



MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Entwicklung und Evaluation eines Unterrichtskonzeptes zum
Thema Magnetismus für die Sekundarstufe I

verfasst von / submitted by
Florian Kellner, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfillment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2024 / Vienna, 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 199 520 523 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) UF Mathematik
UF Physik

Betreut von / Supervisor:

Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron, Privatdoz.

Danksagung

Ich möchte die Gelegenheit nutzen, um mich bei all jenen Personen und Institutionen zu bedanken, die mich während meiner Reise durch das Lehramtsstudium bis zur Fertigstellung meiner Masterarbeit unterstützt und ermutigt haben.

Zunächst möchte ich meiner Betreuerin Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron danken. Ihre fachliche Expertise, die wertschätzende Art der Kommunikation und die vielen praktischen Ratschläge haben dazu beigetragen, dass diese Arbeit entstanden ist. Zusätzlich hat mich Frau Urban-Woldron auch durch die für mich sehr herausfordernden ersten Wochen meiner Berufstätigkeit mit viel Verständnis begleitet. Ich weiß das sehr zu schätzen. Vielen Dank dafür!

Ein besonderer Dank gilt auch meinen engen Familienmitgliedern und Freund:innen, im Besonderen meiner Mutter Gerda Kellner, meinem Bruder Franz, seiner Frau Maria und meinem treuen Freund und Arbeitskollegen Mohamed Abdel Keream, die mich während dieser intensiven Phase begleitet haben. Ihre bedingungslose Unterstützung hat mich in den herausfordernden Zeiten gestärkt und mir geholfen, meine Ziele zu erreichen.

Des Weiteren möchte ich meinen Kommilitonen danken, mit denen ich Ideen und Erfahrungen austauschen konnte. Die gemeinsamen Diskussionen haben meinen Horizont stets erweitert und zur Durchführung meiner Forschungsarbeit beigetragen. Hervorheben möchte ich an dieser Stelle Stefan Brenner und Christian Mandl.

Ein spezieller Dank gebührt auch den Teilnehmer:innen meiner empirischen Untersuchung in Form von Fragebögen. Allen voran meinem geschätzten Kollegen Benjamin Schlögl. Die Bereitschaft, ihren Wissensstand und ihre Erfahrungen mit mir zu teilen, waren von unschätzbarem Wert, ohne die meine Abschlussarbeit so nicht möglich gewesen wäre.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei allen Mitarbeiter:innen der Universität Wien bedanken, mit besonderem Dank an alle Beteiligten des AECC Physik, die mir mit ihrem Einsatz erst die Möglichkeit gegeben haben, dieses Masterstudium zu absolvieren. Die Ausbildung, die ich erhalten habe, hat mich in meiner persönlichen und beruflichen Entwicklung nachhaltig geprägt.

Abschließend möchte ich mich bei allen Steuerzahler:innen in Österreich bedanken. Ohne Sie wäre weder die Schule noch die Universität realisierbar.

Vielen herzlichen Dank!

Florian Kellner

Abstract

This thesis represents an attempt to skillfully combine two already empirically evaluated teaching concepts on the topic of magnetism for secondary level I. The two initial concepts are, on the one hand, the iron-magnet model of the SUPRA learning platform and, on the other hand, the spiral curriculum for secondary level I of the MINTeinander initiative. The aim is to provide a third teaching concept that can be integrated into the daily teaching routine of physics teachers with a minimum of effort, while retaining the advantages of the two initial concepts and attempting to minimize their disadvantages. The resulting concept is described in the paper under the name "hybrid concept".

The learning effectiveness of this hybrid concept was evaluated at a Viennese high school using a pre-, post-, follow-up test design. Two 4th grade classes, which were taught exclusively with the hybrid concept by the author of this paper, served as the intervention group. Another 4th grade class from the same school that was traditionally taught using a mainstream textbook served as the comparison group.

The non-representative data suggest that teaching using the hybrid concept addresses much of the common learner preconceptions better than traditional teaching can. Additionally, a greater number of areas of interest can be covered via hybrid concept instruction than traditional instruction does.

However, further research with a larger experimental group is needed to provide statistically significant support for the conjectures.

Kurzfassung

Diese Arbeit stellt einen Versuch dar, zwei bereits empirisch evaluierte Unterrichtskonzeptionen zum Thema Magnetismus für die Sekundarstufe I geschickt zu vereinen. Die beiden Ausgangskonzepte sind zum einen das Eisen-Magnet-Modell der Lernplattform SUPRA und zum anderen das Spiralcurriculum für die Sekundarstufe I der Initiative MINTeinander. Dabei ist das Ziel ein anschlussfähiges drittes Unterrichtskonzept bereitzustellen, das mit minimalem Arbeitsaufwand in den Lehralltag von Physik-Lehrkräften integriert werden kann und dabei die Vorteile der beiden Ausgangskonzepte behält, aber ihre Nachteile versucht zu minimieren. Das dabei entstandene Konzept wird in der Arbeit unter dem Namen "Hybrid-Konzept" beschrieben.

Die Lernwirksamkeit dieses Hybrid-Konzeptes wurde an einem Wiener Gymnasium mit einem Pre-, Post-, Follow-up Testdesign evaluiert. Als Interventionsgruppe dienten zwei 4. Klassen, die vom Autor dieser Arbeit ausschließlich mit dem Hybrid-Konzept unterrichtet wurden. Als Vergleichsgruppe diente eine weitere 4. Klasse der gleichen Schule, die traditionell nach einem gängigen Schulbuch unterrichtet wurde.

Die nicht repräsentativen Daten lassen vermuten, dass der Unterricht nach dem Hybrid-Konzept einen Großteil der gängigen Lernendenvorstellungen besser adressiert, als es der traditionelle Unterricht vermag. Zusätzlich kann über einen Unterricht mit dem Hybrid-Konzept eine größere Anzahl an Interessenbereichen abgedeckt werden, als es der traditionelle Unterricht tut.

Um die Vermutungen statistisch signifikant zu untermauern, müssen jedoch weitere Forschungen mit einer größeren Versuchsgruppe durchgeführt werden.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	i
Abstract	iii
Kurzfassung	v
1. Einleitung	1
1.1. Forschungsinteresse	1
1.2. Forschungsfragen	2
1.3. Hypothesen	2
I. Theorie	3
2. Referenzkonzepte	5
2.1. Traditioneller Unterricht	5
2.2. Spiralcurriculum von MINTeinander	6
2.2.1. Sachstruktur über 5 Lerneinheiten	7
2.2.2. Stärken- und Schwächenanalyse	9
2.3. Eisen-Magnet-Modell aus SUPRA	12
2.3.1. Sachstruktur - 10+1 Lernstationen in etwa 3 Unterrichtsstunden	12
2.3.2. Stärken- und Schwächenanalyse	17
3. Hybrid-Konzept	19
3.1. Ausgangslage	19
3.2. Didaktische Analyse	20
3.3. Detaillierte Stundenplanungen	29
3.4. Der Magnetismus-Experimentekoffer	29
3.5. Das Forschungsbuch	30
4. Forschungsdesign	33
4.1. Erhebung der Grunddaten	33
4.2. Pretest	34
4.3. Posttest	34
4.4. Follow-up Test	34
5. Aufbereitung und Auswertung der Daten	37

II. Empirie	39
6. Ergebnisse	41
6.1. Darstellung der Ergebnisse	41
6.2. Interpretation der Ergebnisse	52
7. Fazit und Ausblick	65
7.1. Meine Erfahrungen nach der ersten Durchführung des Hybrid-Konzepts .	65
7.2. Zusammenfassung der Ergebnisse	66
7.3. Beantwortung der Forschungsfragen	67
7.4. Offene Fragen	68
Literaturverzeichnis	69
A. Anhang	71

1. Einleitung

1.1. Forschungsinteresse

Im Zuge meiner Unterrichtsvorbereitungen für das Schuljahr 2022/23 habe ich mich eingehender mit physikdidaktischen Ideen und Erkenntnissen zum Thema Magnetismus auseinandergesetzt. Dazu habe ich mich mit der Literatur [Hopf et al., 2021](#) insbesondere mit dem Kapitel 9: "Unterrichtskonzeptionen zum Magnetismus", geschrieben von Martin Hopf und Roland Berger, beschäftigt. In diesem Kapitel beschreiben die Autoren in Abschnitt 9.3 das sogenannte "Spiralcurriculum Magnetismus" und in Abschnitt 9.4 das Unterrichtskonzept mit dem Namen "Eisen-Magnet-Modell". Beide Unterrichtskonzeptionen stellen eine Alternative zum traditionellen Magnetismus-Unterricht dar und wurden bereits empirisch untersucht. Dabei zeigten die, im Gegensatz zum Spiralcurriculum, umfangreicheren Untersuchungen des Eisen-Magnet-Modells große Lernzuwächse der Schüler:innen im konzeptionellen Verständnis und in der Anwendung des Eisen-Magnet-Modells an sich. [Hopf et al., 2021](#), S. 291]

Während meiner Recherche ist mir dann auf Seite 297 im Abschnitt 9.6 Fazit das folgende Zitat aufgefallen:

"Das Eisen-Magnet-Modell ist dem Spiralcurriculum in manchen Aspekten recht ähnlich, gibt aber an, dass es wesentlich weniger Zeit für die Behandlung der vorkommenden Themen für benötigt. Das Spiralcurriculum ist deutlich umfassender, wenn auch vielleicht in der Sekundarstufe I weniger konsistent konzipiert als die Unterrichtskonzeption zum Eisen-Magnet-Modell. Es erscheint denkbar, auf Basis dieser beiden Konzeptionen eine weitere Unterrichtskonzeption zu entwickeln, die die Vorzüge beider Entwürfe vereint.

Auffallend ist ein Bruch am Ende der (frühen) Sekundarstufe I. Hier enden die phänomenbasierten Unterrichtskonzeptionen. Im späteren Unterricht wird praktisch nicht mehr auf diese Vorarbeiten Bezug genommen. Auffallend ist auch, dass das magnetische Verhalten von Materie kaum mit dem Elektromagnetismus verknüpft wird." [Hopf et al., 2021](#), S. 297]

Dieser Textabschnitt hat sofort mein Interesse geweckt, da ich seit meiner Ausbildung in Physikdidaktik immer schon einmal ein eigenes Unterrichtskonzept zusammenstellen wollte. Auf diese Weise entstand der Wunsch im Zuge meiner Masterarbeit einen neuen Lehrgang zum Thema Magnetismus für die Sekundarstufe I zu entwickeln, der eine geschickte Kombination der beiden erwähnten Konzepte darstellt. Die Wirksamkeit dieses neuen Konzepts soll auch in einer ersten kleinen empirischen Untersuchung erforscht werden.

1. Einleitung

1.2. Forschungsfragen

Es bieten sich mehrere Forschungsfragen an:

- **Forschungsfrage 1:** Welche der bekannten Fehlvorstellungen zum Thema Magnetismus werden durch den Unterricht mit dem neuen Unterrichtskonzept korrigiert?
- **Forschungsfrage 2:** Inwieweit korrigiert der Unterricht mittels Hybrid-Konzept die bekannten Fehlvorstellungen besser, als es der traditionelle Unterricht kann?
- **Forschungsfrage 3:** Inwieweit kann über das Hybrid-Konzept die Polregel besser unterrichtet werden, als es über den traditionellen Unterricht möglich ist?
- **Forschungsfrage 4:** Inwieweit wenden die Lernenden das ihnen präsentierte Modell aktiv zur Erklärung von magnetischen Phänomenen an?
- **Forschungsfrage 5:** Welche Interessensgebiete können durch den Unterricht über das Hybrid-Konzept nachweislich adressiert werden?

1.3. Hypothesen

- **Hypothese 1:** Der Unterricht mit dem neuen Modell führt dazu, dass alle bekannten Fehlvorstellungen mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit von den Lernenden korrigiert werden.
- **Hypothese 2:** Der Unterricht mit dem neuen Modell sorgt dafür, dass alle Fehlvorstellungen besser adressiert werden, als mit dem traditionellen Unterricht. Am Ende des Unterrichts haben mehr Lernende des Hybrid-Konzepts die korrekten Konzepte verinnerlicht.
- **Hypothese 3:** Da es sich bei der Polregel um eine sehr elementare Tatsache handelt, die man leicht mit zwei Magneten experimentell erfahren kann, denke ich, dass es keinen Unterschied in den Lernleistungen zwischen Hybrid-Konzept und traditionellen Unterricht geben wird.
- **Hypothese 4:** Die Schüler und Schülerinnen des neuen Konzepts verwenden nach dem Unterricht mehrheitlich, also mehr als 50 % der Lernenden, das ihnen präsentierte Modell zur Erklärung von magnetischen Phänomenen.
- **Hypothese 5:** Der Unterricht mit dem neuen Konzept adressiert nachweislich alle aus der IPN-Studie bzw. aus der IPa-Studie bekannten Kontexte, mit Ausnahme des Kontexts "Physik als formalisierte Wissenschaft".

Teil I.

Theorie

2. Referenzkonzepte

2.1. Traditioneller Unterricht

Im traditionellen Unterricht der Sekundarstufe I wird der Magnetismus zumeist phänomenologisch unterrichtet. Im Zentrum der Betrachtung stehen nicht selten historisch wichtige Experimente, prägende Physiker:innen und Anwendungen aus der Technik. Intensive Berechnungen oder mathematische Herleitungen bleiben selbst in der Sekundarstufe II eher am Rande der Auseinandersetzung. [Hopf et al., 2021, S. 284]

Etablierte Schulbücher zur Physik beginnen den Magnetismus Unterricht mit einfachen Experimenten zu den möglichen Wirkungen von Magneten und der Erarbeitung der Polregel. Siehe dazu beispielsweise [Apolin, 2018, S. 46] oder [Mašin & Grois, 2020, S. 47]. Dabei tritt im Anschluss, im Gegensatz zum Magnetismus Unterricht in der Primarstufe, das Magnetfeld zum ersten Mal auf. Über erste experimentelle Erfahrungen sehen die Lernenden, dass Magnete auch in einer gewissen Entfernung um sich herum wirken. Sie können beispielsweise Gegenstände wegstoßen, obwohl kein Kontakt zwischen den Gegenständen vorhanden ist. Eine mögliche Deutung ist: Ein Magnet muss von irgendetwas umgeben sein, das für diese Kräfte verantwortlich ist. Dieses "Etwas" wird als Magnetfeld definiert. Das Magnetfeld wird dann symbolisch durch magnetische Feldlinien veranschaulicht. Diese Darstellung folgt aus bekannten Versuchen mit Eisenfeilspänen oder mit Demonstrationsplatten mit kleinen Kompassnadeln darin. [Hopf et al., 2021, S. 307]

Als Modell des Magnetismus kommt traditionell das Modell der sogenannten "Elementarmagneten" zum Einsatz, jedoch ohne auf ihre Verbindung zu den Weisschen Bezirken einzugehen. Die atomare Modellebene des Magnetismus wird im Physikunterricht der Sekundarstufe wenig behandelt. Selbst in der Sekundarstufe II wird das magnetische Verhalten von Materie kaum vertieft. [Hopf et al., 2021, S. 284] Das Schulbuch Big Bang 4 stellt hier insofern eine Ausnahme dar, weil hier eine Kombination eines Modells auf atomarer Ebene und dem Elementarmagnetmodell dargestellt wird. [Apolin, 2018, S. 47]

Den Abschluss des traditionellen Magnetismus Unterrichts der Sekundarstufe I bilden Betrachtungen von stromdurchflossenen Leitern, die dann in weiterer Folge auf die technischen Anwendungen Generator, Elektromotor und Transformator führen. Damit nimmt das Thema Magnetismus mehr die Rolle eines Hilfsthemas ein, um die später behandelten Themen des Elektromagnetismus zu verstehen.

2. Referenzkonzepte

2.2. Spiralcurriculum von MINTeinander

Ähnlich wie in Österreich besteht auch in Deutschland nur selten eine angemessene inhaltliche Abstimmung der Lerninhalte zwischen den verschiedenen Bildungsstufen. Insbesondere in den MINT-Fächern fehlt es an durchgängigen Konzeptionen, wie Themen effektiv und didaktisch reflektiert aufeinander aufbauend vermittelt werden können.

[Aufschnaiter & Wodzinski, 2020](#)

Das Projekt MINTeinander, unter der Leitung der Didaktikerin Prof. Dr. Kornelia Möller, hat zwischen 2009 und 2021 Materialien für verschiedene Themen des Physikunterrichts entwickelt. Ziel war es, dass Kinder im Elementar- und Primarbereich Kompetenzen erwerben, die nahtlos im Sinne eines Spiralprinzips in der weiterführenden Schule weiterentwickelt werden können. Die Materialien zu den Themenbereichen Magnetismus, Schwimmen und Sinken sowie Kräfte und Gleichgewicht wurden sowohl in Zusammenarbeit mit Lehrbuchverlagen (Friedrich Verlag) als auch als Open Educational Resources (OER) veröffentlicht. Auf der Seite

www.telekom-stiftung.de/minteinander-materialien

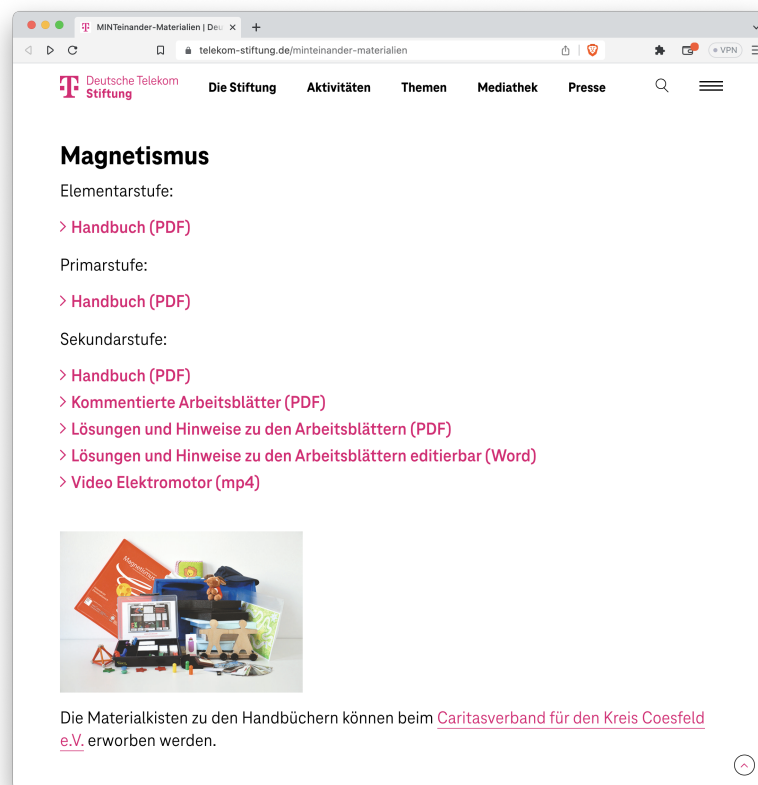


Abbildung 2.1.: Ausgearbeitete Materialien zum Thema Magnetismus. [MIN, 2023](#).

2.2. Spiralcurriculum von MINTeinander

bietet die durch die Deutsche Telekom geförderte Initiative einen Überblick über alle im Projekt erstellten und kostenlos verfügbaren Lehr- und Lernmaterialien.

Das Thema Magnetismus wurde insgesamt für 3 Schulformen (Elementarstufe, Primarstufe, Sekundarstufe) ausgearbeitet. Auf der Homepage des Projektes ist für jede Schulform ein Handbuch hinterlegt, das alle notwendigen Informationen enthält, um einen Unterricht vorzubereiten und durchzuführen.

Als eine der Grundlagen für die Ausarbeitung des vorliegenden Hybrid-Konzepts wurde das Handbuch der Sekundarstufe I herangezogen.

2.2.1. Sachstruktur über 5 Lerneinheiten

Im Folgenden soll die Sachstruktur des Spiralcurriculum skizziert werden. Das Thema Magnetismus wird im Zuge des Spiralcurriculum in 5 Lerneinheiten unterteilt.

Lerneinheit 1: Vorwissen abfragen, Magnetisierbarkeit, Pole, Polregel

In der 1. Lerneinheit, ausgelegt auf 90 Minuten, wird mit einem Vortest damit begonnen das Vorwissen zum Thema Magnetismus der Schüler:innen abzufragen. Je nach Ergebnis werden die Schüler:innen dann einer von zwei möglichen Gruppen zugeteilt. Die erste Gruppe von Schüler:innen mit wenig Vorkenntnissen erhält dabei Materialien, die sie stärker anleiten. Die zweite Gruppe, bestehend aus Lernenden mit mehr Vorkenntnissen, erhalten Materialien, die ein freieres Arbeiten mit komplexeren Fragestellungen ermöglichen.

In der ersten Lerneinheit sollen die Lernenden im Zuge von Experimenten selbst herausfinden, welche der zur Verfügung gestellten Materialien (Eisen, Kupfer, Aluminium, Kork, Messing, Kunststoff) von einem Magneten beeinflusst werden können und welche nicht. Dabei sollen sie erkennen, dass nicht alle Metalle von Magneten beeinflusst werden und, dass Magnete nur anziehend auf andere nicht-magnetische Materialien wirken.

Anschließend werden in 4 kleinen Experimenten die Pole eines Magneten als "Orte mit besonders starker Wirkung" experimentell eingeführt, gefolgt von Experimenten zur Polregel, über die die Lernenden auch die Fernwirkung von Magneten erfahren sollen.

Lerneinheit 2: Magnetfeld, Abschwächung von Magneten, Vergleich Größe und Wirkung von Magneten

In der 2. Lerneinheit, die ebenfalls auf 90 Minuten ausgelegt ist, wird die Fernwirkung von Magneten nochmal aufgegriffen und über Bilder von verschiedenen Anordnungen von Eisenfeilspänen um Magneten herum der Begriff des Magnetfeldes eingeführt. Danach sollen die Lernenden mit verschiedenen Materialien versuchen, die (Fern)Wirkung von Magneten zu reduzieren. Dabei sollen sie erfahren, dass Magnete durch Materialien hindurchwinden können. Die Abschwächung der Wirkung eines Magneten gelingt ihnen nur mit magnetisierbaren Materialien. Den Abschluss der Lerneinheit bilden eine Reihe von Experimenten, die auf die Kontrolle von Variablen fokussieren. Die Lernenden sollen dabei zwischen "fairen Experimenten" und "nicht fairen Experimenten" unterscheiden.

2. Referenzkonzepte

Lerneinheit 3: Ausrichtung von Magneten, Kompass

Die dritte 90 Minuten dauernde Lerneinheit beschäftigt sich mit der Ausrichtung von frei beweglichen Magneten. Die Lernenden erkennen, dass die Magnete, solange keine anderen magnetisierbaren Materialien oder Magnete in der unmittelbaren Nähe sind, immer in etwa die gleiche Richtung zeigen. Diese Richtung wird als geografische Nordrichtung eingeführt. Ähnliche Experimente mit Kompassen sollen die Schüler:innen darauf bringen, dass Kompassnadeln nichts anderes als Magnete sind und, dass die Erde in der Nähe des Nordpols über einen magnetischen Südpol verfügt. Ein Exkurs zum Thema Deklination beendet die Lerneinheit.

Lerneinheit 4: Das Modell der Elementarmagnete

In der vierten Lerneinheit wird das Modell der Elementarmagneten eingeführt. Dazu wird ein zuerst nicht magnetisierter Eisenstab durch Darüberstreichen eines Magneten in der immer gleichen Richtung selbst zu einem Magneten gemacht. Dass die Eisenstange danach tatsächlich über zwei Pole verfügt, wird mit einer Magnetnadel auch experimentell nachgewiesen. Danach werden zwei verschiedene Anordnungen von Elementarmagneten eingeführt. Es wird immer wieder darauf hingewiesen, dass es sich hier nur um ein Modell und nicht um Realität handelt, das nur dazu dienen soll, die zuvor gemachte Beobachtung zu erklären.

”Ein Modell ist eine Idee, die uns hilft Beobachtungen zu erklären.”

[Aufschnaiter & Wodzinski, 2020, S. 165]

Um den Modellcharakter zu betonen, wird im Rahmen eines Klassengesprächs herausgearbeitet, dass es zumindest bei der üblichen Anordnung der Elementarmagneten zu Widersprüchen kommt. Siehe dazu die Anordnung 1 in der Abbildung 2.3. Abschließend gehen die Lernenden in Kleingruppen zusammen und zerteilen einen zuvor magnetisierten Draht. Die verblüffende Beobachtung, dass nach der Teilung zwei Teilmagnete entstehen, soll mithilfe des zuvor eingeführten Elementarmagnet-Modell von den Schüler:innen erklärt werden.

Modell einer nicht magnetisierten Eisenstange

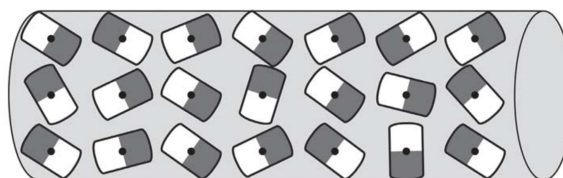
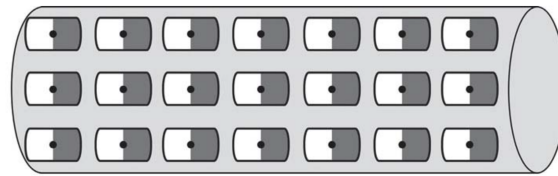


Abbildung 2.2.: Anordnung der Elementarmagneten bei einer nicht magnetisierten Eisenstange. [Aufschnaiter & Wodzinski, 2020, S. 167]

Anordnung der Elementarmagneten nach der Magnetisierung

Anordnung 1



Anordnung 2

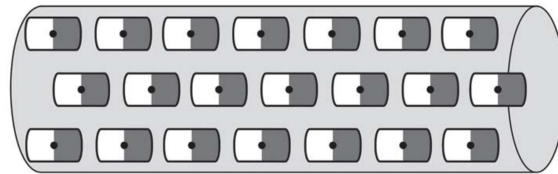


Abbildung 2.3.: Anordnung der Elementarmagneten bei einer magnetisierten Eisenstange. [Aufschnaiter & Wodzinski, 2020] S. 167]

Lerneinheit 5: Elektromagnete

Die 5. und letzte 90 Minuten Lerneinheit beginnt damit, dass aufgewickelte Drähte als Spulen definiert werden. Danach wird eine gegebene Spule mit Eisenkern von einem elektrischen Strom durchflossen. Die Schüler:innen erfahren, dass eine stromdurchflossene Spule magnetisierbare Gegenstände anziehen kann. Auf diese Erfahrung aufbauend wird eine stromdurchflossene Spule als Elektromagnet eingeführt. Mit einem runden Scheibenmagnet, über dem sich eine drehbar gelagerte Spule befindet, wird von den Lernenden ein einfaches Elektromotor-Modell realisiert. Durch das zeitlich abgestimmte periodische Öffnen und Schließen eines Schalters wird die Spule über dem Permanentmagneten in Rotation versetzt. Siehe dazu die Abbildung 2.4.

2.2.2. Stärken- und Schwächenanalyse

Stärken der Unterrichtskonzeption Spiralcurriculum

Aufbauen von Kindergarten bis Sekundarstufe I Zu den Stärken der Unterrichtskonzeption des Projektes MINTeinander für die Sekundarstufe zählt sicherlich, dass es sich hier um Materialangebot handelt, das von der Elementarstufe bis zur Sekundarstufe im Sinne des Spiralprinzips aufgebaut ist.

Sehr umfangreiches Materialangebot Das Spiralcurriculum stellt mit den Handbüchern ein sehr umfangreiches Materialangebot zur Verfügung, das noch dazu vollkommen kostenlos ist. Für jede Lerneinheit gibt es Arbeitsblätter mit Musterlösungen,

2. Referenzkonzepte

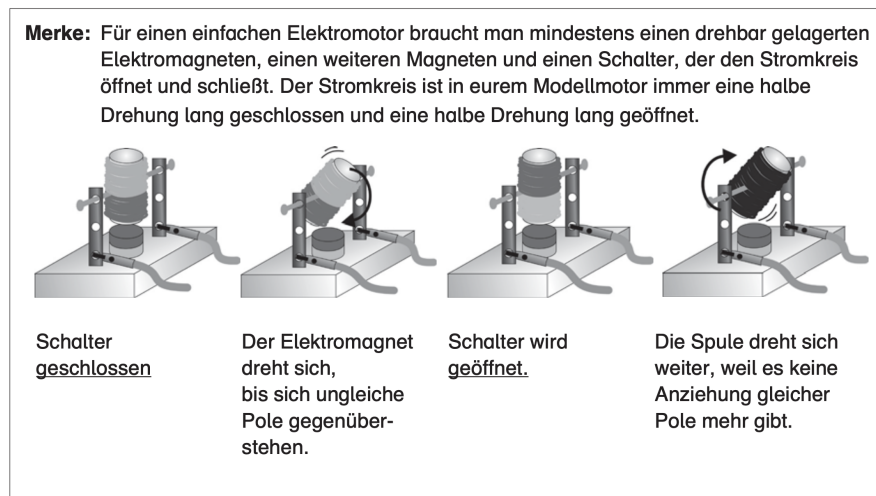


Abbildung 2.4.: Modellexperiment zum Elektromotor.

Tippkarten für die Lernenden, Arbeitsaufträge für besonders talentierte Lernende und Aufgaben zur Binnendifferenzierung. Zusätzlich kann eine Materialkiste (Experimentekoffer) zu den Handbüchern beim Caritasverband für den Kreis Coesfeld e.V. erworben werden oder man baut diesen mithilfe der beiliegenden Materialliste selbst nach.

Schwächen der Unterrichtskonzeption Spiralcurriculum

Geringe Kontextualisierung Die Kontexte, die in den Lehrgang eingebettet sind, nehmen wenig Rücksicht auf die Erkenntnisse aus der Interessensforschung. Siehe dazu beispielsweise den Artikel [Dopatka et al., 2022](#) oder die etwas älteren Erkenntnisse der IPN-Studie [Hoffmann et al., 1998](#). Es werden insgesamt drei Anwendungsbeispiele behandelt. Der Kompass, ein Kran auf einem Schrottplatz mit Elektromagnet und zu guter Letzt wird der Elektromotor als Anwendungsbeispiel diskutiert. Durch diese Beispiele wird jedoch am ehesten der Interessensbereich "Technik" angesprochen, der tendenziell männliche Lernende anspricht. Die vor allem für weibliche Lernende interessanten Bereiche wie Medizin, Gesellschaft und Natur kommen in der Konzeption nicht vor.

Mini-Stabmagnete als Elementarmagnete In dieser Konzeption wird der Begriff "Elementarmagnet" mit einer didaktisch problematischen Darstellung verwendet. Es wird beschrieben, dass magnetisierbare Materialien selbst aus Elementarmagneten aufgebaut sind, deren kollektive Ausrichtung das magnetische Verhalten des Materials bestimmt. Wie Wilhelm in seinem Artikel in [Wilhelm, 2020](#) auf den Seiten 105 - 108 beschreibt, erschwert diese Darstellung die Unterscheidung zwischen Modell und Realität, die für einen modernen Physikunterricht wichtig ist. Man muss jedoch fairerweise festhalten, dass in der Konzeption dezidiert vorgesehen ist, dass in der

Auseinandersetzung mit den Elementarmagneten der Modellcharakter zu betonen ist. Siehe dazu beispielsweise [Aufschnaiter & Wodzinski, 2020, S. 162]. Wie gut die Lernenden den Modellcharakter der Elementarmagneten nun tatsächlich verinnerlicht haben, bleibt unklar. Ausführlichere empirische Untersuchungen dazu sind ausständig. [Hopf et al., 2021, S. 288]

Stundenabläufe nicht immer passend Das Spiralcurriculum wird durchgängig in Lerneinheiten zu je 90 Minuten durchgeführt. Ein Blick in die konkreten Stundenplanungen (Ablaufpläne) zeigt, dass ein einfaches Teilen alle 50 oder 45 Minuten nicht immer sinnvoll ist. Damit zeigt sich eine Schwierigkeit, das Konzept in den Stundentakt österreichischer Schulen mit 50 Minuten einzusetzen.

Keine Zeitpuffer vorgesehen Nimmt man die Unterrichtsentwürfe weiter unter die Lupe, dann sieht man, dass die aufsummierte Zeitdauer aller Phasen einer Lerneinheit keine Zeitpuffer zulässt. Jede Art der Verzögerung, sei es der obligatorische Klassenbucheintrag (fehlende Schüler:innen eintragen etc.) am Anfang oder während der Unterrichtsstunde, oder die in der realen Unterrichtssituation auftretenden Unterrichtsstörungen, bringen einen hier leicht in einen Zeitnotstand. Eine Zeitplanung, die hier Raum für reale Verzögerungen gibt, wäre sinnvoll.

2.3. Eisen-Magnet-Modell aus SUPRA

Das Projekt "SUPRA - SachUnterricht PRAktisch und konkret" wurde mit dem Ziel ins Leben gerufen, eine fachliche und didaktische Unterstützung für Lehrkräfte, insbesondere Sachunterrichtslehrkräfte, durch fachdidaktisch fundierte Unterrichtskonzeptionen und Lehrerfortbildungen anzubieten.

Die Internetseite zu den über SUPRA erstellten Materialien existiert seit den Jahren 2003/2004. Diese Seite entwickelte sich im Rahmen eines Projektes unter der Leitung von

- Grundschulpädagogik und -didaktik (Prof. Dr. Joachim Kahlert)
- Didaktik der Physik (Prof. Dr. Dr. Hartmut Wiesner)
- Didaktik der Geschichte (Prof. Dr. Michael Körner)

an der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU). [\[Rachel et al., 2023\]](#)

Die Lernplattform "SUPRA- SachUnterricht PRAktisch und konkret" - soll dabei als eine Materialbörse für Grundschullehrkräfte dienen, um sie bei der Unterrichtsplanung und der Unterrichtsumsetzung zu unterstützen. Neben fachlichen und fachdidaktischen Informationen zu den Unterrichtsinhalten, finden Lehrkräften auf der Homepage

www.supra-lernplattform.de

eine Reihe praktischer Hinweise, sowie kostenlos verwendbares und für den eigenen Unterricht adaptierbares Unterrichtsmaterial. Ausgearbeitete Materialien sind zu folgenden Themen der Physik dabei abrufbar:

- | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|
| a) Licht und Schatten | b) Spiegel | c) Schall |
| d) Auftrieb | e) Luft | f) Wärmelehre |
| g) Wetter | h) Magnetismus | i) Elektrizität |
| j) Verbrennung | k) Reinigung mit Wasser | l) Nährstoffe |
| m) Technisches Spielzeug | | |

2.3.1. Sachstruktur - 10+1 Lernstationen in etwa 3 Unterrichtsstunden

Im Rahmen von SUPRA entwickelte und evaluierte Alexander Rachel im Zuge seiner Dissertation [\[Rachel, 2013\]](#) an der LMU München das Eisen-Magnet-Modell. Dabei war sein Ziel, ein Unterrichtskonzept zum Thema Magnetismus für die Primar- und die Sekundarstufe I zu entwickeln. Ähnlich wie in der Konzeption Spiralcurriculum von MINTeiner werden auch beim Eisen-Magnet-Modell die magnetischen Eigenschaften von Materie über ortsfeste Weiß'sche Bezirke konstanter Größe erklärt, die jedoch beim Eisen-Magnet-Modell nicht als kleine drehbare Stabmagneten dargestellt werden. Stattdessen bedient man sich einer abstrakteren Pfeildarstellung. Siehe dazu die Abbildung [2.6](#). Diese neue Art

2.3. Eisen-Magnet-Modell aus SUPRA



Abbildung 2.5.: Lading Page der SUPRA Homepage. [Rachel et al., 2023]

der Darstellung grenzt sich auch mit einem neuen Begriff, der "Magnetchen" vom Begriff "Elementarmagneten" ab. Die Pfeilspitzen sollen dabei nach Definition die Nordpole und die Pfeilfüße (Schaft) die Südpole eines solchen "Magnetchens" darstellen. Die Pfeile selbst sind drehbar gelagert und in einem regelmäßigen Gitter ortsfest angeordnet.

Bevor die Lernenden jedoch mit dem Eisen-Magnet-Modell in Berührung kommen, werden von ihnen im Laufe der Unterrichtskonzeption verschiedene magnetische Phänomene bearbeitet. Rachel empfiehlt dabei die Umsetzung als Stationenbetrieb, wobei eine Lehrperson zentrierte Phase vor jeder Station von ca. 25 Minuten vorgesehen ist. In diesen Phasen, genannt "Instruktionsphasen", werden für die Lernstationen wichtige Inhalte in einem von der Lehrkraft gelenkten Unterrichtsgespräch gemeinsam mit den Lernenden erarbeitet. Dabei kommen auch immer wieder Demonstrationsexperimente zum Einsatz. Für die Lernstationen essenziellen Inhalte sollen dabei zusätzlich in einem Tafelbild festgehalten werden.

Für den Stationenbetrieb bietet das Unterrichtskonzept zwei Pakete von Arbeitsblättern an. Einmal ein "Forscherbuch" mit angeleiteten, geschlosseneren Aufgabenstellungen und eine weniger stark anleitende Variante, die "Lerntheke" genannt wird. Als Beispiel siehe das erste Arbeitsblatt aus dem Forscherbuch in Abbildung 2.7.

2. Referenzkonzepte

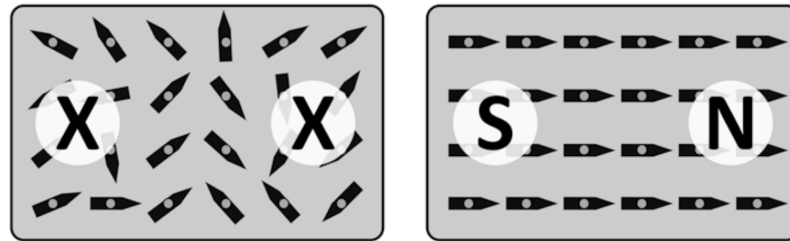


Abbildung 2.6.: Darstellung im Eisen-Magnet-Modell; links: unmagnetisiertes Eisen; rechts: magnetisiertes Eisen/Magnet. Quelle: [Rachel, 2013](#)

Station 1: Anziehung - Abstoßung

In dieser ersten Station sollen die Schüler:innen lernen, dass zwei Magnete prinzipiell anziehend oder abstoßend aufeinander wirken können. Zusätzlich soll die Polregel "Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an" experimentell hergeleitet werden. Die Pole werden dabei als die Enden der Magnete eingeführt.

Station 2: Die Magnetnadel

Die Schüler:innen sollen in einfachen Experimenten feststellen, dass die Nadel eines Kompasses selbst ein Magnet ist. Dazu überprüfen sie, dass die Polregel gilt.

Station 3: Das Eisen-Magnet-Modell Teil 1

Ab nun kommen die Lernenden aktiv mit dem Eisen-Magnet-Modell in Kontakt. Dazu benutzen sie in einem ersten Schritt ein Simulationsprogramm, mit dem sie lernen, dass man sich die "Magnetchen" in einem unmagnetisierten Eisen ungeordnet vorstellen kann. Durch die Unordnung heben sich ihre magnetischen Wirkungen gegenseitig auf. Zusätzlich erfahren sie, dass man sich in einem magnetisierten Stück Eisen die "Magnetchen" als geordnet (also alle in die mehr oder weniger gleiche Richtung zeigend), vorstellen kann und, dass das Eisenstück durch diese Ausrichtung der Magnetchen selbst zu einem Magneten wird.

Station 4: Das Eisen-Magnet-Modell Teil 2

In einer weiteren Auseinandersetzung mit dem Modell sollen die Lernenden erfahren, dass zuerst nicht magnetisierte Büroklammern durch einen Permanentmagneten selbst zu einem Magneten werden. Ein Erklärtext soll dabei helfen, das Eisen-Magnet-Modell noch besser nachzuvollziehen.

Station 5: Das Eisen-Magnet-Modell Teil 3

In einem dritten Abschnitt sollen die Lernenden das Modell mithilfe eines Holzbrettes mit darauf befestigten, drehbaren Pfeilen nachhaltig verstehen und festigen.

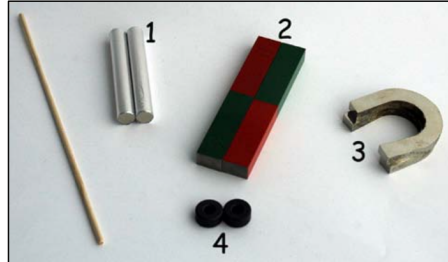
Station 1: Anziehung - Abstoßung

Suche dir zuerst das Material vom Foto aus den Kisten! Lege alles wieder zurück, wenn du fertig bist!



Versuche bei jedem der 4 Paare die Magneten so aneinander zu halten, dass sie sich...

- a) ...anziehen.
- b) ...abstoßen.



Was vermutest du?



	Ziehen sich an	Stoßen sich ab
Stabmagnete rund (1)	☐	☐
Stabmagnete rechteckig (2)	☐	☐
Hufeisenmagnete (3)	☐	☐
Ringmagnete (4)	☐	☐



Was hast du beobachtet?



	Ziehen sich an	Stoßen sich ab
Stabmagnete rund (1)	☐	☐
Stabmagnete rechteckig (2)	☐	☐
Hufeisenmagnete (3)	☐	☐
Ringmagnete (4)	☐	☐



Hast du Paare gefunden, die sich überhaupt nicht...



a) ...anziehen? ☐ Ja ☐ Nein

b) ...abstoßen? ☐ Ja ☐ Nein

Merke:



Magnete _____ sich entweder an oder _____ sich ab!

(weiter geht's auf der nächsten Seite!)

Abbildung 2.7.: Ausschnitt des ersten Arbeitsblattes aus dem Forscher:innenbuch.
Rachel et al., 2023

2. Referenzkonzepte

Station 6: Der Nagel am Eisenstück

In dieser Station sollen die Schüler:innen nun das Modell aktiv anwenden, um ihre Beobachtungen zu erklären. In einem Experiment beobachten diese wieder, dass Eisen durch die Nähe zu einem Permanentmagneten selbst zu einem Magneten werden kann. Zusätzlich sehen sie, dass ein magnetisiertes Eisenstück seine magnetische Wirkung auch wieder verlieren kann, wenn man den Permanentmagneten entfernt.

Station 7: Was wird angezogen?

Hier sollen verschiedene Metallproben bzgl. ihres magnetischen Verhaltens unterschieden werden. Dabei beobachten die Schüler:innen, dass

1. prinzipiell nicht alle Stoffe von Magneten angezogen werden.
2. nicht alle Metalle magnetisierbar sind. Als Gegenbeispiele werden Kupfer, Aluminium und Messing verwendet.
3. Magnete auf magnetisierbare Stoffe nur anziehend wirken.

Station 8 und 9: Modell anwenden und festigen

An diesen beiden Stationen sollen die Lernenden ihr Wissen über die magnetisierende Wirkung eines Magneten auf Eisen anwenden, um zwei jeweils auf den ersten Blick ununterscheidbare Stäbe zu untersuchen. Dabei soll herausgefunden werden, ob es sich dabei um ein gewöhnliches Eisenstück oder um einen Permanentmagneten handelt. Die Entscheidung soll auch mithilfe des Eisen-Magnet-Modells erklären werden. Am Ende sollen mit einem Kompass die Pole des identifizierten Magneten gefunden werden.

Station 10: Ein Draht wird zum Magnet

Ein zuerst nicht magnetisierter Draht wird mithilfe eines Permanentmagneten von den Schüler:innen magnetisiert. Anschließend werden die Pole am magnetisierten Draht identifiziert. Damit soll auch bestätigt werden, dass es sich tatsächlich um einen Magneten handelt. Nachdem die Schüler:innen den Draht mit einer Zange in der Mitte teilen, sollen sie feststellen, dass sich der Süd- und der Nordpol nicht voneinander getrennt haben. Stattdessen erhalten sie zwei kürzere Drähte, die jeweils Magnete mit jeweils 2 Polen sind.

Königsstation: Der halbe Magnet

In der abschließenden Station der Unterrichtskonzeption soll nun mithilfe des Eisen-Magnet-Modells erklären werden, was die Lernenden in Station 10 beobachtet haben.

2.3.2. Stärken- und Schwächenanalyse

Stärken der Unterrichtskonzeption Eisen-Magnet-Modell

Empirisch umfangreicher evaluiert Im Gegensatz zum Spiralcurriculum wurde die Wirkung dieser Unterrichtskonzeption weit intensiver erforscht. Insgesamt wurden in Vortests, Nachtests und zeitverzögerten Nachtests bei etwa 500 Lernende in der Primarstufe und etwa 500 Lernende in der Sekundarstufe I teils große Lernzuwächse beobachtet.

Pfeildarstellung statt Mini-Stabmagnete als Elementarmagnete Die Unterrichtskonzeption vermeidet mit der Pfeildarstellung die im traditionellen Unterricht auftretende Problematik, dass Magnete selbst wieder aus Magneten aufgebaut sind. Zusätzlich wird durch die abstraktere Darstellung über Pfeile der Modellcharakter a priori betont, da den Schüler:innen klar ist, dass ein Eisenstück im Inneren nicht aus Pfeilen bestehen kann.

Unterrichtsmaterial vorhanden Ebenso wie beim Unterrichtskonzept von MINTeiner gibt es auch beim Eisen-Magnet-Modell ein umfangreiches und kostenloses Angebot an fachdidaktischen Informationen und Arbeitsblättern.

Schwächen der Unterrichtskonzeption Eisen-Magnet-Modell

”Pole sind immer am Rand”- Definition Die Pole eines Magneten werden in dieser Konzeption als die Enden von Magneten eingeführt.

Jeder Magnet hat zwei Enden (genannt Pole) mit verschiedenen Wirkungen. Diese werden Nordpol (”N”) und Südpol (”S”) genannt. [Rachel et al., 2023, Forscherbuch S. 3]

Das ist insofern problematisch, weil es auch Magneten gibt, die ihre Pole nicht an den klassischen Enden haben. Beispielsweise ovale ”Zwischtermagnete”. Siehe dazu die Abbildung [2.8](#).

