



Regionales Didaktisches Zentrum Rorschach

Lernarrangement „Mit Kraft und Köpfchen“

Handreichung für Lehrpersonen

PH ^{SG}

Pädagogische Hochschule
St.Gallen

Impressum

RDZ Rorschach, Stella Maris, Müller-Friedbergstrasse 34, 9400 Rorschach
Telefon +41 (0)71 858 71 63, rdzrorschach@phsg.ch

Redaktion: RDZ

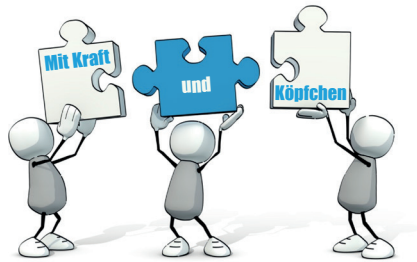
Fotos: Bildmaterial RDZ

Auflage: 150 Exemplare

© PHSG September 2016

Inhalt

| | |
|--------------------------------------------------------------|---|
| Regionale Didaktische Zentren (RDZ) | 4 |
| Kompetenzorientiertes Lernen in den Lernarrangements der RDZ | 6 |
| Lernarrangement „Mit Kraft und Köpfchen“ | 9 |



Lernort Regionale Didaktische Zentren (RDZ)

Die Regionalen Didaktischen Zentren der Pädagogischen Hochschule St. Gallen (PHSG) sind dezentrale Dienstleistungen für die Volksschule des Kantons St. Gallen. Die fünf RDZ befinden sich in Gossau, Rorschach, Sargans, Wattwil und Rapperswil-Jona und bieten ein attraktives Angebot für Lehrpersonen, Studierende, Behörden und die interessierte Öffentlichkeit:

- Lernwerkstätten mit Lernarrangements, die von Schulklassen, Lehrpersonen und Studierenden besucht und als Ort der Innovation geschätzt werden
- Weiterbildungs- und Beratungsangebote für Lehrpersonen, Schulinteressierte und Behörden
- Mediatheken mit einem unverzichtbaren Fundus für die Unterrichtsgestaltung in Schulen
- Medienwerkstätten mit Dienstleistungen im ICT-Bereich.

Beratungspersonen mit ausgewiesener Praxiserfahrung sind an den RDZ präsent, erarbeiten Unterlagen und geben kompetente Impulse für den Unterricht auf allen Stufen der Volksschule.

Lernarrangements in den Regionalen Didaktischen Zentren (RDZ)

Die Beratungspersonen erarbeiten in Zusammenarbeit mit Fachpersonen beispielhafte Lernarrangements. Diese zeigen exemplarisch Wege auf, wie Lernen in der Schule wirksam vorbereitet, umgesetzt und ausgewertet werden kann. Die Lernarrangements sind Ideenbörse für einen innovativen Unterricht. Sie haben in der Regel einen entdeckenden, forschenden und handlungsorientierten Zugang. Sie beziehen sich auf die Anforderungen des Volksschullehrplans und zeigen beispielhaft, wie auf dessen Basis gearbeitet werden kann. Kinder und Jugendliche vom Kindergarten bis zur Sekundarstufe 1 können bei einem Besuch im RDZ in einer attraktiven Lernumgebung eigenständig und entdeckend elementare Erfahrungen machen und diese verarbeiten. Sie werden dabei von Beratungspersonen betreut. Die Lehrpersonen werden in die Thematik eingeführt und erhalten Unterlagen und Anregungen,



wie sie das Thema im Unterricht im Sinne des neuen Lehrplans kompetenzorientiert vorbereiten und weiter vertiefen können.

Inhalte der Handreichung

Von Oktober 2016 bis Juni 2017 sind Volksschulklassen, Lehrpersonen und Studierende eingeladen im RDZ Rorschach eine gestaltete Lernumgebung mit dem Titel „Mit Kraft und Köpfchen: Bauen = Lasten bewegen“ zu besuchen. Das Lernarrangement stellt die urmenschliche Herausforderung, Lasten zu bewegen ins Zentrum. Seit Jahrtausenden bedienen sich die Menschen verschiedener Hilfsmittel, um physikalische Kräfte zu überwinden und die eigene Kraft zu vervielfachen. Das Arrangement ermöglicht den Besucherinnen und Besuchern am Beispiel Bauen über das Funktionieren von Alltäglichem nachzudenken, physikalische Phänomene (Gleichgewicht, schiefe Ebene, Hebelwirkung) sowie technische Entwicklungen und Umsetzungen (z.B. Flaschenzug, Kran) zu erkunden.



Abb. 1: Lernumgebung Fliegen

Das Angebot richtet sich an alle drei Zyklen der Volksschule. Die Lernumgebung fordert die Schülerinnen und Schüler auf, in die Welt der Kräfte einzutauchen.

Im Zyklus 1 steht das spielerische und erfahrungsorientierte Lernen im Zentrum. In den Zyklen 2 und 3 begegnen die Lernenden den Kräften forschend und fragend: Woran erkenne ich eine Kraft? Wie nutzen Menschen Kräfte? Wie kann ich sie messen? Wie funktionieren einfache Maschinen? Wie lassen sich Kräfte darstellen und berechnen?

