits bei der ersten Erprobung beobachtet wurde.

Gruppe 3 und Gruppe 1 hatten unverhältnismäßig früh ihre ersten Eisenkrümelbilder angelegt. Es ist zu vermuten, dass Karte 4.4 bereits einen zu starken Aufforderungscharakter besitzt.

## **6.2.2 Beobachtungen einzelner Gruppen**

Beobachtet wurde vornehmlich Gruppe 4, da diese Gruppe eine modifizierte Kompassnadel erhielt und die Veränderung dokumentiert werden sollte. Die Gruppe bestand aus zwei Schülern (S7 und S8) und aus zwei der leistungsstärksten Schülerinnen der Klasse (S9 und S10). Die Gruppe hielt sich größtenteils an die Strukturvorgabe und bearbeitete die Aufgaben anhand der Aufgabenkarten. Die Karten wurden jedoch teilweise mit der Begründung, man kenne diese Regel schon, übersprungen. Dies hatte zur Folge, dass einzelne Experimente zu früh oder in anderer Reihenfolge durchgeführt wurden. Die Kompassnadel war bei dieser Gruppe zwar vor Beginn neu magnetisiert worden, jedoch wurde diese von den SuS der Gruppe ungewollt ummagnetisiert. Dies hatte zur Folge, dass die SuS falsche Ergebnisse bei ihren Experimenten erhielten. Die Fragen zu Karte 5.3 wurden falsch beantwortet. Die SuS der Gruppe erkannten ihren Fehler jedoch nicht und übersprangen die Lösungskarte ohne ihre Ergebnisse zu überprüfen. Es ist anzunehmen, dass entweder die Polregeln nicht verstanden wurden oder die Aufgaben einfach zu oberflächlich gelesen wurden. Hier erfolgte schließlich ein Eingriff seitens des Autors und die Kompassnadel wurde neu magnetisiert, bevor die SuS die Magnetisierung der Stahlstange durchführten. Alle weiteren Experimente wurden von der Gruppe 4 ohne größere Probleme zügig durchgeführt. Die Gruppe endete mit einem fertigen Nasskompass. Den abschließenden Aufbau einer Magnetschwebe hatten sie bereits während der Polregeln entdeckt und verstanden.

## **6.2.3 Auswertung der Arbeitsblätter der zweiten Erprobung**

Es fällt besonders auf, dass neun Schüler ein falsches Vorwissen hatten. Sie bezeichneten die Magnetpole mit + und – statt mit Nord und Süd. In einem späteren Gespräch mit den SuS ergab sich, dass die betroffenen Schüler in der Grundschule zusammen das Fach Sachkunde hatten und ihnen der Lehrer die Polregeln so beigebracht hatte. Dies lässt wiederum Rückschlüsse zu, dass die betreffenden Lösungskarten nicht gelesen wurden, da keine Korrektur stattfand. Weiterhin fällt auf, dass die Gruppen 1, 2 und 5 die Magnetisierung der Eisenstange nicht verstanden haben, während Gruppe 3 nur bis zum Polanzeiger kam. Einzig Grup-

pe 4 bearbeitete die komplette Aktionsbox. Dies lässt Rückschlüsse darauf zu, dass die Aktionsbox für das mittlere Leistungsniveau einer 5. Klasse zu überladen ist. Weiterhin ist zu erkennen, dass die Magnetnadeln der Polanzeiger bei Gruppe 1 und Gruppe 4 erneut falsch magnetisiert waren, obwohl die Magnetisierung vor Beginn überprüft wurde.

#### **6.2.4 Auswertung der Fragebögen der zweiten Erprobung**

Gruppe 3 lässt sich nur schwer auswerten, da diese Gruppe nur einen der fünf Fragebögen ausgefüllt hat. In einem Gespräch ergab sich, dass die betreffende Gruppe die Aktionsbox nach ungefähr einer Schulstunde neu begonnen hatte, da ihnen aufgefallen war, den ersten Fragebogen nicht ausgefüllt zu haben. Dies erklärt auch den Rückstand zum Ende der Erprobung.

Gruppe 1 lässt sich auch nur bedingt auswerten, da S6 während der Erprobung, aufgrund von Spannungen innerhalb der Gruppe, die Gruppe verließ. Außerdem liegen von S11 und S12 lediglich zwei Fragebögen vor. Diese Schüler sind dem Autor aus seinen Unterrichtserfahrungen außerdem dafür bekannt, gerne den Unterricht zu stören und sind von daher für eine Auswertung unglaubwürdig. Erkennbar an dem dritten Fragebogen von S14 ist jedoch, dass die Gruppe sehr lange für die Magnetisierung der Stahlstange benötigt hat. Es ist aber auch anzunehmen, dass der Fragebogen willkürlich an einem Punkt der Stunde ausgefüllt wurde, da bei Abgabe der Aktionsboxen keine Markierungen an der Stange der Gruppe vorhanden waren und somit der Versuch m.E. nach nicht durchgeführt wurde.

Betrachtet man alle weiteren Gruppen, so fällt auf, dass sie zum größten Teil bis zur Magnetisierung der Eisenstange ein zügiges Arbeitstempo vorlegten, dann aber alle bis auf Gruppe 4 bis zum Ende der Erprobung an eben dieser Aufgabe festgingen. Gruppe 2 hatte zu diesem Zeitpunkt ein Motivationstief, da die Aufgabe scheinbar zu anspruchsvoll für die Gruppe war. Gruppe 5 empfand die Aufgabe zwar auch als anspruchsvoll, jedoch wurde bei ihnen die Motivation nicht so stark gedämpft. Das Interesse verlor nach der Magnetisierung lediglich Alex. Die Angaben von S13 sind aus den selben Gründen wie bei S12 und S11 nicht aussagekräftig genug.

Gruppe 4 hatte keine Probleme bei der Bearbeitung der Aktionsbox. Zwar emp-

fanden sie die Magnetisierung und den Bau des Kompasses als sehr anspruchsvoll, waren aber motiviert und interessiert die Aufgaben zu lösen. Dass diese Gruppe keine Probleme mit der Magnetisierung hatte, lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass diese Gruppe die veränderte Kompassnadel verwendete.

### **6.2.5 Auswertung der Testergebnisse der zweiten Erprobung**

Die Aufgaben 1 und 2 wurden von allen SuS richtig gelöst. Lediglich drei SuS haben nicht alle Punkte angekreuzt bzw. benannt. Aufgabe 3 machte dreizehn SuS Probleme, sieben SuS lösten die Aufgabe korrekt. Es ist davon auszugehen, dass die betroffenen sieben SuS die Aufgabenkarten genauer gelesen haben. Aufgabe 4 wurde von elf SuS entweder falsch oder gar nicht beantwortet, neun SuS lösten die Aufgabe. Die Antworten in Kombination mit den Arbeitsblättern und Fragebögen lassen darauf schließen, dass diejenigen SuS, die auch Probleme bei der Magnetisierung der Stahlstange hatten, das Lernziel aufgrund der Probleme nicht erreichen konnten. Der Lückentext wurde nur von der Hälfte der Klasse richtig beantwortet, da nicht alle Gruppen die Aufgabenkarten zum Kompass erreicht hatten. Aufgabe 6 bereitete dem Großteil der SuS keine Probleme. Aufgabe 7 gilt als freiwillige Aufgabe, wurde aber zufriedenstellend beantwortet. Viele SuS wiederholten an dieser Stelle jedoch Antworten auf vorige Fragen. Die Bewertung, wie den SuS das Lernen mit der Aktionsbox gefallen hat, beantworteten fünf SuS mit „geht so“ und fünfzehn SuS mit „gut“.

### **6.2.6 Wesentliche Probleme während des Ablaufs**

1. Wie in der ersten Erprobung hatten die meisten SuS Probleme bei der Magnetisierung der Stahlstange. Die meisten SuS strichen nicht gleichmäßig über die Stahlstange oder wechselten zwischendurch die Bewegungsrichtung. Dies führte dazu, dass sich keine bzw. nur sehr schwache Magnetpole an den Stangenenden bildeten, die dann mit dem Polanzeiger nicht bestimmt werden konnten. Die SuS richteten sich erneut nach den Lösungsbildern auf den Karten und markierten Stellen, an denen sie keine Magnetpole bestimmen konnten. Beim Zusammenschrauben der Stange standen sich gleiche Markierungen gegenüber.

2. Die Magnetnadeln waren zum Teil erneut falsch magnetisiert, obwohl diese im Vorfeld überprüft worden waren. Es ist davon auszugehen, dass die SuS diese durch Berührung mit Magneten ungewollt ummagnetisiert haben.
3. Die ESFS-Bilder wurden unverhältnismäßig früh von einzelnen Gruppen erstellt. Es ist davon auszugehen, dass die ESFS-Bilder auf den Karten 4.4-4.6 einen zu hohen Aufforderungscharakter besitzen, diese nachzustellen.
4. Die SuS hatten trotz der einführenden Unterrichtsstunde und dem ausgeteilten Regelblatt noch leichte Schwierigkeiten beim Umsetzen der Regeln auf die Lernart.

### **6.2.7 Lösungsansätze**

Zu 1:

Die erneuten Schwierigkeiten bestärken mich in der Annahme, dass die Magnetisierung der Stahlstange zu komplex für eine 5. Klasse ist. Einzig Gruppe 4, die vornehmlich aus leistungsstarken SuS bestand, war in der Lage, diese Aufgabe zu bearbeiten. Eine Entfernung der Aufgabenkarten aus dem normalen Ablauf wäre eine Möglichkeit. Da das Magnetisieren von ferromagnetischen Stoffen jedoch für den Kompassbau genutzt wird, muss dieser dahingehend verändert werden, dass anstatt des Stahlstiftes ein kleiner Rundmagnet in den Styroporquader eingesetzt wird. Für schnelle Gruppen, die die Magnetisierung als Zusatzstoff bearbeitet haben, könnte dann wiederum der Stahlstift eingesetzt werden.

Zu 2:

Die Aufgabenkarten zum Polanzeiger könnten dahingehend erweitert werden, dass den SuS eine Vorgabe gegeben wird, wie sie den Polanzeiger korrekt magnetisieren können ohne den Begriff des Magnetisierens zu gebrauchen. Beispielsweise wäre folgende Aufgabe möglich:

Nehmt euch die Anzeigenadel! Haltet die blaue Seite nach oben! Nehmt euch einen Magneten! Setzt den Nordpol des Magneten auf die blaue Seite, so dass die Anzeigenadel angezogen wird! Zieht den Magneten jetzt langsam an der Anzeigenadel entlang zum silbernen Ende der Anzeigenadel! Wiederholt den Vorgang noch weitere fünfmal!

