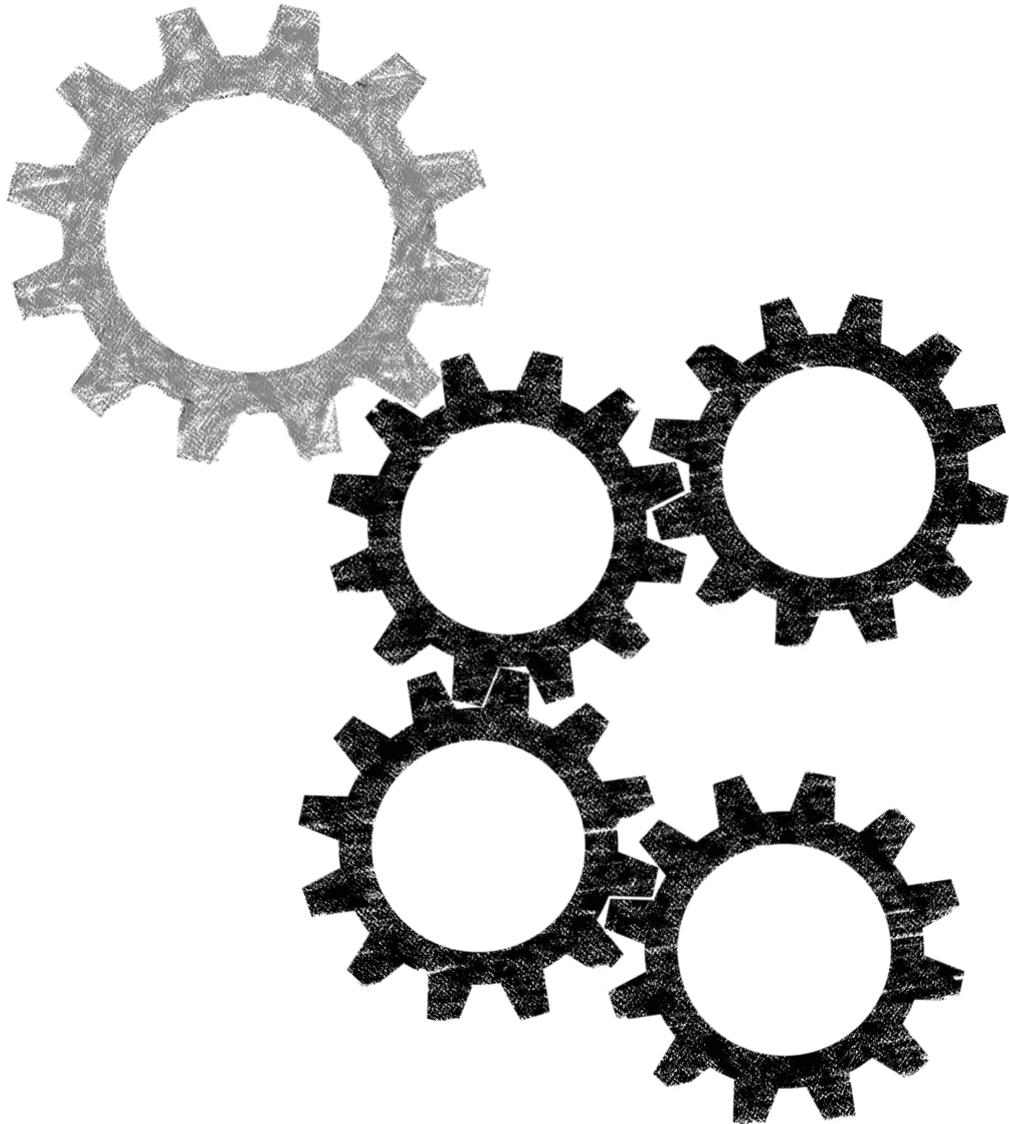


## „Mechanik: Arbeit schafft’s“

Naturwissenschaftlich-technische Umweltbildung im HELLEUM

Ein Workshop zum Thema: Mechanik

# HANDREICHUNG



# Inhaltsverzeichnis

1 Frühe MINT-Bildung im Kinderforscher*zentrum HELLEUM .....	1
2 Workshopthema: „Arbeit schafft’s“ im Themenbereich Mechanik .....	4
3 Sachbezug zum Thema .....	5
3.1 Klärung der Begriffe Masse, Gewichtskraft und Reibung.....	5
3.2 Kraftumformende Einrichtungen .....	5
3.2.1 Hebel.....	5
3.2.2 Rollen .....	6
3.2.3 Flaschenzüge .....	6
3.2.4 Geneigte Ebene .....	7
3.2.5 Zahnräder .....	7
4 Bezüge zum Berliner Rahmenlehrplan .....	9
5 Bezüge zu BNE und Berliner Bildungsplänen.....	12
5.1 Bezüge zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) .....	13
5.2 Bezüge zum Berliner Bildungsprogramm.....	14
6 Beschreibung der Lernumgebung .....	16
6.1 Nussknacker .....	16
6.2 Laufwippe.....	19
6.3 Katapulte .....	22
6.4 Rolle und Flaschenzug.....	25
6.5 Geneigte Ebene .....	27
6.6 Zahnräder .....	29
7 Literaturverzeichnis .....	32
Impressum:.....	34



Hartmut Wedekind

„Die konzepttragende Idee und zugleich auch ein Hauptziel des Kinderforscher\*zentrums HELLEUM besteht darin, die Idee des forschenden und entdeckenden Lernens im Bereich der frühen mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung im Kontext der Lernwerkstattarbeit für Kinder und sie begleitende Erwachsene transparent zu machen und dazu beizutragen, dass diese sich sukzessive in den Einrichtungen des Bezirks und darüber hinaus verbreitet.“<sup>1</sup>

In einer vorbereiteten Lernumgebung zu mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Themen erhalten die Kinder die Möglichkeit, in Interaktion mit Dingen und Sachverhalten, begleitet durch professionell handelnde Lernbegleiter\*innen, eigenen Ideen und Fragen explorierend und entdeckend nachzugehen und sie so weit wie möglich zu verstehen.