Die vorliegende Handreichung gibt einen ersten Einblick in das Arrangement „Mit Kraft und Köpfchen“ im RDZ Rorschach. Lehrpersonen, die mit der Klasse das Lernarrangement besuchen möchten, nehmen an einer Einführungsveranstaltung teil. Sie erhalten dort auch Zugang zu einem Blog mit Hintergrundinformationen, Unterrichtsideen und –materialien zur Vorbereitung des Besuchs sowie zur Verarbeitung und Vertiefung des Themas. Das Lernarrangement kann aber auch von Lehrpersonenteams, die sich mit dem kompetenzorientierten Lernen auseinandersetzen, im Sinne einer Fortbildung besucht werden.

Übersicht über die Lernumgebungen und Lernarrangements in den RDZ

Regionales Didaktisches Zentrum

RDZ Gossau
 RDZ Rapperswil-Jona
 RDZ Rorschach
 RDZ Sargans
 RDZ Wattwil

Angebote Okt. 2016 – Juni 2017

Im Wandel der Zeit
 Markt und Märkte
 Mit Kraft und Köpfchen
 Räume entdecken
 Mit Ecken und Kanten

Kompetenzorientiertes Lernen in den RDZ

Kompetent ist eine Person, die Herausforderungen und Probleme erfolgreich und verantwortungsvoll zu lösen vermag. Sie kann dabei auf bedeutsames Wissen und notwendige Fertigkeiten zurückgreifen, hat die motivationalen und sozialen Fähigkeiten um die Aufgaben und Probleme in verschiedenen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll zu lösen. Kompetenzorientierter Unterricht zielt also auf möglichst eigenständiges Anwenden von Wissen und Können in bedeutsamen Situationen. Der kompetenzorientierte Unterricht stellt nicht die Frage «Was wird durchgenommen?» ins Zentrum sondern bezieht sich auf die Frage «Was können die Schülerinnen und Schüler?»

Kompetenzorientierter Unterricht

Ein kompetenzorientierter Unterricht ist charakterisiert durch folgende Elemente:

- In einer komplexen Lernsituationen lernen
- den Lernertrag bzw. das Können sichtbar machen
- anspruchsvolle Ziele setzen
- an den Vorerfahrungen und dem Vorverständnis und der Kinder anknüpfen
- Zeit für längerfristige Lernprozesse zugestehen
- die Förderorientierung gewichten
- fachliche und überfachliche Lernprozesse beachten



Abb. 2: Lernumgebung Steine

Kompetenzorientiertes Lernen in den Lernarrangements der RDZ

Die Schwerpunktsetzungen im Lehrplan Volksschule bestätigen explizit die bisherige Ausrichtung der Arbeit in den RDZ. Folgende Kernelemente sind für die Lernarrangements in den RDZ wegleitend:

In gestalteten Umgebungen lernen

Im Lehrplan haben gestaltete Lernumgebungen eine zentrale Bedeutung: Wichtig für das Lernen sind «gestaltete Lernumgebungen aus einem strukturierten Angebot an fachbedeutsamen Themen, Aufgaben, Gegenständen, Materialien, Methoden und Arbeitstechniken, Sozialformen und Interaktionsmustern in Abstimmung mit daran zu erwerbenden Kompetenzen. Sie knüpfen ans Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an. ... Inhaltlich attraktive und methodisch durchdachte Aufgaben und Lernaufträge sind die zentralen fachdidaktischen Gestaltungselemente von Lernumgebungen und bilden das Rückgrat guten Unterrichts.» (D-EDK, 2015, Grundlagen, 6–7)

Die RDZ haben eine lange Tradition und grosse Erfahrung darin, attraktive und motivierende Lernangebote in sorgfältig gestalteten Lernumgebungen bereitzustellen. Sie motivieren Volksschulklassen, Studierende und Lehrpersonen zur Auseinandersetzung mit exemplarischen lehrplanrelevanten Themen. Die Lehrpersonen werden in die Lernumgebung eingeführt und erhalten Unterlagen mit einer Vielzahl an Anstössen für die Weiterarbeit mit der Klasse.

Handlungsorientiert und forschend-entdeckend Lernen

In den Lernarrangements des RDZ steht das handlungsorientierte und entdeckende Lernen im Zentrum. In den aufbereiteten Lernumgebungen können Besucherinnen und Besucher im RDZ das Vorwissen aktivieren, sich in eine Thematik eindenken und einfühlen, Erfahrungen machen, Wissen und Können aufbauen. Die Lernbegleiterinnen und Lernbegleiter unterstützen dabei eine forschende und entdeckende Lernhaltung aus Interesse an einer Sache, an einem Problem, an einer Frage und die kontinuierliche Reflexion der Lernerfahrungen.



Abb. 3: Lernumgebung Geschmack

Den Kompetenzaufbau berücksichtigen
 Kompetenzen entwickeln sich über eine längere Zeitdauer. Der Lehrplan formuliert fachliche und überfachliche Kompetenzstufen für die Zyklen 1 (Kindergarten bis 2. Klasse), 2 (3.-6. Klasse) und 3 (Sekundarstufe 1).

Bei den jüngeren Kindern (4 bis 8 Jahre) steht die Entwicklungsorientierung im Vordergrund und ist Spiel der zentrale Lernmodus. In anregenden Spiel- und Lernumgebungen machen die Kinder spielend und eher beiläufig vielfältige Lernerfahrungen. Im Verlauf des ersten Zyklus' verschiebt sich der Schwerpunkt von der

Entwicklungs- hin zur Fach-Orientierung und damit zu den Lehrplanfächern Sprachen, Mathematik, Natur/Mensch/Gesellschaft, Gestalten, Musik, Bewegung und Sport. Dabei tritt das eher systematische Lernen in den Vordergrund.