Dieser Aufgabentext muss natürlich durch Bilder unterstützt werden.

Zu 3:

Die ESFS-Bilder könnten zu den Aufgabenkarten 7.1-7.8 verschoben werden.

Die Lernlogik würde aufgrund dessen nicht verletzt. Die Erklärungen, warum ein Magnet an den Polen stärkere Anziehungskräfte besitzt und warum sich zwei Magnete anziehen bzw. abstoßen, können auch später erfolgen. Die Karten 4.4-4.6 würden nach Karte 7.2 einsortiert.

Zu 4:

Der Einsatz der Unterrichtsstunde und des Regelblattes verbesserte zwar die Strukturvorgabe und die Umsetzung durch die SuS, allerdings noch nicht zufriedenstellend genug. Möglich wäre, zwar nicht für den Einsatz in einer Lernwerkstatt aber für den Unterrichtseinsatz, noch folgende Möglichkeit:

Die zu bearbeitende Aufgabenstellung wird durch den anwesenden Lehrer vorgestellt. Alle SuS bearbeiten diese dann in ihren Gruppen. Die Ergebnisse werden anschließend durch den anwesenden Lehrer gesammelt und besprochen. Eventuelle Lern- und Verständnisschwierigkeiten und Ablaufprobleme würden so beseitigt, da die SuS eine feste Vorgabe erhalten. Im Anschluss an die Ergebnissicherung wird die nächste Aufgabe vorgestellt, durchgeführt, besprochen und gesichert. Der Lehrer ist so auch in der Lage zu erkennen, ob einzelne Gruppen sich auch wirklich mit den Aufgaben beschäftigen. Ist diese Arbeitsform eingeübt, kann eine weitere Aktionsbox zu einem anderen Thema dann nach normalem Ablaufschema eingesetzt werden.

## 7 Verbesserungsvorschläge für die Aktionsbox

Zusätzlich zu den unter 6.1.7 und 6.2.7 angesprochenen Lösungsansätzen für Ablaufprobleme ergeben sich aus den Erfahrungen im Laufe beider Erprobungen weitere Verbesserungsvorschläge:

1. Das Arbeitsblatt der Aktionsbox könnte dahingehend geändert werden, dass es alle Überlegungen der SuS aufgreift. Bei der Durchsicht der ausgeteilten Aufgabenkarten fiel auf, dass viele Gruppen Ergebnisse, die nicht auf dem Arbeitsblatt fixiert werden sollten, auf die jeweiligen Karten geschrieben hatten. Dies würde auch dazu führen, dass eine bessere Ablaufstruktur vorgegeben würde, da keine größeren Leerlaufzeiten des Arbeitsblattes entstünden.
2. Die Aufgabenkarten enthalten zum Teil noch zu viel Text, da die meisten SuS betroffene Karten zu schnell überblättern. Betroffene Karten müssten dahingehend überarbeitet werden, dass sich höchstens zwei bis drei kurze Sätze auf Ihnen befinden. Das würde die SuS eher dazu ermutigen die Textstellen auch zu lesen.
3. Aufgrund der besseren Ergebnisse sollten der Aktionsbox Kompassnadeln in rot/grüner Färbung beigelegt werden. Die Aufgabenkarten zum Polanzeiger sind dann dahingehend zu verändern.
4. Eine Schaumstoffeinlage in den Sortierkästen würde eine bessere Übersicht über den Inhalt der Aktionsbox bieten. Weiterhin würde diese verhindern, dass die Kompassnadeln durch falsche Lage innerhalb der Box unmagnetisiert werden.

Unabhängig von den Ergebnissen der Erprobungen ergeben sich weitere Aspekte der Verbesserung der Aktionsbox:

1. Das Themenfeld der Entmagnetisierung wurde aufgrund von Sicherheitstechnischen Aspekten verworfen. Es wäre zu überdenken, ob es nicht noch weitere Möglichkeiten der Entmagnetisierung gibt, die die SuS ausführen könnten.
2. Die Aufgabenkarten und Experimentiermaterialien könnten, statt in einem Satz, in Aufgabenpaketen zusammengefasst werden, die jeweils nur die derzeit nötigen Experimentiermaterialien und Informationen enthalten. Das würde den SuS eine bessere Strukturvorgabe machen und das unkontrollierte „Spielen“ mit dem Experimentiermaterial unterbinden. Ferner würden die SuS von der Fülle des Materials nicht überfordert.
3. Das für den Bau des Kompasses verwendete Styropor ist zu brüchig, um dauerhaften Einsatz in der Aktionsbox zu finden. Eine Alternative dazu wäre eventuell fester Kork oder ein anderes schwimmfähiges Material mit höherer Stabilität. Dieses könnte auch in Pfeilform bereitgestellt werden, um den Gedanken der Richtungsweisung durch einen Kompass zu unterstreichen.

## 8 Zusammenfassung und Ausblick

Mithilfe der Erprobungen sollte festgestellt werden, ob die Aktionsbox die Anforderungen aus Kapitel 3 erfüllt hat. Es ergaben sich folgende Antworten zu den Fragestellungen aus Kapitel 4:

1. Kann die „Aktionsbox Magnetismus“ in Schülergruppen eingesetzt werden, denen diese Form des Lernens unbekannt ist?

Diese Frage lässt sich nach den Erfahrungen aus den beiden Erprobung mit nein beantworten. Die SuS der ersten Erprobung hatten, wie bereits in Kapitel 6 dargestellt, Probleme mit der Ablaufstruktur, da ihnen die Form des Lernens mit einer Aktionsbox unbekannt war. Für die zweite Erprobung wurde als Lösungsansatz im Vorfeld eine einführende Stunde in den Verlauf integriert. Diese vermittelte grundlegende Regeln für die Arbeit mit einer Aktionsbox. Es ergaben sich für die SuS anschließend zwar weniger Probleme bei der Bearbeitung, jedoch wurden nicht alle Probleme behoben. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass das Arbeitsblatt, als bekanntes Medium der SuS, für den Einsatz in unbekannteren Klassen stärker den Ablauf vorgeben muss und daher einer starken Veränderung unterzogen werden sollte.

2. Inwieweit sind die SuS in der Lage, die Aktionsbox vollständig innerhalb der vorgegebenen Zeit zu bearbeiten?

Bei jeder Erprobung waren lediglich zwei Schülergruppen in der Lage, die Aktionsbox vollständig durchzuführen. Diese Schülergruppen waren jedoch aus vornehmlich leistungsstarken SuS zusammengesetzt und lassen somit die Annahme zu, dass die Aktionsbox zu umfangreich für Gruppen des mittleren Leistungsniveaus ist, zumal o.g. Gruppen die Zusatzkarten nicht bearbeitet haben. Alle weiteren beobachteten Gruppen scheiterten an der Magnetisierung der Stahlstange. Die leistungsstarke Gruppe hatte auch Probleme damit, jedoch hielt sie dies nicht so lange auf wie die restlichen Gruppen. Es ist anzunehmen, dass wenn dieser Versuch aus der Aktionsbox entfernt wird, die SuS des mittleren Leistungsniveaus die Aktionsbox vollständig in der vorgegebenen Zeit bearbeiten können.

3. Haben die SuS dauerhaft Spaß daran mit der Aktionsbox zu Lernen? Wo ergeben sich eventuelle Motivationslöcher?

Es ergab sich, anhand der Fragebögen und der Beobachtungen, dass die SuS kontinuierlich Freude an der Thematik hatten. Erkennbare Frustration ergab sich bei vielen Gruppen nur bei der bereits angesprochenen Magnetisierung der Stahlstange. Interessant ist zudem, dass die SuS besondere Freude an den ESFS-Bildern hatten. Die beobachteten Gruppen erstellten mehrere Bilder, obwohl auf den Aufgabenkarten nur eines gefordert war. Es ist zu überlegen, ob nicht mehr Arbeitsaufträge hierzu in die Aktionsbox integriert werden sollten.

4. Sind die SuS unmittelbar nach Bearbeiten der Aktionsbox in der Lage, die wichtigsten Sachverhalte des Themenbereichs Magnetismus wiederzugeben?

Diese Frage ließ sich durch die Auswertung der Abschlusstests gut beantworten. Die SuS haben die Wechselwirkungen zwischen zwei Magneten verstanden. Der Begriff „Ferromagnetismus“ wurde von fast allen Gruppen falsch beantwortet. Da die SuS die Karten nicht gründlich genug lesen ist davon auszugehen, dass die Begriffsbildung durch eine Aktionsbox nicht zu empfehlen ist. Weiterhin haben viele der SuS den Aspekt der Magnetteilung durch Auseinanderschrauben der Stange nach deren Magnetisierung nicht bemerkt. Dies lässt den Schluss zu, dass dies nochmals explizit auf einer Karte erwähnt werden sollte, wobei hier die Gefahr besteht, dass die Karte wiederum nicht gelesen würde.

5. Welche organisatorischen und inhaltlichen Schwierigkeiten haben die SuS bei der Bearbeitung der Aufgaben?

Als erstes ist hier natürlich nochmals die Magnetisierung der Stahlstange zu nennen. Das Hauptproblem bestand hierbei darin, dass die Remanenz der magnetischen Wirkung der Stange zu schnell abklingt. Es ist von daher zu überlegen, dieses Experiment, statt es zu entfernen, als Lehrerexperiment durchzuführen. Als zweites sind die Magnetnadeln zu nennen. Obwohl sie jeweils kurz vor der Erprobung neu magnetisiert wurden, waren sie während der Erprobungen zu einem Großteil falsch magnetisiert. Dies führte bei vielen Gruppen zu Verwirrun-

gen und im Anschluss natürlich zu Fehlern. Dieses Problem ließe sich eventuell dadurch lösen, dass die Magneten in Sortierkästen mit getrennten Kammern, von den Magneten isoliert und durch z.B. ein Stahlkästchen abgeschirmt, gelagert würden. Dies würde auch das Problem lösen, dass die SuS zu Anfang in den Aktionsboxen „wühlen“, da sie so einen direkten Überblick über den Inhalt erhalten würden. Auch würde dies die SuS und den Lehrer dabei unterstützen die Aktionsbox vollständig geordnet wieder zurückzugeben, da auf einen Blick erkennbar wäre, ob einzelne Bestandteile fehlen. Als weiteres Problem ist auch nochmals die Strukturschwäche der 5. Klassenstufe zu nennen. Hierzu gäbe es den Ansatz, wie bereits in Kapitel 7 beschrieben, die einzelnen Experimente der Aktionsbox nacheinander, unter Leitung durch einen Lehrer, zu bearbeiten. Aus der zweiten Erprobungen ergab sich außerdem, dass sich eine Gruppengröße von mehr als drei SuS keineswegs nachteilig auf den Lernzuwachs des Einzelnen auswirkte. Weitere Erprobungen müssten diese These allerdings erhärten.