Simulation schwer einsetzbar Die zur Verfügung gestellte Software zum Eisen-Magnet-Modell beruht zum einen auf der Flash-Technologie, die seit Ende 2020 nicht mehr aktiv weiterentwickelt wird und zum anderen handelt es sich um eine .exe Datei, die, ohne größeren Aufwand zu betreiben, ausschließlich auf Windows Computern ausführbar ist. Damit ist die Software für alle Nutzer:innen von Apple oder Linux basierenden Rechnern nicht anwendbar. Da in Österreich über die Digitalisierungsoffensive nicht unwesentlich viele iPads in den Schulbereich eingeführt werden, sollte man über eine plattformunabhängigen Variante nachdenken.

Übergeneralisierung auf alle Metalle bleibt stabil Die Lernendenfehlvorstellung, dass alle Metalle von Magneten angezogen werden, konnte nicht nachhaltig korrigiert werden. Rachel schreibt dazu:

2. Referenzkonzepte



Abbildung 2.8.: Ovale "Zwischermagnete" mit mittig positionierten Pole. Bildquelle: amazon.de Anti-Stress-Magnete von Out of the Blue.

"[Die] Übergeneralisierung auf alle Metalle ist augenscheinlich hartnäckig; zu einer nachhaltigen Beseitigung reicht eine kurze Unterrichtssequenz nicht aus. Hierfür müsste die Problematik wiederholt – am besten über einen längeren Zeitraum – immer wieder aufgegriffen, diskutiert und gefestigt werden. Problematisch ist hier wohl die "Wechselwirkung" mit der Elektrizitätslehre, bei der keine Unterscheidung der Metalle vorgenommen wird, da (fast) alle Metalle gleichwertig als "Leiter" behandelt werden. Hier müsste im Unterricht häufig an die Unterscheidung zwischen Leitfähigkeit und Magnetisierbarkeit erinnert werden." [Rachel, 2013, S. 301]

Keine ausgearbeiteten Stundenabläufe Im Vergleich zum Spiralcurriculum sind in der Konzeption des Eisen-Magnet-Modells von SUPRA keine Stundenabläufe ausgearbeitet. Damit ist der Einsatz im eigenen Unterricht mit einem etwas höheren Zeitaufwand verbunden, da eigene Stundenabläufe erstellt und erprobt werden müssen.

Nur Basiswissen keine Kontexte Die Unterrichtskonzeption bleibt in seinen vermittelten Inhalten am absoluten Basiswissen. Es werden weder Themen des Elektromagnetismus noch anregende Anwendungsbeispiele thematisiert.

3. Hybrid-Konzept

3.1. Ausgangslage

In diesem Abschnitt wird der erste Versuch dargestellt, auf Basis der beiden bereits beschriebenen Konzepte "Spiralcurriculum" von MINTeinander und "Eisen-Magnet-Modell" von SUPRA ein neues drittes Unterrichtskonzept zu erstellen, das versucht, die beiden Konzepte so geschickt zu kombinieren, dass die jeweiligen Stärken erhalten bleiben und die genannten Schwächen vermindert werden.

Die Idee einer solchen geschickten Kombination entstammt der Literatur [Hopf et al., 2021]. Dort wurde bereits von Martin Hopf und Roland Berger im Abschnitt 9.6 Fazit auf Seite 297 der folgende Vorschlag gemacht:

"Es erscheint denkbar, auf Basis dieser beiden Konzeptionen eine weitere Unterrichtskonzeption zu entwickeln, die die Vorzüge beider Entwürfe vereint."
[Hopf et al., 2021, S. 297]

Die aus der Sicht des Autors vorhandenen Stärken und Schwächen der Ausgangskonzepte sind in den beiden vorangestellten Kapiteln dieser Arbeit einsehbar. Siehe dazu die Abschnitte 2.2.2 und 2.3.2. Für eine kompakte Darstellung der jeweiligen Stärken und Schwächen siehe die Abbildung 3.1.

Spiralcurriculum über 450 Minuten		Eisen-Magnet-Modell über 150 - 200 Minuten	
Stärken	Schwächen	Stärken	Schwächen
Aufbauen von Kindergarten bis Sekundarstufe I	Geringe Kontextualisierung	Empirisch umfangreicher evaluiert	Pole sind immer am Rand - Definition
Sehr umfangreiches Materialangebot	Mini-Stabmagnete als Elementarmagnete	Pfeildarstellung statt Mini-Stabmagnete als Elementarmagnete	Simulation schwer einsetzbar
Materialkoffer bestellbar	Stundenabläufe nicht immer passend	Sehr umfangreiches Materialangebot	Übergeneralisierung auf alle Metalle bleibt stabil
	Keine Zeitpuffer vorgesehen		Keine ausgearbeiteten Stundenabläufe
			Nur Basiswissen keine Kontexte

Abbildung 3.1.: Stärken und Schwächen der Konzepte "Spiralcurriculum" und "Eisen-Magnet-Modell".

Auf Basis der Stärken- und Schwächenanalyse der beiden vorangegangenen Konzepte wurde vom Autor ein drittes Konzept erstellt. Das dritte Konzept soll als didaktische

3. Hybrid-Konzept

Kern-Elementarisierung die Pfeildarstellung des Eisen-Magnet-Modells beinhalten. Weiters sollen die einzelnen Unterrichtssequenzen so geplant werden, dass alle bekannten Fehlvorstellungen zum Thema Magnetismus angesprochen und im Idealfall von den Lernenden korrigiert werden können. Die Implementierung des neuen Modells soll für die Kolleg:innen in den Schulen möglichst ökonomisch stattfinden. Daher werden dem Konzept umfangreiche Stundenplanungen und Arbeitsblätter mit Musterlösungen beigelegt. Die Idee eines Experimentekoffers wie im Spiralcurriculum wird ebenso übernommen. Dazu wird vom Autor ein eigener Koffer zusammengestellt. Die Definition der Pole als "Ort der stärksten magnetischen Wirkung" wird vom Spiralcurriculum übernommen. Die in beiden Konzeptionen fehlenden Kontexte zu Medizin, Gesellschaft, Biologie werden in das neue Konzept eingeflochten. Weiters wird versucht, dass der Unterrichtslehrgang auch Inhalte des Elektromagnetismus behandelt. Damit soll insbesondere die Verbindung zwischen Elektrizitätslehre und Magnetismus hergestellt werden.

Eine kompakte Übersicht der geplanten Struktur des neuen Konzepts findet man in der Abbildung [3.2](#)

Hybrid-Konzept über 600 Minuten		
Stärken Auswahl	Schwächen Ausgleich	zusätzlich
Pfeildarstellung statt Mini-Stabmagnete als Elementarmagnete Leicht implementierbares Materialangebot (Stundenabläufe, Arbeitsblätter mit Musterlösungen und Materialkoffer) Empirisch evaluiert Adressiert alle bekannten Fehlvorstellungen	Kontexte aus Mensch, Gesellschaft, Medizin und Technik ansprechen Pole als Ort der stärksten magnetischen Wirkung einführen	Unterrichtskonzeption behandelt Themen bis zum Elektromagnetismus Verbindung zur E-Lehre betonen

Abbildung 3.2.: Kompakte Übersicht zum neuen Hybrid-Konzept.

3.2. Didaktische Analyse

Das Herausarbeiten des neuen Hybrid-Konzepts beginnt mit einer ausführlichen didaktischen Analyse des Thema Magnetismus. In Anlehnung an die fünf Grundfragen der didaktischen Analyse nach Wolfgang Klafki ([Klafki, 1969](#), S. 5-34) erarbeiteten Kircher und Girwidz einen Fragenkatalog, der zur individuellen Unterrichtsplanung oder in einer Arbeitsgruppe bei der Vorbereitung eines Projekts eingesetzt werden kann. ([Kircher, 2020](#),

S. 87f] Auf Grundlage dieses Fragenkatalogs wurde die folgende didaktische Analyse erstellt.

1. Schritt: Ausloten des Unterrichtsthemas - wichtige Schlüsselbegriffe notieren

- | | | |
|--------------------------|--------------------------------|------------------------|
| a) -e Wirkung -en | b) -e Kraft -e | c) -e Anziehung -en |
| d) -e Abstoßung -en | e) -r Magnet -e | f) -r Pol -e |
| g) -s Magnetfeld-er | h) -e Fernwirkung -en | i) -r Kompass -e |
| j) -r Elektromagnetismus | k) -r Ferromagnetismus | l) -s Modell -e |
| m) -e Magnetisierung -n | n) -s magnetische -n Moment -e | o) -e Curie-Temperatur |
| p) -e Spule -n | q) -r Elektromagnet -n | |

2. Schritt: Grobziele festlegen

- Lernende wissen, dass Magnete Gegenstände anziehen und abstoßen können. (W)
- Lernende können Experimente zur Abstoßung und zur Anziehung von Gegenständen durchführen und ihre Beobachtungen aus den Experimenten wiedergeben. (E)
- Lernende können anhand von Experimenten zeigen, dass Magnete nicht alle Metalle anziehen. (E)
- Lernende können das Magnetfeld eines Magneten mithilfe von Eisenkrümel sichtbar machen. (E)
- Lernende können die Magnetfeldlinien eines Magneten mithilfe einer Kompassnadel zeichnen. (E)
- Lernende deuten das Magnetfeld eines Magneten als (theoretisch unendlich) großen Fernwirkungsbereich. (W)
- Lernende können die Orte der stärksten magnetischen Wirkung als Pole (Nord- und Südpol) benennen (W) und diese Orte experimentell bestimmen. (E)
- Lernende können die Polregel nennen. (W)
- Lernende können die Polregel anhand von Experimenten überprüfen. (E)
- Lernende wissen, dass die Größe eines Magneten unabhängig von der Stärke seiner magnetischen Wirkung ist. (W)
- Lernende können mithilfe eines Magneten andere Gegenstände magnetisieren. (E)

3. Hybrid-Konzept

- Lernende können experimentell zeigen, dass man die Wirkungen von Magneten kombinieren kann. (Abschwächung/Verstärkung) (E)
- Lernende können mithilfe eines Kompasses die geografische Nordrichtung feststellen. (E)
- Lernende nennen als Beispiel eines großen, aber relativ schwachen Magneten die Erde selbst. (W)
- Lernende können einige Tierarten nennen, von denen man ausgehen kann, dass sie sich eines magnetischen Spürsinns bedienen. (W)
- Lernende wissen, dass wenn man einen Magneten teilt, entstehen zwei Teilmagnete mit jeweils Nord- und Südpol. (W)
- Lernende sind in der Lage, mithilfe einer Modellvorstellung (Eisen-Magnet-Modell) die magnetischen Eigenschaften von Gegenständen zu beschreiben. Insbesondere können sie damit die Magnetisierung und die Entmagnetisierung von (zunächst) unmagnetischen ferromagnetischen Materialien erklären. (W)(E)
- Lernende wissen, dass die Erdanziehung kein magnetisches Phänomen ist (W) und können dies in einem Experiment plausibel machen. (E)
- Die Lernenden können ein Experiment beschreiben (W) und durchführen (E), das zeigt, dass jeder stromdurchflossene Leiter von einem Magnetfeld umwirbelt wird.
- Die Lernenden können das Magnetfeld eines geraden Leiterstücks skizzieren. (W)
- Die Lernenden können die Linke-Hand-Regel verwenden, um die Orientierung des Magnetfeldes eines stromdurchflossenen Leiters vorherzusagen. (W)
- Die Lernenden können das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule skizzieren. (W)
- Die Lernenden können die Linke-Hand-Regel verwenden, um die Richtung der magnetischen Wirkung einer stromdurchflossenen Spule vorherzusagen. (W)
- Die Lernenden können über Vor- und Nachteile von Elektromagneten gegenüber Permanentmagneten diskutieren. (S)
- Die Lernenden verfügen über ein grundlegendes Wissen über diverse Anwendungen des Magnetismus. (W)
 - Die Lernenden wissen die grundlegende Funktionsweise eines MRT. (Kontext: Medizin)
 - Die Lernenden wissen die grundlegende Funktionsweise einer magnetischen Mülltrennungsanlagen. (Kontext: Gesellschaft/Technik)

- Die Lernenden wissen über die grundlegenden Vermutungen zur Entstehung des Erdmagnetfeldes bescheid. (Kontext: Natur)
- Die Lernenden sind in der Lage, die Entstehung von Nordlichtern mit dem Erdmagnetfeld in Verbindung zu bringen. (Kontext: Natur)
- Die Lernenden kennen die grundlegenden Ideen, wie man mithilfe von Magnetisierung von kleinen Bereichen Informationen (Daten) speichern kann. (Funktionsweise einer HDD) (Kontext: Technik)

3. Schritt Bedeutung des Themas für Lehrende und Lernende ausloten

Bezug zum derzeit gültigen Lehrplan (Stand 11.10.2022)

4. Klasse: Elektrizität bestimmt unser Leben: Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefergehendes Verständnis von technischer Erzeugung und Konsum von Elektroenergie gewinnen. Einsicht in den Zusammenhang zwischen elektrischer und magnetischer Energie gewinnen; Permanentmagnet und Elektromagnet; elektromagnetische Induktion.

Bezug zum vorgeschlagene neuen Lehrplan **LehrplanNEU, 2023**

3. Klasse: Kompetenzbereich Elektrizität und Magnetismus Die Schülerinnen und Schüler können

- physikalische Modellvorstellungen zum Magnetismus und zum Stromkreis und deren Übereinstimmungen und Unterschiede zu experimentellen Daten diskutieren. (E)
- die Prinzipien des Elektromotors und des Generators qualitativ untersuchen (E) sowie deren Bedeutung für den Alltag recherchieren und kommunizieren (W).

Bezug zum Alltag der Lernenden

- Elektromotoren von E-Autos benötigen Elektro- und Permanentmagnete,
- Diverse Ladestationen, die Smartphone oder Smartwatch mittels Magnete in der Ladeposition halten,
- Magnete in Elektrogeräten, wie beispielsweise Lautsprechern oder Kopfhörern.
- Magnete bei Zaubertricks,
- Magnete bei Kühlschrank oder Whiteboards, um Zettel aufzuhängen,
- Magnete, die Kastentüren schließen,
- Magnetische Verschlüsse bei Taschen und Rucksäcken.

3. Hybrid-Konzept

4. Schritt: Mögliche Interessen bzw. mögliche Fragestellungen der Lernenden antizipieren

- Was ist der Grund, warum Magnete anziehen bzw. abstoßen? Wer zieht hier? Wer stößt hier?
- Wie kann man einen Magneten stärker machen?
- Wie werden Magnete hergestellt?
- Hat die Erde ein Magnetfeld? Wie kommt das Erdmagnetfeld zustande? Zieht uns die Erde an, weil sie ein riesiger Magnet ist?
- Kann man mit Magneten etwas zum Schweben bringen?
- Wie funktioniert eine Magnetresonanztomographie? (Kontext: Medizin)
- Wie können Tiere magnetische Sinne einsetzen, um sich zu orientieren? (Kontext: Biologie)
- Welchen Unterschied gibt es zwischen Magnetismus und Elektrizität? Beides sieht auf den ersten Blick irgendwie gleich aus. Es gibt Anziehung und Abstoßung.

5. Schritt: Quellen für die Planung suchen

1. Eisen-Magnet-Modell auf der SUPRA Homepage
<https://supra-lernplattform.de/lernfeld-natur-und-technik/magnetismus>
2. Spiralcurriculum Magnetismus: Elementarbereich bis zur Sekundarstufe I
<https://www.telekom-stiftung.de/miteinander-materialien>
3. Magnetismus Hoch-4
<https://physikkommunizieren.de/magnetismushoch4>
4. Hewitt, (2007) Conceptual Physics - teachers edition, chapter 36, Pearson-Verlag.
5. Hewitt, (2021). Conceptual Physics, Global Edition, Pearson-Verlag.
6. Etkina, Planinsic, Van Heuvelen, (2019). College Physics - Explore and Apply, chapter 20, Pearson-Verlag.

6. Schritt: Lernendenvorstellungen zum Thema Magnetismus recherchieren

Die folgenden Lernendenvorstellungen wurden aus [Duit et al., 2018](#), S. 256f] entnommen.

Magnete wirken immer nur anziehend Im Alltag wird oft nur die anziehende Wirkung von Magneten, bzw. die Anziehung zwischen einem Permanentmagneten und Eisen sichtbar. Daher sind insbesondere Grundschulkinder der Ansicht, dass Magnete nur anziehend wirken können.

Magnete ziehen alle Metalle an Vor allem Grundschulkinder teilen die Vorstellung, dass Magnete alle Metalle anziehen. Manchmal sprechen diese Kinder auch davon, dass Magnete alle Formen von Eisen anziehen, da sie das Wort "Eisen" als ein Synonym für alle Metalle nennen. Bei Zimmertemperatur (ca. 20 °C) zeigen jedoch nur die Metalle Eisen, Nickel und Kobalt ferromagnetische Eigenschaften.

Größere Magnete sind stärker Damit ist gemeint, dass vor allem Grundschüler:innen davon ausgehen, dass große Magnete andere Gegenstände stärker anziehen, als es kleinere Magnete tun.

Magnete reichen nur begrenzt weit Dabei sind Schüler:innen der Auffassung, dass die Wirkung von Magneten ab einer gewissen Distanz vom Magneten abrupt endet.

Die Erdanziehung ist eine Folge des Magnetismus Hier glauben Schüler:innen, dass weil die Erde ein riesiger Magnet ist, sie alle Gegenstände auf ihr anzieht. Die Erdanziehung ist aus ihrer Sicht eine Folge des Erdmagnetfeldes.

Aus den obigen Überlegungen folgt die Sachstruktur des Unterrichts.

7. Schritt: Die Sachstruktur des Unterrichts entwerfen

Elementare Grundideen (Key Ideas)

Diese Elementarisierung befasst sich vorrangig mit dem Ferromagnetismus.

- Ein Magnet kann anziehend und abstoßend wirken.
- Ein Permanentmagnet kann auf einen anderen Permanentmagneten anziehend und abstoßend wirken.
- Ein Magnet kann magnetische Kräfte nur auf magnetisierbare Materie einwirken.
- Ein Magnet wirkt auf magnetisierbare Materialien immer anziehend.
- Magnete haben immer zwei Pole. Den einen nennt man Süd-Pol (traditionell Grün markiert) den anderen nennt man Nord-Pol (traditionell Rot markiert)
- Die Polregel: Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an. Dabei spielt die Farbe, in der die Pole bemalt sind, keine Rolle.
- An den Polen ist die magnetische Wirkung von Magneten am stärksten.
- Jeder Magnet wird von einem Magnetfeld umgeben.
- Durch das Magnetfeld kann ein Magnet auf ferne Objekte einwirken, ohne diese dabei zu berühren. (Fernwirkung)
- Das Magnetfeld gibt an jeden Ort um den Magneten an, in welche Richtung sich eine Magnetnadel ausrichten würde. (Die Ausrichtung der Pfeile wird in konventioneller Richtung (Pfeilspitze zeigt in Richtung Nord-Pol) gewählt.)

3. Hybrid-Konzept

- Die Stärke eines Magnetfeldes nimmt mit zunehmenden Abstand zum Magneten ab.
- Die Stärke des Magnetfeldes eines Magneten hat keinen direkten Zusammenhang mit seiner physischen Größe. Insbesondere sind große Magnete nicht automatisch stärker.
- Die Erde besitzt ein Magnetfeld.
- Ein Kompass besteht aus einer Magnetnadel, die in einem Gehäuse frei drehbar gelagert ist.
- Mithilfe eines Kompasses kann man die Himmelsrichtung Norden feststellen.
- Manche Tierarten können das Erdmagnetfeld zur Orientierung nutzen.
- Diese Tiere orientieren sich dabei entweder an der Neigung der Magnetfeldlinien, oder an der Position der Pole.
- Ein Magnet kann Materie magnetisieren, diese also selbst zu einem Magneten machen. Dies gilt nur für magnetisierbare Materie.
- In der Nähe eines Magneten wird Eisen selbst zu einem Magneten.
- Teilt man einen Magneten, so entstehen zwei neue Magneten. Insbesondere werden die Magnetpole nicht getrennt.
- Die Teilchen eines magnetisierbaren Stoffes haben selbst magnetische Eigenschaften. (Plausibel gemacht über gedankliche Fortführung von Teilungen eines Magneten)
- Je schneller sich die Teilchen eines Gegenstandes im Durchschnitt bewegen, desto höher ist die Temperatur des Gegenstandes.
- Ab einer bestimmten Temperatur verlieren Magnete ihre magnetische Wirkung. (Curie-Temperatur)
- Je stärker die thermische Teilchenbewegung ist, desto schwerer können sich die atomaren Magnetchen ausrichten.
- Jeder stromdurchflossene Leiter wird von einem Magnetfeld umwirbelt.
- Jeder stromdurchflossene Leiter verhält sich wie ein Magnet.
- Je größer die Intensität der Elektronenströmung durch einen Leiter ist, desto stärker ist das ihn umwirbelnde Magnetfeld.
- Die Wirbelrichtung des Magnetfeldes wird von der Stromrichtung bestimmt. (Rechte-Hand-Regel für technische Stromrichtung, oder Linke-Hand-Regel für physikalische Stromrichtung.)

- Ein zylindrisch gewickelter Leiter wird als Spule bezeichnet.
- Jede stromdurchflossene Spule verhält sich so ähnlich wie ein Stabmagnet.
- Je größer die Intensität der Elektronenströmung durch die Spule ist, desto stärker ist das Magnetfeld durch und um die Spule.
- MRT: Atome haben magnetische Eigenschaften bzw. eine magnetische Wirkung. Diese kann als Kompassnadel modelliert werden.
- MRT: Wenn Atome ihre magnetische Wirkung nach Magnetfeldern ausrichten, dann nehmen sie dabei Energie auf.
- MRT: Wenn Atome Energie in Form von Strahlung abgeben, kann man diese Strahlung mithilfe von feinen Antennen messen und in Bilder übersetzen.
- Mülltrennung: Magnetisierbare Materialien können mithilfe von E-Magneten oder Permanentmagneten aussortiert werden.
- Mülltrennung: Mülltrennung liefert einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz.
- Mülltrennung: Nicht magnetisierbare Materialien müssen mit anderen Methoden getrennt werden. (z. B. Luftdruckstöße, Wirbelstrommethode.)
- Erdmagnetfeld: Die Erde selbst verfügt über ein Magnetfeld.
- Erdmagnetfeld: Nach derzeitigem Wissensstand entsteht das Erdmagnetfeld durch die Bewegung von leitfähigem Material im Erdkern.
- Erdmagnetfeld: Das Erdmagnetfeld schützt die Erde vor dem Sonnenwind.
- Polarlichter: Treffen geladene Teilchen des Sonnenwindes auf Teilchen unserer Atmosphäre, können diese zum Leuchten gebracht werden.
- HDD: Festplatten bestehen aus mehreren magnetisierbaren Scheiben.
- HDD: Mithilfe von E-Magneten, kann man kleinste Bereiche der Scheiben auf 2 Arten magnetisieren.
- HDD: Mithilfe von Software kann jedem magnetisierten Bereich auf der Scheibe je nach Art der Magnetisierung eine 0 oder eine 1 zugeordnet werden. Auf diese Weise kann Information gespeichert werden.

3. Hybrid-Konzept

Grobplanung über 6 Wochen

Lerneinheit	Dauer	Lerninhalt
Wirkungen von Magneten	50'	Welche Materialien kann ein Magnet anziehen? Anziehende und abstoßende Wirkung von Magneten.
Die Pole eines Magneten	50'	Begriff Pole, Polregel.
Das Magnetfeld eines Magneten	50'	Magnetfeld als Fernwirkungsbereich eines Magneten kennenlernen, Magnetfeld mit Kompassnadeln sichtbar machen.
Die Stärke eines Magnetfeldes	50'	Vergleich der physischen Größe eines Magneten und der Stärke seines Magnetfeldes, Verstärkung und Abschwächung von Magnetfeldern.
Das Magnetfeld der Erde	50'	Sichtbarmachung des Erdmagnetfeldes, Orientierung mittels Kompass, Magnetpole, Magnetismus=Erdanziehung?
Magnetischer Spürsinn im Tierreich	50'	Tiere und ihr Spürsinn für das Erdmagnetfeld, Zugvögel, Bakterien etc. (Kontext: Biologie)
Einführung des Eisen-Magnet Modells über die Magnetisierung von Materie	50'	Magnetisierung einer Stricknadel, Teilung eines Magneten, die Non-Existenz von magnetischen Ladungen, Drehbare Pfeile statt Weißsche Bezirke, Erklärung der Magnetisierung und der Teilung eines Magneten über die Modellvorstellung.
Vertiefung des Eisen-Magnet-Modells	50'	Wiederholung Teilchenmodell, thermische Energie, thermische Teilchenbewegung, Curie-Temperatur,
Einführung Elektromagnetismus	50'	Zusammenhang zwischen elektrischem Strom und Magnetismus, Linke-Hand-Regel.
Vertiefung Elektromagnetismus - Durchstömt Spulen	50'	Spulen, Elektromagnet vs. Stabmagnet, Zusammenhang zwischen elektrischem Strom durch Spule und Magnetismus, Linke-Hand-Regel.
Anwendungen und Naturphänomene	100'	MRT (Medizin), Mülltrennungsanlagen (Gesellschaft), Nordlichter (Natur), Entstehung des Erdmagnetfeldes (Natur)

3.3. Detaillierte Stundenplanungen

Nachdem die didaktische Analyse mit der Grobplanung der Sachstruktur des Unterrichts abgeschlossen wurde, erfolgte nun die detaillierte Stundenplanung. Je nach gewünschter Tiefenstruktur der Unterrichtsstunde wurde bei der Planung eines von insgesamt 5 verschiedenen Unterrichtsmodellen verwendet. Dabei handelt es sich um Unterrichtsmodelle die in Anlehnung an die Modelle von Oser [Kircher, 2020, S. 117 - 151], das 5E-Modell [Bybee et al., 2006] und dem Lehr-Lern-Modell von Josef Leisen [Leisen, 2013, S. 74f], entstanden sind. Dass von einer Orientierung an derartigen Unterrichtsmodellen vor allem leistungsschwächere Lernende profitieren, zeigen bereits durchgeführte Studien [Oser & Baeriswyl, 2001, Seite 1031 - 1065]. Um ähnlich positive Lerneffekte auch in diesem Konzept zu erreichen, wurde daher auf derartige Modelle zurückgegriffen.

Im Anhang wird die detaillierte Stundenplanung des Hybrid-Konzeptes in Form eines Planungsrasters auf Basis der zuvor beschriebenen Quellen vorgestellt. Bei der Planung wurde insbesondere ein einheitlicher Farbcode verwendet. Blaue Textstellen markieren Experimente, die die Lehrperson vorstellen und durchführen muss. Grüne Textstellen beschreiben Schüler:innenexperimente die entweder einzeln oder in einer Gruppe durchgeführt werden sollen.

3.4. Der Magnetismus-Experimentekoffer

Wie bereits erwähnt zeichnet sich das Spiralcurriculum unter anderem durch sein reichhaltiges Materialangebot aus. Teil dieses Angebots ist ein Materialkoffer, der über die Homepage der Initiative MINTeinander bestellt werden kann. Im Handbuch zum Unterrichtskonzept der Sekundarstufe I findet sich zusätzlich eine Materialliste, um den Koffer bei Bedarf selbst zusammenzubauen.

Da der vorgestellte Unterrichtslehrgang ein ebenso reichhaltiges Materialangebot wie im Spiralcurriculum bieten möchte, wurde versucht einen Experimentekoffer auf Basis der Materialliste des Spiralcurriculums zu entwickeln. Dabei war das Ziel, einen Experimentekoffer zu erstellen, der preiswert angeschafft werden kann und mit leicht zu organisierenden Materialien auskommt. Alle essenziellen Materialien gehören entweder zur Minimalausstattung eines Kustodiats oder sind über Amazon oder Baumärkte zu beschaffen. Mithilfe des Experimentekoffers soll es anschließend möglich sein, alle Schüler:innenexperimente in zumindest 8-facher Ausführung bereitzustellen. Die Durchführung der Schüler:innenexperimente ist damit in Gruppen zu je 3-4 Schüler und Schülerinnen möglich. Eine entsprechende Materialliste des erstellten Koffers befindet sich im Anhang. Der fertige Experimentekoffer ist in Abbildung 3.3 und Abbildung 3.4 dargestellt. Die Kosten des Experimentekoffers belaufen sich insgesamt, ohne der optionalen Materialien, auf etwa 223 €. Geht man von einer durchschnittlichen Klassengröße von 25 Schüler und Schülerinnen aus, dann bedeutet dies einen Anschaffungspreis von ca. 9 € pro Schüler und Schülerin und pro Klasse.

3. Hybrid-Konzept



Abbildung 3.3.: Erstellter Experimentekoffer geschlossen.

3.5. Das Forschungsbuch

Auf Grundlage der detaillierten Stundenplanungen wurde vom Autor dieser Arbeit Begleitmaterial in Form eines Forschungsbuches entwickelt. Dazu wurde die Software "pages" von Apple verwendet. Bei der Erstellung der Arbeitsblätter wurde besonders darauf geachtet, dass das Design der verschiedenen Aufgaben konsistent beibehalten wird und, dass die Materialien digital oder analog gut von den Lernenden bearbeitet werden können. In einigen Schulen Österreichs ist der Einsatz von Farbkopien aus finanziellen Gründen nur eingeschränkt möglich. Daher wurde insbesondere ein Design entwickelt, das auf den intensiven Einsatz von Farbe verzichtet. So soll ein realitätsnaher Einsatz als Druckvorlage gewährleistet werden. Zum Forschungsbuch sind auch Musterlösungen mit hilfreichen Notizen für die Lehrkraft erstellt worden. Als Beispiel, siehe dazu das erste Arbeitsblatt samt Musterlösung des Forschungsbuches in [Abbildung 3.5](#).

Das während der Evaluation verwendete Forschungsbuch befindet sich zum Ausdrucken im Anhang dieser Arbeit. Auf Wunsch können die editierbaren Dateien und/oder die Musterlösungen vom Autor erhalten werden. Dazu einfach eine Anfrage an die Mail

`kellner.florian.work@gmail.com`

senden.



Abbildung 3.4.: Erstellter Experimentekoffer geöffnet.

3. Hybrid-Konzept

2. Magnetismus

In den kommenden Wochen werden wir uns mit einem neuen Thema auseinandersetzen, dem sogenannten **Magnetismus**. Mit Magnetismus meint man all das physikalische Wissen, das mit Magneten zu tun hat. Wahrscheinlich kennst du Magnete schon und hast auch als Kind immer wieder mal mit solchen gespielt. Viele Menschen sind von Magneten fasziniert, weil man mit ihnen wie durch Zauberhand Dinge bewegen kann, ohne sie zu berühren.

2.1 Die Wirkungen von Magneten

Zuerst werden wir uns mit den Wirkungen von Magneten auseinandersetzen. Was können diese Dinge eigentlich?

Experiment 1: Wirkungen von Magneten

Experimentiere mit den verschiedenen Magnetarten, welche Wirkungen sie aufeinander haben können. Erstelle eine Skizze der verschiedenen Magnetarten. Notiere deine Beobachtungen.

Beobachtung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs:

Die Magnete wirken aufeinander anziehend und manchmal abstoßend.

Die Magnete richten sich immer in einer bestimmten Art zueinander aus.

Experiment 2: Auf welche Materialien wirken Magneten?

Experimentiere mit den verschiedenen Materialien. Welche lassen sich von einem Stabmagneten beeinflussen? Welche Wirkung hat der Stabmagnet auf die Materialien? Erstelle eine Skizze des Experiments. Notiere deine Beobachtungen.

Material	Wird von Magneten (angezogen/abgestoßen/nicht beeinflusst)
Aluminium	nicht beeinflusst
Messing	nicht beeinflusst
Kupfer	nicht beeinflusst
Holz	nicht beeinflusst
Kork	nicht beeinflusst
Eisen	immer angezogen

Erkenntnis: Ein Magnet kann auf andere Magnete anziehend und abstoßend wirken. Ein Magnet wirkt auf magnetisierbare Metalle nur anziehend. Nicht alle Metalle können von Magneten beeinflusst werden.

→ Fragebogen

2. Magnetismus

In den kommenden Wochen werden wir uns mit einem neuen Thema auseinandersetzen, dem sogenannten **Magnetismus**. Mit Magnetismus meint man all das physikalische Wissen, das mit Magneten zu tun hat. Wahrscheinlich kennst du Magnete schon und hast auch als Kind immer wieder mal mit solchen gespielt. Viele Menschen sind von Magneten fasziniert, weil man mit ihnen wie durch Zauberhand Dinge bewegen kann, ohne sie zu berühren.

2.1 Die Wirkungen von Magneten

Zuerst werden wir uns mit den Wirkungen von Magneten auseinandersetzen. Was können diese Dinge eigentlich?

Experiment 1: Wirkungen von Magneten

Experimentiere mit den verschiedenen Magnetarten, welche Wirkungen sie aufeinander haben können. Erstelle eine Skizze der verschiedenen Magnetarten. Notiere deine Beobachtungen.

Beobachtung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs:

Experiment 2: Auf welche Materialien wirken Magneten?

Experimentiere mit den verschiedenen Materialien. Welche lassen sich von einem Stabmagneten beeinflussen? Welche Wirkung hat der Stabmagnet auf die Materialien? Erstelle eine Skizze des Experiments. Notiere deine Beobachtungen.

Material	Wird von Magneten (angezogen/abgestoßen/nicht beeinflusst)

Erkenntnis

Abbildung 3.5.: Die Musterlösungen zum ersten Arbeitsblattes aus dem Forschungsbuch.

4. Forschungsdesign

Im Zuge der empirischen Forschung haben Schüler:innen eines Wiener Gymnasiums aus drei 4. Klassen (8. Schulstufe) an insgesamt drei Tests auf freiwilliger Basis teilgenommen. Die Eltern der Lernenden wurden über einen Elternbrief informiert und dazu aufgefordert, ihre Zustimmung bzgl. Teilnahme ihrer Kinder schriftlich zu geben. Der verwendete Elternbrief befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

Die Evaluierung begann mit der Durchführung eines Pretests vor dem Unterrichtsgang, gefolgt von einem Posttest kurz nach Beendigung des Lehrgangs und einem Follow-up Test circa 8 Wochen nach Beendigung des Lehrgangs. Alle Fragebögen wurden dabei online mit der Umfrage-Software "Google Forms" durchgeführt.

Zwei dieser 4. Klassen wurden vom Autor ausschließlich mit dem Hybrid-Konzept unterrichtet. Die dritte dieser 4. Klassen wurde als Vergleichsgruppe von einem Kollegen traditionell nach dem etablierten Schulbuch "Physik verstehen 4" unterrichtet. Siehe dazu [Mašin & Grois, 2020](#) in der Literaturliste.

Um einen möglichst fairen Vergleich zwischen den Klassen möglich zu machen, wurde dem Kollegen die Liste der Unterrichtsziele vorgestellt. Dieser willigte ein, seinen Unterricht so zu gestalten, dass diese möglichst erreicht werden.

4.1. Erhebung der Grunddaten

Um eine anonymisierte Zuordnung einzelner Schüler:innen möglich zu machen, mussten am Anfang aller Fragebögen die Schüler:innen einen ihnen eindeutig zuordenbaren Identifikationscode erstellen. Dabei sollten sie die Zahl ihres Geburtstages von 01 bis 31, die Zahl ihres Geburtsmonats (beispielsweise 08 für August) und die ersten beiden Buchstaben des Vornamens ihrer Mutter zusammenstellen. Anschließend wurden die Klasse und das Geschlecht (männlich, weiblich, divers) abgefragt.

Die Erhebung der anonymisierten Grunddaten wurde in jedem Test mit den gleichen Items 1 - 3 durchgeführt.

1. ID Erstellung
2. Welchem Geschlecht fühlst du dich zugehörig? (Auswahl aus männlich, weiblich, divers)
3. In welche Klasse gehst du? (freie Antwortmöglichkeit)

4.2. Pretest

Im Pretest ging es in erster Linie darum, das Vorwissen der Schüler:innen bezüglich des Themas Magnetismus abzufragen. Der besondere Fokus lag dabei auf die Abfrage der gängigen Fehlvorstellungen. (Item 8 - 12) Siehe dazu den entsprechenden Abschnitt [3.2](#) in der didaktischen Analyse. Die Items zu den Fehlvorstellungen wurden dabei als Single Choice (Wahr oder falsch) Items realisiert. Zusätzlich wurde das Lernendeninteresse im Fach Physik und die derzeitigen Berufswünsche der Lernenden abgefragt. Insgesamt umfasste der Pretest 13 Items.

Der verwendete Pretest befindet sich in Form eines PDFs im Anhang.

4.3. Posttest

Der Posttest bestand aus insgesamt 4 Teilen mit insgesamt 16 Items. Zuerst wurden, wie auch im Pretest, die anonymisierten Grunddaten erhoben. (Item 1 - 3)

Im 1. Teil wurde das Wissen zu den Lernendenvorstellungen erneut abgefragt. Dabei änderte sich die Gestalt der Items gegenüber des Pretests. Damit sollte verhindert werden, dass sich Lernende an bereits richtig gesetzte Kreuze erinnern. Weiters waren bestimmte Items derart umgestaltet worden, dass für manche Lernendenvorstellungen eine noch feinere Untersuchung möglich geworden ist. (Item 4 - 7) Zusätzlich wurde nun auch die Polregel (Item 8) abgefragt, gefolgt von Aufgaben zur Sichtbarmachung und zur Stärke des Magnetfeldes eines Magneten. (Item 9 - 10)

Im 2. Teil wurde versucht, die Modellkompetenz der Lernenden zu testen. Dabei sollen sie einerseits das Teilen eines Magneten in zwei Teilmagnete und die Magnetisierung eines zuvor unmagnetischen Nagels von einem Permanentmagneten erklären. (Item 11, 12)

Im 3. Teil des Posttests wurde das erlernte Basiswissen zum Elektromagnetismus abgefragt. Die Lernenden musste dabei die Form des Wirbelfeldes um einen stromdurchflossenen Leiter erkennen, einen Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus und möglichst viele Einflussgrößen einer Spule nennen. (Item 13 - 15)

Im 4. und letzten Teil mussten die Lernenden so viele Anwendungen und Naturphänomene wie möglich nennen, die mit Magnetismus zu tun haben. (Item 16)

Der verwendete Posttest befindet sich in Form eines PDFs im Anhang.

4.4. Follow-up Test

Der Follow-up-Test bestand aus insgesamt 2 Teilen mit insgesamt 10 Items. Zuerst wurden, wie in den anderen beiden Tests, die anonymisierten Grunddaten erhoben. (Item 1 - 3)

Im 1. Teil des Follow-up-Tests wurde ein letztes Mal das Wissen zu den Lernendenvorstellungen und die Polregel abgefragt. Dabei änderte sich die Gestalt der Items gegenüber dem Posttest nicht. (Item 4 - 8)

Im 2. Teil wurden Fragen zur Wahrnehmung und der Motivation nach dem Magnetismus Unterricht gestellt. Mit diesen Fragen sollte man herausfinden können, ob die Lernenden

4.4. Follow-up Test

das Thema Magnetismus an sich im Alltag nach dem Unterricht öfter wahrnehmen und ob der Unterricht ihr Interesse zur Physik generell verändert hat. (Item 9, 10)

Der verwendete Follow-up-Test befindet sich in Form eines PDFs im Anhang.

5. Aufbereitung und Auswertung der Daten

Aufbereitung der Daten

In einem ersten Schritt wurde der gesamte Datensatz von Pre-, Post- und Follow-up Test so geordnet, dass alle Antworten einer ID in der gleichen Zeile einsehbar waren. Auf diese Weise konnte man nun leicht sehen, welche Lernenden an welchen der drei Tests teilgenommen haben. Aufgrund von diversen Eingabefehlern¹ der Lernenden und Softwareproblemen² bei der Durchführung der Tests haben sich manche Schüler und Schülerinnen mehrfach eingetragen. Beispielsweise im Pretest die Person mit der ID "2808El" und die Person mit der ID "2808 Al". Weiters sah man an manchen Positionen auch, dass sich manche IDs in den verschiedenen Test sehr ähnelten, sodass die Vermutung nahe lag, dass es sich in Wahrheit wieder um die gleiche Person handelt. Beispielsweise die ID "10.3 RA" im Pretest und die ID "1003Ra" im Posttest. Diese und ähnliche IDs, die sehr wahrscheinlich der gleichen Person zuzuordnen sind, wurden für die Auswertung zu einer ID zusammengefasst. Es gab ebenso IDs, deren Antworten keinen sinnvollen, oder vernünftig auswertbaren Charakter aufwiesen. Diese IDs wurden vollkommen entfernt. Auf diese Weise entstand ein Datensatz, der für die weitere Auswertung verwendet wurde.

Analyse des Wissens bezüglich der bekannten Fehlvorstellung

In einem zweiten Schritt wurde für die Auswertung der aufbereiteten Daten ein Mixed-Method-Ansatz gewählt. Die Antworten, die Wissen zu den angesprochenen 5 Fehlvorstellungen und zur Polregel abfragten, wurden zuerst rein quantitativ ausgewertet. Dabei wurde gezählt, welche Antworten zeigen, dass ein Lernender ein richtiges Konzept aktiv anwendet bzw. welche Antworten zeigen, dass ein falsches Konzept angewendet wurde. Dies wurde für die Antworten beider Klassen durchgeführt und in Form von Tabellen und Grafiken dargestellt. Siehe dazu die Darstellung der Ergebnisse im nächsten Abschnitt.

Wie man in der Darstellung der Ergebnisse sehen kann, ergaben sich nach einer ersten quantitativen Auswertung der Daten zwei Fragestellungen, die mit qualitativen Methoden weiter bearbeitet wurden. Zum einen sollte herausgefunden werden, wie genau die Lernenden argumentieren, dass ein Magnet einen endlichen oder einen unendlichen Wirkungsbereich habe und zum anderen stellte sich die Frage, ob und welches Modell die Schüler und Schülerinnen anwenden, wenn es darum geht, die Magnetisierung von Eisen von einem Dauermagneten zu erklären. Dazu wurde eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring mit zuvor definierten Kategorien anhand von ausgewählten Originalantworten der Lernenden durchgeführt. [\[Mayring, 2010\]](#)

¹Zahlendreher, keine führende Null bei den Monaten vor Oktober etc.

²Manche Lernenden mussten den Test abbrechen und nochmal starten.

5. Aufbereitung und Auswertung der Daten

Die Kategorien für die erste Fragestellung nach dem Wirkungsbereich eines Magneten waren: *Wirken, Wirkung, Magnetfeld, messen, unendlich, unbegrenzt, sichtbar, messen, messbar, Distanz, schwächer, schwach*.

Die Kategorien für die zweite Fragestellung nach dem von den Lernenden angewandten Modell waren: *Pfeil(e), Atom, Teilchen, magnetisieren, Magnetisierung, Magnetchen, Elementarmagnete, ausrichten, drehen, Richtung*.

Analyse des Kontextwissens

Um das Kontextwissen der Lernenden beider Gruppen direkt am Ende des Unterrichts zu untersuchen, wurden die Antworten des Items 16 des Posttests zusammengefasst, indem sie in definierte Kategorien eingeordnet wurden. Die definierten Kategorien bezüglich des Kontextwissens waren: *Polarlichter, Erdmagnetfeld, MRT, Mülltrennung, Datenspeicherung, Kompass, Magnetsinn im Tierreich, Kran mit Magnetarm, Elektromotor, Ferromagnetika, Sonnenwind, Magnetschwebbahn, Haftmagneten, magnetische Sensoren, Glocke, mag. Filtration, Elektromagnet, Kabelloses Laden, Transformator*.

Anschließend wurden in Anlehnung an die IPN-Studie [Hoffmann et al., 1998] Interessensgebiete definiert und den Kategorien zugeordnet. Die definierten Interessensgebiete waren:

- Physik als Wissenschaft,
- Technik,
- Mensch und Natur,
- Gesellschaft,
- Medizin.

Dabei wurde "Medizin" deshalb als eigenständiges Gebiet der Analyse hinzugefügt, da sie sich neben Themen aus der Biologie als besonders interessant für die Lernenden herausgestellt hat. Siehe dazu den Kommentar zum neuen Fachlehrplan Physik für die Mittelschule und die AHS-Unterstufe. [Hopf et al., 2023] Damit nimmt diese Liste direkten Bezug auf die didaktischen Grundsätze des neuen Lehrplans:

"Der Physikunterricht orientiert sich an der Lebenswelt und den Interessen der Schülerinnen und Schüler. Er verwendet Alltagskontexte und greift fächerübergreifende Aspekte auf. Im Physikunterricht wird auf Naturphänomene, Anwendungen der Physik in Biologie und Medizin sowie gesellschaftliche Aspekte von Physik eingegangen." [LehrplanNEU, 2023, S. 1]

Abschließend wurde gezählt, wie oft bestimmte Kategorien von den Lernenden genannt wurden und wie sich diese Nennungen auf die Verteilung der Interessensgebiete auswirkt.

Teil II.

Empirie

6. Ergebnisse

Die folgende Darstellung und die anschließende Interpretation der Ergebnisse beruhen auf den Daten der durchgeführten Pre-, Post- und Follow-up Tests. Die dazugehörigen Urlisten sind im Anhang dieser Arbeit zu finden.

6.1. Darstellung der Ergebnisse

Stichprobengrößen in Pre-, Post- und Follow-up Test

Pretest Am Pretest haben insgesamt 52 Lernende teilgenommen. Dabei waren 32 Lernende aus den beiden Klassen, die mit dem Hybrid-Konzept unterrichtet wurden und 20 Lernende bildeten die Vergleichsgruppe.

Posttest Am Posttest haben insgesamt 53 Lernende teilgenommen. Dabei waren 34 Lernende aus den beiden Klassen, die mit dem Hybrid-Konzept unterrichtet wurden und 19 Lernende bildeten die Vergleichsgruppe.

Follow-up Test Am Follow-up Test haben insgesamt 47 Lernende teilgenommen. Dabei waren 32 Lernende aus den beiden Klassen, die mit dem Hybrid-Konzept unterrichtet wurden und 15 Lernende bildeten die Vergleichsgruppe.