Die Lernarrangements der RDZ sind meist stufen- bzw. zyklenübergreifend konzipiert, orientieren sich am Kompetenzaufbau und an den im Lehrplan formulierten Kompetenzstufen. Sie zeigen auf, wie über die Altersgruppen hinweg an denselben Kompetenzen und Inhalten gearbeitet werden kann.

Fachliche und überfachliche Kompetenzen aufbauen

Neben den fachlichen sind auch überfachliche «Kompetenzen» (personale, soziale und methodische Kompetenzen) für die erfolgreiche Bewältigung von Aufgaben und Problemstellungen in verschiedenen Lebensbereichen zentral. Die Kinder müssen lernen, über sich und ihr Lernen nachzudenken, kommunikative und kooperative Fähigkeiten zu entwickeln, mit Informationen angemessen umzugehen und Probleme zu lösen. (D-EDK, 2015, Grundlagen S. 11f.) Die Lernarrangements im RDZ legen neben der Auseinandersetzung mit Fachinhalten Wert auf die Auseinandersetzung mit überfachlichen Kompetenzen und die Reflexion von Lernstrategien.



Abb. 4: Lernarrangement «Brücken»

Lernprozessphasen beachten

Bei Lernprozessen können in Anlehnung an Aebli (1983) gemäss dem PADUA-Modell Lernprozessphasen unterschieden werden:

- **(Problemorientierter) Aufbau** von (neuem) Wissen und Können
- **Durcharbeiten** und Verarbeitung des Gelernten
- **Üben**
- **Anwendung**

Bei der Annäherung geht es darum, das Vorwissen und die Interessen der Kinder in Erfahrung zu bringen, um daran anknüpfen zu können. Beim Aufbau werden die Kinder mit neuem Wissen und Können konfrontiert. Das Durcharbeiten zielt auf Verstehen, d.h. auf Sicherung und Verdeutlichung des Gelernten, auf die Verbindung mit Bekanntem. In der Phase des Übens steht das fehlerfreie Beherrschen, die Automatisierung des Könnens und Wissens im Vordergrund. Darauf aufbauend wird das Gelernte in (komplexen) Situationen angewendet, in andere Kontexte übertragen. Lernunterstützung durch Lehrpersonen und Mitschüler/innen, formative Beurteilungen, der Austausch und die Reflexion über das Lernen begleiten die Lernprozessphasen.

Kompetenzorientiertes Lernen braucht Zeit. Durch einen einmaligen Besuch einer Klasse in einer Lernumgebung im RDZ kann kein systematischer Kompetenzaufbau im Sinne von PADUA erfolgen. Das RDZ kann aber eine professionell

vorbereitete und motivierende Lernumgebung mit sorgfältig durchdachten fachbedeutsamen und gehaltvollen Aufgaben bereitstellen, welche den Lernenden ermöglicht, in eine Thematik einzusteigen. Anspruchsvolle Lernsituationen im RDZ können zudem aufzeigen, welche Kompetenzstufen wie weit erreicht sind, an welchen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen in der Schule weiter gearbeitet werden kann und soll.

Die Besuche von Schulklassen in den RDZ erfolgen sehr oft in den ersten Phasen der Auseinandersetzung mit Themen und Inhalten. Der Schwerpunkt des Arbeitens liegt dann in den Lernprozessphasen der Annäherung, des Aufbaus und allenfalls des Durcharbeitens von Inhalten. Es ist meist hilfreich, wenn Lehrpersonen vor dem Besuch mit der Klasse eine erste Annäherung an das Thema machen, Vorwissen und Vorkenntnisse aktivieren. Nach dem Besuch im RDZ wird in der Schule das Erlebte, Gesehene, Gelernte vertieft, geübt und angewendet. Die RDZ stellen Lehrpersonen, Klassen und Studierenden dazu ganze Lernarrangements zur Verfügung, die aufzeigen, wie vor und nach dem Besuch im RDZ an den Kompetenzen und Inhalten gezielt gearbeitet werden kann. Bei vielen Lernumgebungen könnte auch ein zweiter Besuch im RDZ ins Auge gefasst werden, um das Thema in der sehr oft realitätsnahen, komplexen und attraktiven Lernumgebung nochmals aufzugreifen und die erarbeiteten Kompetenzen anzuwenden.