Es ist anzumerken, dass zwei Erprobungen an der gleichen Schule und der gleichen Klassenstufe keineswegs repräsentativ für eine Auswertung der Aktionsbox sind, jedoch gewisse Hinweise auf Probleme geben. Es ist somit auf jeden Fall erforderlich weitere Erprobungen in unterschiedlichen Klassenstufen durchzuführen. Die Anforderungen der Aktionsbox könnten dann dahingehend überprüft werden, dass sie in allen Klassenstufen ab Klassenstufe 5 eingesetzt werden kann, was aus Zeitgründen hier nicht erfolgen konnte. Die Aktionsbox kann somit noch nicht für den Vertretungsunterrichtseinsatz freigegeben werden, da sie noch zu viele Fehlerquellen und Probleme enthält die einer gründlichen Überarbeitung bedürfen (siehe hierzu auch Kapitel 7). Als alternative Unterrichtsform im Rahmen des Physikunterrichts könnte sie allerdings, mit Unterstützung durch den Physiklehrer, problemlos eingesetzt werden.

## 9 Literaturverzeichnis

Barmeier, M., Boldt, J., Ciprina, H. J., Fröchtenicht, E., Heide, G., Hell, K., Leopold, J., Maiworm, M., Méndez, A., Peppmeier, R., Wallaschek, S., Willmer-Klumpp, C. (2006). *Prisma Physik 7-10. Ausgabe A*. Stuttgart, Leipzig: Klett.

Berthold, C., Christ, D. Braam, G., Haubrich, J., Herfert, M., Hilscher, H., Kraus, J. & Möller, C. (2006). *Physikalische Freihandexperimente. Band 2. Akustik, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Optik*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

Cieplik, D. (Hrsg.)(2006). *Erlebnis Physik. Band 1. Hessen*. Braunschweig: Schroedel.

Duit, R. (1989). Vorstellungen vom Magnetismus. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie*, 37(44), 132-133.

Feicht, E. J. & Graf, U. (1972). *Das große Buch der Physik*. München: Lexikographisches Institut.

Hessisches Kultusministerium (2007). *Handreichung zur Arbeit mit den Lehrplänen der Bildungsgänge Hauptschule, Realschule und Gymnasium im Fach Physik an schulformübergreifenden (integrierten) Gesamtschulen und Förderstufen*. Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium.

Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion - eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 93-104). Berlin, Heidelberg: Springer.

Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2007). *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Kretschmer, H. & Sary, J. (2005). *Schulpraktikum. Eine Orientierungshilfe zum Lernen und Lehren*. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.)(2007). *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

Rentsch, W. (2006), *Experimente mit Spaß. Band 4. Magnetismus & Elektrizität*. Köln: Aulis Verlag Deubner.

Volkmer, M. (1996), Ein elementarer Unterrichtsgang zum Thema Induktion. In Marhenke, E., Volkmer, M. (Hrsg.)(1996). *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 32, 4-15.

## 10 Bilderverzeichnis

### *Internetquellen der Abbildungen:*

- Abb. 3.1: <http://lexikon.meyers.de/images/5/5f/B5bi0699.jpg>  
Abb. 3.2: <http://www.zum.de/dwu/depot/pma006f.gif>  
Abb. 3.3: [http://www.ubicampus.mh-hannover.de/~physik/vorlesung/kap62/grafiken/k62\\_g08.gif](http://www.ubicampus.mh-hannover.de/~physik/vorlesung/kap62/grafiken/k62_g08.gif)  
Abb. 3.4: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/a/a4/Feldlinien\\_Hufeisenmagnet.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/a/a4/Feldlinien_Hufeisenmagnet.png)  
Abb. 3.5: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag03.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag03.gif)  
Abb. 3.6: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag01.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag01.gif)  
Abb. 3.7: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag04.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag04.gif)  
Abb. 3.8: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag02.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag02.gif)  
Abb. 3.9: [http://www.inek.de/fileadmin/template/inek/bilder/Kompass\\_gr.jpg](http://www.inek.de/fileadmin/template/inek/bilder/Kompass_gr.jpg)  
Abb. 3.10: <http://www.physik.uni-kassel.de/did/gs/images/Kompass-Auf..JPG>

Letzter Zugriff 19.02.2008 bei Abb. 3.1 - Abb. 3.10

### *Internetquellen der Abbildungen innerhalb der Aufgabenkarten:*

- Abb. A.1: [http://www.magnetladen.de/images/S-15x08-Ni-42\\_400x300\\_P1010687.jpg](http://www.magnetladen.de/images/S-15x08-Ni-42_400x300_P1010687.jpg)  
Abb. A.2: [http://www.magnetladen.de/images/K-19-Cr-38\\_400x300\\_P1010770.jpg](http://www.magnetladen.de/images/K-19-Cr-38_400x300_P1010770.jpg)  
Abb. A.3: [http://www.magnetladen.de/images/K-19-Cr-38\\_400x300\\_P1010770.jpg](http://www.magnetladen.de/images/K-19-Cr-38_400x300_P1010770.jpg)  
Abb. A.4: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag01.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag01.gif)  
Abb. A.5: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag03.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag03.gif)  
Abb. A.6: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag02.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag02.gif)  
Abb. A.7: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag04.gif](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/grundwissen/08elementarmag/elementarmag04.gif)

Letzter Zugriff 27.02.2008 bei Abb. A.1 - Abb. A.2

Letzter Zugriff 19.02.2008 bei Abb. A.3 - Abb. A.6

## **Anhang A - Aufgabenkarten Aktionsbox Magnetismus**

## Aufgabenkarten Aktionsbox Magnetismus

### Legende :

Ablaufkodierung : a.b - c      Beispiel: 1.1 - A

a = Experimentreihennummer

b = Unterkarte innerhalb der Experimentreihe

c = Kartenart :

I	= Informationskarte
A	= Aufgabenkarte
L	= Lösungskarte
Q	= Quizkarte
E	= Ergebniskarte
H	= Hilfekarte

Die Ansprache auf den Karten ist auf eine Gruppe von SuS bezogen.

Das Bildmaterial auf den Lernkarten, soweit nicht anders gekennzeichnet, ist selbst erstellt.

Die Karten 6.9 und 7.9 verbleiben beim betreuenden Lehrer und werden nur an schnelle Gruppen ausgehändigt. Die Karte 9.3 verbleibt als Lösungskarte auf dem Lehrerpult.

### Allgemeine Sicherheitshinweise

1. Uhren ausziehen und in die Schultasche legen! Handys ausschalten und in die Schultasche legen!
2. Wenn ihr zwei Magnete in der Hand haltet, passt auf, dass ihr euch nicht die Finger einklemmt!
3. Die Magnete nicht aneinanderschlagen lassen! Splittergefahr!
4. Mit dem Experimentiermaterial sorgsam umgehen!

1.1 - I

## Magnetformen

Es gibt verschiedene Formen von Magneten.



Dieser Magnet sieht aus wie ein **Stab**.  
Deshalb nennt man ihn **Stabmagnet**.



Abb. A.1

Dieser Magnet hat eine **runde** Form.  
Man nennt ihn daher **Rundmagnet**.



Abb. A.2



Welche Form haben diese Magnete?

Wie könnten sie heißen? Schreibt euer Ergebnis auf das Arbeitsblatt!

1.2 - L

## Magnetformen (Lösung)



Abb. A.3

Der Magnet hat die Form einer **Kugel**.  
Man nennt ihn **Kugelmagnet**.



Diese Form erinnert an ein Hufeisen.  
Dieser Magnet heißt: **Hufeisenmagnet**.



Der Magnet hat die Form eines **Ringes**.  
Man nennt ihn **Ringmagnet**.

**Habt ihr alles richtig? Überprüft und korrigiert wenn nötig!**

2.1 - A

## Eigenschaften von Magneten 1

Nehmt zwei **gleiche** Magnete aus der Kiste!

**Achtung: Passt auf, dass ihr euch nicht die Finger einklemmt!**

1. Haltet sie gegeneinander!
2. Dreht einen der Magnete und haltet sie wieder gegeneinander!

Was spürt ihr?

2.2 - A

## Eigenschaften von Magneten 2

Probiert nun auch die anderen Magnete aus!

**Achtung: Passt auf, dass ihr euch nicht die Finger einklemmt!**

1. Haltet sie gegeneinander!
2. Dreht einen der Magnete und haltet sie wieder gegeneinander!

Was spürt ihr?

**Bitte füllt jetzt jeder einen der folgenden Fragebögen aus!  
(Wenn zu viele Fragebögen da sind, lasst ihr die einfach leer.)**

Wie spät ist es gerade? Schreibe hier die Uhrzeit hin: \_\_\_\_\_

Dein Vorname ist: \_\_\_\_\_

**Kreuze an!** Du darfst eine andere Meinung haben als deine Gruppenmitglieder!

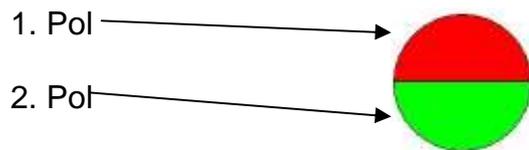
	 stimmt nicht	 stimmt genau
Das letzte Experiment hat mir Spaß gemacht.		
Das letzte Experiment war sehr einfach.		
Ich kannte das letzte Experiment schon vorher.		
Bei dem letzten Experiment habe ich eigene Ideen ausprobiert.		
Ich fand das letzte Experiment interessant.		

2.3 - I

### Eigenschaften von Magneten 3

Die zwei Enden der Magnete bezeichnet man als **Pole**.  
Bei den meisten Magneten in der Kiste sind sie farbig markiert.