Die vorbereiteten Lernumgebungen „... sind so konzipiert, dass sie entsprechend der unterschiedlichen Bedürfnisse, Motive, Erfahrungen, Kenntnisse und Interessen der Kinder jedem Kind einen individuellen barrierefreien Zugang zum jeweiligen Thema ermöglichen. Deshalb versteht sich das HELLEUM als ein außerschulischer inklusiver Bildungsort, der für jedes Kind ein Bildungsangebot mit Bildungsinhalten vorhält, die für Kinder individuelle Bedeutung haben und zugleich sinnvoll und auch sinnstiftend sind.“<sup>2</sup> Die Stationen in den Lernumgebungen enthalten keine Instruktionen in Form von Arbeitsanweisungen. Vor allem Dinge aus dem

täglichen Gebrauch spielen im Konzept des Kinderforscher\*zentrums eine außerordentliche große Rolle und werden im Sinne von Käte Meyer-Drawe/Klaus Stieve (2003) „Der Appell der Dinge“<sup>3</sup> bewusst arrangiert.

Mit der Konzentration auf die vorbereiteten Lernumgebungen sind es nicht vorrangig die Lernbegleiter\*innen, die den Kindern Impulse für ihr Handeln geben, sondern die Dinge und Sachverhalte selbst, die auffordern, sie im doppelten Sinne des Wortes zu begreifen. So wird den Kindern ermöglicht, ihre eigenen Ideen und Fragen in Bezug auf die vorgefundenen Sachverhalte und Dinge zu entwickeln. Wir sprechen in diesem Zusammenhang von einer Ermöglichungsdidaktik, die Kindern große Freiräume für ihr eigenes forschendes Tun bietet und damit zugleich sehr offene Bildungsräume für jedes einzelne Kind schafft.

Bildung im Sinne von Humboldt bedeutet „die Verknüpfung des Ichs mit der Welt“<sup>4</sup>. Frühe naturwissenschaftliche Bildung kann und sollte dazu beitragen, diese Verknüpfung mit Freude und Vergnügen nachhaltig herzustellen und sich ihr in einer Kultur des Neugierigseins und Zweifelns sinnlich und ästhetisch zu nähern. Staunen und Verwundertsein rufen bei den Kindern eine innere, produktive Unruhe hervor. Aus dem Wunsch heraus die wundersamen Phänomene zu begreifen, fangen sie an, sich diesen explorierend zu nähern.