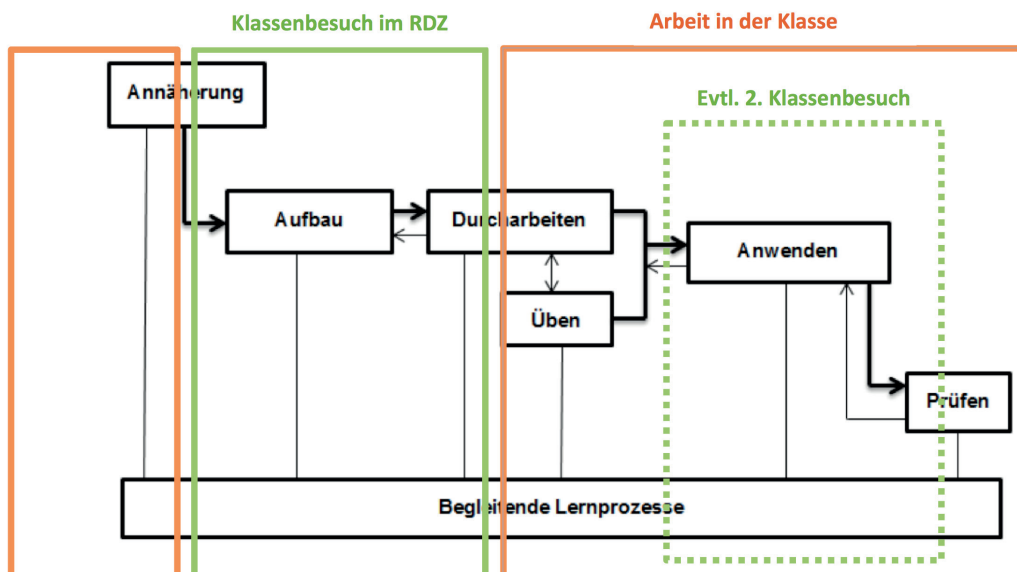


Abb. 4: PHSG Didaktik-Team (2014) Script Didaktik: Planung von Unterricht in Kindergarten, Unter- und Mittelstufe. Internes Papier



Abb. 5: Mit Kraft und Köpfchen

Lernarrangement «Mit Kraft und Köpfchen: Bauen = Lasten bewegen»

Die Menschheit ist seit Urzeiten herausgefordert, Kräfte (z.B. Gewichtskraft, Fliehkraft) zu überwinden oder aber für sich zu nutzen. Auch die Kinder sind von klein auf damit konfrontiert, dass wir Menschen «Kraft» brauchen und dass man Kräfte nutzen kann. Sie heben Sachen hoch und lassen sie fallen. Sie steigen Treppen hinauf und können auf der Rutschbahn oder beim Schlitteln das Hinunterrutschen genießen.

Die Thematik «Mit Kraft und Köpfchen» nimmt physikalische Grunderfahrungen der Menschen auf und beschäftigt sich mit technischen Hilfsmitteln und Lösungen (einfache Maschinen) zur Nutzung von Kräften. Das Lernarrangement

stellt das Thema «Bauen = Lasten bewegen» ins Zentrum und hat drei inhaltliche Schwerpunkte: Die schiefe Ebene, der Hebel und der Seilzug.

Bildungskontext und Lehrplan

Das Leben in einer hochtechnisierten, komplexen und sich schnell verändernden Welt macht deutlich, dass naturwissenschaftliche und technische Bildung als ein Bestandteil der Allgemeinbildung in der frühen Kindheit beginnen und im Kindergartenalter, in der Schule und auch im Erwachsenenalter fortgeführt werden muss. Um in vielen Alltagssituationen handeln zu können, braucht es das Verstehen naturwissenschaftlicher Phänomene und Zusammenhänge und die Einsicht in grundlegende technische Errungenschaften. Frühes naturwissenschaftliches Lernen trägt bei Kindern zu einem besseren Verständnis der Welt bei. Entscheidungen im naturwissenschaftlichen Bereich

Ebene & Schiefe Ebene

Lasten verschieben

.....
Wie kann man eine Last bewegen, verschieben?
Wann rutscht etwas?

Hebel

Lasten anheben

.....
Wie kann man eine Last aus dem Gleichgewicht bringen, hochstemmen?

Seilzug & Kran

Lasten hoch-&runterhieffen

.....
Wie können Lasten Höhen überwinden?

bilden die Grundlage zukünftigen Lebens und sichern so einen hohen Lebensstandard, wenn es gelingt technische, soziale und gesellschaftliche Aspekte zu berücksichtigen und sichern so einen hohen Lebensstandard. (vgl. Neukamm 2012).

der Erfahrungen im Vordergrund. Mit steigenden Kompetenzstufen kommt das Erläutern, Einordnen, Anwenden und im dritten Zyklus das systematische Untersuchen, Nachkonstruieren und Berechnen dazu.

Das Lernarrangement «mit Kraft und Köpfchen» ermöglicht den Lernenden einen erlebnisnahen und handlungsorientierten Zugang in das älteste und grundlegendste Gebiet der Physik, die Mechanik. Beim Besuch im RDZ steht das entdeckungsorientierte, explorierende Erleben, das Erkunden von Phänomenen und die Reflexion

Das Lernarrangement greift zentrale Kompetenzen und Inhalte des Lehrplans auf. In den Zyklen 1 und 2 steht die Arbeit an den Kompetenzen 3.1 und 5.1 im Fachbereich Mensch Natur Gesellschaft (NMG) im Zentrum. Im Zyklus 3 werden die Kompetenzen 5.1 des Fachbereichs Natur und Technik (NT) bearbeitet.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>Die Schülerinnen und Schüler können Erfahrungen mit Bewegungen und Kräften beschreiben und einordnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können Objekte auf verschiedene Arten in Bewegung bringen und über die Unterschiede sprechen. ... können das Phänomen Gleichgewicht ausprobieren, Vermutungen anstellen und diese überprüfen. ... können Wirkungen von Kräften in Alltagssprache beschreiben. ... können verschiedene Hebelwirkungen ausprobieren und Erfahrungen austauschen. | Zyklus 1 / NMG 3.1 |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler können Erfahrungen mit Bewegungen und Kräften beschreiben und einordnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können die Funktionsweise von Hebeln erläutern und im Alltag gezielt anwenden. ... können Zeiten und Strecken messen und darstellen sowie Messgenauigkeiten einschätzen. ... können das Zusammenspiel von Grösse und Richtung von Kräften erkennen und an alltagsnahen Beispielen erläutern. | Zyklus 2 / NMG 3.1 |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler können Alltagsgeräte und technische Anlagen untersuchen und nachkonstruieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können Alltagsgeräte untersuchen und dabei einfache naturwissenschaftliche und technische Prinzipien erkennen und erläutern. ... können zentrale Elemente von Konstruktionen bei Bauten und technischen Geräten und Anlagen entdecken, modellartig nachkonstruieren und darstellen. ... können bei technischen Geräten, Bauten und Anlagen naturwissenschaftliche und technische Prinzipien erkennen, die Funktionsweisen beschreiben und erklären. | Zyklus 2 / NMG 5.1 |
| <p>Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungen und Wirkungen von Kräften analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können Wirkungen von Kräften untersuchen und beschreiben. ... können experimentell zeigen und in Diagrammen darstellen, dass die Gewichtskraft proportional zur Masse ist. ... können Kräfte einordnen und darstellen und können experimentell zeigen, dass bei einfachen Maschinen die benötigten Kräfte verringert werden können. ... können begründen, dass bei einfachen Maschinen die benötigten Kräfte verringert werden können, sich gleichzeitig aber die Strecke, entlang der die Kräfte wirken, verlängert | Zyklus 3 / NT 5.1 |