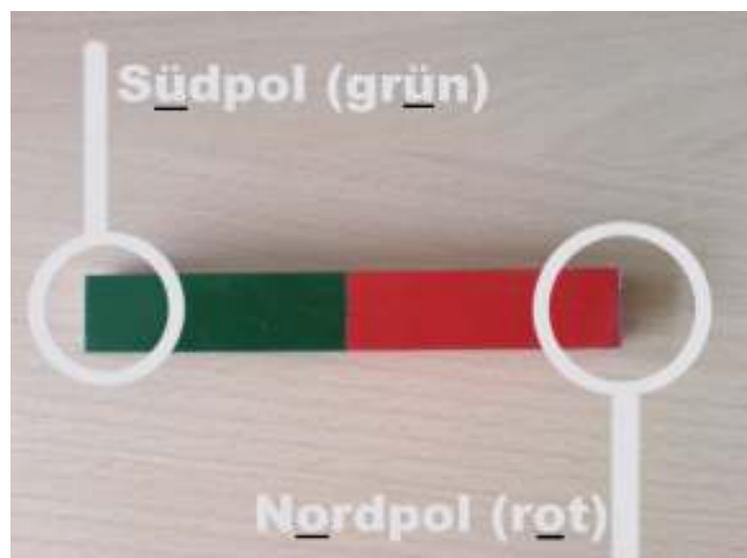
Auch der Kugelmagnet hat zwei Pole. Sie sind so angeordnet:



2.4 - I

### Eigenschaften von Magneten 4

Die Pole des Magneten haben verschiedene Bezeichnungen. Den einen nennt man **NORDPOL**, den anderen **SÜDPOL**. Der Nordpol ist meistens rot markiert, der Südpol ist meistens grün markiert.

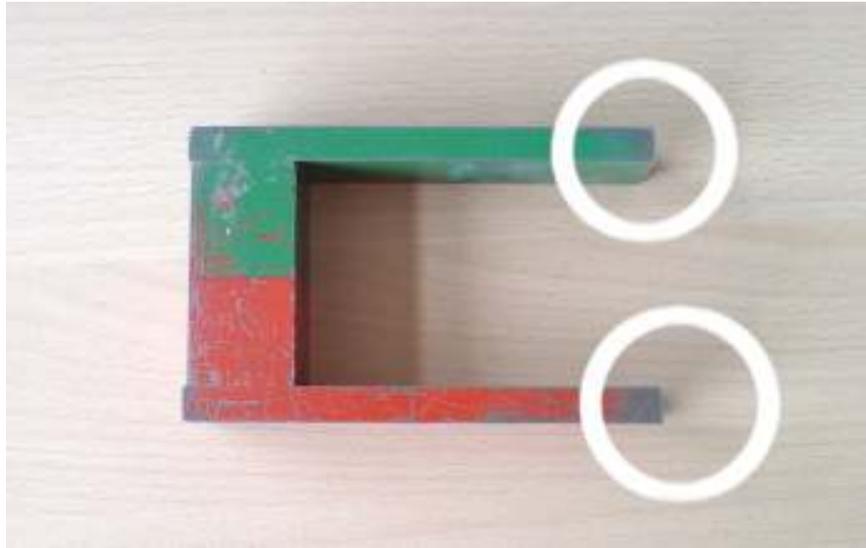


2.5 - Q

### Eigenschaften von Magneten 5

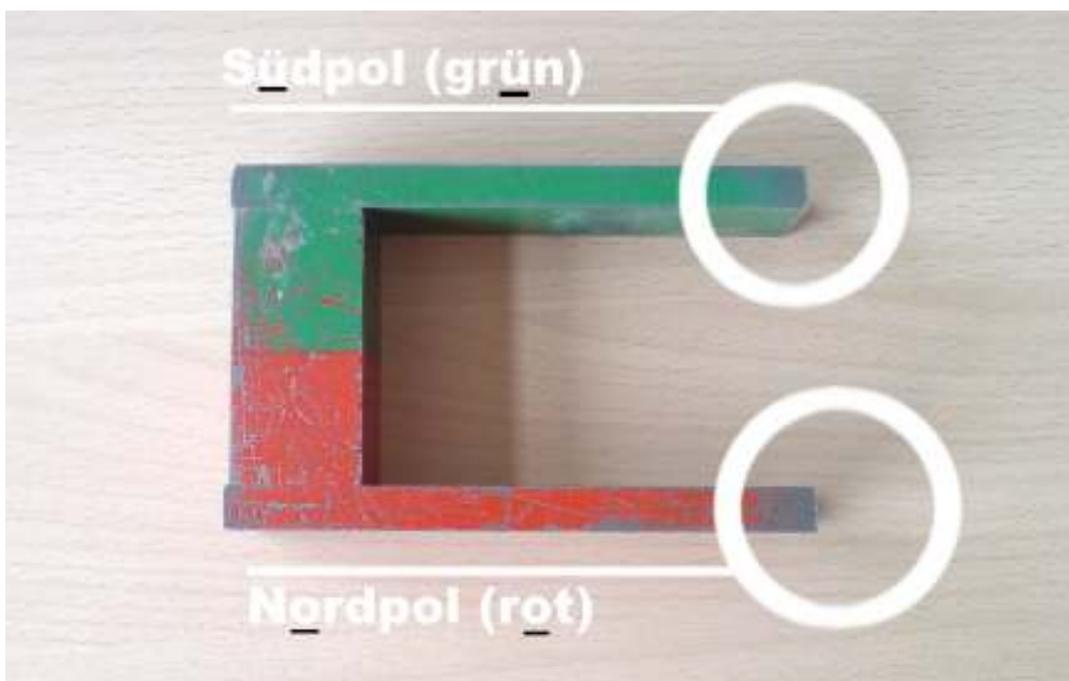
Habt ihr aufgepasst?

Hier ist ein Bild von einem Hufeisenmagneten. Die Enden sind schon eingekreist. Welches Ende ist der Nordpol, welches der Südpol?



2.6 - L

### Eigenschaften von Magneten 5 (Lösung)



2.7 - A

## Eigenschaften von Magneten 6

Nehmt euch die Stabmagnete! Haltet nun den Nordpol des einen Magneten an den Südpol der anderen Magneten!

**Achtung: Passt auf, dass ihr euch nicht die Finger einklemmt!**

Was passiert?



Tauscht einen Stabmagnet gegen einen Magneten einer anderen Form und wiederholt den Versuch!

Was stellt ihr fest?

2.8 - A

## Eigenschaften von Magneten 7

Haltet nun die Nordpole der Magnete gegeneinander!

Was könnt ihr feststellen?



Tauscht einen Stabmagnet gegen einen Magneten einer anderen Form und wiederholt den Versuch!

Was stellt ihr fest?

Was passiert, wenn ihr die Südpole aneinander haltet?

2.9 - A

### **Eigenschaften von Magneten 8**

Könnt ihr eine allgemeine Regel finden, die für **alle** Magnete gilt und die beschreibt was passiert, wenn sich zwei Magnete einander nähern?

Schreibt eure Regel auf euer Arbeitsblatt!

2.10 - E

### **Eigenschaften von Magneten 8 (Lösung)**

Die allgemeine Regel lautet:

**Nordpol stößt Nordpol ab.  
Südpol stößt Südpol ab.  
Nordpol und Südpol ziehen einander an.**

*oder*

**Gleiche (gleichnamige) Pole stoßen sich ab.  
Ungleiche (ungleichnamige) Pole ziehen sich an.**

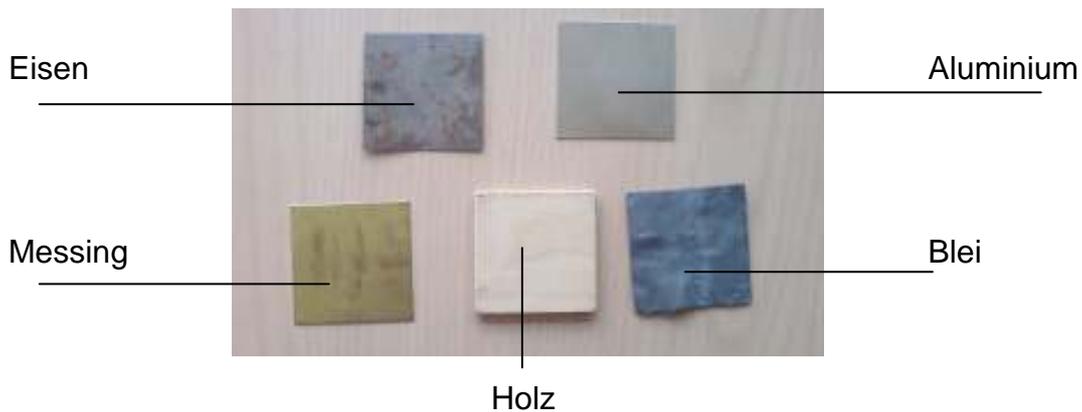
**Prüft noch mal, ab ihr die Regel richtig auf  
eurem Blatt eingetragen habt!**

3.1 - I

## Wirkung von Magneten auf andere Stoffe 1

Ihr habt nun erfahren, dass Magnete einander anziehen oder abstoßen können. Doch wie sieht es mit Materialien aus, die selbst keine Magnete sind?

Nehmt aus der Kiste die unten abgebildeten Materialien und einen Stabmagneten!



3.2 - A

## Wirkung von Magneten auf andere Stoffe 2

Nähert den Nordpol des Magneten jedem Material!

Nähert nun den Südpol des Magneten jedem Material!

**Achtung: Nachdem ihr die Bleiplatte angefasst habt, wäscht euch die Hände!**

Tragt eure Ergebnisse in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt ein!

In der Tabelle ist auch Platz für zwei Materialien eurer Wahl.

Beispiele : Buch (Papier)  
Mäppchen (Leder)

**Bitte füllt jetzt jeder einen der folgenden Fragebögen aus!  
(Wenn zu viele Fragebögen da sind, lasst ihr die einfach leer.)**

Wie spät ist es gerade? Schreibe hier die Uhrzeit hin: \_\_\_\_\_

Dein Vorname ist: \_\_\_\_\_

**Kreuze an!** Du darfst eine andere Meinung haben als deine Gruppenmitglieder!

	 stimmt nicht	 stimmt genau
Das letzte Experiment hat mir Spaß gemacht.		
Das letzte Experiment war sehr einfach.		
Ich kannte das letzte Experiment schon vorher.		
Bei dem letzten Experiment habe ich eigene Ideen ausprobiert.		
Ich fand das letzte Experiment interessant.		