Für die quantitative Auswertung wurden nur Daten von Lernenden verwendet, die alle 3 Tests absolviert haben. Dabei reduzierte sich der Datensatz auf 18 Personen, die mit dem Hybrid-Konzept unterrichtet wurden und 13 Personen, die traditionell unterrichtet wurden.

Für die qualitative Auswertung wurden die Antworten aller Lernenden verwendet, unabhängig davon, ob alle 3 Tests absolviert wurden oder nicht. Dabei war nur entscheidend, dass zumindest ein Post- oder ein Follow-up Test gemacht wurde. Dies wird damit begründet, da bei der qualitativen Auswertung keine Aussage über den Verlauf des Lernens gemacht werden soll, sondern nur die Qualität des Wissens am Ende des Unterrichts durch die Analyse der Formulierungen aus Post- oder Follow-up Test erhoben wird.

6. Ergebnisse

Daten zur Fehlvorstellung: "Magnete wirken immer nur anziehend."

Das Vorhandensein dieser Fehlvorstellung wurde in folgenden Items getestet:

- Pretest Item 8,
- Posttest Item 4,
- Follow-up Test Item 4.

In der Abbildung 6.1 wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die in den Tests wussten, dass Magnete prinzipiell anziehend und abstoßend wirken können. Die Abbildung 6.2 zeigt das zu passende Liniendiagramm.

Magnete können anziehend und abstoßend wirken	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	75%	100%
Posttest	90%	77%
Follow-up-Test	95%	77%

Abbildung 6.1.: Anteil der Lernenden, die wissen, dass Magnete anziehend und abstoßend wirken können.

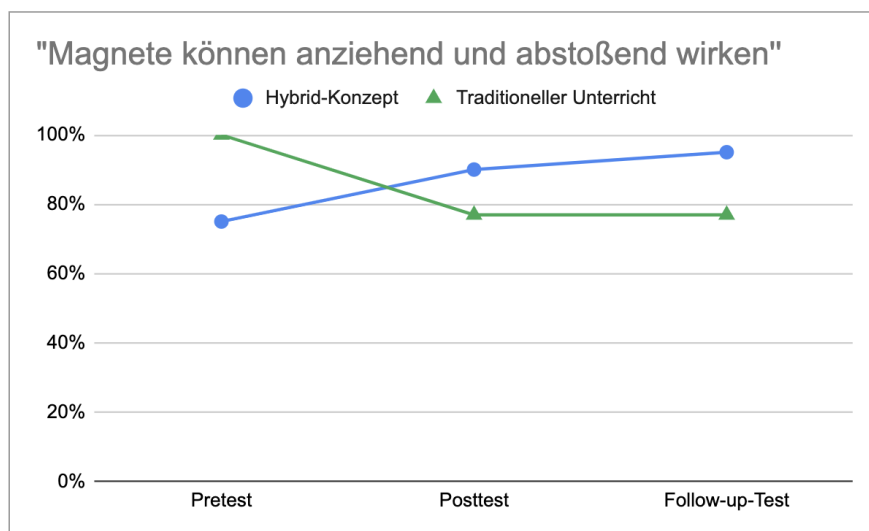


Abbildung 6.2.: Anteil der Lernenden, die wissen, dass Magnete anziehend und abstoßend wirken können.

Daten zur Fehlvorstellung: "Alle Metalle werden von Magneten angezogen."

Das Vorhandensein dieser Fehlvorstellung wurde in folgenden Items getestet:

- Pretest Item 9,
- Posttest Item 4,
- Follow-up Test Item 4.

In der Abbildung 6.3 wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die in den Tests wussten, dass nicht alle Metalle von Magneten angezogen werden. Die Abbildung 6.4 zeigt das zu passende Liniendiagramm.

Nicht alle Metalle werden von Magneten angezogen	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	70%	77%
Posttest	75%	92%
Follow-up-Test	95%	85%

Abbildung 6.3.: Anteil der Lernenden, die wissen, dass nicht alle Metalle von Magneten angezogen werden.

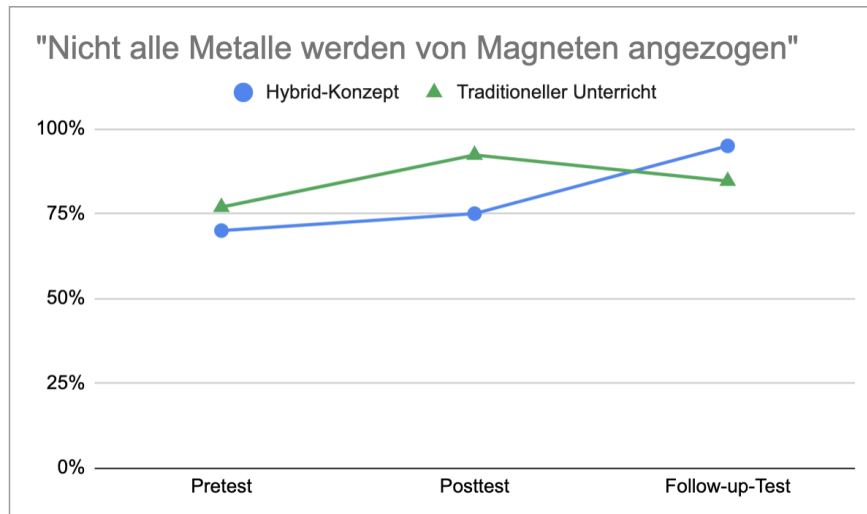


Abbildung 6.4.: Anteil der Lernenden, die wissen, dass nicht alle Metalle von Magneten angezogen werden.

In Post- und Follow-up Test wurde jeweils das Item 4 derart gestaltet, dass man das Wissen zu dieser Fehlvorstellung noch in zwei weitere Teilaspekte untersuchen konnte.

6. Ergebnisse

Zum einen konnten die Lernenden die Aussage "Die meisten Metalle werden von Magneten nicht beeinflusst." kreuzen und zum anderen konnte sie die Aussage "Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar." auswählen. Diese beide Kreuze stellen ein noch tieferes Wissen dar, als nur das Kreuz bei der Aussage "Alle Metalle werden von Magneten angezogen." nicht zu setzen.

In der Abbildung 6.5 wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die in den Tests wussten, dass die meisten Metalle nicht von Magneten beeinflusst werden. Abbildung 6.6 zeigt das zu passende Liniendiagramm.

Die meisten Metalle werden von Magneten nicht beeinflusst.	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	nicht gefragt	nicht gefragt
Posttest	35%	54%
Follow-up-Test	55%	62%

Abbildung 6.5.: Anteil der Lernenden, die wissen, dass die meisten Metalle nicht von Magneten beeinflusst werden.

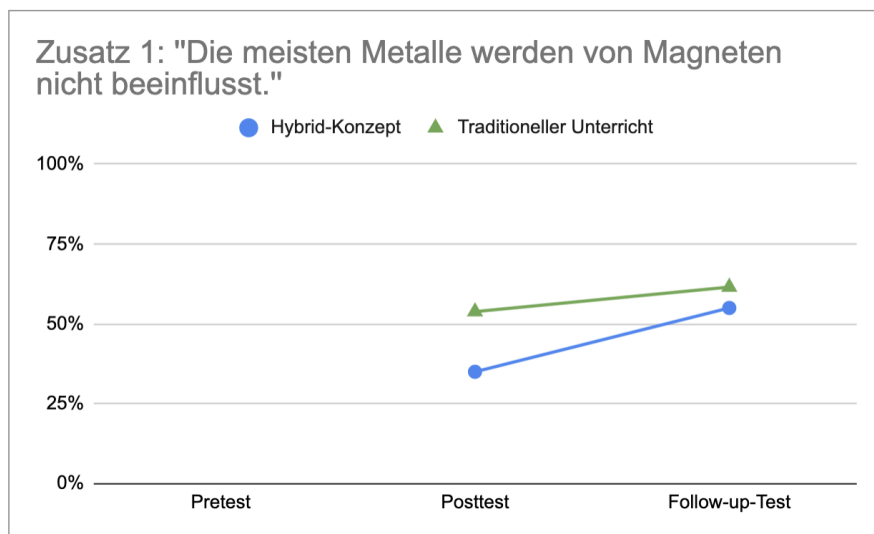


Abbildung 6.6.: Anteil der Lernenden, die wissen, dass Magnete anziehend und abstoßend wirken können.

In der Abbildung 6.7 wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die in den Tests wussten, welche Metalle bei Zimmertemperatur ferromagnetisch sind. Abbildung 6.8 zeigt das zu passende Liniendiagramm.

Zusatz 2: Lernende können Eisen, Nickel und Kobalt nennen.	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	nicht gefragt	nicht gefragt
Posttest	50%	77%
Follow-up-Test	35%	77%

Abbildung 6.7.: Anteil der Lernenden, die alle ferromagnetischen Metalle nennen können.

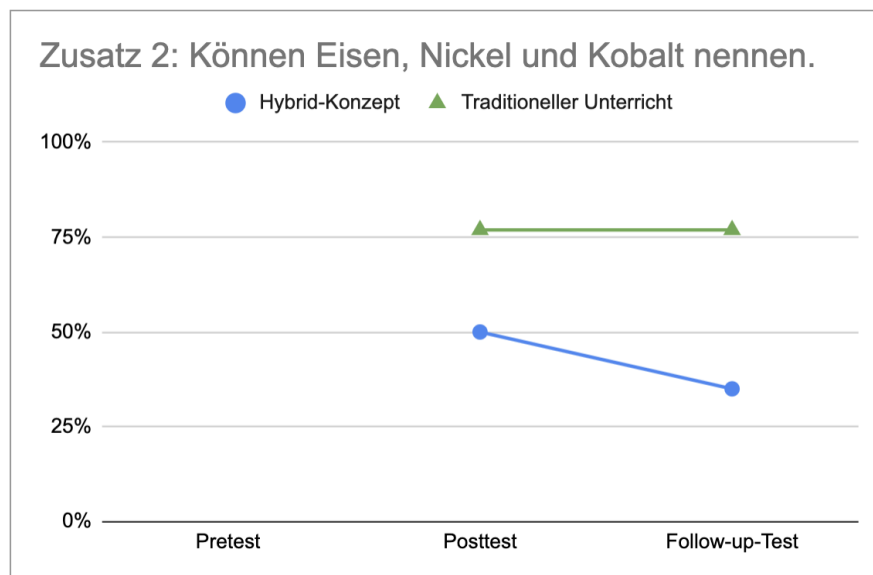


Abbildung 6.8.: Anteil der Lernenden, die alle ferromagnetischen Metalle nennen können.

Daten zur Fehlvorstellung: "Größere Magnete sind stärker."

Das Vorhandensein dieser Fehlvorstellung wurde in folgenden Items getestet:

- Pretest Item 10
- Posttest Item 5,
- Follow-up Test Item 5.

In der Abbildung [6.9](#) wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die in den Tests wussten, dass größere Magneten nicht automatisch stärker sind, die physische Größe eines Magneten also keinen Einfluss auf dessen Stärke hat. Abbildung [6.10](#) zeigt das zu passende Liniendiagramm.

6. Ergebnisse

Größere Magnete sind nicht automatisch stärker	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	55%	31%
Posttest	100%	46%
Follow-up-Test	100%	38%

Abbildung 6.9.: Anteil der Lernenden, die wussten, dass größere Magnete nicht automatisch stärker sind.

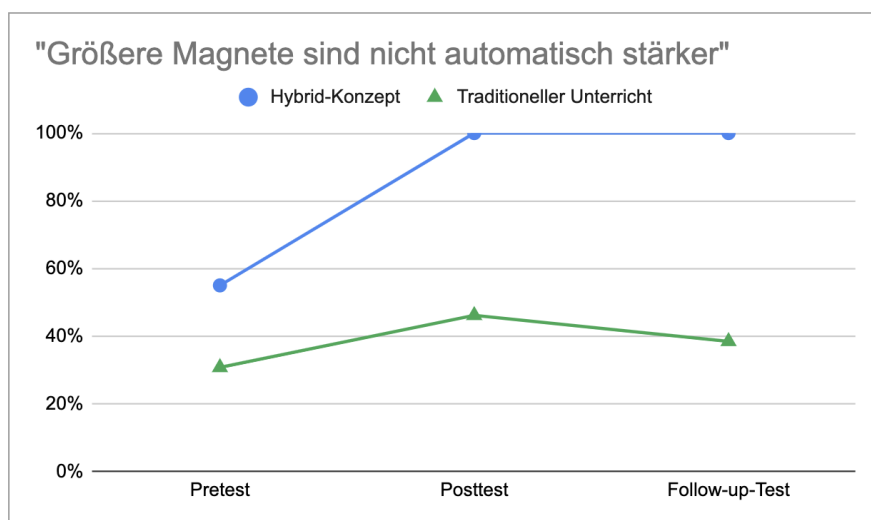


Abbildung 6.10.: Anteil der Lernenden, die wussten, dass größere Magnete nicht automatisch stärker sind.

Daten zur Fehlvorstellung: "Magnete wirken nur begrenzt weit."

Das Vorhandensein dieser Fehlvorstellung wurde in folgenden Items getestet:

- Pretest Item 11
- Posttest Item 6,
- Follow-up Test Item 6.

In der Abbildung [6.11](#) wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die in den Tests wussten, dass Magnete unendlich weit wirken. Abbildung [6.12](#) zeigt das zu passende Liniendiagramm.

Die Argumentation, wieso Magnete unendlich weit wirken, oder dies eben nicht tun, wurden in 2 Typen eingeteilt.

Magnete haben eine unendliche Reichweite.	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	10%	0%
Posttest	55%	0%
Follow-up-Test	50%	0%

Abbildung 6.11.: Anteil der Lernenden, die wussten, dass Magnete unendlich weit wirken.

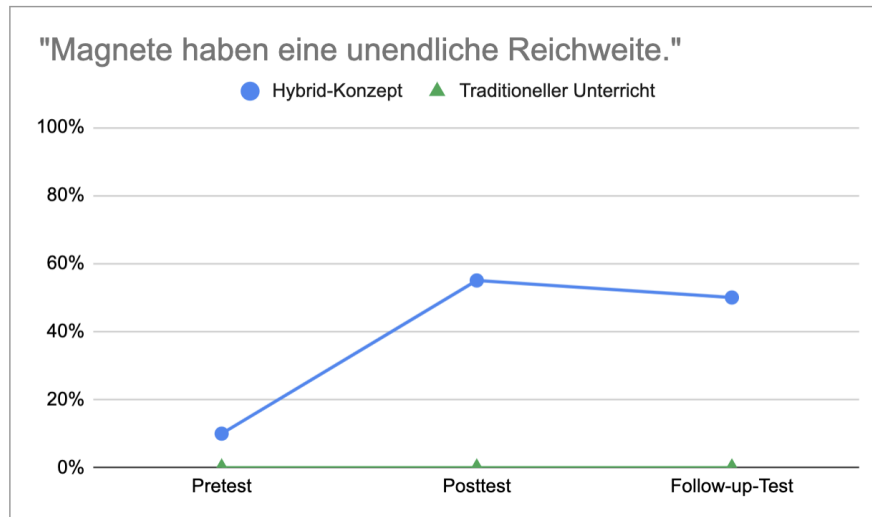


Abbildung 6.12.: Anteil der Lernenden, die wussten, dass Magnete unendlich weit wirken.

- Bei den Lernenden des Hybrid-Konzepts wurde unterschieden, ob sie ihre Entscheidung, dass Magnete unendlich weit wirken, mit einem unendlich großen Magnetfeld untermauern oder ob sie angaben, dass Magnete theoretisch unendlich weit wirken können, wir das aber aufgrund der mit größer werdenden Abstand zum Magneten geringer werdenden Einwirkungsstärke nicht mehr messen/sehen können argumentierten.
- Bei den Lernenden des traditionellen Unterrichts wurde unterschieden, ob sie ihre Entscheidung, dass Magnete endlich weit wirken mit einem Absinken der Einwirkungsstärke auf ein "nicht mehr bemerkbares Maß" untermauerten.

Siehe dazu die Abbildungen [6.13](#) und [6.14](#).

6. Ergebnisse

Argumentationen bei "Magnete haben eine unendliche Reichweite" bzw. "Magnete wirken nur begrenzt weit."	SuS des Hybrid-Konzept argumentieren mit unendlich großem Magnetfeld oder eingeschränkter "Messbarkeit".	SuS des traditionellen Unterrichts argumentieren mit abnehmender Wirkung mit größer werdender Distanz.
Pretest	nicht gefragt	nicht gefragt
Posttest	89%	56%
Follow-up-Test	68%	57%

Abbildung 6.13.: Unterscheidung der Argumentationen.

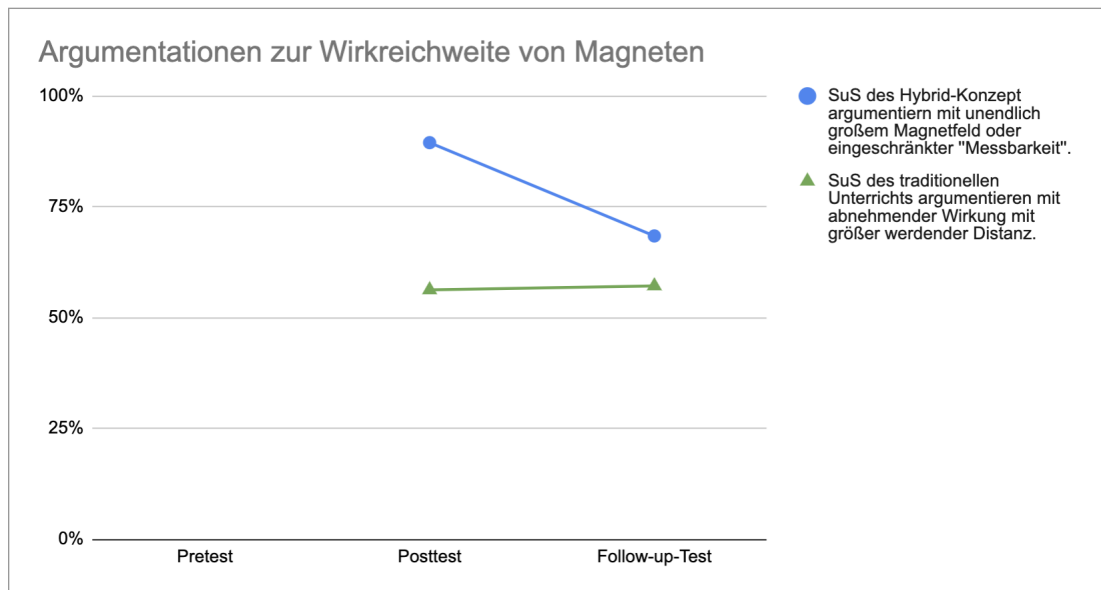


Abbildung 6.14.: Unterscheidung der Argumentationen.

Daten zur Fehlvorstellung: "Die Erdanziehung ist eine Folge des Magnetismus."

Das Vorhandensein dieser Fehlvorstellung wurde in folgenden Items getestet:

- Pretest Item 12
- Posttest Item 7,
- Follow-up Test Item 7.

In der Abbildung [6.15](#) wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die in den Tests wussten, dass die Erdanziehung kein magnetisches Phänomen ist. Abbildung [6.16](#) zeigt das zu passende Liniendiagramm.

6.1. Darstellung der Ergebnisse

Die Erdanziehung ist keine Folge des Magnetismus	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	55%	69%
Posttest	35%	54%
Follow-up-Test	70%	38%

Abbildung 6.15.: Anteil der Lernenden, die wussten, dass die Erdanziehung kein magnetisches Phänomen ist.

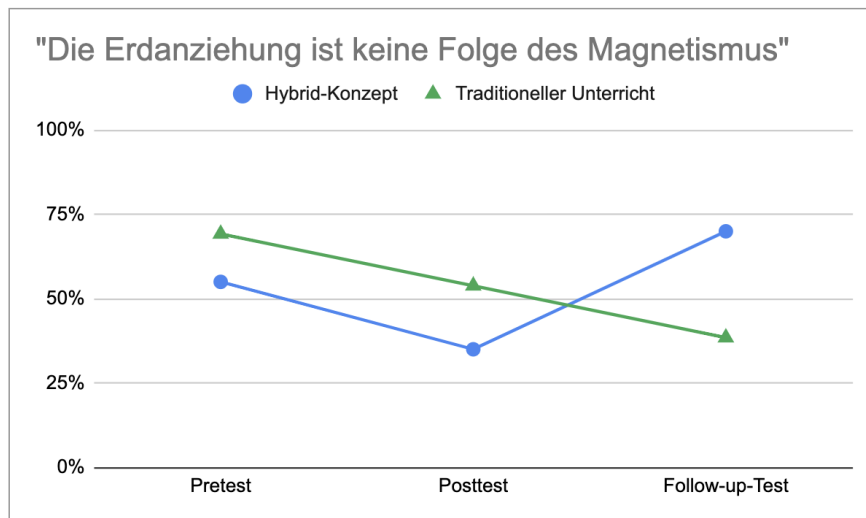


Abbildung 6.16.: Anteil der Lernenden, die wussten, dass die Erdanziehung kein magnetisches Phänomen ist.

Daten zur Wiedergabe der Polregel

In Post- und Follow-up Test wurden die Schüler und Schülerinnen in Item 8 aufgefordert, die Polregel zu formulieren. Dabei wurde in der Bewertung der gegebenen Antworten besonders darauf geachtet, dass die Lernenden vollständig erklären, in welchen Fällen Anziehung und in welchen Fällen Abstoßung auftreten.

Als Musterlösung wurde der folgende Merksatz verwendet: "Gleichnamige Pole stoßen sich ab und ungleichnamige Pole ziehen sich an."

In der Abbildung [6.17](#) wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die die Polregel richtig wiedergeben konnten. Die Abbildung [6.18](#) zeigt das zu passende Liniendiagramm. Die Polregel wurde im Pretest nicht abgefragt, daher sind dazu auch keine Daten gesammelt worden.

6. Ergebnisse

Anteil der Lernenden, die die Polregel korrekt formulieren können.	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Pretest	nicht gefragt	nicht gefragt
Posttest	65%	69%
Follow-up-Test	75%	54%

Abbildung 6.17.: Anteil der Lernenden, die die Polregel korrekt formulieren konnten.

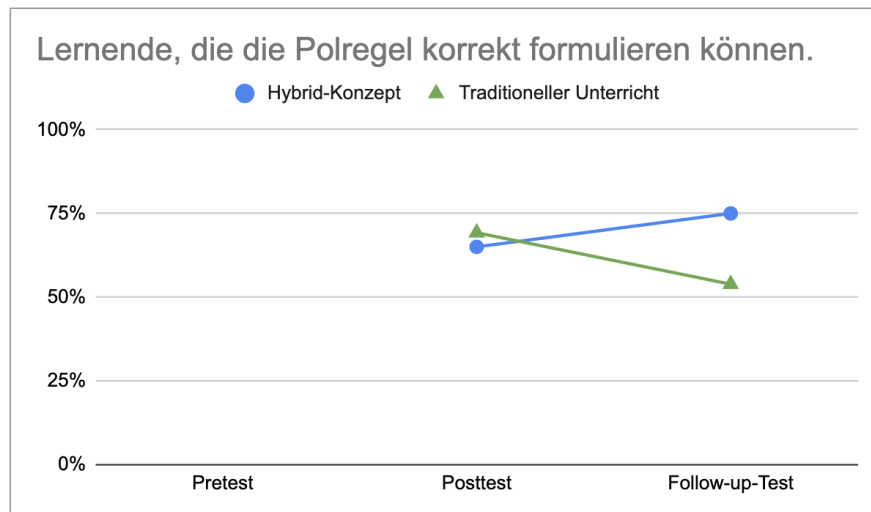


Abbildung 6.18.: Anteil der Lernenden, die die Polregel korrekt formulieren konnten.

Daten zur Modellkompetenz

Im Posttest wurde in Item 12 den Lernenden die Aufgabe gestellt, dass sie die Magnetisierung eines zuvor nicht magnetischen Eisenstücks durch einen in der Nähe befindlichen Permanentmagneten erklären. In der Datenauswertung wurde nun analysiert, ob und welches Modell die Schüler und Schülerinnen für ihre Erklärungen verwenden.

In der Abbildung [6.19](#) wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, die zum einen ein Modell für ihre Erklärung verwendet haben und zum anderen, wie viele davon ein fachlich weitgehend richtiges Modell verwendet haben. Die Abbildung [6.20](#) zeigt das zu passende Balkendiagramm.

Daten zum Kontextwissen

Im Posttest wurde in Item 16 den Lernenden die Aufgabe gestellt, dass sie möglichst viele Anwendungen oder Naturphänomene nennen sollen, die mit dem Thema Magnetismus zu tun haben. In der Datenanalyse wurde im Anschluss eruiert, wie groß der jeweilige Anteil derjenigen Lernenden ist, deren Antworten in eine der zuvor definierten Kategorie passen. Zum Schluss wurde die durchschnittliche Anzahl der Nennungen pro Interessensgebiet

6.1. Darstellung der Ergebnisse

Daten zur Modellkompetenz aus dem Postest	Hybrid-Konzept	Traditioneller Unterricht
Haben ein Modell angewendet	35%	25%
Modell weitgehend korrekt	58%	75%
Anteil mit weitg. richtigem Konzept	21%	19%
Verwenden Varianten von "magnetisieren"	36%	25%

Abbildung 6.19.: Anteil der Lernenden, die ein (weitgehend richtiges) Modell angewendet haben.

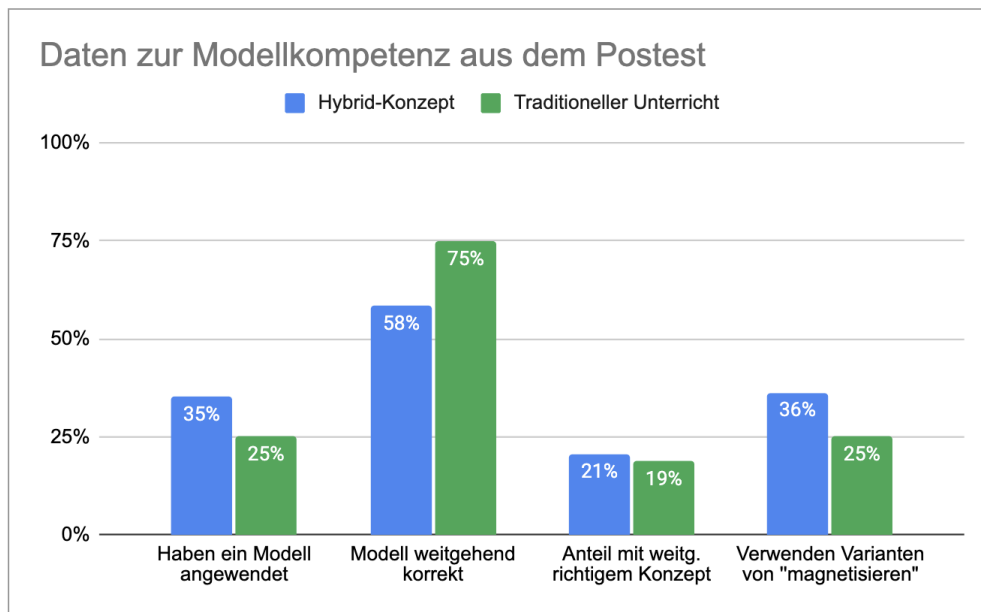


Abbildung 6.20.: Anteil der Lernenden, die ein (weitgehend richtiges) Modell angewendet haben.

und die durchschnittliche Anzahl der Nennungen pro Lernender berechnet.

In der Abbildung [6.21](#) wird der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen dargestellt, deren Antworten in eine der zuvor definierten Kategorie passen. Die Abbildung [6.22](#) zeigt das zu passende Balkendiagramm.

In der Abbildung [6.23](#) wird die durchschnittliche Anzahl der Nennungen pro Lernenden pro Interessensgebiet dargestellt. Die Abbildung [6.24](#) zeigt das zu passende Balkendiagramm.

6. Ergebnisse

Kategorien	Anteil der Lernenden mit Nennung in Kategorie (Hybrid von 29 Lernenden)	Anteil der Lernenden mit Nennung in Kategorie (traditionell von 16 Lernenden)	zugeordnetes Interessensgebiet
Polarlichter	72%	6%	Mensch und Natur ▼
Erdmagnetfeld	62%	63%	Mensch und Natur ▼
MRT	45%	0%	Medizin ▼
Mülltrennung	38%	0%	Gesellschaft ▼
Datenspeicherung	24%	6%	Technik ▼
Kompass	24%	25%	Technik ▼
Magnetsinn im Tierreich	24%	6%	Mensch und Natur ▼
Kran mit Magnetarm	14%	0%	Technik ▼
Elektromotor	3%	88%	Technik ▼
Ferromagnetika	0%	6%	Physik als Wissenschaft ▼
Sonnenwind	0%	13%	Physik als Wissenschaft ▼
Magnetschwebbahn	3%	13%	Technik ▼
Haftmagneten	3%	56%	Gesellschaft ▼
magnetische Sensoren	3%	0%	Technik ▼
Glocke	0%	13%	Technik ▼
mag. Filtration	0%	6%	Technik ▼
Elektromagnet	0%	6%	Physik als Wissenschaft ▼
Kabelloses Laden	0%	19%	Technik ▼
Transformator	0%	6%	Physik als Wissenschaft ▼

Abbildung 6.21.: Verteilung der Nennungen pro Kategorie und zugeordnetem Interessensgebiet.

6.2. Interpretation der Ergebnisse

Interpretation zur Fehlvorstellung: "Magnete wirken immer nur anziehend."

In den Abbildungen [6.1](#) und [6.2](#) sieht man, dass das Vorwissen zu dieser Fehlvorstellung im Pretest bei beiden Lernenden-Gruppen bereits sehr hoch war. Das wird sehr wahrscheinlich daran liegen, dass die Lernenden entweder privat oder in den Vorjahren, also zwischen der 1. und 7. Schulstufe, bereits erste Erfahrungen mit Magneten gemacht haben und ihnen daher zum Großteil klar war, dass Magnete andere Gegenstände anziehen *und* abstoßen können.

Der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen des Hybrid-Konzepts, die wussten, dass Magnete prinzipiell anziehend und abstoßend wirken können, stieg von zunächst 75 % im Pretest auf 90 % im Posttest an und lag zuletzt bei 95 % im Follow-up Test. Es zeigt sich also eine stetig steigende Tendenz. Damit kann im zeitlichen Verlauf ein Lernzuwachs bei dieser Fehlvorstellung bei den Lernenden des Hybrid-Konzepts vermutet werden, die noch dazu stabil zu sein scheint. Die Schüler und Schülerinnen des Hybrid-Konzepts wissen also nach dem Unterricht zum Großteil, dass Magnete anziehend und abstoßend

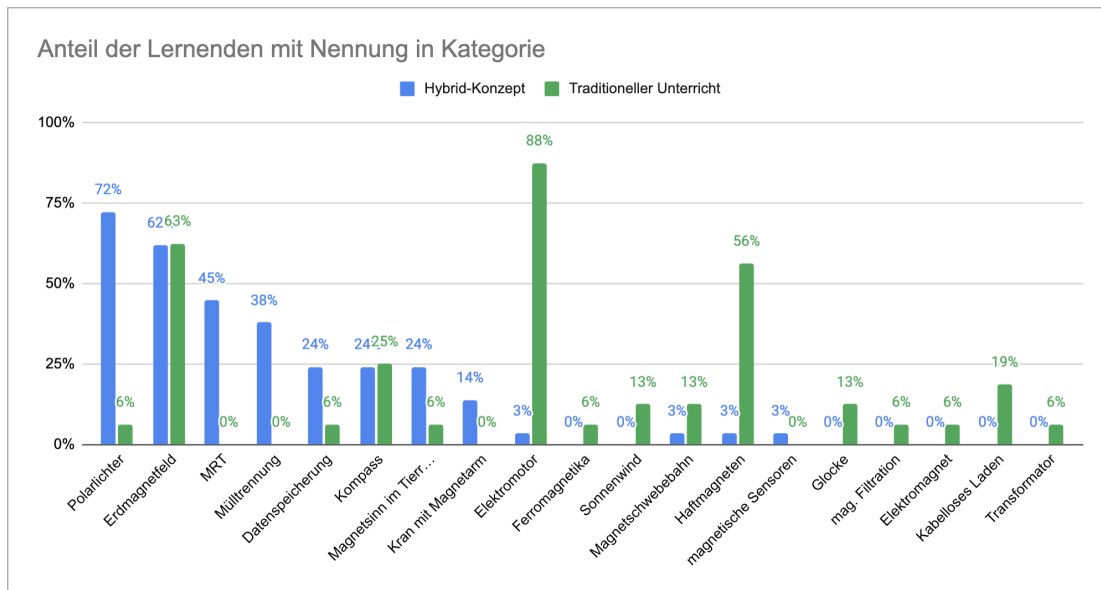


Abbildung 6.22.: Grafische Verteilung der Nennungen pro Kategorie.

wirken können. Nimmt man die Antworten der Lernenden des Hybrid-Konzepts noch stärker unter die Lupe so erkennt man, dass jeder Lernende, bei dem eine Fehlvorstellung vorliegt, diese im Follow-up Test nicht mehr aufweist. Also alle Schüler:innen, die eine korrigierende Erfahrung bzgl. dieser Fehlvorstellung brauchen, bekommen diese auch. Zugleich zeigt sich, dass es keinen einzigen Lernenden gibt, der sein im Pretest bereits vorhandenes richtiges Konzept gegen ein falsches austauscht. Kurz gesagt: Jede Person, die hier neues lernen soll, tut das auch und zugleich wird niemandem etwas Falsches gelernt, der es zuvor schon wusste.

Dieser Lernzuwachs lässt sich dadurch erklären, dass einerseits die unterschiedlichen Wirkungen von Magneten über einen längeren Zeitraum unterrichtet werden (siehe Stundenplanung im Anhang) und andererseits für diese genannte Stunde die Tiefenstruktur forschendes Lernen über das 5E-Modell gewählt wurde. Die Lernenden mussten sich daher diese Inhalte durch Experimente selbst erarbeiten. Diese beiden Punkte stellen einen Kontrast zum traditionellen Unterricht dar, in dem diese Inhalte meist frontal als reine Information präsentiert werden.

Der Vergleich mit Lernenden des traditionellen Unterrichts zeigt hier einen fallenden Trend. Der Anteil derjenigen Schüler:innen, die wussten, dass Magnete prinzipiell anziehend und abstoßend wirken können, fiel von zunächst 100 % im Pretest auf 77 % im Posttest und lag zuletzt bei 77 % im Follow-up Test. Es zeigt sich daher ein fallender Trend. Diese Daten lassen vermuten, dass im zeitlichen Verlauf kein Lernzuwachs bei dieser Fehlvorstellung bei den Lernenden des traditionellen Unterrichts stattfindet. Die Schüler und Schülerinnen des traditionellen Unterrichts wissen zwar nach dem Unterricht auch zum Großteil, dass Magnete anziehend und abstoßend wirken können, aber der klassische Unterricht stabilisiert dieses Wissen nicht. Analysiert man die Antworten der

6. Ergebnisse

Interessensgebiet	Nennungen pro Gebiet (Hybrid)	Nennungen pro Gebiet (traditionell)
Gesellschaft ▼	0,4	0,6
Medizin ▼	0,4	0,0
Mensch und Natur ▼	1,6	0,8
Physik als Wissenschaft ▼	0,0	0,3
Technik ▼	0,7	1,7
Durchschnittliche Anzahl der Nennungen pro Lernender	3,2	3,3

Abbildung 6.23.: Durchschnittliche Anzahl der Nennungen pro Interessensgebiet und pro Lernendem.

Lernenden des traditionellen Unterrichts noch ausgiebiger, so erkennt man, dass es zumindest auch einmal vorkam, dass eine Person, die im Pretest das richtige Konzeptverständnis zeigte, im Follow-up Test dann jedoch ein Fehlkonzept anwendete.

Fazit Auf der Grundlage der Daten lässt sich sagen, dass der Fehlvorstellung "Magnete wirken immer nur anziehend." im Hybrid-Konzept besser begegnet wird, als im traditionellen Unterricht. Lernende, die hier eine Fehlvorstellung haben, erleben eine korrigierende Erfahrung. Lernende, die diese Fehlvorstellung nicht aufweisen, lernen sie auch nicht ein. Ein Großteil der Lernenden beider Gruppen weiß nach dem Unterricht, dass Magnete prinzipiell anziehend und abstoßend wirken können. Dieses Wissen ist jedoch in der Gruppe des Hybrid-Konzepts stabiler.

Interpretation zur Fehlvorstellung: "Alle Metalle werden von Magneten angezogen."

In den Abbildungen [6.3](#) und [6.4](#) sieht man, dass in beiden Klassen der Großteil wusste, dass nicht alle Metalle von Magneten angezogen werden. In beiden Klassen zeigt sich ein positiver Trend von Pre- auf Posttest, der aber nur in der Lernenden-Gruppe des Hybrid-Konzepts auch im Follow-up Test fortgesetzt wird. Die Ergebnisse beider Gruppen nähern sich daher im Follow-up Test einander an.

Auf den ersten Blick ist kein klar erkennbarer Unterschied zwischen der Gruppe des Hybrid-Konzepts und der mit dem traditionellen Unterricht erkennbar. Beide Gruppen wussten vor und nach dem Unterricht zum Großteil, dass nicht alle Metalle von Magneten beeinflusst werden.

Der hier nicht so stark auftretende Kontrast zwischen den Lerngruppen lässt sich damit erklären, dass der Unterricht beider Gruppen diesen Umstand, dass nicht alle Metalle von Magneten angezogen werden, in etwa gleich starker Weise Rechnung tragen. Im Hybrid-Konzept führen die Lernenden dazu ein Experiment durch und im traditionellen Unterricht wird die Information, dass nur Eisen, Nickel und Kobalt bei Zimmertemperatur ferromagnetisch sind, fokussiert. Wenn man die Lernenden beider Gruppen danach fragt,

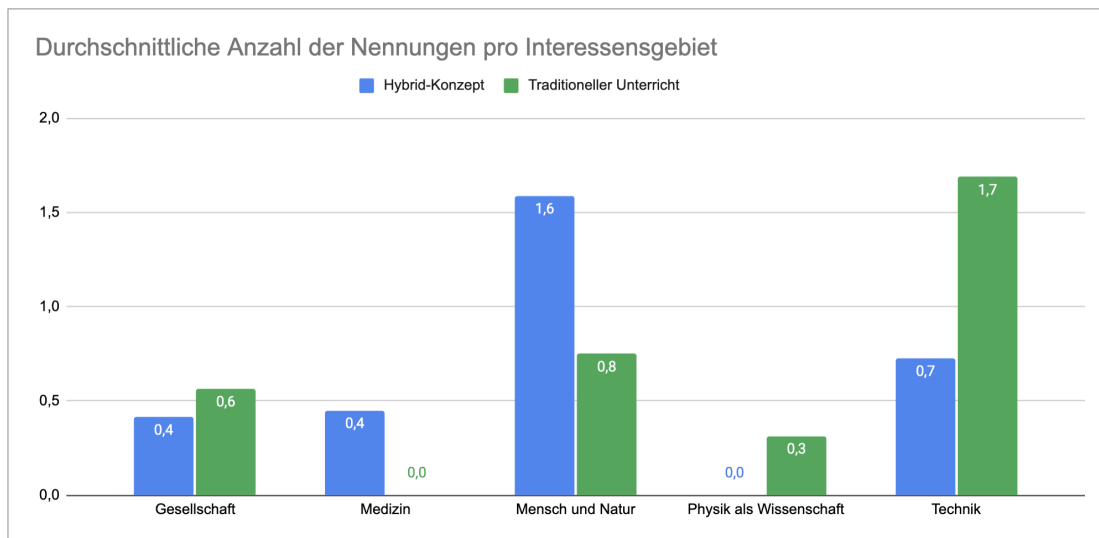


Abbildung 6.24.: Grafische Darstellung der durchschnittlichen Anzahl der Nennungen pro Interessensgebiet.

ob sogar die meisten Metalle nicht von Magneten beeinflusst werden, beziehungsweise welche genau es sind, die bei Zimmertemperatur magnetisch wirken, dann zeigt sich bei den Lernenden des traditionellen Unterrichts, dass dieses Wissen, bei ihnen stärker vorhanden ist, als bei der Gruppe des Hybrid-Konzepts. Siehe dazu die Abbildungen [6.6](#) und [6.8](#). Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, da diese beiden Aspekte im Hybrid-Konzept nicht im Fokus standen.

Nimmt man die Antworten der Lernenden des Hybrid-Konzepts wiederum stärker unter die Lupe, so erkennt man, dass jeder Lernende, bei dem eine Fehlvorstellung im Pretest vorlag, er diese im Follow-up Test nicht mehr aufweist. Also alle Schüler:innen, die eine korrigierende Erfahrung bzgl. dieser Fehlvorstellung brauchen, bekommen diese auch. Zugleich zeigt sich, dass es nur einmal vorkam, dass ein Lernender sein im Pretest bereits vorhandenes richtiges Konzept gegen ein falsches im Follow-up Test austauscht. Kurz gesagt: Jede Person, die hier Neues lernen soll, tut das auch und zugleich ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, dass Lernende sich etwas Falsches einlernen.

Ein näherer Blick auf die Antworten der Lernenden des traditionellen Unterrichts zeigen, dass in nur 33 % der Fälle eine vorhandene Fehlvorstellung im Pretest bis zum Follow-up Test korrigiert wird. Auch wenn manche Lernende mit falschen Präkonzept im Posttest hier richtig antworteten. Dieses erlernte Wissen scheint daher nur kurz nach dem Unterricht abrufbar zu sein. Im Gegenzug kam es nicht vor, dass ein richtiges Präkonzept verlernt wurde.

Fazit Auf der Grundlage der Daten lässt sich sagen, dass im Hybrid-Konzept der Fehlvorstellung "Alle Metalle werden von Magneten angezogen." nicht besser, aber auch nicht schlechter begegnet wird, als im traditionellen Unterricht. In beiden Gruppen weiß am Ende des Unterrichts der Großteil der Lernenden, dass nicht alle Metalle

6. Ergebnisse

von Magneten angezogen werden. Die Wahrscheinlichkeit einer korrigierenden Erfahrung bei vorhandenen falschen Präkonzept ist aber beim Hybrid-Konzept größer, als beim traditionellen Unterricht.

Interpretation zur Fehlvorstellung: "Größere Magnete sind stärker."

Die Abbildungen [6.9](#) und [6.10](#) zeigen, dass die Lernenden des Hybrid-Konzepts einen Startvorteil, gegenüber der Lernenden-Gruppe des traditionellen Unterrichts aufweisen.

Die Schüler und Schülerinnen des Hybrid-Konzepts gaben im Pretest zu 55 % an, dass größere Magneten nicht automatisch stärker sein müssen. Dieses richtige Konzept wurde anschließend in Post- und Follow-up Test von allen, also von 100 % der Schüler:innen aktiv angewendet. Es zeigt sich daher ein sehr deutlicher Lernzuwachs, der noch dazu sehr stabil ist. Damit geht klarer Weise einher, dass kein einziger Lernender ein zuerst richtiges Konzept im Pretest verlernt hat und dass gleichzeitig alle Lernenden, die hier eine korrigierende Erfahrung benötigten, auch diese erhalten haben.

Im Gegensatz dazu zeigten im Pretest nur 31 % der Lernenden des traditionellen Unterrichts das richtige Konzeptwissen. Im Posttest lag der Wert dann bei 46 % der Lernenden, und schließlich zeigten im Follow-up Test 38 % das richtige Konzeptwissen. Ein näherer Blick auf die Antworten der Lernenden des traditionellen Unterrichts zeigen, dass in nur 22 % der Fälle eine vorhandene Fehlvorstellung im Pretest bis zum Follow-Up Test korrigiert wird. In 25 % der Fälle kommt es sogar vor, dass ein zuerst richtiges Präkonzept im Follow-up Test verlernt wurde.

In beiden Lerngruppen zeigt sich ein steigender Trend von Pre- auf Posttest, der aber nur in der Lerngruppe des Hybrid-Konzepts auch im Follow-up Test fortgesetzt wird.

Diese sehr deutlichen Unterschiede in den Lernleistungen können damit erklärt werden, dass im traditionellen Unterricht, der Umstand, dass die physische Größe die Stärke eines Magneten nicht bestimmt, sehr wenig bis gar keine Beachtung geschenkt wird. Beim Hybrid-Konzept wurde hingegen bei Experimenten absichtlich auf vergleichsweise kleine aber starke Magneten zurückgegriffen und in der Unterrichtssequenz zum Magnetfeld der Erde wurde der Erdkern als ein Beispiel für einen sehr großen, aber eher schwachen Magneten genannt. Beides trägt dazu bei, die Fehlvorstellung herauszufordern.

Fazit Aufgrund der Daten lässt sich sagen, dass der Fehlvorstellung "Größere Magneten sind automatisch stärker." im Unterricht des Hybrid-Konzepts deutlich besser begegnet wird, als im traditionellen Unterricht. Die Lernzuwächse in der Gruppe des Hybrid-Konzepts sind sehr deutlich sichtbar und bleiben über den Unterrichts hinaus stabil.

Interpretation zur Fehlvorstellung: "Magnete wirken nur begrenzt weit."

Die Abbildungen [6.11](#) und [6.12](#) zeigen, dass auch bei dieser Lernendenfehlvorstellung deutliche Unterschiede zwischen den Lernenden-Gruppen vorhanden sind.

Wie zu erwarten, zeigen im Pretest beide Gruppen einen geringen Anteil derer, die eine nicht-endliche Wirkreichweite von Magneten angeben. Im Posttest und im Follow-up

Test zeigt sich jedoch in der Gruppe des Unterrichts mit Hybrid-Konzept eine deutliche Steigerung von zuerst 10 % im Pretest auf 55 % im Posttest und schlussendlich 50 % im Follow-up Test. In 50 % der Fälle korrigieren Lernende des Unterrichts mit Hybrid-Konzept ihre im Pretest gemessenen Fehlvorstellungen und ebenso 50 % verlernen ein bereits richtiges Konzept im Laufe des Unterrichts.

Dagegen gibt in der Gruppe mit traditionellem Unterricht in allen drei Tests kein einziger Lernender an, dass ein Magnet eine unendliche Reichweite hat.