Abb. 7: Kompetenzübersicht gemäss Lehrplan

Arbeit an weiteren Kompetenzen

Das Arrangement ermöglicht die Arbeit an weiteren Kompetenzen und Kompetenzstufen des Lehrplans.

Technisches Gestalten TTG.1

Die Schülerinnen und Schüler können gestalterische und technische Zusammenhänge an Objekten wahrnehmen und reflektieren.

Sie können u.a. technische Zusammenhänge spielerisch erfahren und beschreiben, erkennen und erklären (Kraftübertragung, Antrieb), Funktionen und Wirkung von Objekten zielgerichtet untersuchen (Zusammenspiel von Funktion, Konstruktion, Gestaltungselementen), technische Zusammenhänge erkennen und erklären...

Technisches Gestalten TTG.2

Die Schülerinnen und Schüler können Funktionen verstehen und eigene Konstruktionen in den Themenfeldern Spiel/Freizeit, ... Bau/Wohnbereich, Mechanik/Transport und Elektrik/Energie entwickeln.

Sie können u.a. Funktionen und Konstruktionen von Spiel und Freizeitobjekten erkennen und für eigene Spielideen nutzen (z.B. Skaterrampe), mit beweglichen Konstruktionen experimentieren (z.B. Kugelbahn), Erfahrungen mit Hebel und Kraftübertragung sammeln, Funktionen und Konstruktionen von Antrieben anwenden, setzen sich mit mechanisch-technischen Grundlagen auseinander und können sie anwenden (Kraftübertragung), kennen Maschinen und Transportmittel und können Funktionsmodelle bauen, kennen



Abb. 6: Alltagshelfer

ausgewählte mechanisch-technische Gesetzmässigkeiten und können diese in Produkten anwenden (z.B. Übersetzung)...

Mathematik MA.3A.2

Die Schülerinnen und Schüler können Grössen schätzen, messen, umwandeln, runden und mit ihnen rechnen.“

Sie können u.a. Längen schätzen, messen und umwandeln...

Mathematik MA.3B.1

Die Schülerinnen und Schüler können zu funktionalen Zusammenhängen Fragen formulieren, diese erforschen sowie Ergebnisse überprüfen und begründen.

Sie können u.a. Beziehungen zwischen Längen und Zeiten überprüfen, zu Beziehungen zwischen Grössen Fragen formulieren, erforschen und funktionale Zusammenhänge überprüfen, Experimente, Messungen und Berechnungen vergleichen, Ergebnisse und Aussagen zu funktionalen Zusammenhängen überprüfen, insbesondere durch Interpretation von Tabellen, Graphen und Diagrammen, Zusammenhänge erforschen, dazu Fragen stellen sowie Ergebnisse vergleichen...

Überfachliche Kompetenzen

In der Arbeit mit dem Thema können zudem verschiedene überfachliche Kompetenzen fokussiert werden.

Personale Kompetenzen:

- Selbstständigkeit: Sich in ungewohnten Situationen zurechtfinden, das eigene Lernen organisieren
- Eigenständigkeit: Argumente abwägen, verständlich vortragen, nach Alternativen suchen...

Soziale Kompetenzen:

- Kooperationsfähigkeit: Mit anderen Menschen zusammenarbeiten

Methodische Kompetenzen:

- Informationen nutzen: Informationen suchen, bewerten, aufbereiten und präsentieren
- Aufgaben/Probleme lösen: Lern- und Arbeitsprozesse planen, durchführen und reflektieren

Fachlicher Hintergrund

Kräfte

Die Wirkung einer Kraft erkennt man daran, dass sich der Bewegungszustand eines Körpers verändert (beschleunigt, verzögert oder die Bewegungsrichtung ändert). Die Kräfte können mit einem Kraftmesser (Newtonmeter / Einheit Newton) gemessen werden.

Für den Zyklus 3 sind zusätzlich folgende Inhalte relevant:

Kräfte haben einen Angriffspunkt. Die Richtung und der Betrag der Kraft werden mit einem Pfeil dargestellt. Je nach Krafteinwirkung sind diese Pfeile länger oder kürzer und haben eine andere Richtung (Pfeildiagramme). Anspruchsvoll ist die Unterscheidung zwischen der (Gewichts-) Kraft (Newton) und Masse (Kilogramm), da in der Alltagssprache die Abgrenzung nicht stattfindet: Ein Newton (1 N) ist die Größe der Kraft um einen ruhenden Körper der Masse 1 kg innerhalb einer Sekunde gleichförmig auf die Geschwindigkeit zu beschleunigen. Diese Grundlagen werden im Zyklus 3 beim Besuch des Lernarrangements vorausgesetzt, damit die anderen Bereiche bearbeitet werden können. Sie können aber durch den Besuch vertieft werden. Informationen dazu findet man im Blog.