3.3 - L

### **Wirkung von Magneten auf andere Stoffe 3**

Der Magnet hat nur das Eisen angezogen.

Materialien, die ein Magnet anziehen kann, nennt man auch „**ferromagnetische Stoffe**“.

Info: Eisen heißt auf lateinisch „ferrum“.

3.4 - A

### **Wirkung von Magneten auf andere Stoffe 4**

Legt ein anderes Material, das kein ferromagnetischer Stoff ist, auf das Eisen!

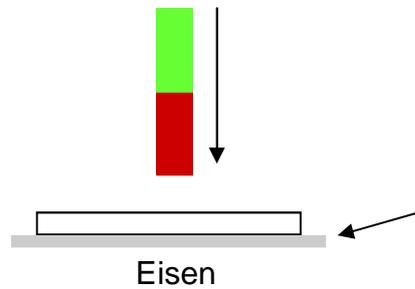
Was meint ihr, wird man das Eisen durch das andere Material hindurch anziehen können?

3.5 - A

### Wirkung von Magneten auf andere Stoffe 5

Probiert es aus!

Nähert euch dem Stapel von oben mit einem Magneten!



Probiert es auch mal mit mehr Materialien übereinander aus!

Probiert es auch mit verschiedenen Magneten!

3.6 - E

### Wirkung von Magneten auf andere Stoffe 6

Habt ihr so eine Anziehung durch andere Stoffe hindurch schon mal beobachtet?

Tipp: Denkt mal an Magnete, die z.B. an den Kühlschrank gemacht werden!

Wofür benutzt man die?

4.1 - A

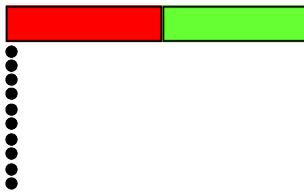
### Wo hat ein Magnet seine stärkste Anziehungskraft?

Jeder von euch nimmt sich einen Magneten seiner Wahl. Ihr braucht zusätzlich das Schraubglas mit den kleinen Stahlkugeln.

Hängt die Kugeln nacheinander zu einer Kette an einen Pol des Magneten!

**Achtung: Haltet dabei den Magnet über die Wanne, damit die Kugeln nicht verloren gehen!**

Wettbewerb: Wer schafft die längste Kette?



4.2 - A

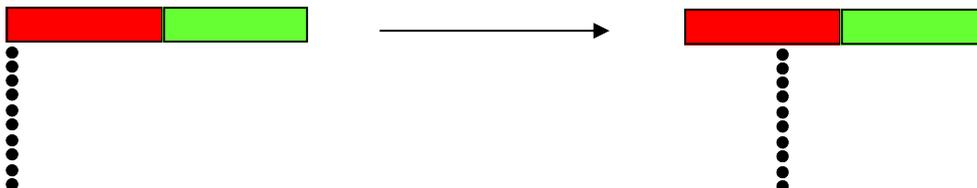
### Wo hat ein Magnet seine stärkste Anziehungskraft?

Nehmt nun einen Stabmagnet und die Stahlkugeln! Hängt eine möglichst lange Kette an einen Pol des Magneten!

**Bleibt unbedingt über der Wanne!**

Versucht nun eine Kette in der Mitte des Magneten anzuhängen.

Was stellt ihr fest?



4.3 - E

### **Wo hat ein Magnet seine stärkste Anziehungskraft?**

**Ein Magnet hat an seinen Polen die stärkste Anziehungskraft.  
Je weiter man sich zur Mitte hinbewegt, desto schwächer wird die Anziehungskraft.**

**Genauso ist es auch, wenn man sich nach außen von den Polen entfernt.  
Auch dann wird die Anziehungskraft immer schwächer je weiter man entfernt ist.**

4.4 - A

### **„Eisenkrümel“**

Wenn man viele kleine Eisenkrümel auf Magnete streut, dann werden diese vom Magneten angezogen.

Hier seht ihr wie das aussieht:

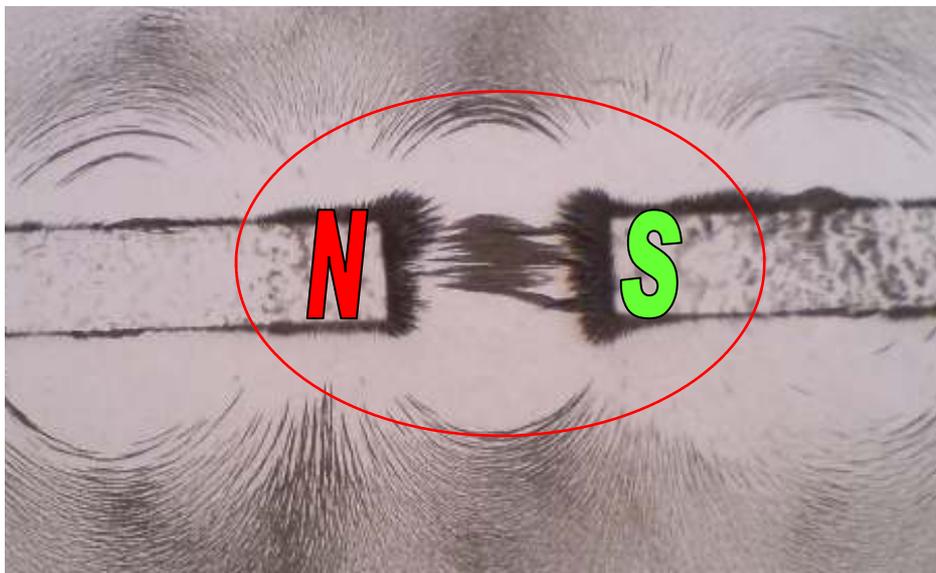


Warum gibt es an den Polen solche Haufen von Eisenkrümel?

4.5 - A

### „Eisenkrümel“

Legt man zwei Magnete nebeneinander, dann bekommt man so ein Bild:

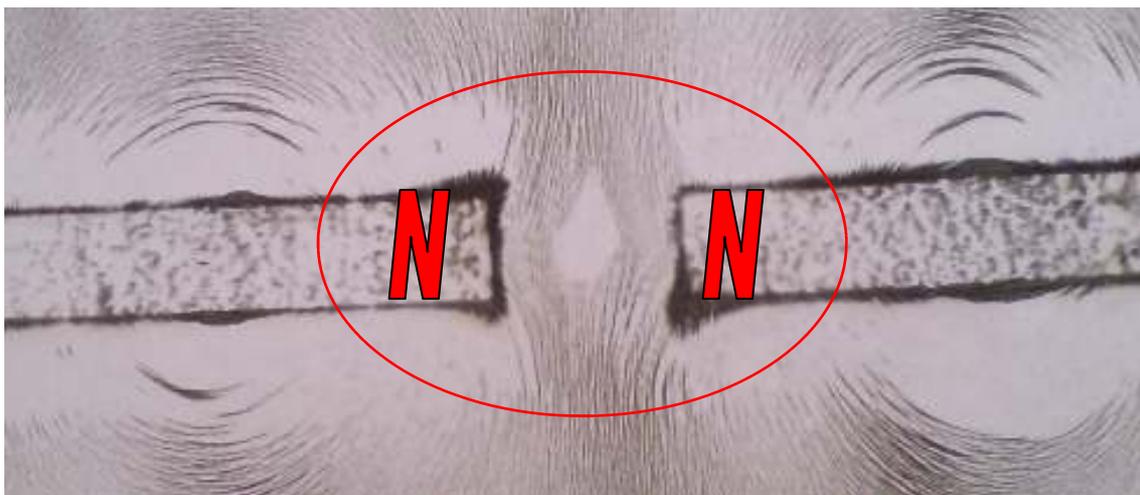


Schaut genau in die Mitte!  
Das N steht für Nordpol, das S für Südpol. Stoßen sich die Magnete ab oder ziehen sie sich an?

4.6 - A

### „Eisenkrümel“

Legt man zwei Magnete nebeneinander, dann bekommt man so ein Bild:



Schaut genau in die Mitte!  
Das N steht für Nordpol. Stoßen sich die Magnete ab oder ziehen sie sich an?

4.7 - L

### „Eisenkrümel“ (Lösung)

Das erste Eisenkrümelbild (Karte 4.5) zeigt zwei Magnete die sich anziehen.

Das zweite Eisenkrümelbild (Karte 4.6) zeigt zwei Magnete die sich abstoßen.

Welche Regel erklärt, dass sich Nord- und Südpol anziehen?

Wenn ihr die Regel nicht mehr wisst, dann sucht die passende Karte!

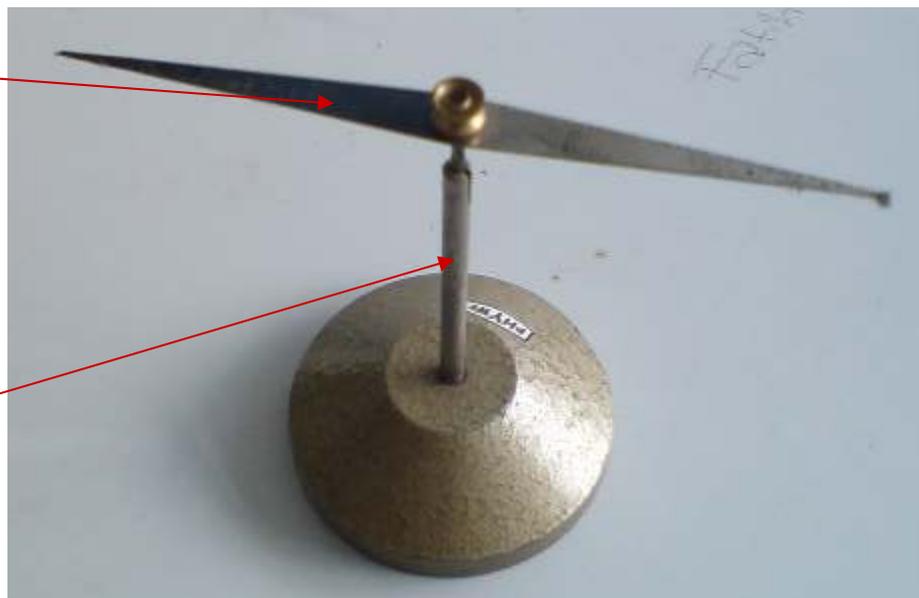
5.1 - I

### Der Polanzeiger 1

In der Kiste befindet sich ein Polanzeiger. Er sieht so aus:

Anzeigenadel

Standfuß



5.2 - I

## Der Polanzeiger 2

Der Polanzeiger besteht aus einer Anzeigenadel. Diese ist an einem Ende farbig markiert. Sie ist ein Magnet. **Das markierte Ende ist der Nordpol.**



Mit Hilfe des Polanzeigers können die Pole eines Magneten bestimmt werden.