Die deutlichen Unterschiede in den Lernleistungen sind wahrscheinlich auf die gewählte Tiefenstruktur "Konzepte entwickeln Variante: diskontinuierlicher Lernweg (Konfrontation)" der 3. Einheit zurückzuführen. Mit dem Wissen, dass ein Großteil der Lernenden dieser Fehlvorstellung deshalb aufliegen, weil sie mit einer Wirkung eines Magneten eher das sichtbare Wegstoßen oder Heranziehen anderer Gegenstände meinen, als das Vorhandensein eines messbaren Magnetfeldes, wurde die Unterrichtssequenz genau darauf ausgelegt, diese Idee infrage zu stellen. Das falsche Konzept "Ein Magnet wirkt, wenn er sichtbare Bewegungen anderer Gegenstände bewirkt." sollte durch das fachlich richtige Konzept "Jeder Magnet wird von einem theoretisch unendlich großen Magnetfeld umgeben, welches man mit sehr empfindlichen Messgeräten theoretisch beliebig weit messen könnte." ersetzt werden. Zusätzlich wurde der Umstand, dass ab einer gewissen Distanz tatsächlich keine sichtbare Bewegung anderer Objekte stattfindet, mit dem Vorhandensein von kompensierenden Reibungskräften erklärt. Für etwa die Hälfte der Lernenden des Unterrichts mit Hybrid-Konzept war dies überzeugend genug.

Ein schärferer Blick auf Post- und Follow-up Test mit qualitativen Methoden zeigt, wie stabil die Fehlvorstellung bei den Schüler:innen des traditionellen Unterrichts ist.

Beispielsweise schreibt 0710Se im Posttest

"Magnete haben begrenzte Reichweite weil wenn das Magnetfeld nicht mehr in der näher des objekts ist wird es nicht angezogen"

und nennt weiter im Follow-up Test, dass

"Wenn der Körper außerhalb der Magnetfeld ist wird es nicht angezogen"

und legt damit nahe, dass das Magnetfeld prinzipiell endlich ist und, dass die Wirkung eines Magneten immer mit einer gewissen Sichtbarkeit einer Bewegung einhergeht. Ähnlich argumentiert auch 2105La im Posttest

"Diese Aussage¹ ist richtig, da das Magnetfeld eine bestimmte Reichweite hat. Die magnetische Wirkung wirkt nur in dem Magnetfeld."

und schreibt weiter im Follow-up Test

"Ja, da das Magnetfeld nicht eine unbegrenzte Reichweite hat."

So oder so ähnlich argumentieren im Posttest insgesamt 56 % und im Follow-up Test 57 % der Lernenden des traditionellen Unterrichts, die die Fehlvorstellung aufweisen. Die

¹Die Aussage, dass Magnete eine endliche Reichweite haben.

6. Ergebnisse

Stabilität lässt sich, wie bereits erwähnt, darauf zurückführen, dass der Fragestellung im traditionellen Unterricht keine sonderlich große Rolle zukommt und die gängigen Darstellungen in den Schulbüchern immer ein endliches Magnetfeld zeigen.

Es zeigt sich, dass etwa 2/3 der Schüler:innen des Unterrichts mit Hybrid-Konzept mit korrektem Konzeptwissen das Vorhandensein eines messbaren unendlich großen Magnetfeldes für ihre Argumentation ins Feld führen.

Der oder die Lernende mit der ID 0710Do argumentiert im Posttest

”Magneten haben keine begrenzte Reichweite. Das Magnetfeld ist unendlich weit. Die Magnete werden nur schwächer bei einer weit entfernten Distanz”

und schreibt weiter im Follow-up Test

”Diese Aussage ist falsch weil sie unendlich weit wirken”

Die Person mit der ID 0109Le argumentiert im Posttest ähnlich

”Ich glaube, dass sie unendlich weit und immer wirken, allerdings es nur schwerer zu messen wird, je weiter man die Auswirkung bzw. Anstoßung oder Abstoßung misst.”

und erklärt im Follow-up Test

”Dieses Argument ist falsch, weil uns lediglich die Methoden bzw. Mittel fehlen die Wirkung von Magneten nach mehreren Millionen Lichtjahren im Weltall noch nachweisen zu können. Prinzipiell wirken sie unendlich weit, jedoch nimmt die magnetische Wirkung ab mit Distanz.”

Die Argumentationen verwenden also ein mit zunehmender Distanz zum Magneten immer schwieriger zu messendes, unendlich großes Magnetfeld. Auf vergleichbare Weise argumentieren im Posttest 89 % der Lernenden und im Follow-up Test 68 % der Lernenden des Unterrichts mit Hybrid-Konzept, die die Fehlvorstellung nicht aufweisen. Die fachlich korrektere Formulierung der Lernenden ist darauf zurückzuführen, dass vom Autor während des gesamten Unterrichts mittels Hybrid-Konzept versucht sprachsensibel zu arbeiten. Wenn von den Wirkungen von Magneten die Rede war, so wurde immer auch die Messbarkeit betont, die in Experimenten mit sehr feinen Messgeräten erzielt werden kann.

Fazit Auf Grundlage der Daten lässt sich folgendes Fazit ziehen: Durch den Unterricht mit dem Hybrid-Konzept lernt knapp die Hälfte der Lernenden, dass Magnete theoretisch unendlich weit wirken. Gut 2/3 davon argumentieren dies mit einem unendlich großen Magnetfeld und fügen teilweise sogar hinzu, dass die scheinbare endliche Wirkreichweite damit zu tun hat, dass mit steigender Distanz zum Magneten das Magnetfeld schwächer wird. Im Gegensatz dazu wird die Fehlvorstellung bei den Lernenden des traditionellen Unterrichts in keinem Fall korrigiert. Damit adressiert der Unterricht mittels Hybrid-Konzept diese Fehlvorstellung klar besser, als es der traditionelle Unterricht tut.

Interpretation zur Fehlvorstellung: "Die Erdanziehung ist eine Folge des Erdmagnetismus."

In beiden Gruppen hat sich von Pre- auf Posttest das Wissen bzgl. dieser Lernendenvorstellung verschlechtert. Dieser fallende Trend setzt sich jedoch nur bei der Gruppe mit traditionellem Unterricht auch im Follow-up Test weiter durch, sodass am Ende nur 38 % dieser Gruppe angeben, dass das Erdmagnetfeld *nicht* für die Gravitation der Erde verantwortlich ist.

Interessanterweise erhöht sich in der Gruppe des Unterrichts mit Hybrid-Konzept von Post- auf Follow-up Test der Anteil der Lernenden mit richtigem Konzept von zuerst 35 % auf 70 %. Am Ende weiß also ein Großteil dieser Gruppe, dass die Erdanziehung *kein* magnetisches Phänomen ist.

Nach Durchsicht des Forschungstagebuchs könnte der Knick bei dieser Lernentwicklung der Schüler:innen des Unterrichts mit Hybrid-Konzept in Abbildung 6.16 damit erklärt werden, dass nach dem Posttest in beiden Klassen des Autors, also in den Lernendengruppen des Unterrichts mit Hybrid-Konzept, eine im Schulalltag übliche Diskussion über die von ihnen angekreuzten Antworten entstanden ist. Der Autor hat dabei keinen Beitrag zu dieser Diskussion geleistet, sondern den Lernenden lediglich circa 5 Minuten Zeit gegeben, ihre Antworten zu vergleichen. Dabei entbrannte bei einigen Schüler:innen eine Diskussion über die Tatsache, dass die Erde zwar ein Magnetfeld hat, dieses aber nicht für die deutlich spürbare Erdanziehung verantwortlich ist. Diese korrigierende Erfahrung, die auf die Aktivität der Lernenden und nicht primär auf das Hybrid-Konzept zurückzuführen ist, hat wahrscheinlich dazu beigetragen, dass im Follow-up Test der Großteil der Schüler:innen die richtige Antwort gegeben haben.

Insgesamt wurde in der Gruppe des Unterrichts mit Hybrid-Konzept nur in 67 % der Fälle eine im Pretest gemessene Fehlvorstellung bis zum Follow-up Test korrigiert. In der Lernendengruppe mit traditionellem Unterricht lag dieser Wert bei 0 %. Bereits richtige Konzepte im Pretest wurden in der Gruppe des Unterrichts mit Hybrid-Konzept in 33 % der Fälle und in der Gruppe des traditionellen Unterrichts in 44 % der Fälle verworfen.

Diese Werte sind in beiden Gruppen wenig zufriedenstellend.

Für die Gruppe des Unterrichts mit Hybrid-Konzept können diese Ergebnisse folgendermaßen erklärt werden: Aus dem Forschungstagebuch des Autors geht hervor, dass in beiden Klassen die Bearbeitung der Fragestellung, ob die Erdanziehung ein magnetisches Phänomen ist, deutlich zu wenig Raum eingenommen hat. Geplant war, dass die Fragestellung in Form eines von den Lernenden selbst entworfenen Experimentes im Rahmen der Elaborate-Phase der 5. Einheit: "Das Magnetfeld der Erde" thematisiert wird. Laut den Aufzeichnungen des Autors war die Durchführung in einer der beiden Klassen aus Zeitgründen gar nicht möglich und bei der zweiten Klasse konnte die Fragestellung nur kurz am Ende der Stunde im Plenum grob angerissen werden. Eine korrigierende Lernerfahrung ist damit nicht zustande gekommen.

Generell liegt die Vermutung nahe, dass diese Fehlvorstellung auch deshalb so stabil bleibt, weil sich hier zwei Konzepte aufgrund ihrer sprachlichen Nähe überlagern. Im Physikunterricht wird über *Anziehung* als eine der möglichen Wirkungen von Magneten gesprochen und gleichzeitig spricht man wenige Stunden später über *Erdanziehung*. Eine

6. Ergebnisse

genaue Trennung der beiden Konzepte auch auf sprachlicher Ebene scheint hier sinnvoll. Es würde sich anbieten statt "Erdanziehung" von der "Gravitation der Erde" oder kurz von der "Erdgravitation" zu sprechen.

Fazit Aus den gesammelten Daten geht hervor, dass der traditionelle Unterricht nicht dafür sorgt, dass diese Fehlvorstellung korrigiert wird. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, da diese Fragestellung an sich dort wenig bis keinen Platz einnimmt. Aufgrund von Schwierigkeiten in der Umsetzung der Stundenplanung wurde auch im Unterricht des Hybrid-Konzepts dieser Fehlvorstellung kein entsprechender Raum gegeben. In beiden Gruppen korrigieren zu wenige Schüler:innen ihre vorhandene Fehlvorstellung und in beiden Gruppen zeigen am Ende des Unterrichts zu viele Lernende falsche Konzepte. Eine neuerliche Planung der Unterrichtseinheit 5. des Hybrid-Konzepts muss die Folge sein.

Interpretation zur Polregel: "Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige Pole ziehen sich an."

Aus Abbildung 6.17 und Abbildung 6.18 ist erkennbar, dass die Lernenden beider Gruppen im Posttest vergleichbar gut die Polregel nennen konnten. Da die Polregel beim Pretest nicht abgefragt wurde, kann hier keine Aussage darüber gemacht werden, wie gut vorhandene Fehlvorstellungen korrigiert, bzw. zuerst richtige Konzepte verworfen werden. Was sich aber aus den Daten herauslesen lässt ist, dass das Wissen über die Polregel in der Lernenden-Gruppe des Hybrid-Konzepts stabiler ist, als bei den des traditionellen Unterrichts.

Auffallend ist, dass die Nennungen im Follow-up Test der Lernenden des traditionellen Unterrichts Assoziationen zur Elektrizität zeigen. 1209Ma schreibt im Follow-up Test:

"Vom Minuspol zum pluspol"

1810Ra schreibt im Follow-up Test:

"Wenn minus auf minus kommt stoßen sie sich gegenseitig ab und umgekehrt auch."

2105La schreibt im Follow-up Test:

"Anders geladene Pole ziehen sich an, während Gleichgeladene sich abstoßen"

Vergleichbare Assoziationen zur Elektrizität findet man bei den Lernenden des Hybrid-Konzepts nicht.

Dies zeigt, dass die Unterscheidung zwischen elektrischen Ladungen und magnetischen Polen, für die Lernenden des traditionellen Unterrichts deutlich schwieriger ist.

Fazit Auf Basis der Daten geht hervor, dass der traditionelle Unterricht und der Unterricht des Hybrid-Konzepts sorgen dafür, dass circa 2/3 der Lernenden direkt nach dem Unterricht die Polregel nennen können. Dieses Wissen bleibt jedoch nur in der

Lernenden-Gruppe des Hybrid-Konzepts auch bis zum Follow-up Test erhalten und verfestigt sich sogar. Damit kann auf Grundlage der Daten gesagt werden, dass über den Unterricht des Hybrid-Konzepts die Polregel nachhaltiger gelernt werden kann.

Interpretation der Daten zur Modellkompetenz

Aus Abbildung 6.19 und Abbildung 6.20 geht hervor, dass der Anteil derjenigen Schüler und Schülerinnen, die ein Modell zur Erklärung der Magnetisierung eines Eisenstücks verwenden, in beiden Gruppen vergleichsweise gering ist, wobei der Anteil mit 35 % in der Gruppe des Unterrichts mit Hybrid-Konzept etwas höher ist, also bei der Gruppe des traditionellen Unterrichts mit etwa 25 %.

Klarerweise haben sich nicht alle Erklärungen der Lernenden beider Gruppen als richtig erwiesen. Eine qualitative Inhaltsanalyse ergab, dass sich 4 Gruppen von Antworten erkennen lassen:

1. Antworten, die darauf hinweisen, dass die Lernenden gar nicht wissen, wie sie es erklären sollen. So schreibt beispielsweise 1206Be:

”Ich weiß es leider nicht.”

2. Antworten, die darauf hinweisen, dass die Schüler und Schülerinnen Modelle aus der Elektrizitätslehre verwenden, um die Magnetisierung zu erklären. Diesen Schüler:innen fällt es offenbar schwer, die beiden Bereiche Magnetismus und Elektrizität in dieser Fragestellung gut zu trennen. Beispielsweise schreibt die Person mit der ID 0109Le im Posttest:

”Weil man die Teilchen des Nagels sozusagen elektrisch aufladet.”

Ähnliches schreibt auch 1805ab:

”Weil es wird dann geladen so das es dann gezogen wird”

Auch die folgende Antwort von 1810Ra zeigt, dass hier Ideen der Elektrizitätslehre mit denen des Magnetismus interferieren.

”Wenn man den Magneten in eine Richtung für eine Weile streicht richten man die Elektronen neu an und so wird der Nagel magnetisch”

3. Antworten, die nur Varianten des Wortes ”magnetisieren” enthalten. Bei der Gruppe des Unterrichts mit Hybrid-Konzept verwenden 36 % der Lernenden aktiv kein Modell, sondern erklären den Vorgang nur mit dem Wort oder mit Wortvarianten von ”magnetisieren”. In der Gruppe des traditionellen Unterrichts tun dies 25 %.
4. Nimmt man fachlich weitestgehend falsche Erklärungen heraus, so schaffen es am Ende 21 % der Lernenden des Unterrichts mit Hybrid-Konzept und 19 % der Lernenden des traditionellen Unterrichts die Magnetisierung mit einem angemessenen Modell zu erklären. Lernende des Hybrid-Konzepts greifen dabei mehr oder weniger

6. Ergebnisse

auf Ideenbruchstücke des Eisen-Magnet-Modells zurück und Lernende des traditionellen Unterrichts aktivieren ihr Wissen über Elementarmagnete. Beispielsweise schreibt die Person mit ID 2101Jo der Gruppe mit Hybrid-Konzept:

”Die Magnetchen im Nagel werden ausgerichtet und so entsteht eine magnetische Wirkung.”

Die bei weitem ausgereifteste Erklärung wurde von der Person mit ID 1003RA, ebenfalls von der Gruppe mit Hybrid-Konzept, gegeben. Sie schreibt:

”Alles ist magnetisch, man hat herausgefunden, dass die Atome wie kleine Magnete sind die irgendwie ausgerichtet sind und bei manchen Stoffen kann man diese Magnetchen ausrichten indem man es an neben einem starken Magneten stellt oder es an diesem Magneten reibt.”

Die Anwendung von Ideenbruchstücken, die in die Richtung von Elementarmagneten deuten, sind nur in der Gruppe des traditionellen Unterrichts aufgetreten. So erklärt 0710Se:

”Im Nägel sind kleine Magnet teile die bewegen sich zu richtung eine Magnet. Wenn die kleine Magnet teile in eine richtung schauen wird es dann magnetisch”

Im Hybrid-Konzept wird das Modell der ”Magnetchen” mit einem Gedankenexperiment eingeführt. Nachdem die Schüler:innen in einem Realexperiment gesehen haben, dass die Teilung einer magnetisierten Nadel, zu zwei Teilmagnete führt, wird dieses Teilen gedanklich bis auf die atomare Ebene fortgeführt. Es wird gefolgert, dass Atome selbst eine magnetische Wirkung haben und sie daher als kleine ”Magnetchen”, dargestellt durch Pfeile, aufgefasst werden können. Atome und ihre Bestandteile spielen in der Elektrizität eine große Rolle. So entsteht eine Nähe zwischen zwei Themengebieten, die bei manchen Lernenden zur Überlagerung von Ideenbruchstücken führt. Zusätzlich wird im Hybrid-Konzept sehr rasch nach der Einheit zu Modell der ”Magnetchen” der Elektromagnetismus behandelt. Dies führte bei einigen Lernenden zu einer zusätzlichen Vermischung der Konzepte der Elektrizitätslehre und des Magnetismus.

Aktiv wenden die Lernenden das Modell der ”Magnetchen” nur eine Stunde nach dem Erlernen, zur Erklärung von insgesamt 2 Experimente an. Die Ergebnisse legen nahe, dass dies zu wenig Zeit ist und dass es daher eine intensivere Auseinandersetzung braucht, um eine bessere Modellkompetenz zu gewährleisten.

Fazit Bezüglich der Modellkompetenz lässt sich aus den Daten folgendes ableiten: Der Großteil der Lernenden beider Gruppen ist am Ende des Magnetismus Unterrichts nicht in der Lage die Magnetisierung eines Eisenstücks mithilfe eines angemessenen Modells zu erklären. Nur etwa ein Fünftel der Lernenden jeder Gruppe kann zumindest Ideenbruchstücke der unterrichteten Modelle anwenden. Der Unterricht mit dem Hybrid-Konzept fördert die Modellkompetenz der Lernenden nicht besser, als es der traditionelle Unterricht tut. Eine Überarbeitung der entsprechenden Lernsequenz muss daher die Folge sein.

Interpretation der Daten zum Kontextwissen

Aus Abbildung 6.23 kann man ablesen, dass die Lernenden beider Gruppen im Durchschnitt etwas mehr als 3 Nennungen direkt nach dem Unterricht wiedergeben können. Hier zeigen sich also keine sichtbaren Unterschiede. Die Abbildung 6.22 in Kombination mit der Abbildung 6.24 zeigen jedoch, dass die sich die Nennungen in ihren zugeordneten Interessensgebieten sehr deutlich unterscheiden. Lernende nennen also nach dem Unterricht in etwa gleich viele, aber sehr verschiedene Kontexte, die mit Magnetismus zu tun haben.

Lernende des Hybrid-Konzepts nennen deutlich öfter Kontexte aus dem Interessensgebiet "Mensch und Natur" (durchschnittlich 1,6 Nennungen pro Lernender), als es Lernende des traditionellen Unterrichts tun (durchschnittlich 0,8 Nennungen pro Lernender). Ebenso fällt besonders ins Auge, dass Nennungen im Interessensgebiet "Medizin" nur von den Lernenden des Hybrid-Konzept getätigt werden und, dass von den gleichen Lernenden keine Nennungen im Interessensgebiet "Physik als Wissenschaft" genannt werden. Wie im traditionellen Physikunterricht üblich, sieht man auch bei den Nennungen im Interessensgebiet "Technik" den höchsten Wert (durchschnittlich 1,7 Nennungen pro Lernender) bei der Gruppe mit traditionellem Unterricht. Personen, die mit dem Hybrid-Konzept unterrichtet wurden, geben hier durchschnittlich nur 0,7 Nennungen pro Lernende.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem Hybrid-Konzept ein breiteres Interessensspektrum adressiert werden kann, als es der traditionelle Unterricht tut. Das liegt vorrangig daran, dass zum einen dem Interessensgebiet "Mensch und Natur" in Form einer ganzen Unterrichtsstunde zum Thema "Der Magnetsinn im Tierreich" Raum gegeben wird (siehe Kategorie Magnetsinn im Tierreich) und zum anderen wird das Interessensgebiet "Medizin" am Ende des Magnetismus-Unterrichts ausführlich am Beispiel der Magnetresonanztomografie (siehe Kategorie MRT) von den Lernenden im Rahmen eines Gruppen-Puzzles angesprochen. Es sind diese beiden Elemente des Hybrid-Konzepts, die hier eine sichtbare Wirkung erzielen. Auf historische Zugänge wurde im Hybrid-Konzept ebenso verzichtet, wie auf die Behandlung der Biografien bedeutender Physiker:innen. Damit ist auch zu erklären, wieso kein Lernender einen Kontext aus dem ohnehin nicht lernförderlichen Interessensgebiet "Physik als Wissenschaft" wiedergibt.

Fazit Der Unterricht über das Hybrid-Konzept spricht prinzipiell alle in dieser Arbeit definierten Interessensgebiete, mit Ausnahme von "Physik als Wissenschaft" an. Am deutlichsten bleiben den Lernenden Kontexte aus dem Bereich "Mensch und Natur" in Erinnerung. Dies ist beim traditionellen Unterricht nicht der Fall. Hier wird vor allem das Interesse an "Technik" bedient.

7. Fazit und Ausblick

7.1. Meine Erfahrungen nach der ersten Durchführung des Hybrid-Konzepts

Was gut geklappt hat

- Die im Experimentierkoffer zusammengestellten Experimente haben zum Großteil gut funktioniert und die Erstellung der Experimentiermaterialien war einfach und mit vergleichsweise wenig Aufwand möglich. Ebenfalls ist es besonders praktisch, wenn man alle notwendigen Experimente in einer derart kompakten Form mit dabei hat. Das hat sich vor allem dann bezahlt gemacht, wenn der Unterricht nicht in einer der Physiksäle stattgefunden hat, was leider schon immer wieder der Fall war.
- Die erstellten Arbeitsblätter sind gut bei den Lernenden angekommen. Sie haben eigentlich immer gewusst, was genau von ihnen verlangt wird. Das merkte ich vor allem daran, dass es fast keine Nachfragen von der Lernendenseite gab. Das von mir entwickelte Design der verschiedenen Aufgabenformate wird daher von mir auch für weitere Themengebiete verwendet werden.

Was verbessert werden kann

- Für mich hat sich gezeigt, dass Stundenplanungen, die die kompletten 50 Minuten einer Stunde umfassen, sich in der Praxis als nicht realistisch und auch nicht praktikabel erweisen. Dafür bietet der reale Schulalltag einfach zu viel Unvorhersehbares.
- Die selbstständige Erstellung der IDs von den Lernenden hat bedauerlicherweise nicht immer gut geklappt. Für folgende Evaluierungen werden von mir daher bereits erstellte IDs ausgegeben, die die Schüler und Schülerinnen dann über den Verlauf der Untersuchung zugewiesen bekommen.
- Der Magnetstärkemesser reagierte nicht bei allen Gruppen gleich gut. Das kann einerseits an ihnen selbst liegen, oder an den selbstgebauten Magneten. Diese sind nämlich vergleichsweise schwach. Hier sollte versucht werden, ähnlich billige, aber stärkere Magneten selbst herzustellen.
- Die Unterrichtsstunden zu den Themen "2.5 Das Magnetfeld der Erde" und "2.7 Das Eisen-Magnet-Modell" müssen überarbeitet werden, da nicht alle Phasen der Stundenplanungen durchgeführt wurden.

7.2. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende nicht repräsentative Studie untersuchte den Effekt eines vom Autor konzipierten Unterrichtskonzeptes, in Bezug auf die Korrektur von bekannten Fehlvorstellungen, auf die Modellkompetenz und auf das Kontextwissen zum Thema Magnetismus. Die Ergebnisse geben Grund zur Annahme, dass das Hybrid-Konzept besser dazu geeignet ist, bestimmten Fehlvorstellungen entgegenzuwirken. Es sei an dieser Stelle auch erwähnt, dass das Hybrid-Konzept keine der genannten Fehlvorstellung schlechter lehrt, als es der traditionelle Unterricht tut.

- Der Fehlvorstellung "Magnete wirken immer nur anziehend." wird im Hybrid-Konzept besser begegnet, als im traditionellen Unterricht. Lernende, die hier eine Fehlvorstellung haben, erleben eine korrigierende Erfahrung. Lernende, die diese Fehlvorstellung nicht aufweisen, lernen sie auch nicht ein. Ein Großteil der Lernenden weiß nach dem Unterricht, dass Magnete prinzipiell anziehend und abstoßend wirken können und dieses Wissen ist stabil.
- Der Fehlvorstellung "Alle Metalle werden von Magneten angezogen." wird nicht besser, aber auch nicht schlechter begegnet, als im traditionellen Unterricht. Am Ende weiß der Großteil der Lernenden, dass nicht alle Metalle von Magneten angezogen werden. Die Wahrscheinlichkeit einer korrigierenden Erfahrung bei vorhandenen falschen Präkonzept ist aber beim Hybrid-Konzept größer, als beim traditionellen Unterricht.
- Der Fehlvorstellung "Größere Magneten sind automatisch stärker." wird im Unterricht des Hybrid-Konzepts deutlich besser begegnet, als im traditionellen Unterricht. Die Lernzuwächse in der Gruppe des Hybrid-Konzepts sind sehr deutlich sichtbar und bleiben über den Unterricht hinaus stabil. Am Ende des Unterrichts mittels Hybrid-Konzepts, weiß beinahe jeder Schüler und jede Schülerin, dass die physische Größe von Magneten kein Indiz für seine Stärke liefert.
- Durch den Unterricht mit dem Hybrid-Konzepts lernt knapp die Hälfte der Lernenden, dass Magnete theoretisch unendlich weit wirken. Der Großteil davon argumentiert dies mit einem unendlich großen Magnetfeld um den Magneten herum. Im Gegensatz dazu zeigt jeder Lernender der Gruppe des traditionellen Unterrichts diese Fehlvorstellung. Damit adressiert der Unterricht mittels Hybrid-Konzepts diese Fehlvorstellung besser, als es der traditionelle Unterricht tut.
- Der Fehlvorstellung "Die Erdanziehung ist eine Folge des Erdmagnetismus." wird über das Hybrid-Konzept etwas besser begegnet, als es im traditionellen Unterricht der Fall ist. Die im Follow-up Test deutlicheren Lernzuwächse sind jedoch sehr wahrscheinlich nicht hauptsächlich auf den Einsatz des Hybrid-Konzepts zurückzuführen.
- Das Hybrid-Konzept und der traditionelle Unterricht sorgen gleichermaßen dafür, dass etwa 2/3 der Lernenden direkt nach dem Unterricht die Polregel korrekt

wiedergeben können. Auf Grundlage der vorhandenen Daten kann gesagt werden, dass über den Unterricht des Hybrid-Konzepts die Polregel jedoch nachhaltiger gelernt wird.

- Egal, ob mit Hybrid-Konzept oder traditionell, am Ende des Unterrichts sind ist der Großteil der Lernenden *nicht* in der Lage die Magnetisierung eines Eisenstücks mithilfe eines angemessenen Modells zu erklären. Wenn überhaupt, werden in beiden Gruppen nur Ideenbruchstücke der unterrichteten Modelle angewendet. Der Unterricht mit dem Hybrid-Konzept fördert die Modellkompetenz der Lernenden daher nicht besser, als es der traditionelle Unterricht tut.
- Im Gegensatz zum traditionellen Unterricht können Schüler und Schülerinnen im Zuge des Unterrichts mit dem Hybrid-Konzept Kontexte aus fast allen Interessensgebieten erkunden, wobei der Fokus auf Kontexten aus dem Interessensgebiet "Mensch und Umwelt" liegt. Nur der sich ohnehin als nicht sehr lernförderlich herausgestellte Interessensbereich "Physik als Wissenschaft" wird nicht adressiert.

7.3. Beantwortung der Forschungsfragen

An dieser Stelle der Arbeit sollen die am Beginn gestellten Forschungsfragen auf Grundlage der Daten und ihrer Interpretationen nun beantwortet werden.

- **Forschungsfrage 1:** Welche der bekannten Fehlvorstellungen zum Thema Magnetismus werden durch den Unterricht mit dem neuen Unterrichtskonzept korrigiert?
Antwort: Der Unterricht mit Hybrid-Konzept korrigiert 3 der 5 genannten Fehlvorstellung fast sicher. Die Fehlvorstellungen "Magnete wirken nur begrenzt weit." und "Die Erdanziehung ist ein magnetisches Phänomen." werden mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit korrigiert.
- **Forschungsfrage 2:** Inwieweit korrigiert der Unterricht über dem Hybrid-Konzept die bekannten Fehlvorstellungen besser, als es der traditionelle Unterricht tut?
Antwort: Der Unterricht über das Hybrid-Konzept sorgt dafür, dass fast jeder bekannten Fehlvorstellung besser begegnet wird, als es im traditionellen Unterricht der Fall ist. Nur bei 2 Fehlvorstellungen sind die gemessenen Effekte so gering, dass kein so deutliches Urteil gefällt werden kann.
- **Forschungsfrage 3:** Inwieweit kann über das Hybrid-Konzept die Polregel besser unterrichtet werden, als es der traditionelle Unterricht möglich ist?
Antwort: Die Polregel wird über das Hybrid-Konzept gleich gut gelernt, wie über einen traditionellen Unterricht. Das erworbene Wissen ist jedoch in der Gruppe des Hybrid-Konzepts stabiler.
- **Forschungsfrage 4:** Inwieweit wenden die Lernenden das ihnen präsentierte Modell aktiv zur Erklärung von magnetischen Phänomenen an?

7. Fazit und Ausblick

Antwort: Leider sorgt der Unterricht über das Hybrid-Konzept nicht dafür, dass ein Großteil der Lernenden das Eisen-Magnet-Modell aktiv zur Erklärung von magnetischen Phänomenen einsetzt. Analog zeigt sich die Situation im traditionellen Unterricht.

- **Forschungsfrage 5:** Welche Interessensgebiete können durch den Unterricht über das Hybrid-Konzept nachweislich adressiert werden?

Antwort: Der Unterricht über das Hybrid-Konzept spricht prinzipiell alle in dieser Arbeit definierten Interessensgebiete, mit Ausnahme von "Physik als Wissenschaft" an. Am deutlichsten bleiben den Lernenden Kontexte aus dem Bereich "Mensch und Natur" in Erinnerung. Dazu zählen vor allem die Polarlichter, der Kompass und das Erdmagnetfeld. Auch das Interessensgebiet "Medizin" wird von den Lernenden über den Kontext der Magnetresonanztomografie nachweislich adressiert.

7.4. Offene Fragen

- Als Erstes ist natürlich nun offengeblieben, ob sich die Ergebnisse dieser Arbeit in einer umfangreicheren Studie reproduzieren lassen.
- Es wäre auch noch interessant, inwieweit sich die Motivation und die Interessen der Lernenden auf ihre Lernleistungen auswirkt oder ob sich diese durch den Unterricht mit dem Hybrid-Konzept verändern. Es wurde zwar versucht, diese Dimensionen im Pretest und im Follow-up Test abzufragen, aber die Antworten der Schüler:innen waren leider nicht aussagekräftig genug, um hier etwas herauszufinden. In einer neuerlichen Evaluation müsste man hier bessere Items erstellen, die zu nützlicheren Antworten führen.
- Ebenso wäre es noch wichtig herauszufinden, inwieweit die Ergebnisse vom Geschlecht der Lernenden abhängen. Diese Fragestellung könnte Teil einer weiteren und größeren Studie sein.
- Die überwiegend positiv zu bewertenden Ergebnisse dieser Untersuchung sind auch darauf zurückzuführen, dass dem Thema Magnetismus genug zeitlicher Rahmen gegeben wurde. Nach Ansicht des Autors ist dieser zeitliche Luxus mit dem neuen Lehrplan nicht mehr gegeben. Ab dem Jahr 2023 muss in der 3. Klasse der Sekundarstufe 1 der Kompetenzbereich "Magnetismus und Elektrizität" behandelt werden. Dabei sollen Ideen der elementaren E-Lehre und des Magnetismus ebenso unterrichtet werden, wie das Generator- und Elektromotorprinzip. Somit bleibt offen, inwieweit sich das entwickelte Hybrid-Konzept in den neuen Lehrplan einsetzen lässt und ob mit den geringeren zeitlichen Ressourcen ein ähnlich positives Lernergebnis erzielt werden kann.

Literaturverzeichnis

- [MIN, 2023] (2023). *MINTeinander Materialien*. Deutsche Telekom Stiftung, <https://www.telekom-stiftung.de/minteinander-materialien>, Letzter Zugriff: 19.7.2023.
- [Apolin, 2018] Apolin (2018). *Big Bang 4, Schülerbuch*. Wien: öbv, 1. Auflage.
- [Aufschnaiter & Wodzinski, 2020] Aufschnaiter & Wodzinski (2020). *Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 3: Sekundarbereich*. 3. Auflage, Friedrich Verlag.
- [Bybee et al., 2006] Bybee, Taylor, Gardner, Scotter, V., Powell, Westbrook, & Landes (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, Co: BSCS, 5, 88-98. Retrieved from <https://fremonths.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullreport2006.pdf>, Letzter Zugriff: 26.07.2023.
- [Dopatka et al., 2022] Dopatka, Spatz, Burde, Wilhelm, Schubatzky, Haagen-Schützenhöfer, Hopf, & Ivanjek (2022). *Interessante Fragestellungen aus vielfältigen Kontexten zur Elektrizitätslehre - Ergebnisse der IDa-Studie*. plusLUCIS 2/2022.
- [Duit et al., 2018] Duit, Hopf, Schecker, & Wilhelm (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer Berlin Heidelberg.
- [Hoffmann et al., 1998] Hoffmann, Häußler, & Lehrke (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. IPN ; 158. Kiel: IPN.
- [Hopf et al., 2023] Hopf, Neumann, & Haagen-Schützenhöfer (2023). *Kommentar zum Fachlehrplan Physik (Mittelschule/AHS-Unterstufe)*. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, www.paedagogikpaket.at, Letzter Zugriff: 19.8.2023.
- [Hopf et al., 2021] Hopf, Schecker, & Wilhelm (2021). *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- [Kircher, 2020] Kircher, E. (2020). *Physikdidaktik Grundlagen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- [Klafki, 1969] Klafki, W. (1969). *Didaktische Analyse*. Auswahl : Reihe A ; 1. Hannover [u.a.]: Schroedel, 10. Aufl. edition.

- [LehrplanNEU, 2023] LehrplanNEU (2023). *Lehrplan Physik (Sekundarstufe 1)*. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, www.paedagogikpaket.at, Letzter Zugriff: 19.8.2023.
- [Leisen, 2013] Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach : sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis ; Grundlagenwissen, Anregungen und Beispiele für die Unterstützung von sprachschwachen Lernern und Lernern mit Zuwanderungsgeschichte beim Sprechen, Lesen, Schreiben und Üben im Fach*. Stuttgart: Klett Sprachen.
- [Mašin & Grois, 2020] Mašin & Grois (2020). *Physik verstehen 4*. Wien öbv, 1. Auflage.
- [Mayring, 2010] Mayring (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Beltz Pädagogik. Weinheim [u.a.]: Beltz, 11., aktualisierte und überarb. Auflage.
- [Oser & Baeriswyl, 2001] Oser & Baeriswyl (2001). *Handbook of research on teaching*, chapter Choreographies of teaching, bridging instruction to learning. American Educational Research Assoc.: Washington, DC, 4. ed., 1. impr. edition.
- [Rachel et al., 2023] Rachel, Heran-Dörr, Waltner, & Wiesner (2023). *SUPRA-Sachunterricht praktisch und konkret*. supra-lernplattform.de/lernfeld-natur-und-technik/magnetismus, Letzter Zugriff: 17.7.2023.
- [Rachel, 2013] Rachel, A. (2013). *Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus : eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*. Studien zum Physik- und Chemielernen 157. Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.
- [Wilhelm, 2020] Wilhelm, T. (2020). *Stolpersteine überwinden im Physikunterricht - Anregungen zur fachgerechten Elementarisierungen*. 2. Auflage, Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH,.

A. Anhang

Im Anhang dieser Arbeit befinden sich zusätzliche Informationen und Materialien, die im Rahmen dieser Masterarbeit verwendet wurden. Diese Ergänzungen dienen dazu, das Verständnis der behandelten Themen zu vertiefen und alle notwendigen Hintergrundinformationen zur Verfügung zu stellen.

1. Der Elternbrief, bzw. die Einverständniserklärung, die den Eltern vor Beginn der Feldforschung ausgegeben wurde.
2. Die verwendeten Pre-, Post- und Follow-up Tests.
3. Alle Urlisten der Pre-, Post und Follow-up Tests.
4. Die detaillierten Stundenplanungen mit Key Ideas, Lernziele und Ablaufplan.
5. Materialliste für den Experimentekoffer.
6. Das Forschungsbuch zum Thema Magnetismus, das die Schüler:innen beim Start des Unterrichtskonzeptes erhalten haben.

Elterninformation zur empirischen Studie zu Lernleistungen zum Thema Magnetismus

Sehr geehrte:r Erziehungsberechtigte:r!

Im Rahmen meiner Masterarbeit führe ich eine **Studie** zu Lernleistungen von Lernenden zum Thema Magnetismus durch. Dazu benötige ich Schülerinnen und Schüler, die sich **freiwillig** dazu bereit erklären **drei Fragebögen** mit Fragen zum Thema auszufüllen. Die Fragen umfassen Inhalte der Themenbereiche, die auch in den kommenden Wochen im Unterricht durchgenommen werden. Der erste Fragebogen wird kommende Woche bereits durchgeführt.

Die Beantwortung eines Fragebogens dauert maximal 20 Minuten und wird vollkommen **anonym** möglich sein. Das Ausfüllen der Fragebögen wird in **digitaler Form** stattfinden. Dazu können die Schüler und Schülerinnen ihr eigenes Smartphone verwenden. Es wird dafür keine zusätzliche Software benötigt. Es reicht eine Internetverbindung und eine Browser-App.

Im Zuge einer Veröffentlichung der Forschungsergebnisse werden weder Namen der Schüler:innen, noch der Schulstandort erwähnt, sondern nur, dass es sich um eine Wiener AHS handelt. Die jeweiligen Antworten werden nirgendwo in Verbindung mit den Namen veröffentlicht und auch nicht mit den Lehrenden der betreffenden Fächer kommuniziert. Es handelt sich nicht um eine Leistungsfeststellung. Keiner der Fragebögen wird in die Note mit einfließen, sondern dient rein zu Forschungszwecken.

Die Forschung zu den Lernleistungen der Lernenden zu diesem Thema der Physik ist wichtig, da diese Ergebnisse bei der Planung von zukünftigen Physikunterricht berücksichtigt werden können, um möglichst guten Unterricht zu gestalten.

Sofern sich Ihr:e Tochter/Sohn dazu bereit erklärt hat an der Beantwortung der Fragebögen teilzunehmen, bitte Ich Sie hiermit um Ihre Zustimmung, damit die Studie tatsächlich durchgeführt werden kann.

Hochachtungsvoll,

Florian Kellner, MSc. BEd.



Hiermit erkläre ich, _____, dass mein:e Tochter/Sohn
_____ aus der Klasse _____ an der Studie zur Erforschung
der Lernleistungen von Lernenden zum Magnetismus

- ☐ teilnehmen darf.
☐ nicht teilnehmen darf.

Unterschrift: _____

Was weißt du schon über Magnetismus?

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

im folgenden Fragebogen geht es um dein **Vorwissen** zum Thema Magnetismus. Bitte antworte ehrlich. Deine Ergebnisse auf diesen Test sind vollkommen anonym und werden nicht in die Physik-Note mit eingerechnet. Danke, dass du mitmachst.

* **Gibt eine erforderliche Frage an**

1. ID Erstellung *

Trage bitte deinen Geburtstag, Geburtsmonat und die **ersten beiden Buchstaben** des **Vornamens** deiner **Mutter** unten ein.

Beispiel: Wenn du am 4. August (8. Monat) geboren bist und der Vorname deiner Mutter "Johanna" ist, dann lautet dein Code: 0408Jo

2. Welchem Geschlecht fühlst du dich zugehörig? *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ männlich

☐ weiblich

☐ divers

3. In welche Klasse gehst du? *

4. Was findest du in der Physik interessant? *

5. In welchen Berufen glaubst du, ist Physik wichtig? *

6. Welchen Beruf möchtest du nach der Schule gerne ausüben? *

Magnetismus und dein Alltag

7. Beschreibe, wo dir das Thema Magnetismus im Alltag begegnet. *

Fahren Sie mit Frage 8 fort

Vorwissen über Magnetismus

Dir werden nun einige Aussagen zum Thema Magnetismus vorgestellt. Entscheide auf Basis deines Vorwissens, ob die Aussagen richtig, oder falsch sind.

8. Mit Magneten kann man andere Gegenstände nur anziehen, aber nicht wegstoßen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ richtig

☐ falsch

9. Mit Magneten kann man alle Metalle anziehen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ richtig

☐ falsch

10. Große Magneten sind stärker, als kleine Magnete. *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ richtig

☐ falsch

11. Ab einer gewissen Entfernung wirken die Magnete nicht mehr. *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ richtig

☐ falsch

12. Die Erde ist ein riesiger Magnet und deshalb werden alle Gegenstände von ihr so stark angezogen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ richtig

☐ falsch

13. Magnetismus und Elektrizität haben miteinander nichts zu tun. Das sind zwei ganz unterschiedliche Themen der Physik. *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ richtig

☐ falsch

Dieser Inhalt wurde nicht von Google erstellt und wird von Google auch nicht unterstützt.

Google

Formulare

Posttest - Magnetismus

Liebe Schülerin, lieber Schüler,
im folgenden Fragebogen geht es nun darum, was du alles zum Thema Magnetismus gelernt hast. Bitte antworte die Fragen so ernsthaft und gut du kannst. Deine Ergebnisse auf diesen Test sind vollkommen anonym und werden nicht in die Physik-Note mit eingerechnet. Mit deinen Antworten hilfst du, den Physikunterricht der Zukunft weiterzuentwickeln.

Danke, dass du mitmachst. :-)

* Gibt eine erforderliche Frage an

Grunddaten

1. ID Erstellung *

Trage bitte deinen Geburtst**ag**, Geburts**monat** und die **ersten beiden Buchstaben** des **Vornamens** deiner **Mutter** unten ein.

Beispiel: Wenn du am 4. August (8. Monat) geboren bist und der Vorname deiner Mutter "Johanna" ist, dann lautet dein Code: 0408Jo

2. Welchen Geschlecht fühlst du dich zugehörig? *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ Männlich

☐ Weiblich

☐ Divers

3. In welche Klasse gehst du? *

Beginn des Posttests - Teil 1 Schüler:innenvorstellungen

4. Kreuze die richtigen Aussagen an. *

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- ☐ Alle Metalle werden von Magneten angezogen.
- ☐ Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst.
- ☐ Alle Metalle werden von Magneten abgestoßen.
- ☐ Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.
- ☐ Magnete wirken immer nur anziehend.
- ☐ Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.

5. Große Magneten sind automatisch stärker als kleine Magneten. *

Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Richtig!
- ☐ Falsch!

6. Aussage: "Magnete haben nur eine begrenzte Reichweite. Ab einer bestimmten Distanz wirken sie nicht mehr." *

Argumentiere, ob diese Aussage richtig oder falsch ist.

7. Die Erde ist ein riesiger Magnet und zieht uns deshalb an. Die Erdanziehung ist daher ein magnetisches Phänomen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

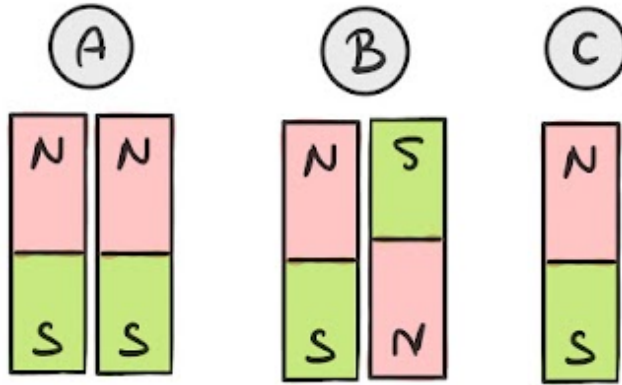
- ☐ Richtig!
- ☐ Falsch!

8. Formuliere die Polregel im Magnetismus. *

9. Erkläre, wie man das Magnetfeld eines Magneten visuell sichtbar machen kann. *

10. In der folgenden Abbildung sind alle einzelnen Magneten gleich stark. *

Ordne die drei Magnet-Anordnungen nach ihrer magnetischen Stärke. Beginne mit der magnetisch schwächsten Anordnung.



Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ C A B
- ☐ A B C
- ☐ B C A
- ☐ A C B
- ☐ C B A
- ☐ B A C

Teil 2 Modell

11. Vervollständige den Satz, sodass eine physikalisch richtige Aussage entsteht. *

"Wenn man einen Magneten in der Mitte teilt, dann ...