Schiefe Ebene

Die schiefe Ebene ist eine Fläche, bei der ein Ende höher liegt als das andere. Man findet schiefe Ebenen bei Gebirgsstrassen, bei Rampen, Treppenaufgängen, Sprungschancen, im Fun-Park usw.



Abb. 8: Schiefe Ebene

Von Alltagserfahrungen wissen auch Kinder, dass sowohl beim Hinauf wie beim Hinunter auf der schiefen Ebene verschiedene Kräfte wirken. Sie haben beim Schlitteln und Skifahren ausprobiert, wie sie am weitesten fahren/rutschen können. Sie haben mit Wachs die Gleitfähigkeit erhöht bzw. die Reibung reduziert. Es besteht also viel intuitives Wissen auch über Materialien. (Beispiele: Es kommt auf die Neigung der schiefen Ebene, d.h. den Neigungswinkel an. Die beteiligten Materialien sowohl beim Untergrund wie bei den darauf liegenden bzw. sich bewegenden Gegenständen beeinflussen die Gleitfähigkeit oder eben die Reibung).

Beim genaueren Hinschauen und Nachdenken aber stellen sich viele Fragen, die zum Erforschen und Bearbeiten herausfordern:

- Rutschen schwere Gegenstände auf der schiefen Ebene schneller oder weniger schnell als leichte?
- Welche Auswirkungen hat die Steigung / Neigung der schiefen Ebene? Welches ist die optimale Steilheit, ein optimaler Neigungswinkel, um z.B. für eine Rollstuhlfahrerin den Aufstieg zu ermöglichen? Wie kann eine möglichst kleine Reibung erzielt werden? Wie verändert sich der Hangabtrieb im Verhältnis zum Neigungswinkel?
- Welche Materialien haben eine besonders kleine beziehungsweise grosse Reibung? Wie kann man die Gleitfähigkeit verstärken bzw. die Reibung verringern?

Die schiefe Ebene ist eine ganz einfache «Maschine» im Dienst des Menschen. Sie wird als Hilfsmittel gezielt eingesetzt, z.B. als Keil oder beim Transport von Waren um Höhenunterschiede zu überwinden (historisch z.B. beim Bau der Pyramiden).

Bei Rampen im öffentlichen Bereich gelten 6% Steigung als geeignet für Selbstfahrer/innen mit Rollstühlen, wobei die Steigung so berechnet wird: Höhenunterschied geteilt durch die horizontale Distanz (nicht Rampenlänge).

Physikalisch wirken bei der schiefen Ebene verschiedene recht komplexe Kräfte: Die Gewichtskraft eines Körpers, der Hangabtrieb, die Rei-

bung, der Neigungswinkel der schiefen Ebene (vgl. Neukamm, H. 2012, 111f.). Gemäss Lehrplanvorgaben müssen diese in der Volksschule nicht berechnet werden.

Hebel

Schon immer haben die Menschen Hilfsmittel erfunden, um Kräfte zu «verstärken». Im Alltag erleben die Kinder sehr häufig den Einsatz eines Hebels und nutzen diesen: Nussknacker, Schraubenschlüssel, Hammer, Schubkarren helfen den Krafteinsatz zu minimieren bzw. zu vergrössern. Ein Hebel ist ein Körper, der sich um einen (Angel-) Drehpunkt bewegen lässt. Beim zweiseitigen Hebel liegt der Drehpunkt zwischen den beiden Hebelarmen (z.B. Wippe), beim einseitigen am Ende des Kraftarms (z.B. Flaschenöffner).

In der Technik werden Hebel durch ihre drei Komponenten beschrieben:

- Lastarm: Die Seite der Last (z.B. zu bewegende Kiste)
- Kraftarm: Die Seite der Kraft
- Drehpunkt: Der Punkt, um den sich der Hebel drehen kann

Vereinfacht lautet das Hebelgesetz:

«Kraft mal Kraftarm ist gleich Last mal Lastarm»

Wenn man von zwei angreifenden Armen ausgeht, kann man das Hebelgesetz als Formel schreiben: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, wobei F jeweils für die Kraft steht und l für die Länge des Last- bzw. Kraftarms.

Bei einem einseitigen Hebel fallen Lastarm und Kraftarm zusammen, da der Drehpunkt sich an einem Ende des Hebels befindet. Das Hebelgesetz gilt sowohl für zweiseitige als auch für einseitige Hebel.

Seilzug / Flaschenzug / Kran

Im Alltag begegnen uns eine Vielzahl technische Errungenschaften, die uns die Arbeit beim Anheben oder Senken von schweren Lasten erleichtern sollen: Umlenkrollen, Seilwinden, Wagenheber, Kran.

Eine einfache Maschine zum Heben von Lasten ist der Seilzug. Er dient auch der Übertragung von Kräften (Seiltransmission). Ein Seilzug besteht aus

einem Zugseil, aus festen und eventuell bewegliche Rollen.

Ein Flaschenzug ist ein Seilzug mit mehreren beweglichen Rollen. Er verringert durch seine Konstruktion die aufzuwendende Kraft. Wie stark die aufzuwendende Kraft ist, hängt von der Anzahl der tragenden Seile ab. Je mehr tragende Seile es gibt, desto geringer ist die aufzuwendende Kraft, aber desto mehr Seillänge muss für eine bestimmte Hubhöhe gezogen werden.