Da die Anzeigenadel drehbar auf der Spitze des Standfußes liegt, kann sie sich leicht zu einem Magnetpol drehen.

5.3 - A

## Der Polanzeiger 3

Nehmt euch den Polanzeiger aus der Kiste! Nehmt euch zusätzlich einen Stabmagneten!

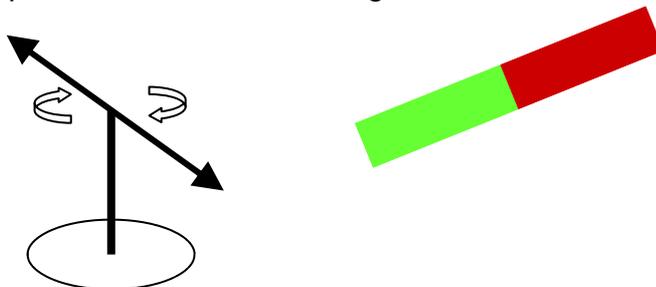
Haltet einen der Pole des Magneten in die Nähe der Anzeigenadel!

**Achtung: Der Magnet darf die Nadel nicht berühren!**

Was passiert?

Haltet nun den anderen Pol in die Nähe der Anzeigenadel!

Was passiert? Notiert euer Ergebnis auf eurem Arbeitsblatt!



5.4 - A

### Der Polanzeiger 4

Welche Regel erklärt, dass der Polanzeiger den Nordpol zum Südpol des Magneten dreht?

Wenn ihr die Regel nicht mehr wisst, dann sucht die passende Karte!

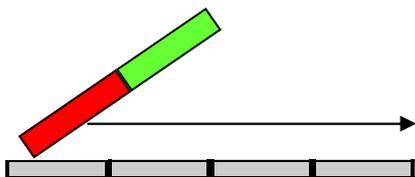
6.1 - A

### Magnetherstellung

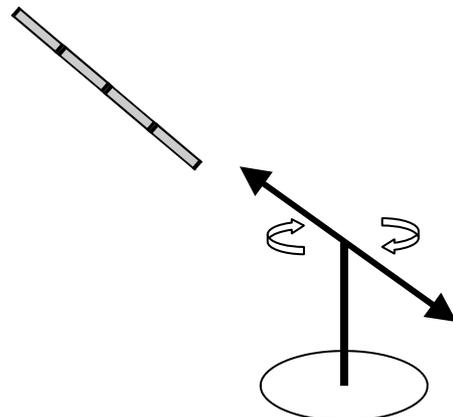
Nehmt aus der Kiste die graue lange Eisenstange, die sich auseinander-schrauben lässt! Wenn die Stücke einzeln in der Kiste liegen, schraubt sie zusammen! Außerdem braucht ihr noch einen Stabmagnet und den Polanzeiger.

Streicht nun mit einem Pol des Stabmagneten langsam und gleichmäßig von vorne bis hinten über die graue Stange! Wiederholt diesen Vorgang ca. 20 mal! Jetzt haltet erst das eine Ende der Stange an den Polanzeiger, dann das andere!

Beobachtet was passiert und schreibt das Ergebnis auf euer Arbeitsblatt!



dann:



6.2 - L

## Magnetherstellung

**Die Stange zieht einen Pol der Anzeigenadel an. Die Stange ist also zu einem Magneten geworden.**

Markiert den Nordpol der Stange mit dem roten Isolationsband aus der Kiste!

Den Südpol der Stange markiert ihr mit dem grünen Isolationsband!

Nehmt eine Schere um das Isolationsband abzuschneiden!

Das Ergebnis sollte etwa so aussehen:



6.3 - A

## Magnetherstellung

Schraubt nun die Stange **auseinander**! Prüft jedes Stück am Polanzeiger!

Die Nadel sollte sich drehen. Was bedeutet das?

6.4 - L

## Magnetherstellung

Da die Nadel sich auch zu den einzelnen Stücken der Stange dreht, müssen diese Stücke ebenfalls Magnete sein.

Markiert die einzelnen Stücke mit Isolationsband!

Der Nordpol mit rotem und den Südpol mit grünem!

Was fällt euch auf?

6.5 - I

## Magnetherstellung

Sehen eure Markierungen so aus?



**Wenn nicht, dann ruft den Lehrer!**

6.6 - A

### **Magnetherstellung**

Schraubt nun die einzelnen Stücke wieder zu einer Stange zusammen!

Prüft mit dem Polanzeiger, ob die markierten Pole noch vorhanden sind!

6.7 - E

### **Magnetherstellung**

Durch die Versuche habt ihr einige neue Regeln entdeckt:  
Eine dieser Regeln steht auf dieser Karte. Drei weitere sollt ihr selbst herausfinden!  
**Füllt dazu den Lückentext auf eurem Arbeitsblatt aus!**

**Wenn man mit einem Magneten über einen  
ferromagnetischen Stoff streicht,  
dann wird dieser Stoff magnetisch.**

**Das nennt man „Magnetisieren“.**

6.8 - L

## Magnetherstellung

**Teilt man einen Magneten, so erhält man zwei neue Magnete mit jeweils einem Nord- und einem Südpol!**

**UND**

**Fügt man kleine Magnete zusammen entsteht ein Magnet!**

**UND**

**Einen Magneten mit nur einem Pol gibt es nicht!**

**Habt ihr euch alles richtig überlegt?**

6.9 - I (Zusatz)

## Magnetherstellung

Stellt euch vor, ein Eisenklotz hätte in sich viele kleine Stabmagnete, die durcheinander liegen. In diesem Zustand wäre der Eisenklotz noch kein Magnet.



Abb. A.4

=



Abb. A.5

Wenn man nun mit einem Pol eines Magneten über den Eisenklotz streicht, dann richten sich diese „Minimagnete“ im Inneren alle in die selbe Richtung aus. Das würde dann so aussehen:



Abb. A.6

=



Abb. A.7

Wie ihr seht, sind alle „Minimagnete“ mit dem Nordpol nach rechts gerichtet, umgekehrt mit ihrem Südpol nach links. Ein Magnet mit zwei Polen ist entstanden.

Für Profis: Was hat diese Karte mit den Karten 6.2-6.5 zu tun?

**Bitte füllt jetzt jeder einen der folgenden Fragebögen aus!  
(Wenn zu viele Fragebögen da sind, lasst ihr die einfach leer.)**

Wie spät ist es gerade? Schreibe hier die Uhrzeit hin: \_\_\_\_\_

Dein Vorname ist: \_\_\_\_\_

**Kreuze an!** Du darfst eine andere Meinung haben als deine Gruppenmitglieder!

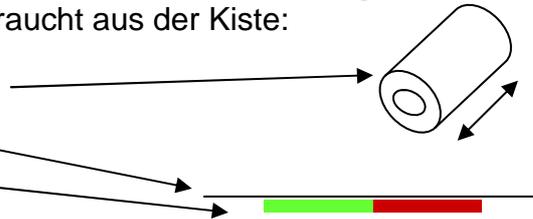
	 stimmt nicht	 stimmt genau
Das letzte Experiment hat mir Spaß gemacht.		
Das letzte Experiment war sehr einfach.		
Ich kannte das letzte Experiment schon vorher.		
Bei dem letzten Experiment habe ich eigene Ideen ausprobiert.		
Ich fand das letzte Experiment interessant.		

7.1 - A

## Eisenkrümelbilder

Erinnert euch an die Eisenkrümelbilder der beiden Stabmagnete. Ihr sollt nun selbst so ein Bild herstellen. Ihr braucht aus der Kiste:

- Streuer mit Eisenkrümeln
- großes Blatt Karton
- Stabmagnet



Legt das Blatt auf den Magneten! Achtet darauf das sich der Magnet etwa unter der Mitte des Blattes befindet. Nun streut vorsichtig Eisenkrümel auf das ganze Blatt! Haltet dabei ein bisschen Abstand, damit der Eisenkrümel gut locker fallen kann und keine Haufen entstehen.

**Achtet darauf, dass keine Eisenkrümel direkt auf den Magneten fallen! Die Entfernung ist sehr schwierig, da die Eisenkrümel sehr stark am Magneten haften.**

7.2 - A

## Eisenkrümelbilder

Schaut euch euer erstelltes Eisenkrümelbild genau an!

Wenn es ähnlich aussieht, wie das auf Karte 4.4, dann habt ihr alles richtig gemacht.

Wenn nicht versucht es nochmal!

**Bitte füllt jetzt jeder einen der folgenden Fragebögen aus!  
(Wenn zu viele Fragebögen da sind, lasst ihr die einfach leer.)**

Wie spät ist es gerade? Schreibe hier die Uhrzeit hin: \_\_\_\_\_

Dein Vorname ist: \_\_\_\_\_

**Kreuze an!** Du darfst eine andere Meinung haben als deine Gruppenmitglieder!

	 stimmt nicht	 stimmt genau
Das letzte Experiment hat mir Spaß gemacht.		
Das letzte Experiment war sehr einfach.		
Ich kannte das letzte Experiment schon vorher.		
Bei dem letzten Experiment habe ich eigene Ideen ausprobiert.		
Ich fand das letzte Experiment interessant.		

7.3 - E

### **Eisenkrümelbilder**

Die Linien und Haufen, die die Eisenkrümel bilden, liegen an den Polen dichter zusammen. In der Mitte sind sie weiter voneinander entfernt.

Erinnert euch an das Experiment „Wo hat ein Magnet seine stärkste Anziehungskraft“.

Wo hatte der Magnet die stärkste Anziehungskraft? Genau, an seinen Polen!