12. Wenn man einen Eisennagel in die Nähe eines Magneten bringt, dann wird der Nagel selbst zu einem Magneten. *

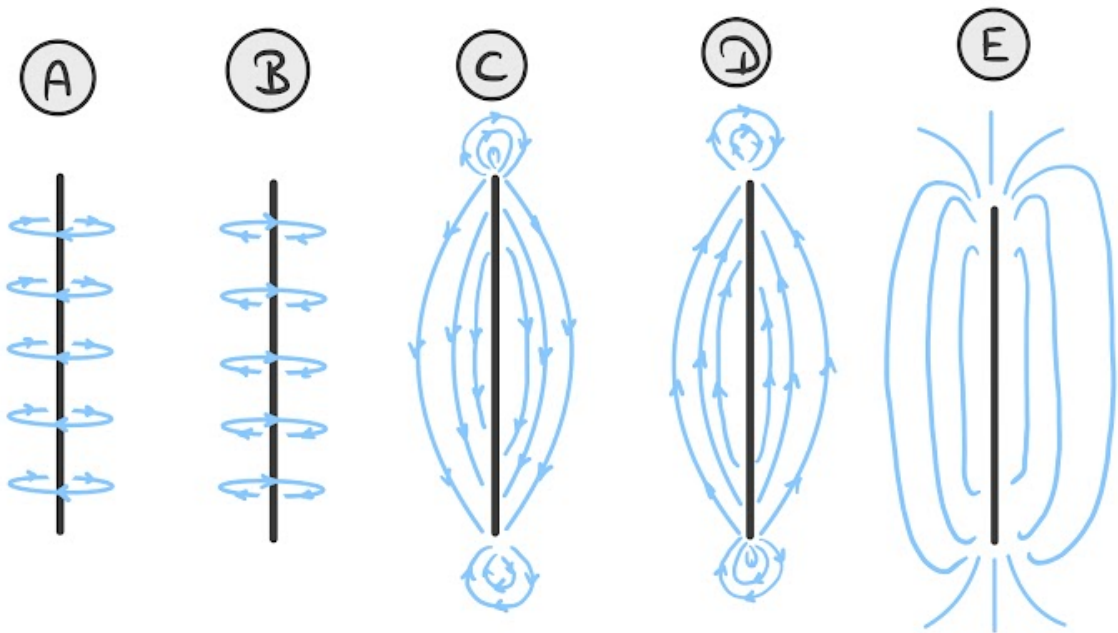
Erkläre, wie das möglich ist.

13. Beschreibe einen Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität. *

Teil 3 Elektromagnetismus

14. Durch ein Leiterkabel (schwarz) fließen von **oben nach unten** Elektronen. *

Nenne diejenige Abbildung, die das Magnetfeld (blau) dieses stromdurchflossenen Leiters am besten darstellt.



Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Abbildung C
- ☐ Abbildung A
- ☐ Abbildung D
- ☐ Abbildung E
- ☐ Abbildung B

15. Nenne möglichst viele Größen, die die magnetische Wirkung einer Spule beeinflussen. *

Teil 4 - Anwendungen und Naturphänomene

16. Nenne so viele Anwendungen oder Naturphänomene wie möglich, die mit dem Thema Magnetismus zu tun haben. (Es reichen Stichwörter) *

Dieser Inhalt wurde nicht von Google erstellt und wird von Google auch nicht unterstützt.

Google

 Formulare

Follow-Up Test - Magnetismus

Liebe Schülerin, lieber Schüler,
im folgenden Fragebogen geht es nun darum, was du alles zum Thema Magnetismus gelernt hast. Bitte antworte die Fragen so ernsthaft und gut du kannst. Deine Ergebnisse auf diesen Test sind vollkommen anonym und werden nicht in die Physik-Note mit eingerechnet. Mit deinen Antworten hilfst du, den Physikunterricht der Zukunft weiterzuentwickeln.

Danke, dass du mitmachst. :-)

~~* Gibt eine erforderliche Frage an~~

Grunddaten

1. ID Erstellung *

Trage bitte deinen Geburtstag, Geburtsmonat und die **ersten beiden Buchstaben** des **Vornamens** deiner **Mutter** unten ein.

Beispiel: Wenn du am 4. August (8. Monat) geboren bist und der Vorname deiner Mutter "Johanna" ist, dann lautet dein Code: 0408Jo

2. Welchen Geschlecht fühlst du dich zugehörig? *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ Männlich

☐ Weiblich

☐ Divers

3. In welche Klasse gehst du? *

Teil 1 Schüler:innenvorstellungen

4. Kreuze die richtigen Aussagen an. *

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- ☐ Alle Metalle werden von Magneten angezogen.
- ☐ Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst.
- ☐ Alle Metalle werden von Magneten abgestoßen.
- ☐ Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.
- ☐ Magnete wirken immer nur anziehend.
- ☐ Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.

5. Große Magneten sind automatisch stärker als kleine Magneten. *

Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Richtig!
- ☐ Falsch!

6. Aussage: "Magnete haben nur eine begrenzte Reichweite. Ab einer bestimmten Distanz wirken sie nicht mehr." *

Argumentiere, ob diese Aussage richtig oder falsch ist.

7. Die Erde ist ein riesiger Magnet und zieht uns deshalb an. Die Erdanziehung ist daher ein magnetisches Phänomen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Richtig!
- ☐ Falsch!

8. Formuliere die Polregel im Magnetismus. *

Teil 2 Wahrnehmung und Einstellung

9. Wie hat sich deine Einstellung zur Physik durch den Magnetismus Unterricht verändert?

10. Fällt dir das Thema Magnetismus im Alltag nun öfter auf als früher?
Wenn ja, wo fällt es dir mehr auf?

Dieser Inhalt wurde nicht von Google erstellt und wird von Google auch nicht unterstützt.

Google

Formulare

Urliste - Pretest												
ID	Geschlecht	Klasse	Was findest du in der Physik interessant?	In welchen Berufen glaubst du, ist Physik wichtig?	Weichen Beruf möchtest du nach der Schule gerne ausüben?	Beschreibe, wo dir das Thema Magnetismus im Alltag begegnet.	Mit Magneten kann man andere Gegenstände nur anziehen, aber nicht wegstoßen.	Mit Magneten kann man alle Metalle anziehen.	Große Magneten sind stärker, als kleine Magnete.	Ab einer gewissen Entfernung wirken die Magnete nicht mehr.	Die Erde ist ein riesiger Magnet und deshalb werden alle Gegenstände von ihr so stark angezogen.	Magnetismus und Elektrizität haben miteinander nichts zu tun. Das sind zwei ganz unterschiedliche Themen der Physik.
0110bz	weiblich	4A	Ich finde, dass das lernen der Funktionen von verschiedenen Dingen sehr interessant ist. Zum Beispiel wie ein Flugzeug fliegt, oder wie ein Regenbogen entsteht.	Optiker, Astronaut, Elektriker	Grafik Designern	Kühlschrank	falsch	richtig	falsch	richtig	richtig	falsch
2211UK	männlich	4A	Alles	Astronaut/in, Nuklearingenieur, Astronom/in, ...	Weiß ich noch nicht	Beim Orientieren im Freien. Man braucht ein Compass wenn man sich orientieren möchte, und ein Compass kann ohne Magnetismus nicht funktionieren.	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
1109Ma	weiblich	4A	Alles?	Physiker, Forscher	Keine Ahnung	Magneten am Kühlschrank (?), extra Schutzhülle für meinen Tablet lässt sich magnetisch befestigen; Magnete	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig	richtig
2208mi	weiblich	4A	Dinge zu lernen von denen man nicht bewusst war	Philosophen,Wissenschaft	Weiß ich noch nicht	Kühlschrank,Magnete	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig	falsch
0208Ve	männlich	4A	Irgendwie das logische Denken und alles was wir neu lernen wie z. B. das Regenbogen	Astronaut	Vielleicht Pfleger oder Arzt	Kühlschrankanhänger	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	richtig
2103Vd	männlich	4A	Die unterschiedlichen Themen	Wissenschaft oder fast in jeden Beruf	Architekt	An Magnet	richtig	falsch	richtig	richtig	falsch	richtig
2605ah	weiblich	4A	Das Thema Universum	Elektriker, Vorsche, Physik Lehrer,....	Ich will studieren	Kühlschrank,Mikrowelle, im Körper....	falsch	richtig	falsch	falsch	falsch	falsch
0205Am	männlich	4A	Das wenn man Physik einmal sehr gut versteht kann es von jemanden sachen in der Richtigen Art und weise sehen(Regenbogen)	Physiker,Pilot	Pilot	Zum Beispiel in Uhren bau	falsch	richtig	richtig	richtig	falsch	falsch
1003Ra	männlich	4A	Physik ist spannend weil man mehr und mehr versteht wie bestimmte Sachen funktioniert und warum Sachen so sind wie sie sind.	Physik Lehrer, Facharzt...	Ich weiß es noch nicht	Mir fällt gerade wenig ein	falsch	richtig	falsch	richtig	richtig	falsch
2708gü	weiblich	4A	Eigentlich alles weil alles was ich in Physik lerne hilft mir die Welt in einer anderen Perspektive zu sehen.	Optiker Astronaut Elektriker	Lehrerin (Physik,Bio oder Geschichte Lehrerin)	Kühlschrank	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch
0706He	weiblich	4A	Fast alles	physiker und als physik Professor	Bin mir noch nicht sicher	Spiele taschen usw	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch
1805ab	männlich	4A	Ich finde Alles interessant	Astronaut	Arzt	Im Wohnung	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	richtig
0712Su	männlich	4A	Die Philosophie dahinter	Physik Lehrer	Bankkaufsmann	Geld	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch
2006Ma	weiblich	4B	Nix	Albert Einstein	Stripper	in Club	richtig	falsch	falsch	richtig	falsch	richtig
0806NG	männlich	4B	Nix	Nix	Nix	Nix	falsch	falsch	falsch	falsch	falsch	falsch
2509Am	weiblich	4B	Magneite	Physik Lehrer	Mode Designer	14	falsch	richtig	richtig	richtig	falsch	richtig
2811Mo	männlich	4B	Magnetismus	Astrophysik	Arzt	Zum Beispiel beim klingeln oder Kühlschrank	falsch	falsch	falsch	richtig	falsch	richtig
1209ma	weiblich	4B	Atome	Mechaniker	Arzt	Am Kühlschrank	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig
2308Ma	weiblich	4B	Radioaktivität	Physiklehrer	Eigentlich bin ich mir da nicht sicher Eventuell etwas im Bereich Pädagogik und Kommunikationswissenschaften	ZB bei einem Kühlschrankmagneten	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig	falsch

2106Zi	männlich	4B	Lichtstrahlen	physik Lehrer, Elektriker,	Gebäudetechnik/Installateur	Wenn man zB das Handy benutzt drinnen sknd ja bestimmte magnete die wichtig sind elektronische gegenstände die Magnetisiert sind	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig
2609Ka	männlich	4B	Das Universum	Astronaut	Hardware und Software Ingenieur	Bei der Gravitation, bei Spielen,	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig
3107Fe	weiblich	4B	Radioaktive Elemente, Anziehungskraft, Lichtstrahlen	Ich denke, als ein Physiklehrer, Physiker, Chemiker, Experimentator	Rechtsanwalt	Ich glaube nirgendwo	falsch	richtig	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
2510Ru	weiblich	4B	Elektrizität	Physiker	Ärztin	Kühlschrank	richtig	richtig	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
0501IR	männlich	4B	Ich finde alles an der Physik interessant da es ein Bestandteil unseres Lebens ist.	In Bereich Naturwissenschaft.	Ich will in Bereich Medizin studieren und gerne Arzt werden.	Am Kühlschrank weil ich da Magneten draufkleben hab.	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig	falsch	falsch
2308Ma	weiblich	4B	Radioaktivität	Physiklehrer	Eventuell etwas im Bereich Pädagogik und Kommunikationswissenschaften	Am Kühlschrank(Diese Magnete)	falsch	richtig	falsch	richtig	richtig	richtig	falsch
2105La	männlich	4B	Die Physik klärt uns über die Funktionen des Universums auf was ich sehr interessant finde	Ingenieur, Mechaniker, Physik Lehrer, Astrophysiker	Leider weiß ich das noch nicht.	Bei der Nutzung des Handys, das Magnetfeld unserer Erde	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch	falsch
2308Fa	männlich	4B	Ich finde Radioaktivität und Den Weltall sehr interessant	Aatrophysiker,Physik Lehrer,Wissenschaftler, Astronaut	Ich will Computer oder IT Ingenieur werde	Bei einer Tache mit magnetischer Öffnung	falsch	falsch	falsch	richtig	falsch	falsch	falsch
0325MA	männlich	4B	Alles z.B Licht,Atom,Space, Weltall, etc...	Unternehmensberater/in, Management-Assistent/in, Professor/in für Physik, Projekt-Assistent/in in der Halbleiter-Fertigung, Physiklehrer/in, Medizophysiker/in, Astrophysiker/in, Elektroniker/in und Mechatroniker/in	Informationstechnologie	In jedem PC befinden sich Magnete, in Lautsprechern und Kopfhörern, im Telefon und in der Türklingel.	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
0710Le	männlich	4B	Elektronik,Universum, Aufbau der Atome, Wärme und kalte	Astronom, Astronaut, Physiker,Physik Lehrer, Astrologe	Ich möchte Elektrotechniker sein	Magnetische Tür Stopper, Taschen mit Magnet verschluss, Kompass,	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch	richtig
2911LJ	männlich	4B	Dinge über das Weltraum und über das wärme	Astrophysiker	Ich möchte gerne Doktor werden	Bei der Händyhülle das Magnetische Seite	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch	richtig
1502Ye	männlich	4B	Wärmeleiter	Physik Lehrer	Weiß ich noch nicht	Beim Kompass	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch	richtig
1810Ra	männlich	4B	Ich interessiere mich sehr für das Sonnensystem	Ich glaube man braucht Physik wenn man ein Physik Lehrer werden will.	Ich will gerne Architekt werden , wenn das nicht geht dann will ich Arzt werden	Mein Kühlschrank schließt sich magnetisch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch	falsch
1601Za	männlich	4B	Alles, weil es vieles über die Welt, Planeten, Licht und Magnetismus erklärt	Weltraumforscher	Programmierer	Kühlschrank, Schraubenzieher	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
6.7.2009	weiblich	4D	Die Mondfinsternis	Physik Professor	Architektin	Bei elektronischen Geräten	falsch	richtig	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig
2105Gü	männlich	4D	Die verschiedene Themen und die Experimente.	Chemiker und Physiker	Ich weiß noch nicht.	Wenn man ein Bild auf den Kühlschrank hängen will braucht man ein Magnet. Wenn man ein Plakat auf den Tafel hängen will braucht man auch ein Magnet.	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	richtig
1104Fa	weiblich	4D	Eigentlich gar nichts	Physiker	Chemiker	Haushaltgeräte wie zb Kühlschrank	richtig	falsch	richtig	richtig	richtig	falsch	falsch
6.7.2009	weiblich	4D	Mondphasen	Physik Lehrer	Ich weiß nicht	Mikrowelle	richtig	richtig	richtig	falsch	falsch	richtig	richtig
0710Do	weiblich	4D	Alles	Physiklehrer	Arzt	Kühlschrank	richtig	richtig	richtig	falsch	falsch	falsch	falsch
0607Ru	weiblich	4D	Magnetismus	Physik Professor	Architektin	Elektronische Geräte	richtig	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
2101Jo	männlich	4D	Zu lernen wie die Welt funktioniert	Physiker	Richter	Wenn man Magneten benutzt. Beim MRT.	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
1206Be	männlich	4D	Experimente	Physiklehrer	Programmierer	Elektrische Geräte	richtig	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
2808EI	weiblich	4D	Optik	Für Wissenschaftler	Bürokauffrau	Beim Kühlschrank kann man Magneten draufgeben	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	falsch
2210Sa	weiblich	4D	Die Optik	Optiker	Ich weiß noch nicht ich will erstmal Wirtschaft oder Management studieren	Handy	richtig	falsch	falsch	richtig	richtig	falsch	richtig

1210Lj	weiblich	4D	Optik	Optiker, Astronom, Physiker	Weiß ich nicht	Ich weiß nicht	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig
0907sh	weiblich	4D	Optik	Optik	Manager	Ich weiß nicht	falsch	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig
0708AR	männlich	4D	Die Wärmelehre	Astronom, Physik Lehrer	Fußballer/Steuerberater	Wenn ich ein Magnet auf mein Kühlschrank hänge.	falsch	richtig	falsch	richtig	richtig	falsch
2710EI	männlich	4D	Die Versuche	Physik Lehrer	Keine Ahnung	Die Magneten auf meiner Wand	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig
1911JA	männlich	4D	Über Licht	Physiker	Informatiker	Kompass	falsch	richtig	richtig	richtig	falsch	richtig
1606Ha	weiblich	4D	Die Astronomie finde ich in Physik interessant	Weis ich leider nicht	Das weiß ich noch nicht	Die Magneten am Kühlschrank zb	falsch	richtig	falsch	richtig	falsch	richtig
15.03 SA	männlich	4D	Astrophysik bzw. das Universum ..	Astrophysiker	(Software)-Informatiker	Wenn man die Magnete auf die Tafel in der Schule benutzt .	falsch	falsch	falsch	richtig	falsch	richtig
3007SI	weiblich	4D	warum dinge so funktionieren	weis ich nicht	pharmazeutische assistentin	wenn man ein kühlschrank zb öffnet	falsch	falsch	falsch	richtig	falsch	richtig
1602Fr	männlich	4D	Magnetismus	Physiker	Unternehmer	Meine brille ist zum beispiel magnetisch wenn ich zum beispiel einen Schlüssel dran hänge zeihlt meine brille den schlüssel an	falsch	falsch	richtig	richtig	richtig	richtig

Urliste - Posttest																	
Zeitstempel	ID Erstellung	Geschlecht	Klasse	Kreuze die richtigen Aussagen an.	Große Magneten sind automatisch stärker als kleine Magneten.	Aussage: "Magnete haben nur eine begrenzte Reichweite. Ab einer bestimmten Distanz wirken sie nicht mehr."	Argumentiere, ob diese Aussage richtig oder falsch ist.	Die Erde ist ein riesiger Magnet und zieht uns deshalb an. Die Erdanziehung ist daher ein magnetisches Phänomen.	Formuliere die Polregel im Magnetismus.	Erkläre, wie man das Magnetfeld eines Magneten visuell sichtbar machen kann.	In der folgenden Abbildung sind alle einzelnen Magneten gleich stark. Ordne die drei Magnet-Anordnungen nach der Stärke. Begründe mit der magnetisch schwächsten Anordnung.	Vervollständige den Satz, sodass eine physikalisch richtige Aussage entsteht. "Wenn man einen Magneten in der Mitte teilt, dann ..."	Wenn man einen Eisennagel in die Nähe eines Magneten bringt, dann wird der Nagel selbst zu einem Magneten. Erkläre, wie das möglich ist.	Beschreibe einen Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität.	Durch ein Leiterkabel (schwarz) fließen von oben nach unten Elektronen. Nenne diejenige Abbildung, die das Magnetfeld (blau) dieses stromdurchflossenen Leiters am besten darstellt.	Nenne möglichst viele Größen, die die magnetische Wirkung einer Spule beeinflussen. (Es reichen Stichwörter)	Nenne so viele Anwendungen oder Naturphänomene wie möglich, die mit dem Thema zusammenhängen. (Es reichen Stichwörter)
17.04.2023 09:09:53	2210Sa	Weiblich	4d	Alle Metalle werden von Magneten angezogen., Alle Metalle werden von Magneten abgestoßen., Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst., Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Es ist richtig	Richtig!	Ich weiß es nicht	B A C	Hat man 2 Magneten	Beides zieht Gegenstände an	Ich weiß es nicht	Abbildung B	Magnetisieren der erd			
17.04.2023 09:17:15	0907Stk	Weiblich	4d	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst., Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst., Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Richtig	Richtig!	Gleiche magnete stoßen sich ab unterschiedliche ziehen sich an	A C B	Entstehen zwei magnete	Ich weiß es nicht	Ich weiß es nicht	Abbildung A				
17.04.2023 09:17:17	1210Lj	Weiblich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken., Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Richtig	Richtig!	Unterschiedliche Pole ziehen sich an, gleiche Pole stoßen sich ab.	A C B	Entstehen zwei magneten	Entstehen zwei magnete mit jeweils 2 Polen.	Das Magnetfeld wird geteilt.	Abbildung A	Polarlichter, Erdmagnetfeld			
17.04.2023 09:18:53	2105Gu	Männlich	4D	Alle Metalle werden von Magneten angezogen., Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Diese Aussage ist falsch! Magnete haben eine unendliche Reichweite aber sind schwach genug zu wirken.	Falsch!	Die Pole eines Magneten ist die stärkste und meist wirkende Stelle.	C A B	Wenn man ein Stabmagnet auf einen Tisch legt und einen Eisenkessel rundherum schützt kann das Magnetfeld visuell sichtbar sein.	Entstehen 2 Magnete mit jeweils 2 Polen.	Das Magnetfeld wird geteilt.	Abbildung A	Polarlichter, Erdmagnetfeld			
17.04.2023 09:19:21	1602Fr	Männlich	4D	Alle Metalle werden von Magneten angezogen., Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Sie wirken unendlich weit nur wirken sie immer und immer schwächer so das sich der magnetische Gegenstand nicht stark anzieht oder abstößt	Falsch!	Gleiche pole stoßen sich ab	C A B	Erhält man einen neuen magneten mit einem süd und einem nordpol	entstehen neue Pole.	Drri nagel wir vom magneten magnetisiert	Abbildung A	Polarlicht, Erdmagnetfeld, Mt, Schrottplatz, Medizin			
17.04.2023 09:21:18	1503Sa	Männlich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst., Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Nein, ein Magnet kann unendlich wirken bzw. hat sie eine unbegrenzte Reichweite. Wir Menschen können sie nur nicht mit unserem menschlichen Auge sehen.	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab . ungleiche Pole ziehen sich an. GEGENSATZE ZIEHEN SICH AN .	C A B	Durch Eisenspläne , wenn man sie um den Magneten verteilt , ergibt sie ein Muster. An dem Muster erkennt man die Pole genau die Pole sind.	entstehen neue Pole.	Kp	Abbildung A	Kompass , usw			
17.04.2023 09:21:38	110908Be	Männlich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Die Aussage ist falsch denn Magnete haben eine unendliche Reichweite nur sehen wir sie nicht mit dem Auge weil sie irgendwann zu schwach wird	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab und verschiedene ziehen sich an. Die Pole werden mit Süd und Nordpol bezeichnet .	C A B	Mit kleinen magneten oder Kompassen wie bei unseren Experimenten	Dan entstehen zwei weitere magneten	Die Teilchen in dem Nagel ordnen sich dadurch wird der Nagel magnetisiert	Abbildung A	Fv PKG Sghvzoxjfsksskzsmxvös			
17.04.2023 09:21:42	1703SU	Männlich	4d	Alle Metalle werden von Magneten abgestoßen.	Richtig!	Falsch Sie wirken aber so schwach, dass man sie nicht mehr sehen kann	Richtig!	Gleiche pole stoßen sich ab nicht gleiche ziehen sich an	B C A	Mit einem Kompass	entstehen 2 weitere Magneten	Wenn ein elektrischer Strom durch Leiter fließt, wird ein Magnetfeld erzeugt	Abbildung A				
17.04.2023 09:23:01	2509Ai	Männlich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken., Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Die Aussage ist richtig, denn Magnete haben eine Anziehungskraft nimmt mit zunehmender Distanz ab, bis sie schließlich zu schwach ist, um wirksam zu sein.	Falsch!	Die Polregel besagt, dass sich entgegengesetzte Pole von Magneten anziehen und gleichnamige Pole abstoßen.	A B C	Der Magnet induziert im Nagel magnetische Eigenschaften, wodurch der Nagel selbst zu einem Magneten wird.	Veränderungen in einem elektrischen Feld erzeugen Magnetismus und umgekehrt. Änderungen in einem Magnetfeld erzeugen ein elektrisches Feld erzeugt.	Anzahl der Windungen, Stromstärke, Spulenlänge, Spulendurchmesser, Magnetkernmaterial, Positionierung von Objekten in der Nähe.	Abbildung A	Erdmagnetfeld, Kompass und Elektromotoren			

17.04.2023 09:23:19	2101Jo	Männlich	4d	Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Sie ist falsch den ihre Wirkung wird nur so schwach, dass sie uns nicht mehr beeinflusst	Falsch!	Unterschiedliche Pole ziehen sich an und die selben stoßen sich ab	Mit Eisenspänen, in dem man sie auf einer Platte über einem Magneten verteilt. Leicht drauf klopf und so das Feld sieht.	A C B	erhält man zwei Magnete	Die Magneten im Nagel werden ausgerichtet und so entsteht eine magnetische Wirkung.	Durch Elektrizität kann man Magneten machen	Abbildung B	Die Anzahl der Spule und die Stärke der Elektrizität die durch die Spulen geleitet wird.	Polarlichter, Erdmagnetfeld, Seefahrt also Orientierung, Mülltrennung, Medizin, MRT, Vögel die es zur Orientierung nutzen, Magnetresonanzenbäm, Respiatoren und Magneten die an der Türe haften
17.04.2023 09:23:58	2103Ni	Männlich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst.	Falsch!	Das ist falsch da man die Wirkung ab einer bestimmten Distanz nicht mit menschlichen Auge sehen kann	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab und verschiedene Pole ziehen sich an	Wenn man ein Blatt mit einem Magneten Eisenkümmel darüber klopft kann man das Magnetfeld sichtbar machen	C A B	gibt es zwei gleiche Magnete	Durch das überstreichen mit dem Magneten wird der Nagel magnetisiert	Kein plan	Abbildung A	Kompass	Polarlichter, MRT scan,
17.04.2023 09:24:27	2808Ei	Weiblich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Sie ist richtig, weil je weiter die Distanz desto schwächer wird die magnetische Wirkung	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab und Ungleiche Pole ziehen sich an.	Wenn man auf ein Magneten ein Blatt Papier draufgibt und dann Eisenkümmel draufstreut und Papier anklipft richten sich die Eisenkümmel aus	B C A	erhält man 2 Teilmagneten	Der Magnet richtet die Magneten des Nagels aus und der Nagel wird dann für kurze Zeit auch ein Magnet.	Abbildung B	84 Wicklungen, 48 Wicklungen, 28 Wicklungen	Polarlichter, MRT, Müllverbrennung, Erdmagnetfeld, Datenspeicherung	
17.04.2023 09:24:55	3007Sa	Weiblich	4.D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	die aussage ist richtig, weil je weiter die Distanz ist desto schwächer ist die Wirkung	Falsch!	gleiche pole stoßen dich ab, ungleiche polen ziehen sich an	wenn man auf ein Magnet ein Blatt Papier legt und Eisenkümmel drüber verschüttet sollte man ein Muster sehen	B C A	enthält man 2 Teilmagnete	der Magnet richtet die Magneten des Nagels aus und der nagel wird dann für kurze zeit auch ein Magnet	Abbildung B	84Wicklungeb	Polarlichter MRT Erdmagnetfeld Datenspeicherung Müllverbrennung	
17.04.2023 09:24:56	1606Am	Weiblich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Es ist richtig, weil je weiter die Distanz desto schwächer wirkt der Magnet	Falsch!	Die gleichen pole stoßen sich ab die verschiedenen Pole ziehen sich an	Wenn man einen Magneten nimmt und dann ein Blatt Papier drauf gibt und dann Eisenkümmel drüberstreut ergibt sich ein Wirbel	A B C	.	Ein Magnet richtet das magnetische des Nagels deshalb wird der Nagel magnetisch	Abbildung B	84 Wicklungen 48 Wicklungen 28 Wicklungen	Polarlichter, Müllverbrennung, MRT Erdmagnetfeld, Datenspeicherung	
17.04.2023 09:25:16	0607Ru	Weiblich	4d	Alle Metalle werden von Magneten angezogen. Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Magnete haben keine begrenzte Reichweite weil das Magnetfeld unendlich ist	Richtig!	Rot und grün ziehen sich an rot und rot stoßen sich ab grün grün stoßen sich ab	Wenn man Eisenkümmel auf der Mitte einer Platte gibt und Eisenkümmel rot und grün drauf tappt kann man dann einen Form erkennen. Das Magnetfeld sieht wie Kreise aus	A C B	enthält man zwei teilungsmagnete	Der nadel wird magnetisiert	Abbildung D	He mehr die umwicklungen der Spule desto größer ist die magnetische Wirkung	EMRT,MULTITRENNUNG,POLAR LICHTER,EROMAGNETFELD	
17.04.2023 09:25:20	110408Fa	Weiblich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Die magnetischen funktionieren, aber die magnetische Wirkung kann man ab einer bestimmten Reichweite	Richtig!	Es gibt eine Südpol und ein Nordpol. Gleiche Pole stoßen sich ab und ungleiche ziehen an	MitEisenkümmel und streut die eine Magneten. Man streut die Eisenkümmel und tappt paar mal dran und man kann ein form erkennen.	A C B	Bekommt man ein Südpol und ein Nordpol. je öfter man es macht und man bekommt immer zwei pole	Da der Eisennagel aus Metall besteht also Eisen und eisen wird immer von Magnet angezogen. Das Magnet beeinflusst es auch . Der Nagel wird magnetisiert	Abbildung E	Je mehr die Windungen Spule sind desto größer die magnetische Wirkung	MRT Mülltrennung, Erdmagnetfeld, Polarlichter Datenspeicherung	
17.04.2023 09:25:21	07010Do	Weiblich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Magneten haben keine begrenzte Reichweite. Das Magnetfeld ist unendlich weit. Die Magnete werden nur schwächer bei einer weit entfernten Distanz	Richtig!	Rot und grün ziehen sich an Gleichfarbige Pole stoßen sich ab	Wenn man einen Magneten in die Mitte eines Blattes legt und dann Eisenkümmel drauf streut und paar mal drauf tappt kann man eine Form erkennen.Das Magnetfeld sieht aus wie viele Kreise	A C B	erhält man zwei Teilmagnete	Der Nagel wird magnetisiert	Abbildung E	Je mehr die Umwicklungen der Spule sind desto größer ist die magnetische Wirkung	MRT Mülltrennung Erdmagnetfeld Polarlichter.	
17.04.2023 09:26:00	2710OI	Männlich	4D	Alle Metalle werden von Magneten angezogen. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Sie haben eine Unendliche Reichweite, die Wirkung wird einfach sehr schwach	Falsch!	Wenn ein Kompass nach Süden zeigt zeigt er in Wahrheit nach Norden. Weil es vom Nordpol angezogen wird.Das gleiche gilt für die andere Seite	Wenn man Eisenspäne um einen Magneten verteilt sieht man ein Muster	B C A	entstehen zwei Magnete	Der Nagel wird magnetisiert.	Abbildung E	Weiß ich nicht	Polarlicht, Festplatten, MRT, Große Magnete,Magnetfeld	

24.04.2023 13:38:39 2811Mo	Männlich	4B	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Alle Metalle werden von Magneten angezogen. Magnete wirken immer nur anziehend. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Richtig. Die magnetische Kraft nimmt mit zunehmender Entfernung ab, bis sie auf eine unbedeutende Stärke adärlt und keine Wirkung mehr hat.	Falsch!	Gleichnamige magnetische Pole ziehen sich an, ungleichnamige magnetische Pole stoßen sich ab.	Das Magnetfeld eines Magneten kann durch Eisenstäbe oder eine Magnetföhre sichtbar gemacht werden.	A C B	entstehen zwei separate Magnete, von denen jeder seinen eigenen Nord- und Südpol hat.	Ich weiß es nicht	Eine Änderung des magnetischen Flusses induziert eine elektrische Spannung, was das Prinzip der elektromagnetischen Induktion darstellt.	Abbildung C	Anzahl der Windungen der Spule, Stromstärke, der Spule, magnetkompass, erdmagnetfeld, sonnenwind.	
24.04.2023 13:39:03 3107Fe	Weiblich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Richtig. weil Magnete können nicht eine unendliche Reichweite haben. Magnete haben größere Reichweite als kleinere Magnete. Richtig. Man nennt dies auch Magnetfeld. Beispiel:Das Magnetfeld der Erde wirkt nicht auf dem Mond da es zu weit entfernt ist.	Richtig!	Die gleichnamigen Pole stoßen sich ab, Die ungleichnamige Pole ziehen sich an.	Mit Kompassnadeln	C B A	entstehen zwei kleine Magnete	Der Eisenmagnet wird vom Magneten magnetisiert.	Elektromagnet	Abbildung C	Windungen, Spannung Aufzug, Erde zieht uns an, Handys	
24.04.2023 13:39:04 2308Ma	Weiblich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Richtig. Man nennt dies auch Magnetfeld. Beispiel: Das Magnetfeld der Erde wirkt nicht auf dem Mond da es zu weit entfernt ist.	Falsch!	Gleichnamige Pole ziehen sich an, ungleichnamige Pole werden abgestoßen, ungleiche Pole werden angezogen	Mit einem Kompassnadel. Man liegt sie in der Mitte des Magnetfeldes und die Magnete zeigen dann in eine Richtung	C B A	[Ich weiß es nicht.]	[Ich weiß es nicht]	[Ich weiß es nicht]	Abbildung B	[keine Ahnung.] Polarlichter Erdanziehung Kühlschrankmagnete	
24.04.2023 13:39:07 1502Ve	Männlich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Ja die Aussage ist richtig, weil es geht nach der Stärke des Magneten geht Es kommt drauf an, bei einem Stabmagneten lässt die magnetische Wirkung nach einer bestimmten Distanz nach und das Objekt bleibt stehen. Somit bin ich der Meinung das Magneten nach einer bestimmten Distanz den Gegenstand nicht mehr bewegen können.	Richtig!	Gleiche Pole werden abgestoßen, ungleiche Pole werden angezogen	Mit einer Spule und der rechten hand	C A B	Hat der Magnet noch immer 2 Pole	Wenn man den Magneten mit der Nagel reibt	Mit einem Transformator	Abbildung E	Durch den Windungen Magnetische Anziehung und Abstoßung	
24.04.2023 13:39:11 1610Ra	Männlich	4b	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Es ist richtig, weil ein Magnet ein Magnetfeld hat und es nur bis zu einer bestimmten Reichweite funktioniert.	Richtig!	Der Physikalische Südpol zieht an, der Geografischen nordpol an	Mit einer Spule und der rechten hand	B A C	Hat man nicht einen sud und einen Nordpol in der Hand hat, sondern der Magnet setzt die Elektronen so hin das sie ein weiteren kleineren Magneten bilden.	Zb bei einem Elektroauto wo sich Nord und Süd pol elektrisch ändern.	Abbildung E	Ein Magneteisenblock den man durch schiebt.	Kühlschrank, magnetischer wireless Adapter, elektroauto, kompass	
24.04.2023 13:39:12 2609Ka	Männlich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete wirken prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Es ist richtig, weil ein Magnet ein Magnetfeld hat und es nur bis zu einer bestimmten Reichweite funktioniert.	Richtig!	Gleichnamige Pole stoßen sich ab, und die ungleichnamige Pole ziehen sich an.	Mit Staub, oder mit Kompass Nadeln	C B A	werden es 2 kleine Magneten mit einem Nord-Südpol	Weiß ich nicht	Abbildung D	Von einem Eisenkern	Die Erde.	
24.04.2023 13:39:18 1209Ma	Weiblich	4b	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Richtig, aber es kommt drauf an wie stark die Anziehungskraft ist	Falsch!	Nordpol und Nordpol ziehen einander ab Südpol und Südpol auch aber Nordpol und Südpol ziehen enander an	Mit dem Kompassnadeln	C A B	Entsteht ein neues Magnet also hat man dann zwei Magnet	Weil er aus Eisen besteht und Eisen wird von Magneten angezogen	Abbildung E	Keine Ahnung	Wie viele Male es um die Spule gewickelt wurde	Kühlschrank,Föhn , Fahrrad Elektromotor.
24.04.2023 13:39:29 2509Am	Weiblich	4b	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Ja	Falsch!	Keine ahnung	Mit keine Dünnen Nadeln zb	B C A	Hat man 2 Magnete	Ehrlich ka	Abbildung B	Man braucht Magnetisium für Strom	Wenn es dicker ist also es hat mehrere Drehungen	Strom Kompass Erdachse nord West Süd Osten
24.04.2023 13:39:30 2911Lu	Männlich	4b	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Ja sie ist richtig weil die Reichweite nicht genug Kraft Gegenstand anziehen	Falsch!	Wenn man zwei gleiche Pole hat dann stoßen sie sich ab, das heißt, wenn man will das sich Magnetpole anziehen müssen sie verschieden sein und wenn man will das sie sich abstoßend müssen sie gleich sein also Nord und Nord Pol stoßen sich ab aber Nord und Süd Pol ziehen sich an	Kompassnadeln Man kann magnetische Kompassnadeln auf einen Magneten in der Mitte der magnetischen Reichweite der Kompassnadeln zeigen die welche Richtung das Magnetfeld geht und Nord und Süd Pol auf den Nordpol	A C B	Dann hat man einen neuen kleineren Magneten.	Die Nadel ist dann selber magnetisch sie kann also anziehen oder abstoßen	Abbildung A	Stromstärke in der Spule Oft geschieht es dass eine Spule nur dann ein Magnetfeld erzeugt wenn sie von Strom durchflossen wird Windungszahl der Spule Je mehr Windungen eine Spule besitzt desto stärker wird das Magnetfeld Länge der Spule Tutkingen/Lautsprecher Z.B auch für Vögel Erdmagnetfeld Fliegen orientieren um sich auf ihren Flügen orientieren zu können		

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Urliste - Follow-Up Test									
Zeitstempel	ID	Geschlecht	Klasse	Frage	Antwort	Erklärung	Ergebnis	Feedback	Handy
19.06.2023 08:09:23	2210Sa	Weiblich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Die Erde ist ein riesiger Magnet und zieht uns deshalb an. Die Erdanziehung ist daher ein magnetisches Phänomen.	Richtig!	Wie hat sich deine Einstellung zur Physik durch den Magnetismus verändert?	Fällt dir das Thema Magnetismus im Alltag nun öfter auf als früher? Wenn ja, wo fällt es dir mehr auf?
19.06.2023 08:10:10	0107HA	Männlich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Aussage: "Magnete haben nur eine begrenzte Reichweite. Ab einer bestimmten Distanz wirken sie nicht mehr." Argumentiere, ob diese Aussage richtig oder falsch ist.	Richtig!	Mir wurde erklärt wie Magneten richtig funktionieren	Ja beim Kühlschrank zb
19.06.2023 08:10:59	0907Sh	Weiblich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Sie haben keine begrenzte Reichweite, aber weil die Wirkung so schwach ist ziehen sie sich nicht mehr an	Falsch!	Ka	Ja, ja
19.06.2023 08:11:09	1210Lj	Weiblich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Richtig	Richtig!	Viel ich weiß, jetzt sehr viel über Magnetismus	Nein
19.06.2023 08:11:19	2710OI	Männlich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Richtig	Richtig!	Gleiche Pole stoßen sich ab. Ungleiche Pole ziehen sich an	Nein
19.06.2023 08:11:51	2103NI	Männlich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Falsch weil die Distanz unendlich weit ist	Falsch!	Also es gibt den Nordpol und den Südpol und den Erdmagnetismus. Südpol wird von dem Nordpol angezogen und das gleiche verkehrt herum.	Handy, Computer
19.06.2023 08:12:06	2105GU	Männlich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Stimmt nicht weil die Reichweite für das menschliche Auge nicht sichtbar ist	Richtig!	Zwei gleiche Pole stoßen sich ab und zwei verschiedene Pole ziehen sich an	Nein
19.06.2023 08:12:13	2101Jo	Männlich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Dieser Aussage ist falsch. Magnete haben eine unbegrenzte Reichweite.	Falsch!	Magnete können angezogen und abgestoßen werden.	Eigentlich nicht.
19.06.2023 08:12:17	1806Am	Weiblich	4d	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Nein, die Wirkung wird schwächer. Da ein Kompass auch länger die Kraft des Magneten spürt als ein anderer Magnet.	Falsch!	Die Pole ziehen am stärksten an und es gibt 2 von ihnen.	Ja, da wir einen Induktionstherm haben und ich nun mehr darüber nachdenke.
19.06.2023 08:12:21	3007Sa	Weiblich	4 D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Richtig	Falsch!	Gleichen Pole stoßen sich ab die ungleichen ziehen sich an	Es fällt mir nicht öfters auf
19.06.2023 08:12:49	1911Ja	Männlich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Raumtemperatur magnetisierbar.	Falsch!	richtig	Falsch!	gleiche pole stoßen sich ab und ungleiche pole ziehen sich an	ja bei bestimmten dingen
19.06.2023 08:13:12	110893be	Männlich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Raumtemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Falsch Magneten haben keine begrenzte Reichweite	Falsch!	Gleiche pole stoßen sich ab und ungleiche pole ziehen sich an	Ja, wenn ich ein magnet sehe fällt es mir auf
19.06.2023 08:13:17	0710Do	Divers	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Raumtemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Nein sie haben eine unendlich weite nur sie ist nicht sichtbar	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab und ungleiche Pole ziehen sich an	Nein
19.06.2023 08:13:25	2808Al	Männlich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Raumtemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Diese Aussage ist falsch weil sie unendlich weit wirken	Falsch!	Gleiche Magnete stoßen sich ab und ungleiche an	Nein
19.06.2023 08:13:35	0607Ru	Weiblich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Raumtemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Die Aussage ist richtig, da Magnete nur innerhalb ihrer magnetischen Feldlinien Kraft ausüben können.	Richtig!	Die Polregel lautet, dass sich die gleichen Pole abstoßen und verschiedene Pole anziehen.	Nein, eher nicht
19.06.2023 08:13:40	1602Fr	Männlich	4D	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	I hab vergessen	Falsch!	Gleiche Pole ziehen sich ab und ungleiche Pole ziehen sich an.	Nein
19.06.2023 08:13:45	7878Am	Männlich	4d	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Nein, Magnete wirken unendlich weit nur wirken sie ab einer bestimmten Distanz nicht mehr stark genug um einen anderen Magneten anzuziehen oder abzustößen.	Falsch!	Verschieden pole ziehen sich an gleiche pole stoßen sich ab	Naja ich achte nicht wirklich drauf
19.06.2023 08:13:53	1104Fa	Weiblich	4d	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Nein, sie wirken innermoch aber nur noch so leicht das wir es nicht sehen können.	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab. ungleiche Pole ziehen sich an.	Nein, eher nicht
19.06.2023 08:14:20	0607Ru	Weiblich	4d	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Es falsch... Die Magnete wirken zwar aber ab einer gewissen Distanz ist es so schwach dass man die Wirkung nicht sehen kann	Richtig!	Ich habe Sachen gelernt die ich nicht mal wusste dass es gibt. Dass zb Magnetismus ab einer gewissen Distanz nicht mehr zu sehen ist	Ja immer wenn ich etwas sehe, dass mit Magnetismus zu tun hat erzähle ich sehr viel darüber. Zb mit dem Anziehen wenn man sie genauer betrachtet sie tragen mir sich paar Sachen. Und beim Handy auch
19.06.2023 08:14:23	2808El	Weiblich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Sie wirken aber sehr schwach	Falsch!	Eigentlich wusste ich schon alles vorher, deshalb nichts	Elektronische Geräte wie Handy, Computer, Laptop usw.
19.06.2023 08:15:00	1003Na	Männlich	4d	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Sie ist richtig, weil die Wirkung des Magnetens mit der Distanz abnimmt	Richtig!	Man merkt, dass es viel mehr Gegenstände gibt die magnetisierbar sind als ich dachte und dass Menschen auch Magneten in sich haben.	Ja, wenn ich an einem Mispilatz vorbeifahre weiß ich wie der Kran eigentlich wirklich funktioniert.
19.06.2023 08:16:07	1206Be	Männlich	4D	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Falsch Magnete haben eine unendliche Reichweite sie wird nur so schwach dass man sie nicht bemerkt.	Falsch!	Ich habe verstanden wie sachen funktionieren z.B. MRT	
19.06.2023 13:37:03	2006Ma	Weiblich	4B	Magnete wirken immer nur anziehend. Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Raumtemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Es ist falsch	Richtig!	Meine Einstellung zur Physik hat sich eigentlich nicht verändert	Nein