Die Gewichtskraft G wird aufgeteilt auf 6 Zugkräfte F (bei Vernachlässigung der Rollengewichte). (Abb. aus www.leifiphysik.de/mechanik/einfache-maschinen, 13.07.2016)

Dabei wird die Goldene Regel der Mechanik, der Energieerhaltungssatz nachvollziehbar. Galileo Galilei formulierte sie 1594: «Was man an Kraft spart, muss man an Weg zusetzen.» Bei Kraftwandlern (Hebel, Flaschenzug, schiefe Ebene) versucht man eine aufzubringende Kraft (z.B. die Gewichtskraft zum Anheben eines Gegenstandes) durch eine kleinere zu ersetzen. In einfachen Beispielen (die Kraft wirkt genau in die Richtung der Bewegung des Körpers, Vernachlässigung der Reibungsverluste) lässt sich die aufgewendete Arbeit W , als Produkt aus Kraft F und Weg s berechnen: $W = F \cdot l \cdot s$. In Worten: «Arbeit ist Kraft mal Weg».

Bei gleicher Arbeit wird also bei kleinerer Kraft der Weg größer, und bei größerer Kraft der Weg kleiner.

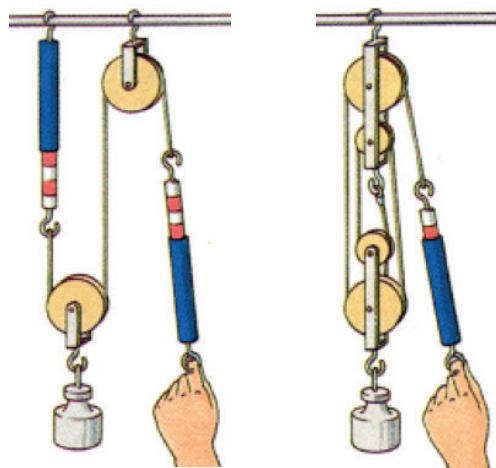


Abb. 9: Flaschenzug

Lernarrangement «Mit Kraft und Köpfchen»

Die gestaltete Lernumgebung im RDZ Rorschach fokussiert anhand des Themas «Bauen» die drei Lernbereiche «Schiefe Ebene», «Hebel» und «Seilzug/Kran». Die Besucher/innen erhalten bei der Begrüßung Bauhelme und werden (falls witterungsbedingt möglich) im Innenhof mit einer Problemstellung konfrontiert: Auf der «Baustelle» gilt es Lasten mit verschiedenen Hilfsmitteln zu bewegen und an einer «Mauer» möglichst kräftesparend weiterzubauen. Dabei müssen Lasten zum Bauplatz transportiert und dabei Höhenunterschiede überwunden werden. Am Schluss des Besuchs wird die Problemstellung übrigens nochmals aufgegriffen und so das Gelernte überprüft. Nach der handlungsorientierten Aktivierung der Vorkenntnisse und Vorerfahrungen vertiefen sich die Lernenden in die drei Lernbereiche:

Schiefe Ebene

Die Auseinandersetzung mit diesem Lernbereich erfolgt durch zwei Aufgabenstellungen:

- Erkunden der Grundparameter der Schiefen Ebene: Neigung / Steigung, Untergrund, Gegenstand: Unterschiedliche Gegenstände können auf unterschiedlichen Untergründen auf verschiedene Höhen raufgezogen bzw. von diesen „runtergelassen“ werden. Die Besucher/innen formulieren Hypothesen wie: Welcher Gegenstand rutscht auf welchem Untergrund am besten? Wie verändert die Neigung / Steigung der Schiefen Ebene das Rutschverhalten? usw. Die jüngeren Kinder werden in ers-

ter Linie experimentieren und ausprobieren, die älteren setzen sich mit Hilfe von Kraftmessern systematischer und gezielter mit den Phänomenen auseinander.

- Eine wichtige Anwendung der Schiefen Ebene sind Rampen. Am Beispiel von verschiedenen steilen Rampen erkunden die Lernenden die optimale Steigung für Rollstuhlfahrer/innen. Erprobt wird, wie steil eine Rampe sein kann, damit man diese mit einem Rollstuhl selbstständig überwinden kann. Anschließend werden die Überlegungen mit den Bauvorschriften verglichen.

Hebel

Im Lernbereich «Hebel» stehen verschiedene Posten zur Auseinandersetzung mit den Phänomenen einarmige und zweiarmige Hebel bereit:

- Anheben eines Baustamms mit Brett und Keil bzw. mit einem Zapi (Stammwender), wie er beim Holzen verwendet wird
- Untersuchen von «Alltagshelfern» unter der Perspektive Hebelwirkungen (Hammer, Zangen, Stemmeisen, Baumscheren, Schubkarren...)
- Erkunden des Phänomens Gleichgewicht bzw. Hebelgesetz mit Hilfe einer Schaukel bzw. einer großen Balkenwaage

Seilzug/Kran

Dieser Lernbereich hat zwei Schwerpunkte:

- Seilzug: Die Besucherinnen und Besucher hieven Lasten mit Umlenkrollen und verschiedenen Seilzügen in die Höhe und erfahren praktisch, dass sich mit der Verringerung der Kraftanstrengung die Länge des Seils verändert. Sie können sitzend auf einem Stuhl sich selber mit Hilfe des Seilzugs in die Höhe ziehen.
- Kran: Es stehen verschiedene Krane bereit, an denen die Funktionsweise und die Lasten- bzw. Kraftverteilung erprobt und studiert werden können. Warum kippt ein Kran (nicht)? Wie kann ein schwacher Motor so grosse Lasten emporheben? usw.