**Je dichter die Linien der Eisenkrümel zusammenliegen,  
evtl. bilden sie sogar ganze Haufen,  
desto höher ist die Anziehungskraft des Magneten an dieser  
Stelle.**

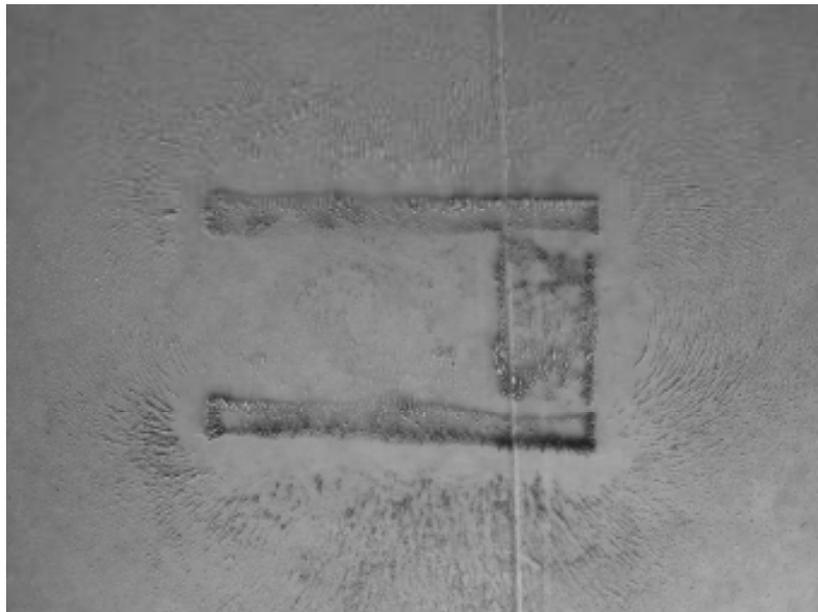
7.4 - A

### **Eisenkrümelbilder**

Auf den nächsten Karten seht ihr weitere Eisenkrümelbilder. Versucht mal zu erraten, welche Magnetform sich hinter ihnen verbirgt!

7.5 - Q

### Eisenkrümelbild 1



Schreibt eure Vermutung auf das Arbeitsblatt!

7.6 - Q

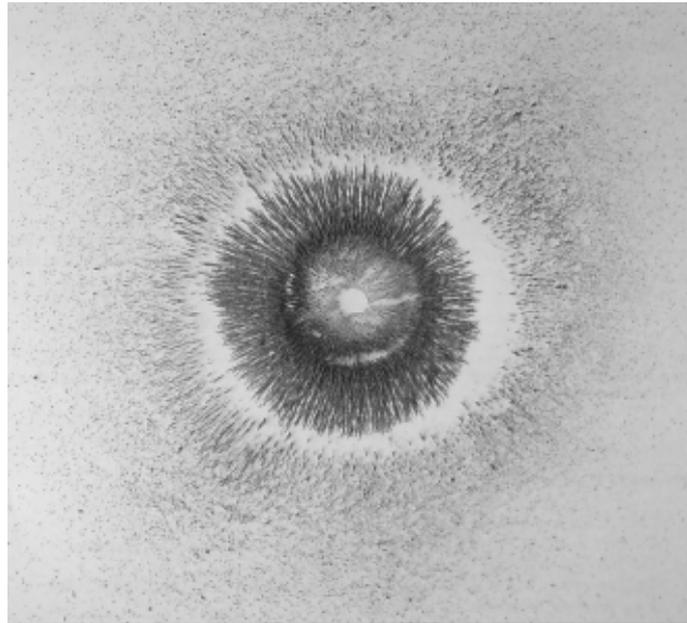
### Eisenkrümelbild 2



Schreibt eure Vermutung auf das Arbeitsblatt!

7.7 - Q

### Eisenkrümelbild 3



Schreibt eure Vermutung auf das Arbeitsblatt!

7.8 - L

### Eisenkrümelbilder (Lösung)

Eisenkrümelbild 1 = Hufeisenmagnet



Eisenkrümelbild 2 = Stabmagnet



Eisenkrümelbild 3 = Ringmagnet



7.9 - I (Zusatz)

## Magnetfeld

Ein Magnet kann direkt und auch ohne Kontakt einen ferromagnetischen Stoff anziehen. Diese Eigenschaft erhält der Magnet durch eine Erscheinung, die man „Magnetfeld“ nennt.

Dieses Magnetfeld kann Materialien durchdringen, die keine ferromagnetischen Stoffe sind und ferromagnetische Stoffe oder andere Magnete anziehen.

Dieses Feld ist für uns unsichtbar. Es kann mit Eisenkrümel sichtbar gemacht werden. Die Eisenkrümel verbinden sich an manchen Stellen um den Magneten herum zu Linien.

Die einzelnen Linien nennt man Feldlinien. Diese ergeben zusammen ein Feldlinienbild.

Sie zeigen aber nicht das Feld selbst, sondern nur die anziehende Wirkung des Feldes!

8.1 - I

## Magnete im Alltag

Ihr kennt bestimmt viele Einsatzgebiete von Magneten im Alltag, zu Hause usw.!

Erinnert ihr euch noch an den „Polanzeiger“ aus den vorherigen Versuchen? In Wirklichkeit ist das eine ganz alte Erfindung von Seefahrern und nennt sich **Kompassnadel**.

Mit Hilfe der Kompassnadel kann man auch auf dem Meer herausfinden wo Norden und wo Süden ist.

8.2 - A

## Der Kompass

Woher weiß der Kompass, wo Norden und wo Süden ist?  
Ganz einfach: Die Erde selbst ist ein Magnet!

Nehmt aus der Kiste die blaue Halbkugel und die beiden nichtlackierten Stabmagneten! Fügt die zwei Stabmagneten zu einem Magneten zusammen! Nehmt euch auch den kleinen Kompass!

Legt die blaue Halbkugel auf den Stabmagneten!  
Fahrt nun mit dem Kompass über die Halbkugel und beobachtet die Kompassnadel!



8.3 - A

## Der Kompass

Die Kompassnadel zeigt immer zu einem Pol, egal wo man sich auf der Erde befindet.

Die Pfeilspitze der Kompassnadel ist der Nordpol der magnetischen Nadel. Sie zeigt immer zum Nordpol der Erde.

Ihr habt gelernt, dass sich gleiche Pole gegenseitig abstoßen. Wie kann dann der Nordpol der Kompassnadel zum Nordpol zeigen?

8.4 - E

## Der Kompass

**Der geographische Nordpol  
(also der Pol der Erde, den wir „Nordpol“ nennen)  
ist ein magnetischer Südpol.**

**Der geographische Südpol ist ein magnetischer Nordpol.**

9.1 - A

## Kompassbau

Eure Aufgabe: Baut einen Kompass, der auf dem Wasser funktioniert!

Alles was ihr dazu braucht, findet ihr in der Kiste:

- 1 Schale Wasser
- 1 Stück Styropor
- 1 Stahlstift
- 1 Magnet mit starker Anziehungskraft.

Seit kreativ und erinnert euch an alles bisher Gelernte!  
Viel Spaß und gutes Gelingen!

*Wenn ihr Hilfe braucht, sind zunächst Tipps auf der nächsten Karte.*

9.2 - H

### **Kompassbau - Tipps**

- Tipp 1: Aus dem Stahlstift kann man einen Magneten machen.
- Tipp 2: Styropor schwimmt auf Wasser.
- Tipp 3: Das Styropor hat in der Mitte ein Loch. Was gehört da hinein?

Ist jetzt alles klar? Sonst schaut euch auch noch die nächsten Tipps an!  
Ihr findet sie am Lehrerpult.

9.3 - L

### **Kompassbau - Lösung**

1. Magnetisiert den Stahlstift mit dem Stabmagneten und steckt ihn in das Styropor!  
Achtet darauf, dass er auf beiden Seiten gleichlang herausragt!
2. Legt das Styropor nun in die Wasserwanne!  
Wartet bis er sich nicht mehr bewegt!  
Der Kompass fertig.
3. Überprüft mit dem Kompass aus der Kiste, ob euer Kompass in die richtige Richtung zeigt!

**Bitte füllt jetzt jeder einen der folgenden Fragebögen aus!  
(Wenn zu viele Fragebögen da sind, lasst ihr die einfach leer.)**

Wie spät ist es gerade? Schreibe hier die Uhrzeit hin: \_\_\_\_\_

Dein Vorname ist: \_\_\_\_\_

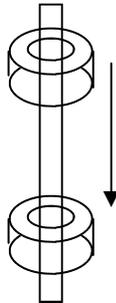
**Kreuze an!** Du darfst eine andere Meinung haben als deine Gruppenmitglieder!

	 stimmt nicht	 stimmt genau
Das letzte Experiment hat mir Spaß gemacht.		
Das letzte Experiment war sehr einfach.		
Ich kannte das letzte Experiment schon vorher.		
Bei dem letzten Experiment habe ich eigene Ideen ausprobiert.		
Ich fand das letzte Experiment interessant.		

10.1 - A

## Zauberhafte Physik

Nehmt euch die zwei Ringmagnete und den Aluminiumstab aus der Kiste!  
Fädelt den einen Ring mit dem Nordpol nach oben auf den Stab und den anderen Ring mit dem Nordpol nach unten darüber, so dass sich zwei gleiche Pole gegenüberstehen!



Nach unten ? Nach oben ?

Was passiert?

Der obere Magnet schwebt.

Ihr könnt bestimmt erklären, warum der obere Magnet schwebt, oder?

Um welche Regel handelt es sich?

Was müsst ihr tun um eure Vermutung zu prüfen?

Tipp: Denkt an den Polanzeiger!

## **Anhang B - Arbeitsblatt Aktionsbox Magnetismus**

Name: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

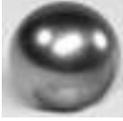
## Rund um den Magneten

### Arbeitsblatt

Auf diesem Blatt trägst du deine Ergebnisse ein, die du bei den Versuchen herausbekommen hast.

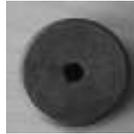
---

#### Magnetformen (Karte 1.1):



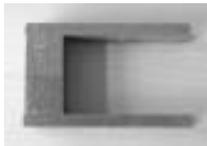
Form: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_



Form: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_



Form: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

---

#### Eigenschaften von Magneten (Karte 2.9):

#### Allgemeine Regel

\_\_\_\_\_ pol stößt \_\_\_\_\_ pol ab!