19.06.2023 13:39:10	2609Pa	Männlich	4b	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten angezogen und abstoßend wirken. Die meisten Metalle werden nicht von Magneten angezogen und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Es ist richtig weil das Magnetfeld nicht unendlich groß ist.	Richtig!		Gleiche Pole stoßen sich ab und 2 verschiedene ziehen sich an	Z.B wie ein Fahrstuhl funktioniert	Erde, Fahrstuhl, Züge, Bille
19.06.2023 13:39:23	2308Ma	Weiblich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten angezogen und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Richtig Bsp.: Erdanziehung	Richtig!		Gegensätze ziehen sich an	Eigentlich gar nicht	Magnete am Kühlschrank
19.06.2023 13:39:55	1209Ma	Weiblich	4b	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Richtig weil sie irgendwann nicht mehr wirken	Richtig!		Vom Minuspol zum Pluspol	Nichts	Kühlschrank
19.06.2023 13:39:59	2509Am	Weiblich	4b	Alle Metalle werden von Magneten angezogen.. Magnete wirken immer nur anziehend.	Richtig!	Weil es eif nd mehr wirkt	Richtig!		Plus pol minus pol	Ka	Ka
19.06.2023 13:40:03	0501Ir	Männlich	4B	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Ja da das Magnetfeld des Magnetes auch eine begrenzte Reichweite hat.	Falsch!		Gleichnamige Pole stoßen sich ab und entgegengesetzte Pole ziehen sich an.	Nein Themen wie Radioaktivität würden diese ändern.	Nein eigentlich nicht.
19.06.2023 13:40:20	2308Fa	Männlich	4b	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten angezogen und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Ist richtig weil ein magnet kann ja nicht alles anziehen zb wenn man wen ist zieht der magnet nicht den eisen in china an	Richtig!		di gleichen pole stoßen sich verschiedene ziehen sich an	es hat sich nichts geändert	ja bei manchen handyhüllen haben ein magnet
19.06.2023 13:40:34	0710Se	Männlich	4B	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Wenn der Körper außerhalb der Magnetfeld ist wird es nicht angezogen	Falsch!		N-N, S-S stoßen einander ab S-N N-S ziehen einander an	Gleich	Ja weil der Welt immer mehr moderne wird z.B neue Türe, Aufzüge usw
19.06.2023 13:40:38	0102Sk	Männlich	917B	Alle Metalle werden von Magneten abgestoßen., Magneten können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	R	Richtig!		B	G	N
19.06.2023 13:40:40	2510Ru	Weiblich	4.	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Falsch, weil sie nicht weit genug wirken können	Richtig!		Ungleichnamige ziehen einander an Gleichnamige stoßen einander ab	Gar nicht, ist gleich geblieben	Nein
19.06.2023 13:40:46	1502Ye	Männlich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Ja, weil sonst könnte man etwa von 100 m Entfernung Anziehen	Richtig!		Gut und grün. Ziehen sich nicht an grün und rot ziehen sich an	Positiv, ich bba eerst viel mehr spaß im Physik Unterricht als sonst	Ja zb bei einer Handtasche oder bei einer Tür
19.06.2023 13:41:26	06Z1	Männlich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Ja sie sind nicht unendlich gross	Richtig!		Nordpol zieht südpol an und südpol zieht nordpol an. Jedr Magnet hat 2 pole einen nord und einen sud.	Sehr viel dazu gelernt	Ja beim Kühlschrank zb oder handy
19.06.2023 13:41:39	2911Li	Männlich	4B	Alle Metalle werden von Magneten angezogen.. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Ja,weil manche kleine einfach keine genug starke Kraft haben	Falsch!		Gleiche Pole also z.B Nord und Nord Pol stoßen sich ab und verschiedene z.B wie Nord und Süd ziehen sich ab	Positiv	Bei meinen Kopfhörer sie sind Magnetisch und in meiner Tasche ziehen sie manchmal Münzen an
19.06.2023 13:41:49	3107Fe	Weiblich	4b	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Falsch weil Magnete können nicht im ganzen Raum wirken sie haben keine unendliche Kraft dafür	Richtig!		Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Verschiedene Pole ziehen sich an	Ich lasse es nicht aber ich mag es auch nicht. Das Thema war leicht aber darauf bisschen schwer	Nein fällt es nicht. Ich achte nicht darauf
19.06.2023 13:41:53	3001Kh	Männlich	4b	Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Richtig weil das Magnetfeld nicht unendlich groß ist	Richtig!		Bla bla bla bla bla bla bla BANANA	Kgar nlex	Balblaablaelektromotorbblaabaablaanalaaablaablaablaablaablaabla
19.06.2023 13:43:02	1810Ra	Männlich	4b	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Ein Magnet zieht ein Objekt bis zu einer gewissen Reichweite an ,weil die magnetwellen immer schwächer werden.	Richtig!		Wenn minus auf minus kommt stoßen sie sich gegenseitig ab und umgekehrt auch.	Garnicht;Physik ist immernoch spitze	Bei einem Kühlschrank oder bei meiner handyhülle oder bei wireless laden [nacsafe]
19.06.2023 13:44:05	2105La	Männlich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Richtig!	Ja, da das Magnetfeld nicht eine unbegrenzte Reichweite hat.	Falsch!		Anders geladene Pole ziehen sich an, während Gleichgeladene sich abstoßen	Hat sich nicht viel geändert	Ja, in elektronischen Geräten befindet sich oft ein Elektromotor und einfache Magneten welche sich in taschen, Portemonnaies, Handy Hüllen, usw
19.06.2023 13:46:00	1601Za	Männlich	4B	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Es ist Richtig. Magnete haben ein Magnetfeld und der wirkt in nur einer gewissen Reichweite. Außerhalb des Magnetfelds wird nix angezogen	Falsch!		Der Nopol ist bei einem Magneten unten und der Südpol oben	Physik wurde mir mehr interessanter	Kühlschrank
26.06.2023 09:16:33	0220TM	Weiblich	4a	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Ja ,da wir keine Messgeräte haben um es zu sehen	Falsch!		Nordpol und Südpol	Nicht so viel	Nicht wirklich
26.06.2023 09:18:57	1109Wa	Weiblich	4a	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Es ist falsch weil ein Magnet theoretisch unendlich weit wirken kann, wir jedoch das Magnetfeld ab einer bestimmten Reichweite nicht mehr mit dem Auge wahrnehmen.	Falsch!		Gleiche Pole stoßen sich ab und ungleiche Pole ziehen sich an	Die Physik ist ein interessantes Phänomen das überall stattfindet.	Magnete an Kühlschränken oder Tafeln in der Schule
26.06.2023 09:19:51	0205Am	Männlich	4A	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Ist richtig weil je weiter der Gegenstand vom Magneten ist desto schwächer wirkt er	Falsch!		Gleichnamigepole stoßen sich an und Ungleichnamigepole ziehen sich an	Sehr viel	Bei magneten
26.06.2023 09:19:56	2211Uk	Männlich	4A	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst. Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Diese Aussage ist falsch, weil Magnete eine unendlich lange Reichweite haben. Wir können mit unsere Technologie aber nur eine begrenzte Reichweite messen.	Falsch!		Gleiche Pole stoßen sich ab und ungleiche Pole ziehen sich an.	Wir haben mehr Experimente gemacht	In elektronische Geräte.
26.06.2023 09:20:31	0208Ve	Männlich	4a	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Sie haben eine unendliche Reichweite aber, je weiter entfernt der Metall vom Magneten entfernt ist, desto schwächer ist die Anziehungskraft	Falsch!		Gleiche Pole stoßen sich ab und ungleiche Pole ziehen sich an	Das meiste wusste ich schon	Un ehrlieh zu sein ich achte nicht drauf
26.06.2023 09:21:10	0109Le	Männlich	4A	Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken. Nur Eisen, Nickel und Kobald sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Dieses Argument ist falsch, weil uns lediglich die Methoden bzw. Mittel fehlen die Wirkung von Magneten nach mehreren Millionen Lichtjahren in Weillai noch nachweisen zu können. Prinzipiell wirken sie unendlich weit, jedoch nimmt die magnetische Wirkung ab mit Distanz.	Falsch!		Ein Magnet hat immer zwei Pole, die einander anziehen, aber die sieben sich untereinander immer abstoßen.	Es ist ein interessantes Thema, aber verändert hat sich jetzt wenig, ich verstehe es halt und damit ist die Sache für mich beendet.	Überall wo Strom "fließt" stelle ich mir vor, dass ein

26.06.2023 09:24:52	1003Ra	Männlich	4A	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst.	Falsch!	Das Magnetfeld eines Magneten ist unendlich groß, und es ist so, desto weiter weg man vom Magneten ist desto schwächer ist seine Wirkung	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an.	Ich weiß nicht, es war einfach ein neues Thema was ich eigentlich sehr interessant fand.	Da ich Magnetismus jetzt verstehe sind viele Sachen und deren Funktion verständlicher und simpler.
26.06.2023 09:28:08	Physik<3	Weiblich	4a	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst... Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken.	Falsch!	Falsch wir können aber einfach nicht so weit messen die reich weite von metallen ist unendlich si wrdn aber auch abginkt von andern metaln und magnin	Falsch!	Gleiche stoßn sich ab gegenteile ziehen sich an	Ich glaube nicht sehr	Ich glaube nicht wirklich
26.06.2023 09:32:32	2708Gu	Weiblich	4a	Die meisten Metalle werden nicht von Magneten beeinflusst... Magnete können prinzipiell anziehend und abstoßend wirken... Nur Eisen, Nickel und Kobalt sind bei Zimmertemperatur magnetisierbar.	Falsch!	Sie wirken nach einer bestimmten Distanz nicht mehr anziehend oder abstoßen. Aber deren Magnetfelder haben eine unendliche Reichweite.	Falsch!	Gleiche Pole stoßen sich ab ungleiche Pole ziehen sich an.	Ich habe Magnetismus verstanden. wodurch alles in meinem Leben mehr Sinn macht.	Nein es ist wie fuher.

Unterrichtsplanungen für das Hybrid-Modell zum Magnetismus

1. Einheit: Wirkungen von Magneten	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	Lernende nennen Abstoßung und Anziehung als mögliche Wirkungen von Magneten auf andere Magneten (W).		
	Lernende können die beiden Wirkungen von Magneten anhand von Experimenten zeigen und ihre Beobachtungen zu den Experimenten wiedergeben (E).		
	Lernende nennen nur die Wirkung "Anziehung" von Magneten auf magnetisierbare Materialien und können dies anhand von Experimenten zeigen. (W) (E)		
Key Ideas:	Lernende können anhand von Experimenten zeigen, dass Magnete nicht alle Metalle anziehen. (E)		
	Ein Permanentmagnet kann auf einen anderen Permanentmagneten anziehend und abstoßend wirken.		
Lernendenvorstellung:	Magnete wirken immer nur anziehend.		
	Magnete ziehen alle Metalle an.		
Lernendeninteresse:	Warum stoßen sich Magnete ab oder ziehen sich an? Wer zieht hier? Wer stoßt hier ab? (Fragen nach einer Ursache)		
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:	5E-Modell (forschendes Lernen)		

Tiefenstruktur		Sichtstruktur	Zeit benötigte Materialien	
Lernschritt laut Modell		Lehrendenaktivität	Lernendenaktivität	
Engage als motivierender Einstieg in das Thema Magnetismus generell	kognitiver Prozess der SuS	Thema Magnetismus motivieren: LP zeigt den SuS eine Bilder-Collage: Großer E-Magnet auf einem Schrottplatz, Magnetschwebbahn, MRI-Bilder (werden auch als real-Objekt gezeigt), Kompass, Nordlichter	6	Bilder-Collage
	SuS versuchen den möglichen Zusammenhang der Bilder zu deuten.			
Explore	SuS stellen Vermutungen auf und überprüfen ihre Vermutungen, indem sie die Experimente 1 und 2 durchführen.	L stellt zwei Experimente zur Verfügung. In der Zeit, in der die SuS experimentieren, steht die LP für Fragen zur Verfügung.	20	Pro Gruppe: Magnete verschiedener Formen: 2 unmarkierte Stabmagnete U-Magnete, Kugelmagnete, dünne Zylindermagnete Würfelmagnete Ringmagnete Verschiedene Materialien: Eisen, Kupfer, Aluminium, Plastik, Holz, Papier, Messing was immer greifbar ist.
Explain	SuS vergleichen ihre Beobachtungen mit denen der anderen SuS. SuS schätzen die Korrektheit ihrer Beobachtungen ein.	LP moderiert den Informationsaustausch der SuS. Streigt nur wenn notwendig in das Gespräch ein und korrigiert, wenn mehrheitlich falsche Physik als richtig erkannt wurde.	15	
Elaborate	SuS vergleichen die Ideen der Abstoßung und Anziehung von Permanentmagneten mit ihren Erkenntnissen aus den vorherigen Experimenten. SuS teilen ab, dass Permanentmagnete sich auch seitlich anziehen und abstoßen können.	LP stellt die Aufgabe, dass die SuS ihre beiden Stabmagnete seitlich so aneinandergrenzt sollen, dass sie sich einmal anziehen und einmal abstoßen.	5	Pro Gruppe: 2 unmarkierte Stabmagnete
Evaluate	SuS wenden ihr neues Wissen an.	Lehrpersonal gibt einen online Fragebogen aus, der die Key Ideas der Stunde abprüft.	4	
			50	

2. Einheit: Die Pole eines Magneten	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
-------------------------------------	--------------------	---------------------------	----------------

Ziele:	Lernende können die Polregel nennen (W), Lernende können die Polregel anhand von Experimenten überprüfen, (E) Lernende können die Orte der stärksten Wirkung als Pole (Nord- und Südpol) benennen (W) und diese Orte experimentell bestimmen. (E)
Key Ideas:	Polregel: Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an. An den Polen ist die magnetische Wirkung von Magneten am stärksten.
Lernendenvorstellung:	Magnete haben Plus- und Minuspole. (Falsche Bezeichnung der Pole)
Lernendeninteresse:	Was haben magnetische Pole mit dem Nord- und Südpol zu tun?
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:	5E-Modell (forschendes Lernen)

Tiefenstruktur		Sichtstruktur		Zeit benötigte Materialien	
Lernschritt laut Modell	kognitiver Prozess der SuS	Lehrendenaktivität	Lernendenaktivität		
Engage als Aktivierung des Vorwissens	SuS stellen die Vermutung auf, dass eine Cent-Münze auch große Mengen Eisen enthalten muss, da sie von einem Magneten abgezogen wird.	LP zeigt, dass eine Cent-Münze von einem Magneten angezogen wird, obwohl sie auf den ersten Blick aus Kupfer zu bestehen scheint. Nachdem die SuS die gewünschte Vermutung aufgestellt haben, zeigt die LP eine bereits zerschnittene Cent-Münze , beim er man sehen kann, dass sie nur mit Kupfer überzogen ist, im Inneren aber auch Eisen besteht.	In einem Think-Pair-share Prozess entwickeln die SuS die Idee, dass die gesamte Münze nicht nur aus Kupfer bestehen kann.	5	Eine Cent-Münze und eine zerschnittene Cent-Münze.
Explore	SuS bestätigen in Experimenten, dass es bei Magneten zwei Orte (eher Bereiche) der stärksten Wirkung gibt. Diese werden später den Namen Pole erhalten.	L stellt zwei Experimente zur Verfügung. In der Zeit, in der die SuS experimentieren, steht die LP für Fragen zur Verfügung.	SuS führen zwei Experimente durch: 1 Experiment: Mit Büroklammerkette am Magneten entlang fahren, um die Bereiche stärkster magnetischer Wirkung (Pole) zu finden. Alternativ mit Eisenspähne herausfinden, wo der Magnet am meisten halten kann. Anschließend werden in einem kurzen Info-Text die Bezeichnungen der Pole eingeführt. 2 Experiment: SuS leiten die Polregel ab: Zwei Wägelchen oder zwei Stifte und zwei unmarkierte Magnete werden auf die Wägelchen gelegt. Ein markierter Magnet wird als Tester verwendet, um gleiche Pole an den unmarkierten Magneten aufzudecken. Dann werden gleiche Pole getestet (Wägelchen gehen auseinander), danach werden ungleiche Pole getestet (Wägelchen ziehen sich an), statt den Wägelchen können auch jeweils zwei runde Stifte verwendet werden.	20	Pro Gruppe: unmarkierter Magnet, ca. 10 Büroklammern, je nach "Stärke" des Magneten, Zwei Wägelchen oder Stifte, 2 unmarkierte Magnete und einen markierten Magnet,
Explain	SuS vergleichen ihre Beobachtungen mit denen der anderen SuS. SuS schätzen die Korrektheit ihrer Beobachtungen ein.	LP moderiert den Informationsaustausch der SuS. Steigt nur wenn notwendig in das Gespräch ein und korrigiert, wenn mehrheitlich falsche Physik als richtig erkannt wurde. Es werden abschließend die Begriffe der Pole eingeführt. Siehe Key Ideas.	SuS diskutieren im Plenum ihre Ergebnisse der Experimentierphase. SuS formulieren auf Basis ihrer Erkenntnisse Merkwissen in der Form der Key Ideas. Insbesondere wird im Plenum die Polregel abgeleitet.	15	
Elaborate	SuS testen ihr neues Wissen anhand von Ringmagneten. Auch hier sollen die SuS experimentell überprüfen, dass auch Ringmagneten zwei Pole haben.	LP stellt andere Magneten zur Verfügung und stellt den SuS die Aufgaben, dass sie experimentell die Pole der unmarkierten Magneten finden sollen.	SuS ermitteln experimentell die Pole von diversen Magneten. Anschließend zeichnen sie die Pole in einer Skizze ein. Schnelle Gruppen können dabei auch die Polregel nochmals überprüfen.	6	Pro Gruppe: unmarkierter Magnet (zB. Eimagnete, Kugelmagnete, Würfelmagnete, Ovale Magnete etc.) ca. 10 Büroklammern 2 unmarkierte Magnete und einen markierten Magnet,
Evaluate	SuS wenden ihr neues Wissen an.	Die LP zeigt den SuS mehrere Ringmagneten, die an einer Stange derart platziert sind, dass die mittleren Ringmagneten schweben. Die LP stellt mit Hilfe eines online Fragebogens die Frage nach der Ausrichtung der Pole der einzelnen Ringmagneten.	SuS füllen den online Fragebogen aus.	4	
				50	

3. Einheit: Das Magnetfeld eines Magneten	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
--	---------------------------	----------------------------------	-----------------------

Vergleich verschiedener Sichtweisen, Vorteile des neuen Konzepts erkennen	SuS deuten die in real beobachtbaren (scheinbaren) endlichen Wirkbereich eines Magneten als Konsequenz von wirkenden Reibungskräften und mit der Distanz abnehmenden magnetischen Kräften.	LP thematisiert nochmal die SuS-Vorstellung, das Magnet nur begrenzt weit wirken und versucht die Alltagserfahrung mit dem neuen Modell in Einklang zu bringen. LP weist die SuS darauf hin, das das Muster eines Magnetfeldes (Bilder von Magnetfeldern zeigen) immer schlechter zu erkennen ist, je weiter man sich vom Magneten entfernt: Das deutet man so, dass hier die Stärke des Magnetfeldes mit der Distanz zum Magneten abnimmt. Daher ist es auch erklärbar, dass im realen Alltag Magnete ab einer bestimmten Distanz eisenhaltige Objekte nicht mehr zu sich ziehen können, weil ab dieser Distanz die Haftreibung die magnetischen Kräfte immer ausgleichen. (Kräfteaddition/Kräftegleichgewicht aus Mechanik)	SuS folgen den Ausführungen der LP.	8	Schöne Bilder von Magnetfelder mit Eisenspännen zur Visualisierung, Plexiglaszylinder mit Gel und Eisenkrümel darin, zur 3D Visualisierung
Weitere Anwendungen des neuen Konzepts auf neuartige Kontexte	SuS deuten die Ausrichtung von vielen Kompassen um einen Stabmagneten als Visualisierung seines Magnetfeldes. Sie vergleichen die Ausrichtung der Kompassen mit der Ausrichtung der zuvor gesehenen Eisenkrümel. Die SuS entwickeln die Idee: "Ausrichtung der Eisenkrümel geben die Ausrichtung der Kompass vor."	LP stellt den SuS Aufgabe, die Ausrichtung von Kompassen um einen Stabmagneten zu zeichnen. Wenn Zeit bleibt, kann die LP nochmal rückfragen, was in dem Video am Anfang der Stunde überhaupt dargestellt wurde.	SuS ermitteln die Form eines Magnetfeldes, indem sie an ausgewählten Stellen um den Magneten die Ausrichtung der Kompassse notieren. Anschließend vergleichen die SuS ihre Lösungen mit dem Lösungsbild der LP.	10	Lösungsbild, das die Ausrichtung der Kompassse zeigt. Hilfreiche Simulation: https://avalab.org/en/magnetic_field_around_a_bar_magnet_en/
50					

4. Einheit: Die Stärke eines Magnetfeldes	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	SuS begründen, dass die physische Größe eines Magneten in keinen Zusammenhang mit der Stärke seines Magnetfeldes steht. (W) SuS können experimentell zeigen, dass man die Stärke eines Magnetfeldes mit der Distanz abnimmt. (E) SuS können experimentell zeigen, dass man die Wirkungen von Magneten kombinieren kann. (Abschwächung und Verstärkung) (E)		
Key Ideas:	Die Stärke eines Magnetfeldes nimmt mit dem Abstand ab. Die Stärke eines Magnetfeldes hat keinen direkten Zusammenhang mit der physischen Größe eines Magneten.		
Lernendenvorstellung:	Große Magnete sind stärker.		
Lernendeninteresse:	Magnete haben einen beschränkten Wirkungsbereich.		
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:	Levitation durch extrem starke Magneten Konzepte vertiefen		

Tiefenstruktur	Sichtstruktur	Lernendenaktivität	Zeit	benötigte Materialien
Lernschritt laut Modell Engage mit Aktivierung des Vorwissens eines Konzeptes	kognitiver Prozess der SuS SuS deuten die Bewegung/Ausrichtung der Eisenkrümel im Kurzvideo als sichtbare Effekte der Magnetfelder der Magneten.	LP zeigt ein Kurz-Video und stellt den SuS die Aufgabe: "Erklärt mir, wie das was ihr in dem Video beobachten könnt, mit unserer letzten Stunde zusammenhängt." LP leitet einen Think-Pair-Share Prozess ein. LP zeigt den SuS, dass es Bereiche deutlich höherer Dichte der Eisenkrümel gibt. Dort befinden sich die Pole der Magneten. (Anknüpfung an die letzten Stunden) Dabei zeigt die LP den SuS Bildern von Magnetfeldern , die mit Hilfe von Eisenfeilspännen erstellt wurden. LP weist darauf hin, dass aber bei sehr starken Polen dann auch relativ nahe Bereiche entstehen, wo fast kein Eisenkrümel ist. Daher kann die Stärke eines Magnetfeldes mit den Eisenkrümmeln alleine nicht so gut festgestellt werden.	10	Kurz-Video: https://youtube.com/shorts/VICSdFs_P8A2?feature=share
Besprechung eines typischen Anwendungsbeispiels	SuS deuten die Bereiche deutlich höhere Dichte der Eisenkrümel als Pole der Magneten.	SuS folgen den Ausführungen der LP.	10	Bilder von Magneten, deren Pole mit Eisenfeilspännen sichtbar gemacht wurden.

Verallgemeinerung des Konzeptes	SuS deuten die Auslenkung des Neodym-Ringmagneten als Stärke des Magnetfeldes. Sie erkennen: Große Hebung des Ringmagneten bedeutet eine starke magnetische Wirkung. Kleine Hebungen bedeuten schwaches Wirkungen. SuS entwickeln die Vorstellung, dass die physische Größe eines Magneten <u>nicht</u> mit der Stärke seines Magnetfeldes zusammenhängt. SuS prüfen ihre Vermutungen, wie die Ausrichtung von Magneten die Stärke von Magnetfeldern beeinflusst. Sie nennen die korrekten Ausrichtungen für die Abschwächung und die Verstärkung von Magnetfeldern. Dabei durchlaufen die SuS einen predict - observe - explain Prozess.	Um die Stärke eines Magnetfeldes zu zeigen, stellt die LP ein einfaches Messinstrument vor. Auf eine Holzplatte wird mittig ein Holzstab gesteckt. Auf dem Stab befindet sich ein Neodym-Ringmagnet. Die LP zeigt, dass je stärker die magnetische Wirkung eines Magneten ist, desto höher wird der Neodym-Ringmagnet nach oben gehoben. Man damit also die Stärke eines Magnetfeldes qualitativ messen. Die LP zeigt, wie man mit dem Messgerät umgeht. Einstiegsexperiment: Kleiner und stärker Magnet vs. größer und schwacher Magnet. (Als Konfrontation der SuS-Vorstellung) LP stellt den SuS 2 Experimente zur Verfügung. Die LP geht während der Experimentierphase durch die Klasse und hilft den einzelnen Gruppen bei der Durchführung der Experimente bzw. der Arbeitsaufträge. Am Ende werden die Ergebnisse verglichen und in einem Lückentext festgehalten.	Magnet-Stärke-Messgerät: Holzscheibe mit mittig platzierten Holzstab, darauf ein Neodym-Ringmagnet. 10 Lineal Kleiner sehr stärker Magnet, größer sehr schwacher Magnet.
Weitere Anwendung des Konzeptes in neuen Kontexten		SuS ermitteln in 2 Experimenten, wie man die Stärke eines Magnetfeldes sichtbar machen kann und wie man die Stärke eines Magnetfeldes verstärken, abschwächen kann. Insbesondere testen die SuS eine SuS-Vorstellung, ob größere Magnete auch immer ein stärkeres Magnetfeld haben. SuS können ihre Erkenntnisse an vorbereiteten Lösungskarten abgleichen. 1) Die SuS testen, wie sich die Stärke eines Magnetfeldes mit der Distanz ändert. 2) Verstärkung eines Magnetfeldes durch parallel-gleichnamige Ausrichtung zweier Magneten, Abschwächung eines Magnetfeldes durch parallel-ungleichnamige Ausrichtung zweier Magneten.	Pro Gruppe: Magnet-Stärke-Messgerät 20 Zwei Stabmagnete, Lineal

50

5. Einheit: Das Magnetfeld der Erde	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	Lernende können mit Hilfe eines Kompasses die Nordrichtung feststellen. (E) Lernende nennen als Beispiel eines großen, aber relativ schwachen Magneten die Erde selbst. (W) Lernenden können experimentell zeigen, dass die Erdanziehung kein magnetisches Phänomen ist. (E) Die Erde besitzt ein Magnetfeld.	Ein Kompass besteht aus einer Magnetnadel, die in einem Gehäuse frei drehbar gelagert ist. Mit Hilfe eines Kompasses kann man die Himmelsrichtung Norden feststellen. Die Erdanziehungskraft ist ein magnetisches Phänomen. Geografischer Nordpol und magnetischer Nordpol der Erde stimmen überein. Orientierung mittels Kompass, historische Fragestellungen bspw. Orientierung in der Seefahrt, Flugfahrt	
Key Ideas:	SE-Modell (forschendes Lernen)		
Lernendenvorstellung:			
Lernendeninteresse:			
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:			

Tiefenstruktur	Sichtstruktur	Zeit	benötigte Materialien
Lernschritt laut Modell	kognitiver Prozess der SuS Lehrendenaktivität LP stellt den SuS verschiedene Kompass-Arten zur Verfügung (Bilder oder als Real-Objekte) und gibt den SuS die Aufgabe: "Vor euch seht ihr verschiedene Gegenstände. Notiert euch, welche Gemeinsamkeiten und welche Unterschiede diese Gegenstände aufweisen."	Lernendenaktivität	
Engage	SuS vergleichen verschiedene Kompass-Arten auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Lernende erklären, für welche Zwecke diese Kompassse verwendet werden/wurden. Anschließend stellt die LP die Frage: "Wofür werden/wurden diese Objekte eingesetzt?" LP leitet einen TPS-Prozess ein. Nach diesem Prozess führt die LP in ein Explore über.	SuS vergleichen verschiedene Kompass-Arten, SuS erklären im Zuge eines Think-Pair-Share Prozesses, wie Kompassse eingesetzt wurden/werden. 5 verschiedene Kompass-Arten zum herzeigen	

Explore	1) SuS beobachten die Ausrichtung einer Magnethäfen an mehreren Stellen und bestätigen, dass unabhängig vom Standpunkt, die Nadeln immer in die gleiche Richtung zeigen. Diese Richtung benennen die SuS als Norden. 2) SuS entwerfen ein Experiment, um herauszufinden, ob ein Gegenstand ein Magnet ist. SuS erklären ihre Beobachtungen aus den beiden vorangegangenen Experimenten. Dabei verwenden sie (hoffentlich) Ideen aus den vorangegangenen Stunden. (Magnetfeld, Pole, Einwirkungsstärke, etc) Die SuS vergleichen die Eigenschaften der Gravitationskraft mit denen von magnetischen Kräften. Sie deuten die Unterschiede (Gravitation wirkt nur anziehend) als Hinweis darauf, dass die Gravitation auf der Erde kein magnetisches Phänomen ist. SuS wenden ihr neues Wissen an.	LP stellt den SuS zwei Aufgaben: 1. Aufgabe: Stellt fest, ob die Nadel eines Kompasses selbst ein Magnet ist. 2. Aufgabe: Ermittelt die Himmelsrichtung Norden mit Hilfe von Kompassnadeln an mehreren Positionen. Vergleiche eure Werte mit einer Kompass-App. LP moderiert den Informationsaustausch der SuS. Steigt nur wenn notwendig in das Gespräch ein und korrigiert, wenn mehrheitlich falsche Physik als richtig erkannt wurde. LP stellt die Frage in den Raum: <i>"Wenn die Erde ein Magnetfeld hat, dann ist sie so was wie ein riesiger Magnet. Kann es nicht dann sein, dass die Erdanziehung in Wahrheit eine magnetische Kraft ist?"</i> LP stellt den SuS die Aufgabe diese Vermutung zu überprüfen. Lehrpersonal gibt einen online Fragebogen aus, der die Key Ideas der Stunde abprüft.	SuS führen 2 Experimente durch: 1) SuS prüfen, ob die Nadel eines Kompasses selbst ein Magnet ist. 2) Sie ermitteln experimentell mit Hilfe von Kompassen die Himmelsrichtung Norden. SuS diskutieren im Zuge eines TPS-Prozesses ihre Erkenntnisse aus den beiden Experimenten. SuS entwerfen ein Experiment, das zeigen soll, dass die Erdanziehung kein magnetisches Phänomen ist. Lösungserwartung: Wenn die Erdanziehung ein magnetisches Phänomen ist, dann sollte ein Stabmagnet so zum Erdmagnetfeld gestellt werden können, dass er von der Erde abgestoßen wird. Da das nie der Fall ist, kann die Erdanziehung kein magnetisches Phänomen sein. SuS füllen den online Fragebogen aus.	Pro Gruppe: Viele kleine Kompass: (12er Pack) Stabmagnet 15 10 12 8 50
---------	---	---	---	--

6. Einheit: Der Magnetsinn im Tierreich	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	SuS nennen einige Tierarten, von denen man ausgehen kann, dass sie sich eines magnetischen Sprünns bedienen. (W) SuS können erklären, wie sich Zugvögel anhand des Erdmagnetfeldes orientieren. (W) SuS strukturieren und filtern Informationen aus einem kurzen Video und einem Infotext. (W) SuS bewerten, inwieweit die Erforschung der Magnetsinne im Tierreich sinnvoll/wertvoll für unsere Gesellschaft ist. (S) Manche Tierarten können das Erdmagnetfeld zur Orientierung nutzen. Die Tiere orientieren sich dabei entweder an der Neigung der Magnetfeldlinien, oder an der Position der Pole. Der Magnetsinn der Tiere hat (nach bisherigen Stand der Forschung) etwas mit spezielle Protein-Ketten zu tun. Zugvögel wissen intuitiv wohin sie fliegen müssen. Sie benötigen keine aktive Orientierung dafür. (Nicht empirisch, sondern geraten) Wie orientieren sich Tiere mit Hilfe des Erdmagnetfeldes? Wie können Zugvögel den Weg finden, wenn sie in der Nacht unterwegs sind? Lehr-Lern-Modell nach Josef Leisen		
Key Ideas:			
Lernendenvorstellung:			
Lernendeninteresse:			
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:			

Tiefenstruktur	Lernschritt laut Modell	Sichtstruktur	Lernendenaktivität	Lernendenaktivität	Zeit benötigte Materialien
Im Lernkontext ankommen	SuS entwickeln (hoffentlich) eine Neugier auf das Stundensthema. Die SuS sammeln erste Informationen über den Magnetsinn bei Zugvögel.	LP stellt ein Video zur Verfügung, das Informationen über Zugvögel und deren Orientierungssinn mittel Erdmagnetfeld thematisiert.	SuS betrachten das Video über die Orientierung von Zugvögel mit Hilfe Erdmagnetfeldes.	Video zu Zugvögel und ihren Orientierungssinnen: https://www.youtube.com/watch?v=a_HMqQw3KnE&list=PLcfHlUxAlpWYn5qBgTILoIWowXCYO4IRO&index=21#	7
Neue Vorstellungen entwickeln, Lernprodukt erstellen	SuS filtern und ordnen die für die Beantwortung der Fragen wichtigen Informationen aus dem Video und dem Infotext.	LP stellt den SuS einige Fragen zum Magnetsinn von Zugvögeln und gibt den Auftrag diese Mithilfe des Videos und einem zusätzlichen Infotext zu beantworten.	SuS schauen das Video nochmal intensiver und beantworten einige Fragen zum Magnetsinn der Zugvögel.	Spektrum Kompakt Zeitschrift zum Thema Magnetismus - Artikel: 10 Lebewesen mit Magnetsinn	8
Lernprodukt vorstellen und Gelerntes sichern	SuS vergleichen ihre Ergebnisse mit den anderen SuS im Plenum.	Moderiert den Austausch der SuS.	SuS geben im Plenum durch einzelne Wortmeldungen ihre Lösungen wieder.		10

Neue Vorstellungen entwickeln	SuS erweitern ihr Wissen über den Magnetsinn im Tierreich.	LP stellt einen Infoartikel zu 10 Lebewesen mit Magnetsinn zur Verfügung. (Spektrum der Wissenschaft kompakt - Magnetismus - 10 Lebewesen mit Magnetsinn)	SuS lesen sich den Infoartikel durch.	15	Spektrum Kompakt Zeitschrift zum Thema Magnetismus - Artikel: 10 Lebewesen mit Magnetsinn
Hypothesen aufstellen, Lernprodukt diskutieren	SuS vergleichen ihre Meinung mit den der anderen SuS. SuS überlegen sich mögliche Anwendungen von dem Wissen, die durch diese Art der Forschung möglich sind.	Moderiert den Austausch der SuS.	SuS geben im Plenum durch einzelne Wortmeldungen ihre eigene Meinung zum Sinn solcher Forschungen wieder.	5	
Neue Vorstellungen entwickeln	SuS überdenken ihre Meinung bzgl. der Sinnhaftigkeit der Erforschung des Magnetsinnes im Tierreich.	LP liest mit den SuS den Infoartikel zu Magnetospirillum .	SuS lesen sich den Infoartikel durch.	5	
				50	

7. Einheit: Einführung des Eisen-Magnet Modells über die Magnetisierung von Materie (Doppelstunde)		Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe	
Ziele:	SuS können ein Experiment zur Magnetisierung von Materie beschreiben und durchführen. (E) SuS können experimentell überprüfen, dass durch die Teilung eines Magneten zwei Teilmagnete entstehen. (E) SuS können das "Draht-Teilungs-Experiment" gedanklich fortführen und so die Nichtexistenz von magnetischen Ladungen argumentieren. (S) SuS können das Eisen-Magnet-Modell anwenden, um das magnetische Verhalten von Materie zu beschreiben. (W) Ein Magnet kann Materie magnetisieren, (gilt nur für magnetisierbare Materie) In der Nähe eines Magneten wird Eisen selbst zu einem Magneten. Teilt man einen Magneten, so entstehen zwei neue Magneten. Insbesondere werden die Magnetpole nicht getrennt. Die Teilchen eines magnetisierbaren Stoffes haben selbst magnetische Eigenschaften. (Plausibel gemacht über gedankliche Fortführung von Teilungen eines Magneten) Es gibt (soweit wir wissen) keine magnetischen Ladungen. Genau wie es elektrische Ladungen gibt, gibt es auch magnetische Ladungen. Magnetische Kräfte und elektrische Kräfte sind gleich. Die Herstellung von Magneten. Konzepte entwickeln (Concept Change) Variante: kontinuierlicher Lernweg (Anknüpfen)				
Key Ideas:					
Lernendenvorstellung:					
Lernendeninteresse:					
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:					

Tiefenstruktur		Sichtstruktur	Lernendenaktivität	Zeit	benötigte Materialien
Lernschritt laut Modell	kognitiver Prozess der SuS	Lernendenaktivität: LP magnetisiert mit Hilfe eines Magneten eine Stecknadel und zeigt, dass die Stecknadel nun selbst ein Magnet ist. Anschließend teilt die LP die Stecknadel und zeigt, dass die Pole, nicht wie man vielleicht glauben mag, getrennt werden, sondern, dass auf diese Weise zwei neue Teilmagnete entstehen. LP fragt ins Plenum: "Wie kann man das erklären, dass durch die Teilung eines Magneten zwei neue Teilmagnete entstehen?" LP leitet einen TPS-Prozess ein. LP führt das Eisen-Magnet-Modell über ein Brett mit vielen kleinen Pfeilen darin ein. Die LP führt aus: "Das Verhalten der Stecknadel kann man sich erklären, wenn man annimmt, dass die Atome im Eisen selbst eine magnetische Wirkung haben und so wie kleine Magneten funktionieren. Modellhaft stellen wir uns das nun so vor, dass wir einige tausend Atome zu einem Bereich zusammenfassen und die magnetische Wirkung dieses Bereiches mit einem drehbaren Pfeil symbolisieren. Aber wir kommt man auf sie eine Vorstellung?"	Lernendenaktivität: Die SuS folgen den Ausführungen der LP und skizzieren den Versuchsaufbau und notieren sich eine Beobachtung. SuS überlegen und notieren sich eine mögliche erste Erklärung für ihre Beobachtung.	20	Starker Magnet und magnetisierbarer Stecknadel aus weichmagnetischen Eisen, Beißzange
Vorstellen des neuen Konzepts	SuS erweitern ihr Wissen über die Ursachen des Magnetismus. Die SuS modellieren das Innere des Eisendrahtes mit dem von der LP vorgestellten Eisen-Magnet-Modell.		SuS folgen den Ausführungen der LP.	10	Holzbrett-Modell, oder zwei Platten mit Pfeilen zur Visualisierung von Magnetfeldern.

Erklärungsmacht des neuen Konzepts wird mit plausiblen Argumenten untermauert	Die SuS erkennen, dass man mit Hilfe des Eisen-Magnet-Modells die Beobachtungen des Engage-Experiments erklären kann. Insbesondere begründen sie das Verhalten eines geteilten Drahtes damit.	LP begründet das Modell über die gedanklich fortgeführte Teilung des zuvor magnetisierten Drahtes. LP erklärt mit Hilfe des Eisen-Magnet-Modells die Beobachtungen des Engage-Experiments.	SuS folgen den Ausführung der LP.	15	Hilfreiche Simulation: https://avalab.org/en/magnetization-en/
weitere Anwendungen der neuen Sichtweise in neuartigen Kontexten	SuS wenden im Rahmen zweier Experimente das Eisen-Magnet-Modell an.	LP stellt zwei Experimente zur Verfügung und unterstützt die Lernenden bei der Durchführung. Dabei wird das Methoden-Werkzeug "Wortgelande" eingesetzt.	Die Lernenden führen zwei Experimente durch. 1) Magnetisierung von einem Eisenquader mit einem Magneten. Es wird versucht einen Nagel an den Quader anzuhängen. 2) Magnetisierung von einem Holzquader mit einem Magneten. Es wird auch hier versucht einen Nagel an den Holzquader anzuhängen. Hier wird es nicht funktionieren.	30	Pro Gruppe: Eisenquader, Holzquader, Nagel, Stabmagnet
Vergleich der neuen Sichtweisen mit alternativen Vorstellungen und Vorwissen	SuS vergleichen die Erklärung über das Eisen-Magnet-Modell mit ihren ersten Vermutungen aus der Engage-Phase.	LP moderiert den Informationsaustausch der SuS. Steigt nur wenn notwendig in das Gespräch ein und korrigiert, wenn mehrheitlich falsche Physik als richtig erkannt wurde. Siehe Key Ideas.	SuS stellen im Plenum ihre Erklärungsversuche aus der Engage-Phase vor und diskutieren Stärken und Schwächen ihrer ersten Erklärungsversuche.	10	
Überlegenheit des neuen Konzepts wird anerkannt	SuS erkennen die Überlegenheit des neuen Konzepts gegenüber ihren Vorstellungen an.	LP gibt den SuS die Aufgabe selbstständig ein 5-minutige Paper über die Stunde zu schreiben. Dieses wird am Ende der Stunde abgesammelt und von der LP ausgewertet.	SuS notieren die Konzepte der Stunde im Form einer kurzen 5-minutigen Paper.	10	
				95	

8. Einheit: Vertiefung des Eisen-Magnet-Modells - Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	SuS können Ideen des Eisen-Magnet-Modells mit dem Teilchenmodell kombinieren. (W) SuS können die Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung von Materie mit Hilfe des Teilchenmodells erklären. (W)		
Key Ideas:	SuS können ein Experiment zur Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung von Materie beschreiben und durchführen. (W) (E) Je schneller sich die Teilchen eines Gegenstandes im Durchschnitt bewegen, desto höher ist die Temperatur des Gegenstandes. Ab einer bestimmten Temperatur verlieren Magnete ihre magnetische Wirkung. (Curie-Temperatur) Je stärker die thermische Teilchenbewegung ist, desto schwerer können sich die atomaren Magnete ausrichten. Die Temperatur eines Stoffes hat mit seinen magnetischen Eigenschaften nichts zu tun. Was passiert, wenn Magnete schmelzen? Hat man dann eine magnetische Flüssigkeit? Gibt es magnetische Motoren?		
Lernendenvorstellung:	5E-Modell (forschendes Lernen)		
Lernendeninteresse:			
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:			

Tiefenstruktur	Sichtstruktur	Zeit	benötigte Materialien
Lernschritt laut Modell	kognitiver Prozess der SuS	Lernendenaktivität	Schubu Animation und Video zur Brownschen Bewegung: https://www.schubu.at/p/467/teilchen-in-bewegung
Engage	SuS aktivieren ihr Vorwissen vom Teilchenmodell. Insbesondere sollte ihnen folgende Key Idea wieder in dem Sinn kommen: <i>Je schneller sich die Teilchen eines Gegenstandes im Durchschnitt bewegen, desto höher ist die Temperatur des Gegenstandes.</i>	Beobachten das Video/Animation der LP und erklären dann (hoffentlich) mit Hilfe des Teilchenmodells ihre Beobachtung. Die SuS erklären mit Hilfe des Teilchenmodells und der Key Idea "Je schneller sich die Teilchen eines Gegenstandes im Durchschnitt bewegen, desto höher ist die Temperatur des Gegenstandes." ihre Beobachtung.	10 Animation: https://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/brownian_motion.html

Explore	LP zeigt in einem L-Experiment die Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung eines Eisendrahtes. Ein Draht wird an eine Stativstange aufgehängt und so eingestellt, dass er von einem Stabmagneten schwebend angezogen wird. Danach wird ein Bunsenbrenner so aufgestellt, dass der vordere Teil (der in der Nähe des Magneten ist) erhitzt wird. Nach einer gewissen Zeit, fällt der Draht nach unten. Seine Magnetisierung hat sich aufgehoben. Nachdem die SuS den Versuchsaufbau und ihre Beobachtung notiert haben, stellt die LP die Aufgabe: 'Erklärt mit Hilfe des Eisen-Magnet-Modells und der thermischen Teilchenbewegung eure Beobachtung' (TPS-Prozess anleiten) LP moderiert den Informationsaustausch der SuS. Steigt nur wenn notwendig in das Gespräch ein und korrigiert, wenn mehrheitlich falsche Physik als richtig erkannt wurde. Um die SuS zu unterstützen, kann ein Video gezeigt werden, dass das Experiment nochmal zeigt. LP stellt den SuS ein Video eines Magnet-Motors vor. Die LP stellt den SuS die Aufgabe, dass sie erklären sollen, wie dieser Motor funktioniert. Lehrpersonal gibt einen online Fragebogen aus, der die Key Ideas der Stunde abprüft.	Die SuS beobachten das L-Experiment zur Curie-Temperatur. Sie notieren sich den Versuchsaufbau und eine Beobachtung. Die S notieren sich in Gruppen mögliche Erklärungen ihrer Beobachtungen.	Naodyn/magnet. Eisendraht oder Euro-Münze (2 Euro-Münze hat den größten Nickel Anteil), Bunsenbrenner, Stativmaterial	15	
Explain	SuS erklären ihre Beobachtungen aus dem vorangegangenen Experiment. Sie erarbeiten sich gemeinsam die zweite Key-Idea.	SuS diskutieren im Zuge eines TPS-Prozesses ihre Erkenntnisse aus dem Experiment.	Zur Unterstützung, Videos zur Curie-Temperatur: https://www.youtube.com/watch?v=haVX24hOwQI https://www.youtube.com/watch?v=E6ruqFS_IPQ	10	
Elaborate	SuS wenden ihr neues Wissen an und erkennen, dass bei dem Magnetmotor mehr oder weniger periodisch die Curie-Temperatur erreicht wird und sich so das Metall-Stück immer wieder von und zum Magneten bewegt.	Lernende betrachten den Magnet-Motor und erklären mit Hilfe ihres Neuen Wissens, wie dieser funktioniert. Sie erstellen ein passendes Energieflussdiagramm, wenn diese bereits gelernt wurden.	Video zum Curie-Motor: https://www.youtube.com/watch?v=vCX4-bz0sQw	12	
Evaluate	SuS wenden ihr neues Wissen an.	SuS füllen den online Fragebogen aus.		3	
50					

9. Einheit: Einführung Elektromagnetismus	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	Die Lernenden können ein Experiment beschreiben (W) und durchführen (E), das zeigt, dass jeder stromdurchflossene Leiter von einem Magnetfeld umwirbelt wird. Die Lernenden können das Magnetfeld eines geraden Leiterstücks skizzieren. (W) Die Lernenden können die Linke-Faust-Regel verwenden, um die Orientierung des Magnetfeldes eines stromdurchflossenen Leiters vorherzusagen. (W) Jeder stromdurchflossener Leiter wird von einem Magnetfeld umwirbelt. Dabei verlaufen die Feldlinien entlang von konzentrischen Kreisen um den Leiter.		
Key Ideas:	Jeder stromdurchflossener Leiter verhält sich wie ein Magnet. Je größer die Intensität der Elektronenströmung durch den Leiter ist, desto stärker ist das ihn umwirbelnde Magnetfeld. Die Wirbelrichtung des Magnetfeld wird von der Stromrichtung bestimmt. (Rechte-Hand-Regel für technische Stromrichtung, oder Linke-Hand-Regel für physikalische Stromrichtung.) Elektrische Kräfte und magnetische Kräfte sind das Gleiche. Wie funktionieren Magnete, die so starke Magnetfelder haben, dass man damit sogar Autos anheben kann? SE-Modell (forschendes Lernen)		
Lernendenvorstellung:			
Lernendeninteresse:			
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:			

Tiefenstruktur	Sichtstruktur	Zeit	benötigte Materialien
Lernschritt laut Modell	kognitiver Prozess der SuS		
	Lehrendenaktivität		Lernendenaktivität