Die Lernbereiche sind so aufbereitet, dass Kinder und Jugendliche unterschiedlichen Alters und mit unterschiedlichen Kompetenzen angeregt und herausgefordert werden. Für die Sekundarstufe, die sich intensiver mit Kräfteberechnungen auseinandersetzt, steht ein zusätzlicher Lernbereich bereit:



Abb. 10: Rollbretter-Seilziehen

«Kraft und Kräfte» (Vertiefung für die Sekundarstufe)

Wir gehen davon aus, dass auf der Sekundarstufe die zentralsten Grundlagen zum Thema «Kraft – Kräfte» vor dem Besuch im RDZ bearbeitet worden sind. Es geht dabei um den physikalischen Kraftbegriff, die verschiedenen Kräfte und ihre Wirkungen, Darstellung der Kräfte (Kraftpfeile), die Unterscheidung von Masse und Gewichtskraft. Zu diesen Inhalten stehen im Blog verschiedene Unterlagen zur Verfügung. Die im RDZ bereitgestellten Experimente helfen, diese Vorkenntnisse noch zu sichern und zu vertiefen.



Abb. 11: Schwere Lasten transportieren

Besuch im RDZ

Informationen zu Besuchsmöglichkeiten erhalten Sie auf der Homepage <http://www.phsg.ch/rdz>, auf dem Blog <http://blogs.phsg.ch/rdz-kraft/> oder im Sekretariat des RDZ Rorschach rdzrorschach@phsg.ch. Bei Klassenbesuchen ist der vorgängige Besuch einer Einführungsveranstaltung obligatorisch. Darauf erfolgen Absprachen zwischen der Lernberatungsperson im RDZ und der Lehrperson über die konkrete Ausgestaltung des Besuchs. Der Besuch im RDZ orientiert sich für die Lernenden aller Zyklen am folgenden Grundmuster, welches inhaltlich den Kompetenzen der Besucher/innen angepasst wird:

1. Problemkonfrontation am Beispiel der «Baustelle» im Innenhof
2. Vertiefende Auseinandersetzung in den Lernbereichen «Schiefe Ebene», «Hebel», «Seilzug/Kran» in Gruppen
3. Reflexion und Anwendung am Beispiel ‚Baustelle‘ im Innenhof

Für einen Klassenbesuch sind mindestens 2 1/2 h einzurechnen (inkl. Pause). Es braucht neben der verantwortlichen Lehrperson zumindest eine weitere Begleitperson bei den Grösseren, mindestens zwei Begleitpersonen im Zyklus 1. Wichtige Informationen und Unterlagen zum Thema und zum Besuch sind in einem Blog bereitgestellt: <http://blogs.phsg.ch/rdz-kraft/>. Teile des Blogs sind aus urheberrechtlichen Gründen passwortgeschützt. Das Passwort erhalten die Teilnehmenden an den Einführungskursen. Eine inhaltliche Vorbereitung auf den Besuch ist für Zyklus 1 und 2 nicht zwingend nötig. Im Blog stehen aber Anregungen zur Verfügung. In Zyklus 3 sollte die Einführung in die Grundbegriffe vor dem Besuch erfolgt sein (siehe oben / Blog). Um nachhaltiges Lernen sicherzustellen, bedarf es der Reflexion der Erfahrungen beim Besuch, einer vertiefenden Auseinandersetzung, der Übung und des Anwendens im nachfolgenden Unterricht. Auch dazu sind Anregungen und Unterlagen im Blog bereitgestellt.

Literaturverzeichnis

- Neukamm, H. (2012). Elementarpädagogik bei Kindern im Alter von 5 bis 6 Jahren. Berlin: Logos
- PHSG Didaktik-Team (2014). Skript Didaktik: Planung von Unterricht im Kindergarten, Unter- und Mittelstufe. Internes Papier
- Deutschschweizer Erziehungskonferenz D-EDK (2015). Lehrplan 21. Grundlagen. Luzern
- Aebli, H.(1983). Zwölf Grundformen des Lernens. Stuttgart: Klett-Cotta

A screenshot of the PHSG St. Gallen website. The header shows the logo 'PHSG Pädagogische Hochschule St. Gallen' and a navigation menu with 'STARTSEITE', 'EINFÜHRUNG', 'KOMPETENZEN', 'LERNARRANGEMENT', 'VERTIEFUNGEN', and 'INTERN'. The main content area has a green background with the title 'Mit Kraft und Köpfchen' and subtitle 'Lernarrangement RDZ Rorschach'. Below this is a 'Home' section with the title 'Mit Kraft und Köpfchen' and a paragraph of text: 'Mit Angeboten für alle 3 Zyklen kann das Thema Kraft im physikalischen Sinn kompetenzorientiert bearbeitet werden. Wobin erkenne ich die Kraft? Wie kann ich sie messen? Wie funktionieren einfache Maschinen? Wie lassen sich Kräfte darstellen und berechnen?'. Below the text is a small image of a globe and a crane.

Abb. 12: «Mit Kraft und Köpfchen»: <http://blogs.phsg.ch/rdz-kraft/>



RDZ Rorschach

Stella Maris, Müller-Friedberg-Strasse 34

9400 Rorschach

Telefon +41 71 858 71 63

rdzrorschach@phsg.ch, www.phsg.ch/rdz