\_\_\_\_\_ pol stößt \_\_\_\_\_ pol ab!

\_\_\_\_\_ pol und \_\_\_\_\_ pol ziehen einander an!

---

#### Wirkung von Magneten auf andere Stoffe (Karte 3.2):

Material	wird angezogen	wird nicht angezogen
Eisen		
Aluminium		
Messing		
Holz		
Blei		

Name: \_\_\_\_\_

## Rund um den Magneten Arbeitsblatt Seite 2

---

### Der Polanzeiger (Karte 5.3):

Der Nordpol der Anzeigenadel dreht sich zum \_\_\_\_\_ - Pol des Magneten.

Der Südpol der Anzeigenadel dreht sich zum \_\_\_\_\_ - Pol des Magneten.

---

### Magnetherstellung (Karte 6.1):

---

---

---

### Magnetherstellung (Karte 6.7):

Teilt man einen \_\_\_\_\_, so erhält man \_\_\_\_\_ neue \_\_\_\_\_

mit jeweils einem \_\_\_\_\_ – und einem \_\_\_\_\_ pol!

Fügt man kleine \_\_\_\_\_ zusammen entsteht ein Magnet!

Einen \_\_\_\_\_ mit nur einem \_\_\_\_\_ gibt es nicht!

---

### Eisenkrümelbilder (Karten 7.5, 7.6, 7.7):

Das Eisenkrümelbild 1 zeigt einen \_\_\_\_\_!

Das Eisenkrümelbild 2 zeigt einen \_\_\_\_\_!

Das Eisenkrümelbild 3 zeigt einen \_\_\_\_\_!

## **Anhang C - Abschlusstest Aktionsbox Magnetismus**

**„Rund um den Magneten“**  
Abschlusstest - Seite 1

1. Nenne drei Magnetformen:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

2. Kreuze an, welche Aussage stimmt!

- Nordpol stößt Nordpol ab!
- Südpol zieht Südpol an!
- Südpol zieht Nordpol an!
- Nordpol zieht Nordpol an!
- Südpol stößt Südpol ab!

3. Kreuze an! Stoffe, die von einem Magneten angezogen werden, bezeichnet man als:

- Ferramagnetische Stoffe
- Ferrimagnetische Stoffe
- Ferromagnetische Stoffe
- Ferrumagnetische Stoffe

4. Was passiert, wenn man einen Magneten teilt?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

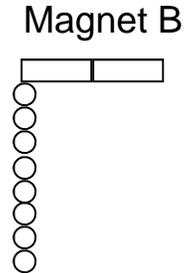
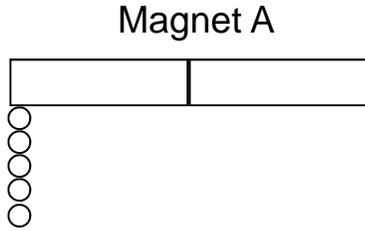
5. Fülle die Lücken aus!

Der Polanzeiger besteht aus einer \_\_\_\_\_ die ein  
\_\_\_\_\_ ist. Mit seiner Hilfe kann man die \_\_\_\_\_  
eines \_\_\_\_\_ herausfinden. Den Polanzeiger nennt  
man auch \_\_\_\_\_.

Name: \_\_\_\_\_

**„Rund um den Magneten“**  
Abschlusstest - Seite 2

6. Welcher dieser Magnete hat eine stärkere Anziehungskraft?



Antwort: Magnet \_\_\_\_ hat eine stärkere Anziehungskraft!

7. Was ich sonst noch über Magnete gelernt habe:

---

---

---

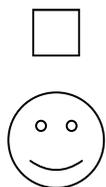
---

---

---

---

8. Kreuze an! Das Lernen mit der Lernkiste fand ich:



Gut!



Geht so!



Nicht gut!

## Anhang D - Materialliste

Es wird für eine Aktionsbox folgendes Material benötigt:

- 2 Stabmagnete
- 2 Hufeisenmagnete
- 2 Kugelmagnete
- 2 Ringmagnete ( $\varnothing_{\text{innen}} = 6\text{mm}$ )
- 2 Rundmagnete
- 2 schmale Stabmagnete
- 1 Streuer
- Eisenfeilspäne
- 1 Halbkugel
- 4 Stahlstangen mit Außen- und Innengewinde
- 50 Stahlkugeln mit ( $\varnothing = 4\text{mm}$ )
- 1 Kompassnadel mit Ständer
- 2 Stahlstifte (L = ca. 5mm)
- 2 Schreibkompass
- 1 Reisekompass
- 5 Materialplättchen (Eisen, Blei, Holz, Messing, Aluminium)
- 1 Styroporquader (LxBxH = 40mm x 20mm x 10mm)
- 1 Rolle rotes Isolierband
- 1 Rolle grünes Isolierband
- 1 Plastikwanne
- 1 Aluminiumstange ( $\varnothing = 6\text{mm}$  L = ca. 120mm)



**Anhang E - Auswertungsmatrizen der ersten Erprobung  
ANONYMISIERT**

## Auswertungsmatrix - Erste Erprobung Arbeitsblatt 5. Klasse

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Aufgabe 6	Aufgabe 7	Letzte Karte
S1 Gr1	-	-	-	-	-	-	-	6.1
S2 Gr1	-	-	-	-	-	-	-	6.1
S3 Gr1		-			-		-	6.1
S15 Gr2						-	-	6.3
S16 Gr2						-	-	6.3
S17 Gr2						-	-	6.3
S4 Gr3							-	6.8
S5 Gr3							-	6.8
S18 Gr4				Rot und Grün				Kompass- bau
S19 Gr4		Rot und Grün		Rot und Grün				Kompass- bau
S20 Gr4		Rot und Grün		Rot und Grün				Kompass- bau
S21 Gr5		Rot und Grün		Rot und Grün				Kompass- bau
S22 Gr5		Rot und Grün		Rot und Grün				Kompass- bau
S23 Gr5		Rot und Grün		Rot und Grün				Kompass- bau

## Auswertungsmatrix - Erste Erprobung Zwischenfragebogen 5. Klasse

	Fragebogen 1	Fragebogen 2	Fragebogen 3	Fragebogen 4	Fragebogen 5
S1 Gr1					
S2 Gr1					
S3 Gr1					
S15 Gr2	10:55				
S16 Gr2	10:55				
S17 Gr2	10:55				
S4 Gr3	10:50	11:04	12:05		
S5 Gr3	10:50	11:04	12:05		
S18 Gr4	12:07				
S19 Gr4	12:07				
S20 Gr4	12:07				
S21 Gr5	11:00	11:40			
S22 Gr5	11:00	11:40			
S23 Gr5	11:00	11:45			

Schema: Uhrzeit ; Frage 1 ; Frage 2 ; Frage 3 ; Frage 4 ; Frage 5

Beginn: 10:40 Uhr

Ende: 12:05 Uhr

**Auswertungsmatrix - Erste Erprobung**  
**Abschlusstest 5. Klasse**

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Aufgabe 6	Aufgabe 7	Bewertung
S1 Gr1	Red	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Red
S2 Gr1	Green	Green	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow
S3 Gr1	Green	Green	Red	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow
S15 Gr2	Yellow	Green	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Green
S16 Gr2	Yellow	Green	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Green
S17 Gr2	Yellow	Green	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Green
S4 Gr3	Green	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Yellow
S5 Gr3	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Yellow	Green
S18 Gr4	Green	Green	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Green
S19 Gr4	Green	Yellow	Red	Red	Red	Green	Yellow	Green
S20 Gr4	Green	Green	Red	Red	Red	Green	Yellow	Green
S21 Gr5	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Yellow
S22 Gr5	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Yellow
S23 Gr5	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Yellow

**Anhang F - Auswertungsmatrizen der zweiten Erprobung  
ANONYMISIERT**

## Auswertungsmatrix - Zweite Erprobung Arbeitsblatt 5. Klasse

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Aufgabe 6	Aufgabe 7	Letzte Karte
S14 Gr1		+ und -		M-Nadel falsch		-	-	6.1
S11 Gr1		+ und -		M-Nadel falsch		-	-	6.1
S12 Gr1		+ und -		M-Nadel falsch		-	-	6.1
S24 Gr2		+ und -			-	-	-	-
S25 Gr2						-	-	6.1
S26 Gr2		+ und -				-	-	6.1
S27 Gr2		+ und -				-	-	6.1
S28 Gr3					-	-	-	5.3
S29 Gr3					-	-	-	5.3
S30 Gr3					-	-	-	5.3
S31 Gr3					-	-	-	5.3
S10 Gr4				M-Nadel falsch				Kompass- bau
S7 Gr4				M-Nadel falsch				Kompass- bau
S8 Gr4				M-Nadel falsch				Kompass- bau
S9 Gr4				M-Nadel falsch				Kompass- bau
S6 Gr1 und 5		+ und -					-	6.7
S32 Gr5		+ und -					-	6.7
S13 Gr5							-	6.7
S33 Gr5							-	6.7
S34 Gr5		+ und -					-	-

## Auswertungsmatrix - Zweite Erprobung Zwischenfragebogen 5. Klasse

	Fragebogen 1	Fragebogen 2	Fragebogen 3	Fragebogen 4	Fragebogen 5
S14 Gr1	10:17	10:35	11:55		
S11 Gr1	10:17	10:35			
S12 Gr1	10:17	10:35			
S24 Gr2	10:13	10:26	11:50		
S25 Gr2	10:13	10:26	11:50		
S26 Gr2	10:13	10:26	11:50		
S27 Gr2	10:13	10:26	11:50		
S28 Gr3		10:30			
S29 Gr3		10:30			
S30 Gr3		10:30			
S31 Gr3		10:30			
S10 Gr4	10:13	10:25	11:15	11:32	11:55
S7 Gr4	10:13	10:25		11:32	11:55
S8 Gr4	10:13	10:25		11:32	11:55
S9 Gr4	10:13	10:25	11:15	11:32	11:55
S6 Gr1 und 5	10:17	10:35	11:50		
S32 Gr5	10:12	10:20	11:45		
S13 Gr5	10:12	10:20	11:45		
S33 Gr5	10:12	10:20	11:45		
S34 Gr5	10:12	10:20	11:45		

Schema: Uhrzeit ; Frage 1 ; Frage 2 ; Frage 3 ; Frage 4 ; Frage 5

Beginn: 10.10 Uhr

Ende: 11.55 Uhr