Engage	Die LP stellt ein L-Experiment vor: Zwei Leiter werden nebeneinander aufgehängt und durch sie ein elektrischer Strom geschickt. Die Leiter werden sich je nach angelegter Spannung anziehen oder abstoßen. Die LP fragt die SuS: "Was könnte der Grund dafür sein, dass sich die Leiter so verhalten?" Anschließend werden 3 Meldungen von SuS im Plenum präsentiert. Die Lernenden sollen erkennen, dass sobald der Leiter mit Strom durchflossen wird, sich ein Magnetfeld um den Leiter aufbaut. Die Ausrichtung der Kompassnadeln sollen als lokale Orientierung des Magnetfeldes gedeutet werden. (So wie in der Einheit 4) Die SuS sollen bestätigen, dass die Intensität der Elektronenströmung durch den Leiter die Stärke des Magnetfeldes bestimmt. Der Zusammenhang "Je höher die Intensität der Elektronenströmung ist, desto stärker ist auch das Magnetfeld um den Leiter." Die Lernenden entwickeln im Plenum die folgenden Ideen: 1) Wenn Elektronen durch einen Leiter strömen, dann wird der Leiter von einem Magnetfeld umwirbelt. 2) Die Stromrichtung entscheidet über die Wirbelrichtung. 3) Je größer die Intensität der Elektronenströmung ist, desto stärker ist das Magnetfeld.	Die LP stellt den Lernenden Experimentiermaterial zur Verfügung. Während die Lernenden experimentieren, steht die LP für Fragen zur Verfügung. LP moderiert den Informationsaustausch der SuS. Streigt nur wenn notwendig in das Gespräch ein und korrigiert, wenn mehrheitlich falsche Physik als richtig erkannt wurde. LP führt ein L-Experiment durch: Um auf eine Platte mit einem geraden Leiterstück werden einige Kompass angeordnet. Nun wird der Stromkreis geschlossen und es wird eine bestimmte Ausrichtung der Kompass sichtbar. Danach wird die Stromrichtung umgekehrt. Die LP führt anschließend die SuS auf die Linke-Hand-Regel hin. Lehrpersonal gibt den Auftrag ein 3 Minute Paper zu der Stunde zu verfassen. Nach 3 Minuten sammelt die LP die Notizen der Lernenden ein. SuS fassen ihre Erkenntnisse kompakt zusammen.	Die Lernenden folgen den Ausführungen der LP. Die SuS notieren sich eine Beobachtung und erstellen eine Skizze des Versuchs. Anschließend notieren sie sich mögliche Erklärungen ihrer Beobachtungen. Die Lernenden führen folgendes Experiment durch: Ein Kabel wird über einmige kleine Kompass gelegt. Danach schließen sie an den Enden des Kabels eine Block-Batterie an. Sie notieren sich das Verhalten der Kompass. Die Stromrichtung wird umgekehrt und die Ausrichtung der Kompass notiert. Dann werden zwei Block-Batterien an das Kabel in Serie geschaltet, um so die Stromstärke zu erhöhen. Die SuS notieren sich wieder das Verhalten der Kompass. SuS diskutieren im Zuge eines TPS-Prozesses ihre Erkenntnisse aus dem Experiment. SuS notieren sich die Ausrichtung der Eisenkrümel und leiten mit der LP gemeinsam die linke-Hand-Regel her. SuS schreiben ein 3 Minute Paper zu der Stunde.	5 15 15 12 3 50	Zwei Leiterkabel, Netzgerät, Stativmaterial Pro Gruppe: Leiterkabel, kleiner Kompass, 2 Block-Batterien oder ein Netzteil Leiterstück, großes Netzteil mit min. 10 A möglicher Kurzschlussstromstärke, Kabel, 10 kleine Kompass Zur Unterstützung zeigt die LP die folgende Simulation: https://avalab.org/en/magnetic_field_around_a_wire_en/
--------	---	---	--	---	--

10. Einheit: Vertiefung Elektromagnetismus - Durchströmte Spulen	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	Die Lernenden wissen, was man unter einer Spule versteht. Die Lernenden können das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule skizzieren. (W) Die Lernenden können die Linke-Faust-Regel verwenden, um die Richtung des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule vorherzusagen. (W) Die Lernenden können den Je-Desto-Zusammenhang "Bei gleicher Stromstärke gilt: Je mehr Windungen eine Spule hat, desto stärker ist ihr Magnetfeld" bilden. (W) Die Lernenden können über Vor- und Nachteile von Elektromagneten gegenüber Permanentmagneten diskutieren. (W) (vielleicht eine Tendenz zu S-Kompetenz) Jeder stromdurchflossener Leiter wird von einem Magnetfeld umwirbelt. Ein (zylindrisch) aufgewickelter Leiter wird als Spule bezeichnet. Jede stromdurchflossene Spule verhält sich so ähnlich wie ein Stabmagnet. Je größer die Intensität der Elektronenströmung durch die Spule ist, desto stärker ist das Magnetfeld durch und um die Spule.		
Key Ideas:			

Lernendenvorstellung: Elektrische Kräfte und magnetische Kräfte sind das Gleiche. Wie stark, kann ein Elektromagnet sein? Kann man damit extrem "schwere" Dinge heben? Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur: 5E-Modell (forschendes Lernen)			
Tiefenstruktur Lernschritt laut Modell Engage (Vorwissen aktivieren) Explore Explain	kognitiver Prozess der SuS Die SuS wenden die Erkenntnisse aus der letzten Einheit auf die Situation mit dem E-Magnet am Schrottplatz an. Sie erkennen, dass es kein Permanentmagnet sein kann und daher muss es ein Magnet sein, der wegen eines elektrischen Stromes entsteht. Die Lernenden erkennen, dass sich in beiden Fällen ein Magnetfeld bildet, mit dem sie in der Lage sind die Büroklammern anzuheben. Weiters erkennen sie, dass die erhöhte Wicklungszahl die Stärke des Magnetfeldes beeinflusst. Sie entwickeln den Je-Desto Zusammenhang: Je mehr Windungen eine Spule hat, desto stärker wird ihr Magnetfeld. (bei gleichbleibender Stromstärke)	Sichtstruktur Lernendenaktivität Die LP zeigt einen kurzen Film zu E-Magneten auf dem Schrottplatz auf Englisch. LP fragt die SuS, wie dieser Magnet funktioniert und warum er ein- und ausgeschaltet werden kann. Die LP stellt den SuS Experimentiermaterial zur Verfügung. Während der Explore-Phase unterstützt die LP die SuS-Gruppen bei der Durchführung des Experiments. LP moderiert den Informationsaustausch der SuS. Steigt nur wenn notwendig in das Gespräch ein und korrigiert, wenn mehrheitlich falsche Physik als richtig erkannt wurde. Insbesondere leitet die LP die SuS behutsam daraufhin, dass die Stärke des Magnetfeldes einer Spule mit ihrer Windungszahl zusammenhängt. "Je mehr Windungen, desto stärker das Magnetfeld (bei gleichbleibender Stromstärke)." LP baut ein L-Experiment auf: An eine Platte mit einer Spule darauf wird ein Netzgerät angeschlossen. Danach werden mehrere Kompass um und in die Spule gebracht. Danach wird Strom durch die Spule geleitet. Im Zuge des Experiments werden alle bisher bekannten Abhängigkeiten (bis auf die Windungszahl-Abhängigkeit) nochmal wiederholt. Die SuS sollen der LP sagen, was sie tun soll, damit die Abhängigkeiten beobachtbar sind. 1) Durch zwei verschiedene Spulen mit unterschiedlichen Windungen (I und 10) wird der gleiche Strom geleitet. Mit der Auslenkung der Kompass wird die Stromstärke sichtbar. 2) Die Stromstärke wird variiert und die Stärke des Magnetfeldes wird sichtbar. 3) Die Stromrichtung wird umgekehrt und die Richtung des Magnetfeldes wird sichtbar. Am Ende dieses Experiments stellt die LP den SuS die Linke-Faust-Regel für diese Situation vor.	Zeit benötigte Materialien 10 Video: https://www.youtube.com/watch?v=BAzkiQvHzQ (2:20) Pro Gruppe: Schraube/Nagel, Draht, Batterien, Büroklammern
	Die Lernenden entwickeln im Plenum die folgenden Ideen: 1) Wenn Elektronen durch eine Spule strömen, dann wird die Spule von einem Magnetfeld umgeben. 2) Je öfter man den Draht um den Nagel wickelt desto stärker wird das Magnetfeld.	SuS diskutieren im Zuge eines TPS-Prozesses ihre Erkenntnisse aus dem Experiment.	10
	Die Lernenden vermuten: 1) Das sich die Kompass bei der Spule mit nur einer Windung weniger stark ausrichten, als bei der Spule mit 10 Windungen. 2) Das sich die Kompass bei höherer Stromstärke stärker ausrichten und daher das Magnetfeld stärker ist. Sie deuten also die Ausrichtung von Kompassen als Hinweis auf die Stärke von Magnetfeldern. 3) Das sich die Kompass drehen, wenn man die Stromrichtung durch die Spule umkehrt. Die Richtung der Ausrichtung wird als Richtung des Magnetfeldes gedeutet.	Die SuS sagen der LP, was sie beim Experiment machen soll, damit die verschiedenen Abhängigkeiten sichtbar werden. 1) LP soll um beide Spulen viele Kompass legen und gleich viel Strom durch beide Spulen leiten. Die Auslenkungen der Kompass gibt einen Hinweis auf die Stärke der Magnetfelder. 2) LP soll die Spannung variieren, damit verändert sich die Stromstärke und verschieden starke Magnetfelder werden sichtbar. 3) LP soll die Stromrichtung umkehren und man sieht, dass die Wirbelrichtung von der Stromrichtung abhängt.	Simulationen zur Unterstützung: https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_coil_en/ https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_bar_magnet_en/ 10
	SuS nutzen ihre Erkenntnisse, um zu erkennen, dass innerhalb der Platte im Kranarm eine Spule sein muss. Mögliche Vorteile: Der Magnet kann ein- und ausgeschaltet werden. Mögliche Nachteile: Man muss dauernd elektrische Energie bereitstellen, damit der Magnet funktioniert.	SuS diskutieren über die Art und Weise, wie der Kranarm funktioniert. Sie denken über mögliche Vor- und Nachteile von E-Magneten im Vergleich zu Dauermagneten nach.	10
		50	

12. Einheit: Anwendungen und Naturphänomene	Thema: Magnetismus	4. Klasse (8. Schulstufe)	AHS Unterstufe
Ziele:	Die Lernenden wissen die grundlegende Funktionsweise eines MRT. (Kontext: Medizin) Die Lernenden wissen die grundlegende Funktionsweise einer magnetischen Mülltrennungsanlage. (Kontext: Gesellschaft) Die Lernenden wissen über die grundlegenden Vermutungen zur Entstehung des Erdmagnetfeldes bescheid. (Kontext: Natur) Die Lernenden sind in der Lage die Entstehung von Nordlichtern mit dem Erdmagnetfeld in Verbindung zu bringen. (Kontext: Natur) Die Lernenden wissen die grundlegenden Ideen, wie man mit Hilfe von Magnetisierungen Informationen (Daten) speichern kann. (Funktionserweise einer HDD) (Kontext: Technik)		
Key Ideas:	Siehe Einheit 11.		
Lernendenvorstellung:	Funktionsweise eines MRTs, Entstehung des Erdmagnetfeldes, Funktionsweise eines Computers, Magnetismus im Alltag		
Lernendeninteresse:	Gruppenpuzzle (2. Phase: Informationsaustausch mit den anderen Lernenden außerhalb der Expert:innen-Gruppen.)		
Unterrichtsmodell zur Tiefenstruktur:			

Tiefenstruktur	Sichtstruktur		Zeit	benötigte Materialien
<i>Lernschritt laut Modell</i>	<i>kognitiver Prozess der SuS</i>	<i>Lernendenaktivität</i>		<i>Lernendenaktivität</i>
	Phase 2: Die Expert:innen-Gruppen lösen sich auf. Es beginnt der Erklärprozess der einzelnen Expert:innen in den Mischgruppen.			
Das 1. Thema wird erklärt und diskutiert.	Expert:in: Erläutert die zentralen Ideen des gewählten Themas, Andere Lernenden: Entwickeln grundlegende Ideen zum vorgestellten Thema.	Die LP geht durch die Klasse und misst die Erklärperformance der einzelnen Expert:innen so gut es möglich ist.	10	Der/die Expert:in des 1. Themas erklärt den anderen die grundlegenden Ideen des 1. Themas. Die anderen Lernenden folgen den Ausführungen des/der Expert:in und stellen Fragen zum Thema.
Das 2. Thema wird erklärt und diskutiert.	Expert:in: Erläutert die zentralen Ideen des gewählten Themas, Andere Lernenden: Entwickeln grundlegende Ideen zum vorgestellten Thema.	Die LP geht durch die Klasse und misst die Erklärperformance der einzelnen Expert:innen so gut es möglich ist.	10	Der/die Expert:in des 2. Themas erklärt den anderen die grundlegenden Ideen des 2. Themas. Die anderen Lernenden folgen den Ausführungen des/der Expert:in und stellen Fragen zum Thema.
Das 3. Thema wird erklärt und diskutiert.	Expert:in: Erläutert die zentralen Ideen des gewählten Themas, Andere Lernenden: Entwickeln grundlegende Ideen zum vorgestellten Thema.	Die LP geht durch die Klasse und misst die Erklärperformance der einzelnen Expert:innen so gut es möglich ist.	10	Der/die Expert:in des 3. Themas erklärt den anderen die grundlegenden Ideen des 3. Themas. Die anderen Lernenden folgen den Ausführungen des/der Expert:in und stellen Fragen zum Thema.
Das 4. Thema wird erklärt und diskutiert.	Expert:in: Erläutert die zentralen Ideen des gewählten Themas, Andere Lernenden: Entwickeln grundlegende Ideen zum vorgestellten Thema.	Die LP geht durch die Klasse und misst die Erklärperformance der einzelnen Expert:innen so gut es möglich ist.	10	Der/die Expert:in des 4. Themas erklärt den anderen die grundlegenden Ideen des 4. Themas. Die anderen Lernenden folgen den Ausführungen des/der Expert:in und stellen Fragen zum Thema.
Das 5. Thema wird erklärt und diskutiert.	Expert:in: Erläutert die zentralen Ideen des gewählten Themas, Andere Lernenden: Entwickeln grundlegende Ideen zum vorgestellten Thema.	Die LP geht durch die Klasse und misst die Erklärperformance der einzelnen Expert:innen so gut es möglich ist.	10	Der/die Expert:in des 5. Themas erklärt den anderen die grundlegenden Ideen des 5. Themas. Die anderen Lernenden folgen den Ausführungen des/der Expert:in und stellen Fragen zum Thema.
			50	

Materialliste für den Experimentekoffer (ausgelegt für 8 Gruppen)



Experimentier-Materialien	Anzahl	Preis	Link oder Kommentar
Permanent-Magnete verschiedener Formen			
Zur Herstellung von unmarkierten Magneten: Neodym flache Zylindermagnete, d=10 mm, h=3 mm	60	16,20 €	https://www.amazon.de/gp/product/B07KW54QB1/ref=ox_sc_act_title_1?smid=AE9YUQ54Z5V8&pvc=1
Stäbe aus Eisen l=70 - 80 mm,	16	6,50 €	ca. 5 € pro Meter bei Obi
Kugelmagnete, Durchmesser 20 mm	10	14,00 €	https://www.amazon.de/gp/product/B08GLVZ1PW/ref=ox_sc_act_title_1?smid=A197DDKX55WQ64&pvc=1
Neodym Magnete in Form von großen Reiskörnern "Zwischermagnete"	16	15,00 €	https://www.amazon.de/Magnetische-Schreibtisch-Dekompression-Requisiten-Stressabbau/dp/B08F473YH5/ref=sr_1_8?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=YFIN550QMTNW&keywords=zwischermagnete&qid=1690369371&sprex=zwischermagnete%2Caps%2C237&sr=8-8
Würfelmagnete (aus Neodym)	12	13,00 €	https://www.amazon.de/W%C3%BCrfel-Magnete-W%C3%BCrfelmagnete-Glasmagnettafeln-K%C3%BChlschrank-Vorratsbeh%C3%A4lter/dp/B07L8KJ852/ref=sr_1_5?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=3LND8012K05TB&keywords=w%C3%BCrfelmagnete+extra+stark&qid=1690357611&refinements=p_72%3A193521031&rmid=193520031&s=officeproduct&sprex=w%C3%BCrfelmagnete+extra+stark%2Caps%2C85&sr=1-5
Ringmagnete (d = 6 mm) Neodym	10	7,00 €	https://www.amazon.de/gp/product/B098THV26R/ref=ox_sc_act_title_3?smid=A3BY7T5KZAGUWE&pvc=1
sehr groß aber schwacher Magnet beliebiger Form	1		Sollte im Kustodiat vorhanden sein. Ansonsten kann im Baumarkt ein Stück Eisen gekauft werden, das man dann einige Zeit neben die stärkeren Magnete legt. Auf diese Weise sollte eine geringe Magnetisierung stattfinden.
Materialproben			
Stück Eisen	8	3,00 €	ca. 3 € pro Meter bei Obi
Stück Kupfer	10	4,99 €	Rohre aus dem Baumarkt, Löt-Muffe Ø18 mm Kupfer 10 Stück
Stück Aluminium	8	7,00 €	ca. 7 € pro Meter bei Obi
Stück Messing	8	4,00 €	ca. 4 € pro Meter bei Obi
Plastik	8		Einfach in beliebiger Form sammeln,
Holz Durchmesser 6 mm	8	4,00 €	2-4 € bei Obi
Papier	8		Einfach in beliebiger Form sammeln,
Blei-Stücke	8		Sollten im Kustodiat vorhanden sein,
Cent-Münze (ganz)	1	0,01 €	
Cent-Münze (zerschnitten)	1	0,01 €	
Korkstücke	8	3,19 €	Beim Obi einen Hand-Schleifklotz Kork in Stücke kaufen und in Stücke schneiden
Büroklammern	80	12,00 €	Sollten im Kustodiat vorhanden sein, Alternativ 700 Stück, verschiedener Größe: https://www.amazon.de/B%C3%BCroklammern-Jumbo-mittelgro%C3%9F-klein-silberfarben/dp/B081CZD197/ref=sr_1_2_sspa?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=2EF261BXI77N&keywords=B%C3%BCroklammern&qid=1690358261&sprex=b%C3%BCroklammern%2Caps%2C122&sr=8-2_spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZTlzcF9hdGV8&pvc=1
Gerade Lineale, Meterstab oder Maßband	8		Sollten im Kustodiat vorhanden sein,
verschiedene Kompass			
gut gelagerte Magnetnadeln	3		Sollten im Kustodiat vorhanden sein,
Mini-Kompass	24	16,00 €	https://www.amazon.de/Alomejor-Kompass-Hartschalen%C3%B6-gef%C3%BClt-Taschenkompass/dp/B07W5FXNJH/ref=sr_1_1_sspa?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=131CGP881QMD&keywords=kleine+kompass&qid=1670915521&refinements=p_72%3A184747031&rmid=184725031&s=sports&sprex=kleine+kompass%2Caps%2C92&sr=1-1_spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZTlzcF9hdGV8&pvc=1&smid=A2EMGKZ1X2W5N
Kletter-Kompass	1	15,00 €	https://www.amazon.de/gp/product/B0916X46KD/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o06_s02?ie=UTF8&pvc=1
Kompass für Profis	1	15,00 €	https://www.amazon.de/gp/product/B01N216UYN/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o06_s01?ie=UTF8&pvc=1
Nautischer Kompass (Optional)	1	13,00 €	https://www.amazon.de/gp/product/B01MS25Z4O/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o05_s00?ie=UTF8&pvc=1
Kompass mit einer schönen Rose (Optional)	1	17,00 €	https://www.amazon.de/gp/product/B08TCBGICW/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o06_s02?ie=UTF8&pvc=1
Diverses			
Salzstreuer mit großen Löchern, zum Streuen der Eisenkrümmel,	12	22,00 €	Wenn nicht vorhanden, dann: https://www.amazon.de/dp/B0B3YD21XX/ref=spsa_dk_detail_1?pd_rd_i=B0B3YD21XX&pd_rd_w=pfUev&content-id=amzn1.sym.253e17e0-2d18-40b0-a06d-d45dflec6e48&pf_rd_p=253e17e0-2d18-40b0-a06d-d45dflec6e48&pf_rd_r=QZ6KNOA798G243QR2PN5&pd_rd_wg=53aUI&pd_rd_r=7abb4853-3e9d-401f-a4a9-5cd1073b5c8&s=kitchen&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZTlzcF9kZXRhYWwy&th=1
Magnetfolien, um Magnetfelder sichtbar zu machen (Optional)	1	9,00 €	https://www.amazon.de/Flux-Detektor-Folie-macht-Magnetfelder-sichtbar/dp/B00EDF69YY/ref=sr_1_4?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=2OP2HAY3R604N&keywords=Flux-Detektor&qid=1690362372&sprex=flux-detektor%2Caps%2C160&sr=8-4&th=1
Holzblock mit mittigen Loch für skalierten Stab	8	5,00 €	ca. 3 - 4 € Pro Meter beim Obi (Maße: 24 x 60 x 100)
Eisenkrümmel (Eisenfeilspähne)		15,00 €	https://www.amazon.de/AOMAG-Magnetbildung-Schulprojekte-wissenschaftliche-Shaker-Deckel/dp/B0916455Q8/ref=sr_1_7?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=15GPHF59ADU0C&keywords=eisensp%C3%A4ne&qid=1690368613&sprex=eisensp%C3%A4ne%2Caps%2C235&sr=8-7
Plexiglaszylinder mit Gel und Eisenkrümel (optional)	1	110,00 €	https://shop.ntl-shop.at/at/magnetisches-feld/4535-de420-3d-magnetfeldmodell-dreidimensional.html
Durchsichtige Deko-Kugeln um Eisenkrümmel einzufüllen	8	15,84 €	1,89 € pro Stück auf Amazon
Kraftmesser (2N oder 10N)	8		Sollten im Kustodiat vorhanden sein.
Bunsenbrenner	1		Sollten im Kustodiat vorhanden sein.
Eisendraht, Alternativ auch Stecknadeln	16	5,00 €	https://www.amazon.de/Professionelle-Stecknadeln-klassisch-Schachtel-Pasmanda/dp/B07LC23QDK/ref=sr_1_8?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=OONDEEN0QGSYY&keywords=stecknadel&qid=1690368869&sprex=stecknadel%2Caps%2C169&sr=8-8
diverses Stativmaterial	1		Sollten im Kustodiat vorhanden sein.
Leiterstücke	16		Sollten im Kustodiat vorhanden sein.
Netzgerät	6		Sollten im Kustodiat vorhanden sein.
Kupferdraht		4,00 €	Einfach einen Draht nehmen und um Nägel wickeln. Es gibt 7m um ca 4€ beim Obi.
Nägel	8		Sollten im Kustodiat vorhanden sein.
Platte mit einer Spule darin	1		Sollten im Kustodiat vorhanden sein.
Summe			222,74 €

Forschungen zum Thema

Name der/des Forscher:in: _____

Klasse: _____

Warm up: Betrachte die einzelnen Bilder der Collage. Beschreibe, was du auf den Bildern siehst. Überlege, welchen Zusammenhang diese Bilder haben könnten. Tausche dich danach mit der Person neben dir aus. Notiert eure Ideen.



Ich sehe folgende Dinge:

Ein möglicher Zusammenhang könnte sein:

2. Magnetismus

In den kommenden Wochen werden wir uns mit einem neuen Thema auseinandersetzen, dem sogenannten **Magnetismus**. Mit Magnetismus meint man all das physikalische Wissen, das mit Magneten zu tun hat.

Wahrscheinlich kennst du Magnete schon und hast auch als Kind immer wieder mal mit solchen gespielt. Viele Menschen sind von Magneten fasziniert, weil man mit ihnen wie durch Zauberhand Dinge bewegen kann, ohne sie zu berühren.

2.1 Die Wirkungen von Magneten

Zuerst werden wir uns mit den Wirkungen von Magneten auseinandersetzen. Was können diese Dinge eigentlich?

Experiment 1: Wirkungen von Magneten

Experimentiere mit den verschiedenen Magnetarten, welche Wirkungen sie aufeinander haben können. Erstelle eine Skizze der verschiedenen Magnetarten. Notiere deine Beobachtungen.

Beobachtung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Experiment 2: Auf welche Materialien wirken Magneten?

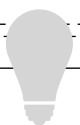
Experimentiere mit den verschiedenen Materialien. Welche lassen sich von einem Stabmagneten beeinflussen? Welche Wirkung hat der Stabmagnet auf die Materialien? Erstelle eine Skizze des Experiments. Notiere deine Beobachtungen.

Material

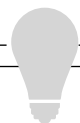
Wird von Magneten (angezogen/
abgestoßen/nicht beeinflusst)

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Erkenntnis



2.2 Die Pole eines Magneten



Experiment 3: Wo ist die Wirkung eines Magneten am stärksten?

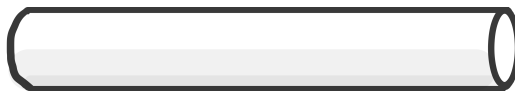
Finde heraus, wo ein Stabmagnet den Bereich der stärksten Wirkung hat. Verwende dazu die mit Eisenkrümel gefüllten Kugeln. Notiere deine Beobachtungen. Erstelle eine Skizze deines Versuchs.

Beobachtung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Diejenigen Bereiche eines Magneten, wo die magnetische Wirkung am stärksten ist, nennt man die **Pole** des Magneten. Jeder Magnet hat immer genau **zwei** Pole. Einen nennt man **Nordpol** (meistens **Rot** markiert), den anderen nennt man **Südpol** (meistens **Grün** markiert). Beim Stabmagneten befinden sich diese Bereiche

am _____. Das muss aber nicht immer so sein. (Siehe Experiment 5.)



Experiment 4: Die Polregel

Finde mit Hilfe des markierten Magneten gleiche Pole bei den unmarkierten Magneten. Untersuche dann, wie sich diese beiden gleichen Pole zueinander verhalten. Erstelle eine Skizze des Versuchs. Formuliere auf Basis deiner Beobachtungen einen Merksatz. Verwende dabei folgende Worthilfen:

Gleiche, Ungleiche, Pole, abstoßen, anziehen

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Die Polregel

Experiment 5: Wo sind die Pole?

Finde heraus, wo sich die beiden Pole auf den ovalen Magneten befinden. Verwende dazu die mit Eisenkrümel gefüllten Kugeln.

Erstelle eine Skizze des Magneten und ringt die beiden Pole ein.

Überprüfe mit Hilfe des bereits markierten Magneten, ob bei den ovalen Magneten die Polregel erfüllt ist.



Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

2.3 Das Magnetfeld eines Magneten



Filmausschnitt: Wie wird die magnetische Wirkung von Magneten dargestellt?

Notiere dir, wie die magnetische Wirkung des Bösewichts *Magneto* im Video dargestellt wird. Achte dabei darauf, wie sich die Gegenstände um ihn herum bewegen.

Beobachtung:



Bevor wir klären, was in dem Video dargestellt wurde, beschäftigen wir uns mit einer anderen Frage.

Wie weit kann ein Magnet überhaupt wirken?

Kann man die maximale Reichweite eines Magneten in einem Experiment sichtbar machen?



Experiment 6: Wie weit wirkt ein Magnet?

Entwerft ein einfaches Experiment, um die maximale Reichweite eines Magneten zu messen. Verwendet dabei zwei Magneten und ein Lineal. Notiert die maximale Reichweite der Magneten.

Beobachtung:

Die maximale Reichweite der Magnete beträgt _____.



Die Wirkung eines Magneten kann man mit Hilfe von kleinen Kompassen sichtbar machen.

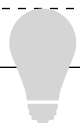
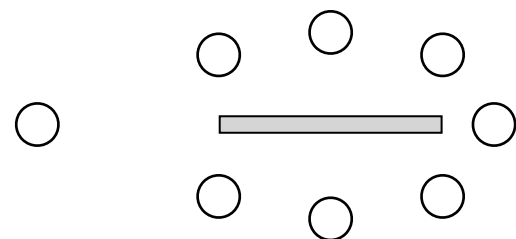


Experiment 7: Wirkt ein Magnet wirklich nur begrenzt weit?

Wir stellen nun zuerst innerhalb der vermuteten maximalen Reichweite um den Magneten mehrere kleine Kompassnadeln auf. Danach stellen wir auch außerhalb der vermuteten Reichweite Kompassnadeln auf. In beiden Fällen drehen wir anschließend den Magneten.

Beobachtung:

Zeichne hier die Ausrichtungen der Kompassnadeln ein.



Erkenntnis

Das Magnetfeld eines Magneten

Kompassen richten sich um einen Magneten auf eine bestimmte Weise aus. Das liegt daran, weil sich um jeden Magneten ein Kraftfeld - ein sogenanntes **Magnetfeld** - bildet. Das Magnetfeld kann mit Hilfe von den Kompassen oder auch Eisenkrümel sichtbar gemacht werden. Dabei richten sich die Kompassnadeln bzw. die Eisenkrümel immer in Richtung des Magnetfeldes aus. **Theoretisch** reicht das Magnetfeld eines Magneten **unendlich weit**. Im Alltag kann man meistens eine endliche Reichweite beobachten.

Experiment 8: Das Magnetfeld sichtbar machen!

Legt den Stabmagneten auf den Tisch und bedeckt ihn mit dem Papier. Streut dann vorsichtig Eisenkrümel auf die Stelle des Papiers, wo sich der Magnet darunter befindet. Klopfet dann einige Male auf das Papier und beobachtet, wie sich die Eisenkrümel ausrichten. Skizziere das sich ergebende Muster der Eisenkrümel. Erkläre deine Beobachtung. Verwende dabei die folgenden Worthilfen: Sichtbar werden, Magnetfeld, ausrichten, Eisenkrümel, verhalten, ähnlich, Kompass

Erstelle hier deine Skizze des sichtbaren Musters.

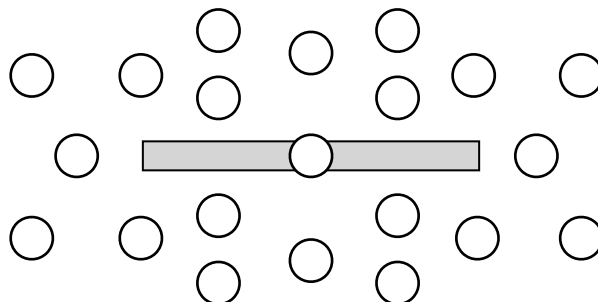


Erklärung der Musterbildung:

Für jeden Magneten ergibt sich auf diese Weise ein eindeutiges Magnetfeld.

Auch mit Hilfe von vielen kleinen Kompassen kann man das Magnetfeld eines Magneten sichtbar machen. Wie müssten sich die Kompassnadeln nun um unseren Stabmagneten ausrichten?

Aufgabe: Zeichne die Ausrichtung der Kompassnadeln um den Stabmagneten ein.



2.4 Die Stärke eines Magnetfeldes

Um die Stärke eines Magnetfeldes eines Magneten an einer gewissen Stelle messen zu können bauen wir uns einen einfachen **Magnetstärkemesser**.

Bauanleitung: In ein dünnes Holzbrett wird ein beschrifteter Holzstab gesteckt und auf diesen ein Neodym-Ringmagnet gefädelt.

Wenn man nun Magnete unterhalb des Holzbrettes an die Stelle, wo sich der Stab befindet hält, wird der Ringmagnet angehoben. Dabei gilt:

Je _____, desto _____

ist das Magnetfeld an dieser Stelle des Magneten.

Experiment 9: Die Stärke eines Magnetfeldes messen

- 1) Nimm dir zuerst einen Stabmagneten und halte ihn so unter den Magnetstärkemesser, dass der Ringmagnet so hoch wie möglich angehoben wird. Entferne nun langsam den Magneten von dem Brett. Was beobachtest du? Vervollständige den unteren Satz.

Je _____ man den Magneten von dem Brett entfernt, desto _____ wird der Ringmagnet gehoben. Die Stärke des Magnetfeldes muss daher mit der Entfernung _____.

- 2) Nimm dir nun zwei Stabmagnete.

- a) **Forschungsfragen:** Kann man mit zwei Stabmagneten den Ringmagneten noch höher anheben, als wie mit nur einem Stabmagneten? Wie müsste man die Stabmagneten dann unterhalb des Ringmagneten halten?

Vermutung:

Versuche die Stabmagneten nun so unterhalb des Ringmagneten zu platzieren, dass dieser möglichst hoch gehoben wird. Hat deine Vermutung gestimmt? Was bedeutet das für die Magnetfelder der beiden Stabmagneten? Notiere eine mögliche Erklärung. Verwende dabei folgende Worthilfen:

Magnetisch, Wirkung, gleich, orientiert, parallel, Magnete, stärker, Magnetfelder, sich verstärken, gegenseitig

Erklärung:

- b) Erstelle eine Zeichnung, wie die Stabmagneten ausgerichtet werden müssen, damit sie den Ringmagneten maximal anheben.

b)





Experiment 9: Die Stärke eines Magnetfeldes messen (Fortsetzung)

- c) **Forschungsfragen:** Kann man mit zwei Stabmagneten den Ringmagneten weniger hoch anheben, als wie mit nur einem Stabmagneten? Wie müsste man die Stabmagneten dann unterhalb des Ringmagneten halten?

Vermutung:

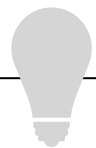
Versuche die Stabmagneten nun so unterhalb des Ringmagneten zu platzieren, dass dieser möglichst wenig hoch gehoben wird. Hat deine Vermutung gestimmt? Was bedeutet das für die Magnetfelder der beiden Stabmagneten? Notiere eine mögliche Erklärung. Verwende dabei folgende Worthilfen:

Magnetisch, Wirkung, ungleich, orientiert, parallel, Magnete, schwächer, Magnetfelder, sich gegenseitig schwächen

Erklärung:

d)

- d) Erstelle eine Zeichnung, wie die Stabmagneten ausgerichtet werden müssen, damit sie den Ringmagneten maximal anheben.



Erkenntnisse

Jeder Magnet wird von einem Kraftfeld, einem sogenannten _____ umgeben. Die Stärke des Magnetfeldes kann man an jeder beliebigen Stelle messen. Je weiter man sich von einem Magneten entfernt, desto _____ wird sein Magnetfeld. Man kann die Magnetfelder von Magneten kombinieren, sodass sie sich _____ oder gegenseitig _____.

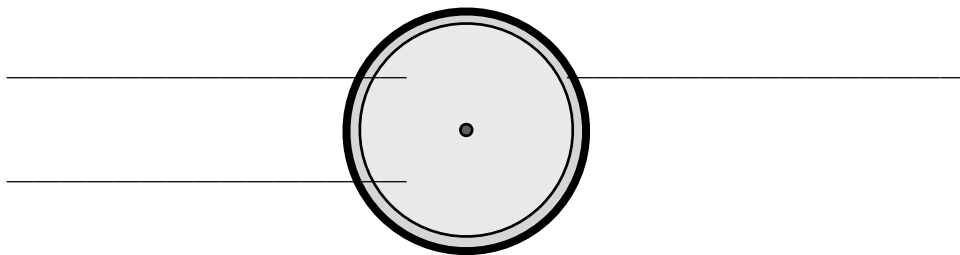
Größe Magneten sind nicht automatisch stärker. Die Größe eines Magneten sagt uns nicht, wie stark er ist.

2.5 Das Magnetfeld der Erde

Aufgabe: Betrachtet die verschiedenen Gegenstände. Notiert euch Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Gegenstände. Notiert eine Vermutung, zu was man diese Gegenstände benutzen kann.



Bei den Gegenständen handelt es sich um _____. Diese werden vor allem für _____ verwendet.



Aufgabe: Analoge Nadel vs. Digitale App

1. Stellt fest, ob es sich bei der Nadel selbst um einen Magneten handelt. Verwendet dabei die vorgegebenen Materialien. Beschreibt, wie ihr vorgegangen seid. Begründet eure Ergebnisse.
2. Wenn man die Nadeln im Raum platziert, dann richten sie sich aus. Wonach richten sie sich aus. Notiere eine Vermutung.
3. Ermittelt die Himmelsrichtung Norden mit Hilfe von mehreren Nadeln an verschiedenen Positionen im Raum. Markiert dazu die gemessene Richtung mit einem Stück Kreide. Vergleicht eure gefunden Richtungen mit einer Kompass-App. Stimmen die Richtungen überein? Wenn nicht, wieso nicht? Notiert eine Vermutung.

1. Durchführung: _____

Ergebnis: _____



The diagram shows a globe with latitude and longitude lines. A compass needle is shown with its north pole pointing towards the Earth's magnetic south pole. Labels include:

- Top: Himmelsrichtung: Norden
- Left: _____ pol
- Right: _____ pol
- Bottom-left: _____ pol der Magnetenadel
- Bottom-right: _____ pol der Magnetenadel
- Far left: Himmelsrichtung: _____
- Far right: Himmelsrichtung: _____
- Bottom: Himmelsrichtung: _____





- [illegible]

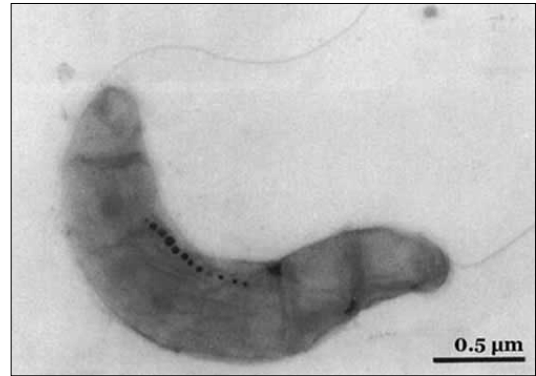


Magnetospirillum - Magnetische Bakterien als nützliche Helfer in der Medizin

Seefahrer vertrauen seit Jahrhunderten auf ihren Kompass – in der Natur ist dieses Prinzip allerdings schon weitaus länger bekannt. Viele Lebewesen können das Magnetfeld der Erde wahrnehmen und sich an ihm orientieren. Zugvögel beispielsweise nutzen ihren magnetischen Sinn auf ihren langen Flügen in den Süden. Aber auch verschiedene Fische, Füchse, Wildschweine und Hunde besitzen sehr wahrscheinlich einen Magnetsinn.

Selbst im Reich der Allerkleinsten gibt es Organismen, die sich am irdischen Magnetfeld orientieren: Die Bakterien der Gattung **Magnetospirillum** sind kleinste Lebewesen - sogenannte Mikroben. Sie leben im Wasser und können sich am Magnetfeld der Erde orientieren – und eignen sich damit als nützliche Helfer im Bereich von Biotechnologie und Medizin. So können die Mikroben zum Beispiel als Kontrastmittel fungieren oder dabei helfen, Zellen künstlich zu steuern.

Als "Kompass" tragen diese Lebewesen winzige eisenhaltige Ketten von Kristallen in sich. Erstmals entdeckt wurden diese besonderen Bakterien durch den Italiener Salvatore Bellini. Dieser stieß mit seinen Beobachtungen im Jahr 1963 zwar zunächst noch auf Unglauben. Doch mit der Verbreitung des Elektronenmikroskops bestätigte Richard Blakemore zwölf Jahre später die Existenz magnetischer Mikroben: In Schlammproben sah er Mikroorganismen mit Ketten magnetischer Kristalle, die sich wie eine Kompassnadel im magnetischen Feld ausrichteten.



Bildquelle: Dirk Schüler, MPI for Marine Microbiology, Bremen.
<http://magnum.mpi-bremen.de/magneto/research/>

Orientierung im Wasser

Zusammen mit einem Sauerstoffsensor orientieren sich die Bakterien so im Wasser: Sie suchen gezielt Schichten mit dem für sie geeigneten geringen Sauerstoffgehalt auf. Die magnetischen Pole der Erde helfen ihnen, sich in der richtigen Wassertiefe auszurichten.

Anwendungen in der Medizin

Die winzigen Magnete haben eine einheitliche Größe, Form und eine höhere magnetische Wirkung, als künstlich hergestellte Nanomagnete. Aus diesem Grund können sie als Kontrastmittel in der medizinischen Bildgebung eingesetzt werden. Dabei übertreffen sie die Wirksamkeit kommerzieller magnetischer Kontrastmittel deutlich, wie erste Versuche zeigen.

Zudem können diese Bakterien ihre Temperatur erhöhen, wenn sie in ein starkes Magnetfeld gebracht werden. In Tierversuchen ließen sich damit Tumoren verkleinern. Außerdem ist es Forscher:innen bereits gelungen Magnetospirillum in andere Bakterien einzusetzen. So lassen sich vielleicht in Zukunft womöglich Zellen künstlich magnetisieren und dadurch steuern.

Den Original-Artikel findest du unter: <https://www.scinexx.de/news/biowissen/magnetospirillum-ist-mikrobe-des-jahres-2019/>.

Generell ist *Scinexx* eine sehr gute kostenlose online Zeitschrift zu den verschiedensten Themen der Naturwissenschaft.

2.7 Das Eisen-Magnet Modell



Experiment 10: Magnet und Stecknadel

- a) Wir nehmen uns eine Stecknadel und streichen mit einem Magneten mehrmals über sie. Danach stellen wir die Nadel auf eine drehbare Scheibe und testen, wie die Nadel auf den Magneten reagiert. Vermute, was man beobachten wird. Notiere danach deine Beobachtung und eine mögliche Erklärung.
- b) Wir teilen die Nadel mit einer Zange in zwei Teile. Danach testen wir, wie die Teile auf den Magneten reagieren. Vermute, was man beobachten wird. Notiere danach deine Beobachtung und eine mögliche Erklärung.

a) Vermutung:

Beobachtung:

Mögliche Erklärung:

b) Vermutung:

Beobachtung:

Mögliche Erklärung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs a)

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs b)

Einführung in das Eisen-Magnet-Modell

Wir haben gesehen, dass die Teilung eines Eisen-Magneten nicht dazu führt, dass die beiden Pole getrennt werden. Stattdessen

_____.

Wenn wir diese beiden Teilmagnete wieder teilen würden, dann _____

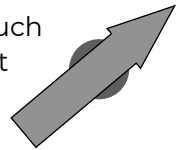
_____.

Dies könnten wir immer und immer wieder machen und jedes Mal erhalten wir weitere Teilmagnete. Irgendwann würden unsere Teilmagneten nur aus zwei Atomen bestehen. Wenn wir diese wiederum teilen, erhalten wir wieder zwei Teilmagnete aus jeweils einem Atom. Daher können wir vermuten, dass die **Atome selbst** magnetische Eigenschaften haben und sich so wie kleine **Magnetchen** verhalten.

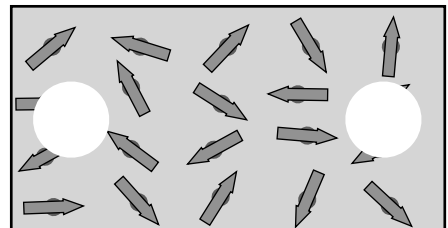
Erstelle hier deine Skizze des Gedankenexperiments

Die Magnetisierung von Materie

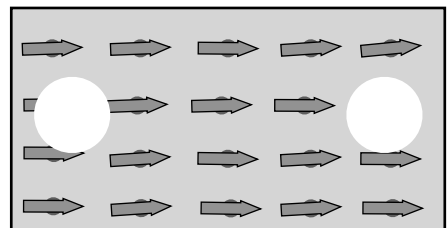
Im Inneren von Gegenständen sind sehr sehr viele Atome und daher auch unvorstellbar viele dieser kleinen Magnetchen. Wir betrachten deshalb ab jetzt immer nur einen stark vergrößerten Ausschnitt und benutzen für die Magnetchen das Symbol eines drehbaren Pfeiles. Dabei ist die Spitze des Pfeils der Nordpol eines Magnetchens.



Sind die Magnetchen wie im rechten Bild ungeordnet, so heben sich ihre Wirkungen außerhalb des Gegenstandes auf. Der Gegenstand ist dann **kein Magnet**. Er hat deshalb auch keine Pole. Daher schreiben wir in den Kreisen ein „X“.



Ist dagegen die Mehrzahl der Magnetchen in die gleiche Richtung ausgerichtet, so wirken die Magnetchen auch in die gleiche Richtung und der Gegenstand ist **ein Magnet**. Der Magnet hat nun - wie alle Magnete - zwei Pole. Wir schreiben in die Kreise: „S“ für Südpol und „N“ für Nordpol.



Wie konnten wir also die Nadel magnetisieren?

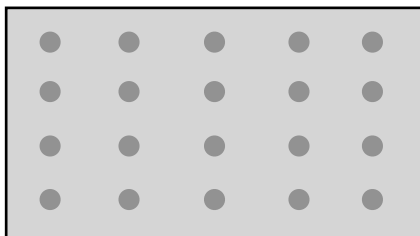


Experiment 11: Magnet und Eisenquader

- a) Nimm den Eisenquader und versuche einen Nagel an ihn anzuhängen. Bleibt der Nagel am Quader hängen?

Beobachtung: _____

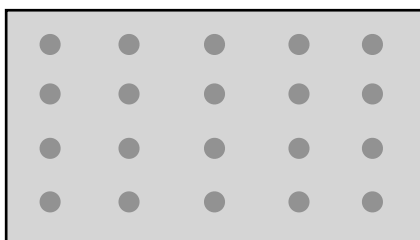
Wie sind die Magnetchen im Eisenquader wahrscheinlich ausgerichtet? Zeichne die Magnetchen unten ein.



- b) Halte einen Magneten an den Eisenquader. Versuche nun einen Nagel daran zu hängen. Bleibt der Nagel am Quader hängen, wenn der Magnet in der Nähe ist?

Beobachtung: _____

Wie sind die Magnetchen im Eisenquader wahrscheinlich ausgerichtet, wenn ein Magnet in der Nähe ist? Zeichne die Magnetchen unten ein und vervollständige die Pole des Magneten.



- c) Halte den Eisenquader fest und ziehe langsam den Magneten weg. Was passiert mit dem Nagel? Notiere deine Beobachtung und eine mögliche Erklärung. Du kannst dabei folgende Worthilfen verwenden: **Magnetchen, ausrichten, magnetische Wirkung, gegenseitig, aufheben**

Beobachtung: _____

Mögliche Erklärung:

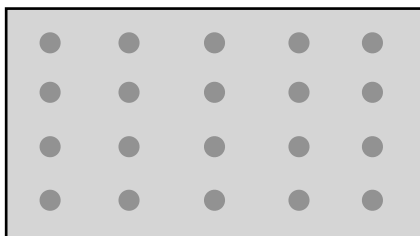


Experiment 12: Magnet und Holzquader

- a) Nimm den Holzquader und versuche einen Nagel an ihn anzuhängen. Bleibt der Nagel am Quader hängen?

Beobachtung: _____

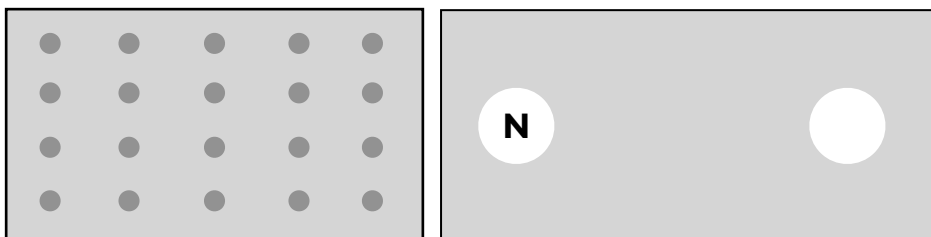
Wie sind die Magnetchen im Holzquader wahrscheinlich ausgerichtet? Zeichne die Magnetchen unten ein.



- b) Halte einen Magneten an den Holzquader. Versuche nun einen Nagel daran zu hängen. Bleibt der Nagel am Quader hängen, wenn der Magnet und er Nähe ist?

Beobachtung: _____

Wie sind die Magnetchen im Holzquader wahrscheinlich ausgerichtet, wenn ein Magnet in der Nähe ist? Zeichne die Magnetchen unten ein.



- c) Der Holzquader verhält sich nicht so wie der Eisenquader. Was ist wahrscheinlich der Unterschied? Notiere eine Mögliche Erklärung. Du kannst dabei die folgenden Worthilfen verwenden: **Magnet, Magnetchen, Holz, nicht, ausrichten, magnetische Wirkung, gegenseitig, aufheben**

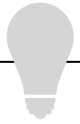
Mögliche Erklärung:

Erkenntnisse _____



2.8 Die Curie-Temperatur - Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung

Zuerst wiederholen wir das Teilchenmodell.



Grundaussage 1: Alle Stoffe bestehen aus kleinen Teilchen. Diese kann man selbst durch das beste Mikroskop nicht direkt mit dem Auge sehen. Man kann sie allerdings heutzutage mit entsprechenden Methoden, wie der Rastertunnelmikroskopie, sichtbar machen. Zwischen den kleinen Teilchen ist nichts.

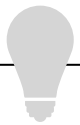
Als der Botaniker Robert Brown 1827 Blütenstaub in Wasser unter dem Mikroskop untersuchte, machte er eine spannende Beobachtung: Er sah wie sich kleine Partikel des Blütenstaubs unregelmäßig und ruckartig bewegten. Sie bewegten sich **Zickzack**-artig. Zuerst dachte er, dass er neue kleine Tierchen gefunden hat. Doch die gleiche Bewegung ließ sich auch bei Latex-Kügelchen ähnlicher Größe beobachten. Mit dem Teilchenmodell lässt sich die beobachtete Bewegung erklären.



Brownsche Bewegung

Erklärung der Zickzack-Bewegung:

Damit erhalten wir die zweite wichtige Grundaussage des Teilchenmodells.



Grundaussagen 2:



Experiment 13: Ein Draht und ein Stabmagnet werden an zwei Stativstangen so angebracht, dass der Draht in der Luft schweben kann. Danach wird ein Bunsenbrenner so aufgestellt, dass der vordere Teil (der in der Nähe des Magneten ist) erhitzt wird.

- Notiere deine Beobachtungen. Erstelle eine Skizze zum Versuch.
- Erkläre mit Hilfe des Eisen-Magnet-Modells und der Grundaussage 2 deine Beobachtung.



Beobachtung:

Erklärung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs



Magnetmotor: Schaue dir das [Video eines Curie-Motors](#) an.

- Notiere was du in dem Video siehst. Erstelle eine Skizze des Motors.
- Notiere dir eine mögliche Erklärung, wie diese Art des Motors funktioniert.



Beobachtung:

Erklärung:

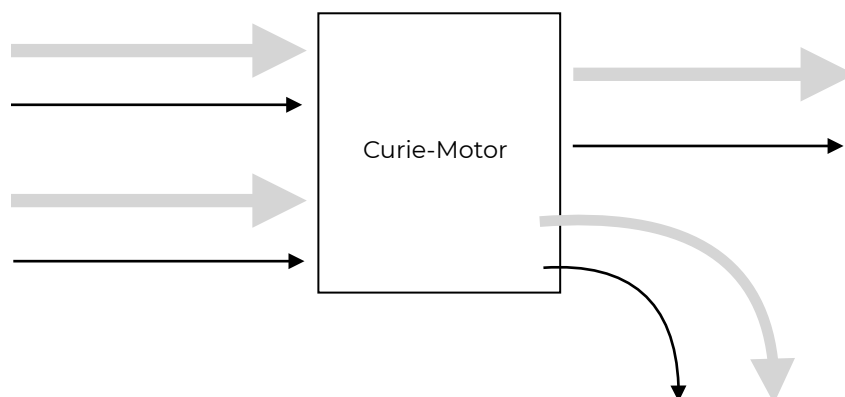
Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Bonusaufgabe:

Wie jeder Motor ist auch der Curie-Motor nichts anderes als ein Energiewandler.

- Nenne alle Energieformen, die beim Curie-Motor eine Rolle spielen.
- Vervollständige das untere Energieflussdiagramm.
- Begründe, warum man solche und ähnliche Motoren nicht einsetzt.





2.9 Elektromagnetismus - Zusammenhang zwischen E-Lehre und Magnetismus



Experiment 14: Zwei Kabel werden vertikal knapp nebeneinander aufgehängt. Anschließend wird ein elektrischer Strom durch die Kabel geleitet.

Beobachtung:

Mögliche Erklärung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Untersuchen wir diesen Zusammenhang noch genauer.

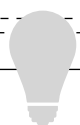
Experiment 15: Nehmt euch drei Kabel, ein Netzteil und einen kleinen Kompass. Legt nun in a) und in b) das Kabel so über den Kompass, dass das Kabel den Nordpol und den Südpol des Kompasses überdeckt. (Also parallel über der Nord-Süd-Linie)

- Stellt die Spannung am Netzteil auf 0.5 V ein. Schließt dann den Stromkreis ganz kurz und beobachtet, wie sich der Kompass verhält. Notiert eure Beobachtung. Erstellt eine Skizze zum Versuch.
- Stellt die Spannung des Netzteils auf die maximale Spannung von 12 V ein. Schließt dann den Stromkreis erneut ganz kurz. Beobachtet das Verhalten des Kompasses. Notiert eure Beobachtung.

Beobachtung mit Spannung von 0.5 V:

Beobachtung mit einer Spannung von 12 V:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs



Erkenntnis

Die Form des Magnetfeldes eines geraden Leiterstücks.

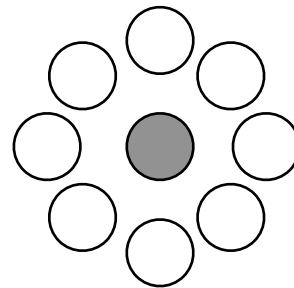


Experiment 16: Um ein gerades Leiterstück wird ein Kompass gelegt. Danach wird ein elektrischer Strom durch das Leiterstück geleitet und die Ausrichtung des Kompasses rund um den Leiter beobachtet. Anschließend wird die Stromrichtung umgekehrt.

Beobachtung:

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Zeichne hier die Ausrichtung der Kompassse ein.



Aufgabe: Die Richtung des Magnetfeldes eines stromdurchflossenen geraden Leiters kann man sich leicht mit der sogenannten Linken-Faust-Regel herleiten. Dabei hält man die linke Hand so wie in der unteren Abbildung. Formuliere mit Hilfe der Abbildung die Linke-Faust-Regel. Verwende dabei folgende Wörter: **ausgestreckt, Daumen, Richtung, Elektronenstrom, gebeugt, Finger, Richtung, Magnetfeld**



Die Linke-Faust-Regel

2.10 Stromdurchflossene Spulen

Video: Überlege dir zuerst alleine, wie der Kran auf dem Schrottplatz in der Lage ist, den Schrott anzuheben. Notiere deine Ideen. Tausche dich dann mit der Person neben dir aus.



Welche Physik hinter dem Schrottplatz-Kran steckt, das finden wir jetzt gemeinsam heraus.

Experiment 17: Stationenbetrieb - Umwickelte Schrauben

- In den folgenden Stationen siehst du verschiedene mit Draht umwickelte Schrauben. Notiere immer die Anzahl der Wicklungen. Bilde dann mit dem Netzteil und dem Draht einen geschlossenen Stromkreis, sodass ein elektrischer Strom durch den gesamten Draht strömt. Versuche nun mit dem Kopf der Schraube einige Büroklammern anzugeben. Notiere, wie viele Büroklammern du anheben kannst.
- Erstelle eine Skizze der Experimente des Stationenbetriebs.
- Bilde einen Je-Desto-Zusammenhang zwischen der **Anzahl der Windungen** um die Schraube und der **Stärke des Magnetfeldes**.



1. Station Wicklungen: _____

Anzahl der Büroklammern: _____

2. Station Wicklungen: _____

Anzahl der Büroklammern: _____

3. Station Wicklungen: _____

Anzahl der Büroklammern: _____

4. Station Wicklungen: _____

Anzahl der Büroklammern: _____

Je-Desto-Zusammenhang

Erstelle hier deine Skizze des Versuchs

Einen aufgewickelten Draht nennt man „**Spule**“. Wird an eine Spule in einem geschlossenen Stromkreis eine elektrische Spannung (elektrischer Druckunterschied) angelegt, dann beginnt ein elektrischer Strom durch die gesamte Spule zu strömen. Dabei entsteht, wie bei jedem stromdurchflossenen Leiter, ein Magnetfeld um den Leiter. Die Stärke des Magnetfeldes einer Spule hängt auch von der Anzahl ihrer Wicklungen ab.

Von welchen Größen hängt das Magnetfeld einer Spule wahrscheinlich noch ab?

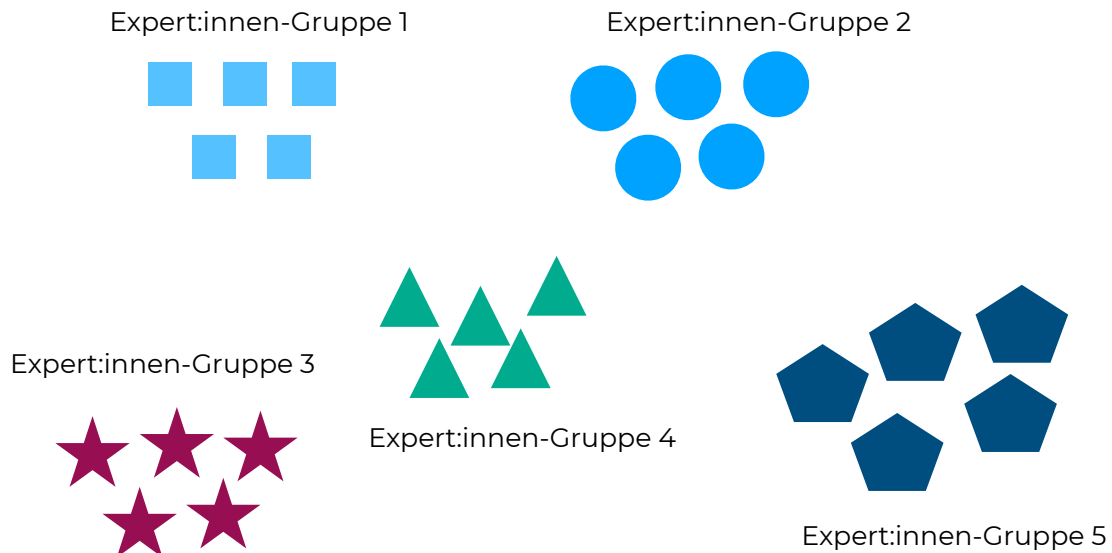
-

[illegible]

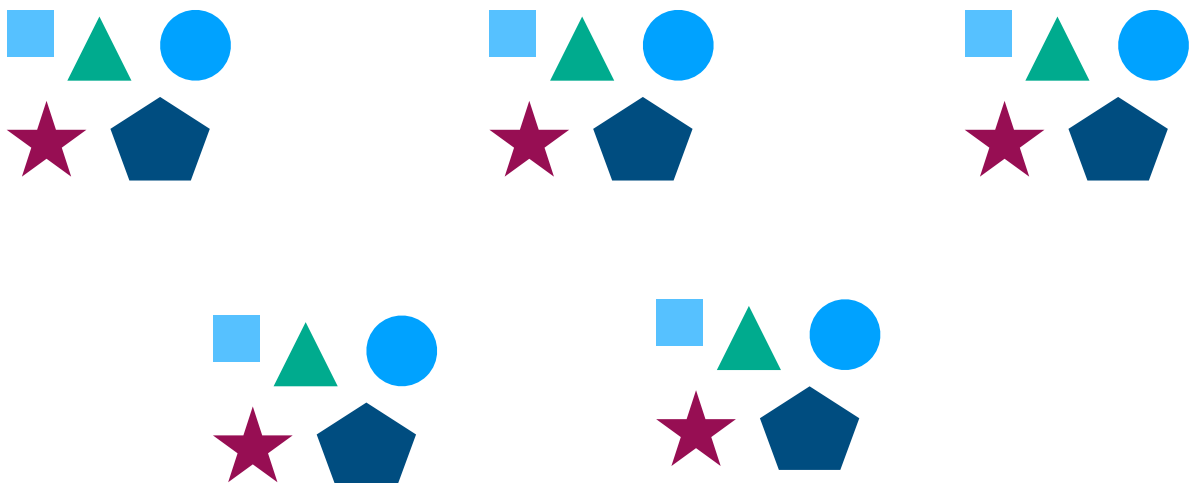
2.11 Anwendungen und Naturphänomene - Gruppenpuzzle

In den nächsten zwei Stunden werden wir ein Gruppenpuzzle durchführen.

1. **Stunde:** Ihr wählt eines der 5 Themen aus. Alle Personen, die das gleiche Thema gewählt haben, gehen in eine Gruppe zusammen und beschäftigen sich die ganze erste Stunde mit den Lernmaterialien des Themas. Konzentriert euch bei der Bearbeitung der 5 Themen auf die angegebenen Leitfragen.



2. **Stunde:** Die Expert:innen-Gruppen werden aufgelöst. Ihr teilt euch selbstständig so in Gruppen ein, dass pro Gruppe zumindest ein:e Expert:in von jedem der 5 Themen vertreten ist. Nun erklärt ihr euch gegenseitig die Inhalte der 5 Themen, sodass am Ende jede Person in der Gruppe über alle 5 Themen bescheid weiß. Achtet dabei darauf, dass eure Kolleg:innen am Ende alle Leitfragen beantworten können.



Magnetresonanztomographie - MRT



Infotext

Seit etwa 1900 ist es möglich mit Hilfe von Röntgenstrahlen in das Innere des Menschen zu sehen. Die Röntgentechnologie wurde seitdem erheblich verbessert. Die Dosis der schädlichen Strahlung konnte durch vielerlei Maßnahmen (z.B. empfindlichere Filme) erheblich reduziert werden. Mit der Röntgen-Computertomografie (CT), die seit etwa 1980 medizinischer Standard ist, ist es möglich wesentlich kontrastreichere Aufnahmen gegenüber der normalen Röntgenaufnahme zu erzielen.

Eine Schwierigkeit bestand jedoch auch bei der fortgeschrittenen Röntgentechnologie nach wie vor: Stark absorbierende Schichten, wie Knochen und Wirbel können sehr gut dargestellt werden, während weniger gut absorbierende Weichteile, wie Menisken, Bandscheiben, Sehnen, Tumore der Brust oder auch das Gehirn nicht sehr kontrastreich abgebildet werden konnten. Diese Teile des menschlichen Körpers sind mit dieser Methode nicht gut sichtbar. Darüber hinaus besteht bei der Röntgenaufnahme immer noch eine Strahlenbelastung.

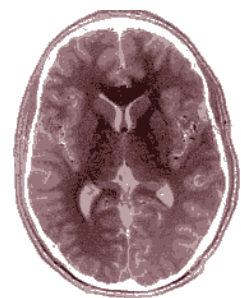


Röntgenaufnahme

Ein bildgebendes Verfahren, das auf einem völlig anderen Prinzip beruht, ist die Kernspintomographie, die auch unter dem Namen Magnetresonanztomographie bekannt ist. Wie funktioniert diese Methode?

Erinnere dich zurück an das Experiment, wo wir einen magnetisierten Eisendraht geteilt haben. Egal wie oft wir ihn geteilt haben, es entstanden dabei immer zwei neue Magneten. Wenn wir das immer weiter machen würden, dann sollte unser Draht irgendwann nur mehr aus zwei Atomen bestehen und wenn wir diesen zweiatomigen Draht teilen, dann sollten wiederum zwei neue Magneten entstehen. Wir haben dann geschlossen, dass Atome selbst eine magnetische Wirkung haben müssten. Tatsächlich kann man heutzutage in Experimenten zeigen, dass sich Atome selbst wie kleine Kompassnadeln ausrichten lassen. Die Eigenschaft, die für die magnetische Wirkung von Atomen verantwortlich ist, ist der sogenannte Spin. Vielleicht hast du dieses Wort schon einmal gehört. Diesen Spin, also die magnetischen Eigenschaften von Atomen, nützt man nun geschickt aus. Schau dir dazu auch die Skizze auf der nächsten Seite an.

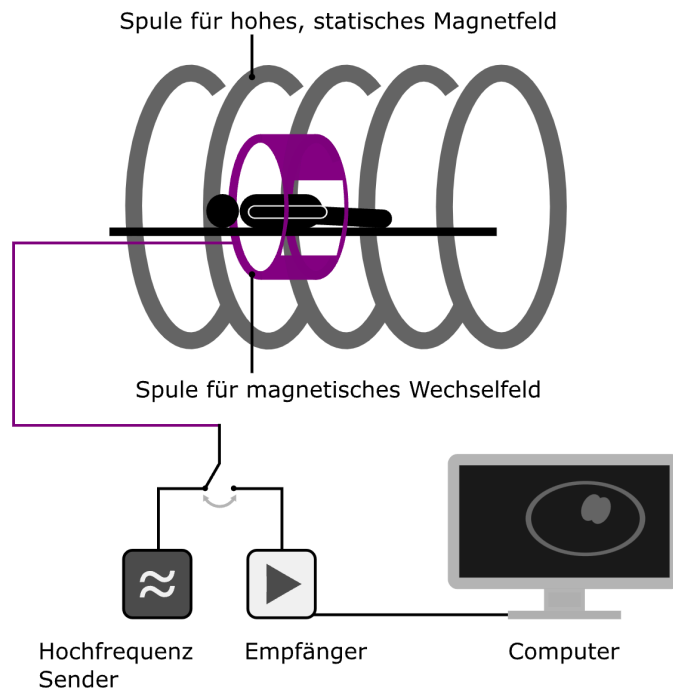
Setzt man den menschlichen Körper, der zu zwei Drittel aus Wasser besteht, einem starken Magnetfeld aus, so richten sich die Spins der Wassermoleküle parallel oder antiparallel zum Magnetfeld aus. Ähnlich, wie es auch Kompassnadeln tun würden. Meist wird dieses extrem starke Magnetfeld durch supraleitende Spulen erzeugt. Neben der großen Spule, mit deren Hilfe das sehr starke statische Magnetfeld erzeugt wird, setzt man den Patienten auch noch einem zweiten Magnetfeld aus, das mit einer Frequenz von ca. 40 MHz die Richtungen wechselt. So ein dynamisches Magnetfeld würdest du auch bekommen, wenn du einen Stabmagneten 40 Millionen mal in der Sekunde hin und her drehst. Das ist ganz schön schnell. Durch dieses dynamische Magnetfeld werden die Spins der Wassermoleküle immer wieder von ihrer ursprünglichen Ausrichtung abgelenkt und nehmen dabei Energie auf. Nach dem Ausschalten des dynamischen zweiten Magnetfeldes drehen sich die Spins wieder in die Richtung des starken Magnetfeldes der großen Spule zurück und geben dabei die aufgenommene Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung wieder ab. Diese Strahlung kannst du dir wie eine Art von Licht vorstellen, die wir aber mit unseren Augen nicht direkt wahrnehmen können. Eine hoch empfindliche Antenne empfängt diese Signale, die von einem Computer zu einem Bild für die Diagnose umgewandelt werden. Da es um die Spins von Wassermolekülen geht, ist das empfangene Signal natürlich davon



MRT eines Gehirns

abhängig, wie viel Wasser in den einzelnen Gewebeteilen ist. So kann man zwischen Knochen, Knorpel und anderen Teilen des menschlichen Körpers unterscheiden.

(530 Wörter)



Info-Videos zu MRT



[MRI explained: How does it work?](#)



[Radiographer Films Inside of a CT scanner spinning at full speed.](#)



[Patienteninformation sfilm zu MRT-Untersuchungen](#)

Beilage: Echte MRT Bilder einer Person

Leitfragen - Welche Fragen sollen eure Kolleg:innen beantworten können?

1. Zu welchem der folgenden Bereiche passt dein Thema am besten und warum?
Gesellschaft - Natur - Medizin - Technik
2. Wozu verwendet man ein MRT? Wie funktioniert ein MRT?
3. Was hat ein MRT mit Magnetismus zu tun?
4. Wieso ist die Untersuchung so laut? Muss man davor Angst haben?
5. Was sind das für Gegenstände, die einem angelegt werden? Muss man davor Angst haben?
6. Wieso ist die Röhre, in der man liegt, so eng?
7. Was kann man tun, wenn man Angst bekommt?

Quelle: <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/magnetisches-feld-spule/ausblick/kernspintomographie>
Icon-Quelle: flaticon.com

Mülltrennung mit Magneten



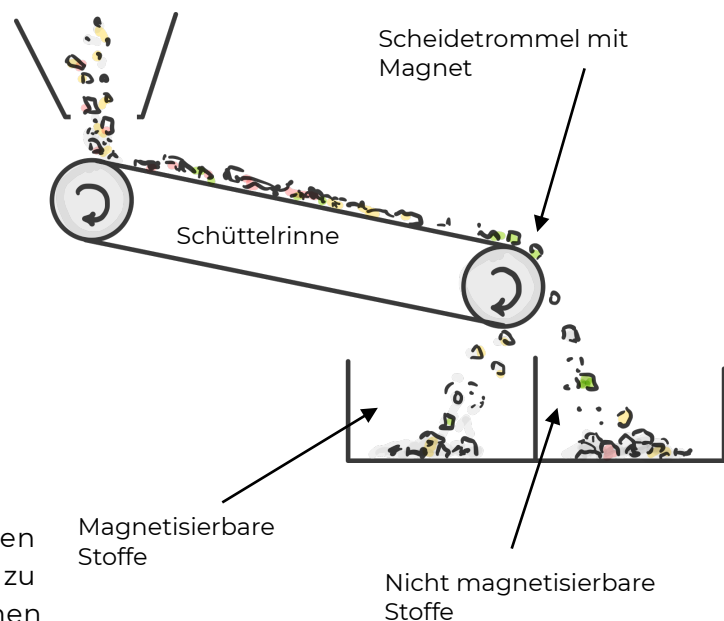
Infotext

Die Magnettrennung, auch Magnetscheidung genannt, ist eine Methode um Mischungen von verschiedenen Stoffen zu trennen. Dabei wird unser Wissen von Magnetismus praktisch angewendet. Wenn in einer Mischung teilweise bereits magnetische oder magnetisierbare und nicht-magnetisierbare Stoffe enthalten sind, kann man mit Hilfe von Permanentmagneten oder Elektromagneten, diese Stoffe voneinander trennen. Es handelt sich dabei um ein sogenanntes mechanisches Trennverfahren. Die Methode wird auch in der Wissenschaft angewendet, um beispielsweise eisenhaltige Substanzen von Sand zu trennen.

Die Trennmethode wird unter anderem auch in der Mülltrennung verwendet. Dabei wird die unterschiedliche Magnetisierbarkeit der verschiedenen Objekten in unserem Hausmüll ausgenutzt. Die magnetisierbaren Stoffe im Müll, wie zum Beispiel eisenhaltige Nägel oder Bleche, werden dabei von einem Magneten angezogen und so in eine andere Richtung gelenkt, als die nicht-magnetisierbaren Stoffe. Betrachte dazu die untere Darstellung, wo du sehen kannst, wie eine solche magnetische Trennanlage (Magnetabscheider) prinzipiell funktioniert.

Zu den nicht-magnetisierbaren Stoffen im Müll zählen beispielsweise Alu-Dosen, Glas oder Papier. Auch diese Bestandteile des Mülls will man trennen. Dafür gibt es wiederum andere Methoden. Um zum Beispiel leichte von schwereren Bestandteilen zu trennen, werden in manchen Müllsortieranlagen Luftdruckstöße verwendet. Man kann aber auch wieder den Magnetismus zu Hilfe nehmen, indem man die Wechselstrommethode anwendet. Das werden wir aber erst später lernen, wie die genau funktioniert.

Wieso muss man unsern Haus-Müll den überhaupt trennen? Das hat mit den Themen Umweltschutz und Klimaschutz zu tun. Wir können als Gesellschaft einen großen Beitrag zum Umweltschutz und zum Klimaschutz leisten, wenn wir unseren Müll gemeinsam vorsortieren und trennen. Damit sind wir nämlich in der Lage aus unserem Müll Rohstoffe für neue Gegenstände herzustellen. Das nennt man dann Recycling. Bereits gebrauchte Rohstoffe werden damit wieder in den Kreislauf von Herstellung und Nutzung gebracht. Aus alten Papierverpackungen können wieder neue Gegenstände aus Papier hergestellt werden und aus Eisenresten können ebenso neue Gegenstände aus Eisen hergestellt werden. Es gibt aber auch Bestandteile des Mülls, die man verbrennen will, um die in ihnen gespeicherte chemische Energie in thermische Energie umzuwandeln. Dazu zählen vor allem unsere Bio-Abfälle aus der Küche oder aus dem Garten. Hier kommt das Thema Fernwärme ins Spiel. Mit Hilfe dieser Technik können ganz effizient gleich viele hunderte Haushalte mit thermischer Energie versorgt werden. Das ist nicht nur praktisch, sondern auch bequem. Dann muss nämlich nicht jeder in seinem Haus oder in der Wohnung eine eigene Heizung haben. Eine solche Fernwärmanlage steht zum Beispiel in Spittelau in Wien.



Info-Videos zur Magnettrennung



Überbandmagnetabscheider



Magnetscheidung in der Chemie



Recycling: Das passiert mit deinem Müll!

Leitfragen - Welche Fragen sollen eure Kolleg:innen beantworten können?

1. Zu welchem der folgenden Bereiche passt dein Thema am besten und warum?
Gesellschaft – Natur – Medizin – Technik
2. Wo kommt in der Mülltrennung Magnetismus vor?
3. Wie funktioniert ein Magnetabscheider? Was kann er trennen?
4. Warum sollen wir unseren Müll überhaupt trennen?
5. Was meint man mit dem Wort „Recycling“?
6. Wieso leistet Recycling einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz?

Die Entstehung des Erdmagnetfeldes



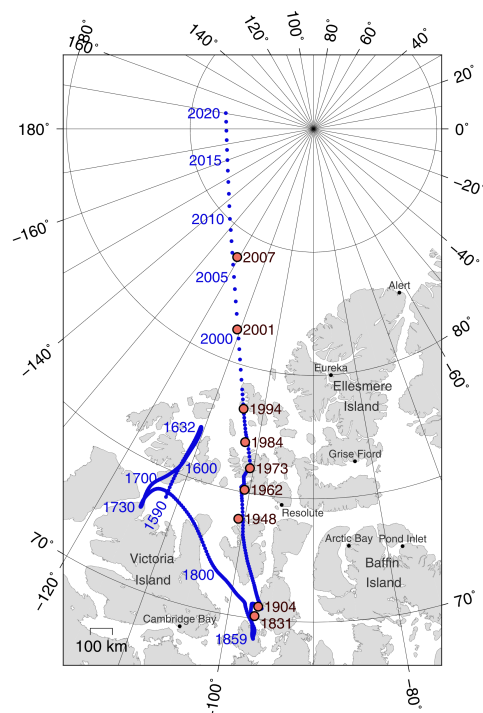
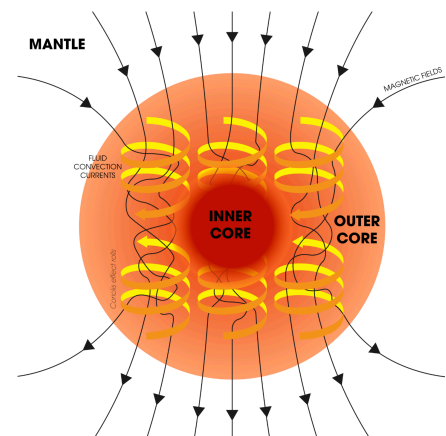
Infotext

Seit etwa 300 n. Chr. benutzten chinesische Seefahrer einen Vorläufer des heutigen Kompasses als Orientierungshilfe. In Europa wird erstmals um das Jahr 1200 über die Verwendung des Kompasses berichtet, der insbesondere bei schlechtem Wetter hervorragende Dienste leistete. Vor etwa 400 Jahren veröffentlichte William Gilbert, der spätere Leibarzt von Königin Elizabeth I von England, seine große Studie über den Magnetismus, "De Magnete" - "Über den Magneten". Sein Buch gab zum ersten Mal eine vernünftige Erklärung für die mysteriöse Eigenschaft der Kompassnadel, die sich in Nord-Süd-Richtung ausrichten. Seine Idee: Die Erde selbst muss ein Magnet sein, aber wie soll das der Fall sein?

Das Magnetfeld der Erde hat an der Erdoberfläche näherungsweise eine ähnliche Form, als wie wenn ein "Riesen-Stabmagnet" in der Erde stecken würde, dessen Südpol in die Nähe des geographischen Nordpols zeigt. Tatsächlich sind jedoch die Verhältnisse nicht ganz so einfach und das mit dem "Riesen-Stabmagnet" ist nur eine Hilfsvorstellung, um sich die ungefähre Form des Magnetfeldes in Erdnähe zu merken. Wichtig! In der Erde steckt natürlich kein riesiger Stabmagnet.

Die bisher vielversprechendste Theorie zur Entstehung des Erdmagnetfeldes ist die sogenannte Dynamo-Theorie. Dabei geht man davon aus, dass das Erdmagnetfeld im Erdkern entsteht. Dieser besteht vor allem aus den Metallen Eisen und Nickel und hat eine Temperatur von über 5000 Grad Celsius. Im äußeren Erdkern sind die Metalle flüssig, noch weiter innen ist der Druck jedoch so hoch, dass der innere Erdkern fest ist. Der feste innere Kern wirkt nun wie eine heiße Herdplatte. Er heizt die darüberliegende Flüssigkeit auf, die dadurch aufsteigt. Diese trifft dann auf kühlere Schichten darüber. Dort gibt sie ihre thermische Energie ab und kühlt somit ab. Als Folge sinkt die Flüssigkeit wieder nach unten. Diesen Kreislauf nennt man „Konvektion“. Im äußeren Erdkern gibt es demnach Strömungen aus Eisen – einem leitfähigen Material. Bewegtes leitfähiges Material ist aber nichts anderes als ein elektrischer Strom und jeder elektrische Strom erzeugt automatisch ein Magnetfeld. Diese Konvektionen werden noch zusätzlich verstärkt, da die Erde sich auch ständig um die eigene Achse dreht. So entsteht spiralartige Strömungen. Doch all das würde immer noch nicht ausreichen, um das heutige Erdmagnetfeld erklären zu können. Die Forscher:innen gehen daher davon aus, dass es vor der Entstehung des Erdmagnetfeldes ein schwächeres Magnetfeld gegeben haben muss. Die Erdrotation, die thermische Energie im Erdkern und das schwache Anfangsmagnetfeld haben dann zusammen dazu geführt, dass sich nach und nach im gesamten Erdkern ein stärkeres Magnetfeld mit einer einheitlichen Richtung durchgesetzt hat. Dieses können wir dann auf der Oberfläche als „Erdmagnetfeld“ messen.

Wie man aus dem Unterschied von geographischem Nordpol und magnetischem Südpol schließen kann, weist der Nordpol einer Kompassnadel nicht exakt in den geografischen Norden. Man bezeichnet den Winkel zwischen der Achse der Kompassnadel und der geografischen Nordrichtung als Deklinationswinkel oder kurz "Missweisung". Von Wien aus beträgt der Deklinationswinkel, also die Missweisung ca. 5°. Das ist



für alltägliche Zwecke so wenig, dass es für uns keinen besonderen Unterschied macht, dass ein Kompass tatsächlich nicht exakt in Richtung Norden zeigt. Das Erdmagnetfeld ist also kein statisches, also kein festes Magnetfeld. Es ist dynamisch, heißt es verändert sich ständig. In der oberen Abbildung sieht man, wie im Laufe der Zeit der magnetische Südpol der Erde wandert. Derzeit bewegt sich der magnetische Südpol der Erde jährlich um etwa 7,5 km in nördliche Richtung.

Aus der noch vorhandenen Magnetisierung vulkanischer Gesteine hat man herausgefunden, dass sich die Richtung des Erdmagnetfeldes etwa alle 0,5 Millionen Jahre umgekehrt hat, wobei die Richtungsänderung innerhalb von etwa nur 5000 Jahren verlief. Die Zeitskala dieser Umkehrungen ist bis ca. 80 Millionen Jahre zurück gut erforscht.

(582 Wörter)

Info-Videos zum Erdmagnetfeld



[Einen Kompass bauen](#)



[Die Entstehung des Erdmagnetfelds](#)



[Earth's Magnetic Field \(englisch\)](#)

Leitfragen - Welche Fragen sollen eure Kolleg:innen beantworten können?

1. Zu welchem der folgenden Bereiche passt dein Thema am besten und warum?
Gesellschaft - Natur - Medizin - Technik
2. Wann wurde (nach heutigem Stand) das Erdmagnetfeld entdeckt?
3. Wie sieht das Erdmagnetfeld in der Nähe der Erde aus? Mit welchem Magnetfeld kann man es gut vergleichen?
4. Ist das Erdmagnetfeld statisch oder dynamisch?
5. Wie vermutet man, ist das Erdmagnetfeld entstanden?

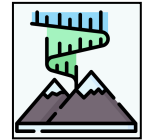
Quellen:

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/magnetisches-feld-spule/ausblick/erdmagnetfeld>

<https://www.geologyin.com/2017/07/nickel-is-crucial-for-earths-magnetic.html>

Icon-Quelle: [flaticon.com](https://www.flaticon.com)

Die Polarlichter



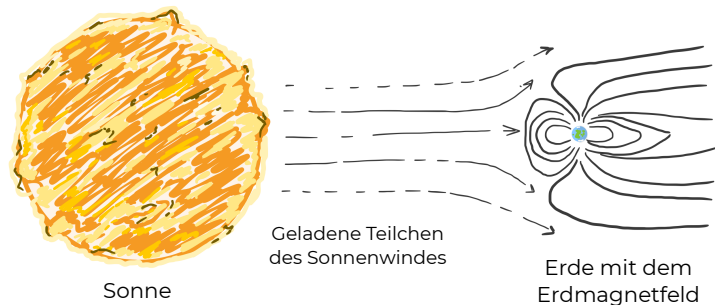
Infotext

Sie leuchten als grünliche Schleier am Nachthimmel, bilden silbrige Vorhänge oder scheinen sogar blutrot: Polarlichter gehören zu den eindrucksvollsten Phänomenen der Natur. In den Sagen und Mythen der Bewohner:innen der Arktis galten sie als Boten ihrer Ahnen. Im Mittelalter hielt man das Nordlicht für ein Zeichen Gottes, das zum Umdenken ermahnte und sah in ihn einen Vorboten von Unheil und Krieg. Heute wissen wir, dass beim Polarlicht weniger göttliche als vielmehr Physik am Werk ist. Doch welche genauen physikalischen Prozesse dahinter stecken, ist bis heute nicht vollständig geklärt. Noch immer geben die „feurigen Himmelsschlangen“ Forscher:innen auf der ganzen Welt Rätsel auf.

Polarlichter treten in der Regel in einem 3 bis 6 Breitengrade umfassenden Band in der Nähe der Magnetpole der Erde auf. Die Ursache für die Polarlichter wird daher in dem Erdmagnetfeld selbst gesucht.

Unser Heimatplanet Erde verfügt über ein Magnetfeld. Dieses Erdmagnetfeld ist in der Lage uns vor dem sogenannten Sonnenwind zu schützen. Mit dem Sonnenwind meint man den Strom von geladenen Teilchen, die die Sonne aufgrund ihres eigenen Magnetfeldes in alle Richtungen aussendet.

Wenn man sich die Form des Erdmagnetfeldes ansieht, dann erkennt man, dass die Feldlinien fast vertikal in der Nähe der beiden Polregionen zusammenlaufen. So ähnlich, wie sie es bei einem Stabmagneten tun. Betrachte dazu die rechte Abbildung.



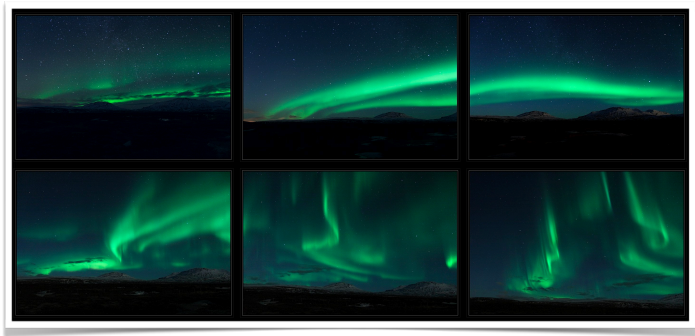
Sonne und Erde, Nicht maßstabsgetreue, illustrierende Darstellung

Die Aktivität unserer Sonne ist nicht konstant. Einmal ist sie eine Zeit

lang aktiver, zu anderen Zeiten ist sie weniger aktiv. Genauso stößt die Sonne auch nicht immer gleich viele geladene Teilchen aus. Manchmal passiert es, dass aus dem Sonnenwind ein sprichwörtlicher Sonnensturm wird und in kurzer Zeit vergleichsweise viele geladene Teilchen auf die Erde zuströmen. Das passiert vor allem dann, wenn es sogenannten Sonneneruptionen kommt. Dabei verdreht sich das Magnetfeld der Sonne so stark, dass sich Teile davon von der Sonne abspalten und dabei eine große Menge an geladenen Teilchen mitnehmen.

Der entstehende Sonnensturm wirkt dann auf das Erdmagnetfeld so stark ein, dass es tatsächlich seine Form dabei verändert. Es wird auf der Sonnenseite zusammengestaucht und auf der andern Seite in die Länge gezogen. Sind genug geladene Teilchen im Sonnensturm, dann kann es passieren, dass die Form des Erdmagnetfeldes so stark verändert wird, dass die geladenen Teilchen sich einen Weg über die Magnetfeldlinien zu den Polen bahnen können.

Weil sich die geladenen Teilchen des Sonnenwinds entlang dieser fast senkrechten Magnetfeldlinien bewegen, können sie in den Polargebieten näher an die Erde herankommen als anderswo. Dort treffen sie dann auf Sauerstoff- und Stickstoffatome unserer Atmosphäre. Durch die Kollisionen nehmen die Sauerstoff- und Stickstoffatome Energie auf und geben diese erhaltene Energie dann wieder in Form von Licht ab. Das ist das Polarlicht.



Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Polarlicht#/media/Datei:Aurora_shapes.jpg

(458 Wörter)

Vertiefung für besonders interessierte Personen

Viele weitere Informationen findest du in dem Artikel: <https://www.scinexx.de/dossier/polarlichter/>

Info-Videos zu Polarlichter und Sonnenstürme



[Wie Polarlichter entstehen](#)



[Wie Sonnenstürme unsere Zivilisation zerstören könnten](#)



[Sonneneruption Aufnahme der NASA](#)

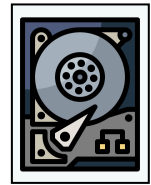


[Genauere Erklärung der Polarlichter \(englisch\)](#)

Leitfragen - Welche Fragen sollen eure Kolleg:innen beantworten können?

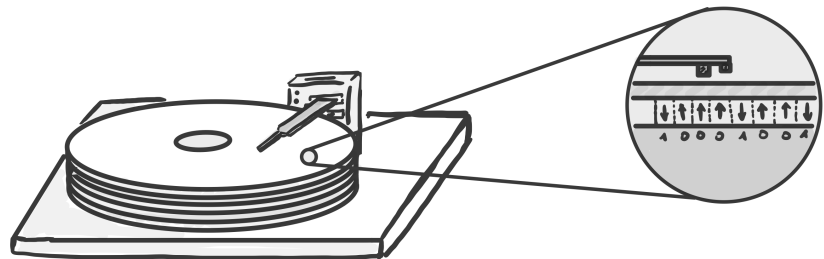
1. Zu welchem der folgenden Bereiche passt dein Thema am besten und warum?
Gesellschaft - Natur - Medizin - Technik
2. Was versteht man unter Polarlichtern?
3. Wo treten diese Lichter meistens auf?
4. Wann treten diese Lichter am wahrscheinlichsten auf?
5. Was hat das Thema Polarlichter mit dem Thema Magnetismus zu tun?
6. Was hat das Thema Polarlichter mit der Sonne zu tun?

Daten Speicherung

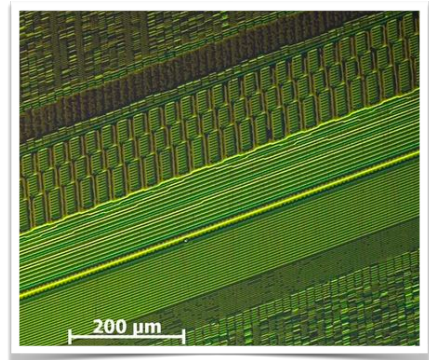


Alle Daten, die in einem Computer sind, egal ob es sich um Fotos, Musik oder Texte handelt, werden mit den beiden Ziffern 0 und 1 abgespeichert. Dein letzter Instagram Post ist im Grund nichts anderes als eine riesige Liste an 0er und 1er auf einem Server. Wie kann man Daten nun mit Hilfe von Magnetismus speichern? Dazu schauen wir uns die Funktionsweise einer Festplatte an. Es gibt mittlerweile auch noch andere Speichermedien, wie zum Beispiel SSD Karten, die funktionieren aber mit einer etwas anderen Technik, die nicht direkt mit Magnetismus zu tun hat.

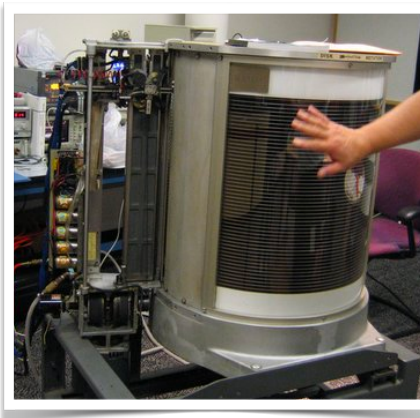
Im Inneren einer Festplatte befinden sich je nach Bauart verschieden viele magnetisierbare Scheiben und sogenannte Lese-Schreib-Köpfe. Die Scheiben bestehen zum Großteil aus einer nicht magnetisierbaren Legierung (z.B.: Aluminium-Legierungen) auf der eine sehr dünne Schicht aus magnetisierbaren Eisen oder Cobalt aufgebracht wurde. In den Lese-Schreib-Köpfen befinden sich sehr fein steuerbare Elektromagneten, die mit sehr schnell arbeitenden Motoren verbunden sind. Mit diesen Köpfen ist man in der Lage kleinste Bereiche der Scheiben extrem schnell und verlässlich zu magnetisieren. Je nachdem, wie ein bestimmter Bereich dann magnetisiert ist, liest der Computer an dieser Stelle eine 0 oder eine 1 aus. Man kann diese Situation damit vergleichen, als wie wenn viele tausende kleine Magnete nebeneinander dicht angeordnet wären. Die genaue Anordnung der kleinen Magneten ergibt ein eindeutiges Muster, dass mit verschiedenen Algorithmen in Fotos, Songs oder Filme übersetzt werden kann. Die magnetisierbare Schicht wird noch von einer weiteren Schicht aus Kohlenstoff geschützt.



Handelsübliche Festplatten drehen sich bis zu 250 mal in der Sekunde. Das ist richtig schnell. Die Elektromagnete in der Lese-Schreib-Köpfen befinden sich dabei nur 0,000 005 mm über den Schreibern. Das ist etwa 10 000 mal dünner als ein menschliches Haar. Die Elektromagneten sind also richtig nah an den Scheiben dran! Pro Sekunde kann eine solche Festplatte circa 1 Million 0er oder 1er schreiben.



Einzelne Bereiche auf einer Platte mit verschiedener Magnetisierung.



Die erste Festplatte der Welt - IBM 350

Im Jahr 1956 stellte die Firma IBM das erste solche magnetische Festplattenlaufwerk der Öffentlichkeit vor. Dieses historisch besondere Laufwerke ist heute unter der Bezeichnung „IBM 350“ bekannt. Die Speicherkapazität dieser damaligen technischen Neuheit war mit gerade einmal 5 MB verglichen mit heutigen Festplatten sehr gering. Noch beeindruckender ist, dass das Laufwerk 500 kg auf die Waage brachte. Das Laufwerk wurde nicht verkauft, sondern für 650 US-Dollar pro Monat vermietet.

Heutige Festplatten haben eine Größe, die mit der von großen Geldbörsen vergleichbar ist und erreichen dabei eine beeindruckende Speicherkapazität zwischen 1 und 22

Terabyte. Die Forschung dieser Technik hat also einen immensen Fortschritt mit sich gebracht.
(414 Wörter)

Vertiefung für besonders Interessierte Personen

Infos zur Entwicklung neuartiger Festplatten-Technologie: <https://www.scinexx.de/businessnews/mit-elektrizitaet-magnetismus-umschalten/>

Info-Videos zu Festplatten



Ein Blick in eine laufende
Festplatte



Wie funktioniert eine
Festplatte?

Leitfragen - Welche Fragen sollen eure Kolleg:innen beantworten können?

1. Zu welchem der folgenden Bereiche passt dein Thema am besten und warum?
Gesellschaft - Natur - Medizin - Technik
2. Was hat das Thema „Datenspeicherung“ mit Magnetismus zu tun?
3. Wie funktioniert eine Festplatte?
4. Welche grundlegenden Bestandteile hat eine Festplatte?
5. Wie viel Speicherkapazität haben moderne Festplatten?