<sup>1</sup> Wedekind, H. / Theisselmann, O. (2020, S.26)

<sup>2</sup> Theisselmann, O. / Wedekind, H. (2015, S. 71) / Wedekind (2011, S. 10)

<sup>3</sup> Meyer-Drawe, K. (2003, S.7)

<sup>4</sup> von Humboldt, W. (1980, S. 235)

# 1 Frühe MINT-Bildung im Kinderforscher\*zentrum HELLEUM

Kinder gehen diese ersten Schritte des Erkundens und Erforschens, wenn die gewohnte Ordnung, die Regelmäßigkeit, derer sie sich bisher im Umgang mit den Dingen versichern durften und aus denen sie das essentielle Vertrauen zur natürlichen Welt gewinnen konnten, gestört wird. Diese Unruhe, das Staunen oder Verwundertsein wirken motivierend und lösen Prozesse des individuellen Forschens aus, in denen beobachtet, wiederholt, verglichen, vermutet und auch planmäßig verändert wird.<sup>5</sup> Dieses Tun der Kinder wird getragen und angetrieben von der Hoffnung, ‚dahinter zu kommen‘, das Irritierende zu verstehen. Das ‚Verstehenwollen‘ ist dabei die Triebfeder ‚forschenden‘ Handelns von Kindern. Erwachsene werden oft von diesem scheinbar unsystematischen, planlosen und chaotisch erscheinenden Handeln überrascht. Dabei denken Kinder, sich selbst überlassen, „immer von der Sache aus, ihrer Sache, der Sache, die sie antreibt“<sup>6</sup>. „Von der Sache aus denken“ entspricht einem wesentlichen pädagogischen Arbeitsprinzip im HELLEUM, nach dem die Lernumgebungen im Kontext von Lernwerkstattarbeit konzipiert und gestaltet werden. Der oft in der Literatur favorisierte Forscherkreis<sup>7</sup> geht von einer ‚Frage an die Natur‘ als Ausgangspunkt des Forschens aus. Im HELLEUM folgen wir dieser Idee nur bedingt. Für uns ist es die unbeeinflusste sinnliche Begegnung der Kinder mit Dingen und Sachverhalten, die sie in einer vorbereiteten Lernumgebung spielerisch explorierend erkunden, um danach oder dabei

erste Ideen und eventuell Fragen zu finden, denen sie nachgehen möchten.

Nach umfangreichen Beobachtungen und der Durchführung von zwei Forschungsprojekten<sup>8</sup> werden im Kinderforscher\*zentrum Angebote zu unterschiedlichen mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Themen nach einem konkreten methodischen Vorgehen realisiert. Dieses methodische Vorgehen wird durch den folgenden Forscherkreis gekennzeichnet.

Nach einer kurzen Orientierung im Raum und einem anschließenden Begrüßungskreis gehen die Kinder scheinbar ziellos zu den Exponaten/Materialien und beginnen mit ihnen zu spielen und sie explorierend zu erkunden. Dieses scheinbar beliebige Hantieren mit Sachen und Erkunden von Sachverhalten führt, durch Momente des Verwundertseins, bei den Kindern zu einem intensiveren Explorieren. Zu beobachten ist dabei, dass im Prozess des Hantierens und ‚dahinter kommen Wollens‘ Ideen und erste Vermutungen entstehen, denen sie, immer systematischer werdend, forschend nachgehen. Zusätzliches Material wird zusammengetragen und auf seine Tauglichkeit für den folgenden Versuch getestet. Während des Versuchs sind die Kinder hoch konzentriert. Sie beobachten und besprechen ihr Tun sehr genau, bis sie zu einem vorläufigen Ergebnis kommen, das entweder ihre Vermutung bestätigt oder in Frage stellt.

<sup>5</sup> vgl. Wagenschein, M (2009, S.47)

<sup>6</sup> Wagenschein, M. (2009, S.47)

<sup>7</sup> vgl. Ramseger, J. (2009), Marquardt-Mau (2004, S.37)

<sup>8</sup> „Naturwissenschaftliches Lernen im Kontext von Lernwerkstattarbeit-physikalische Experimente in Schule, Kita und Freizeit für den Berliner Kiez“ (IFAF-Projekt 2010-2012) Leitung: Prof.

Dr. Wedekind; Prof. Dr. Nentwig Gesemann (ASH\_Berlin)

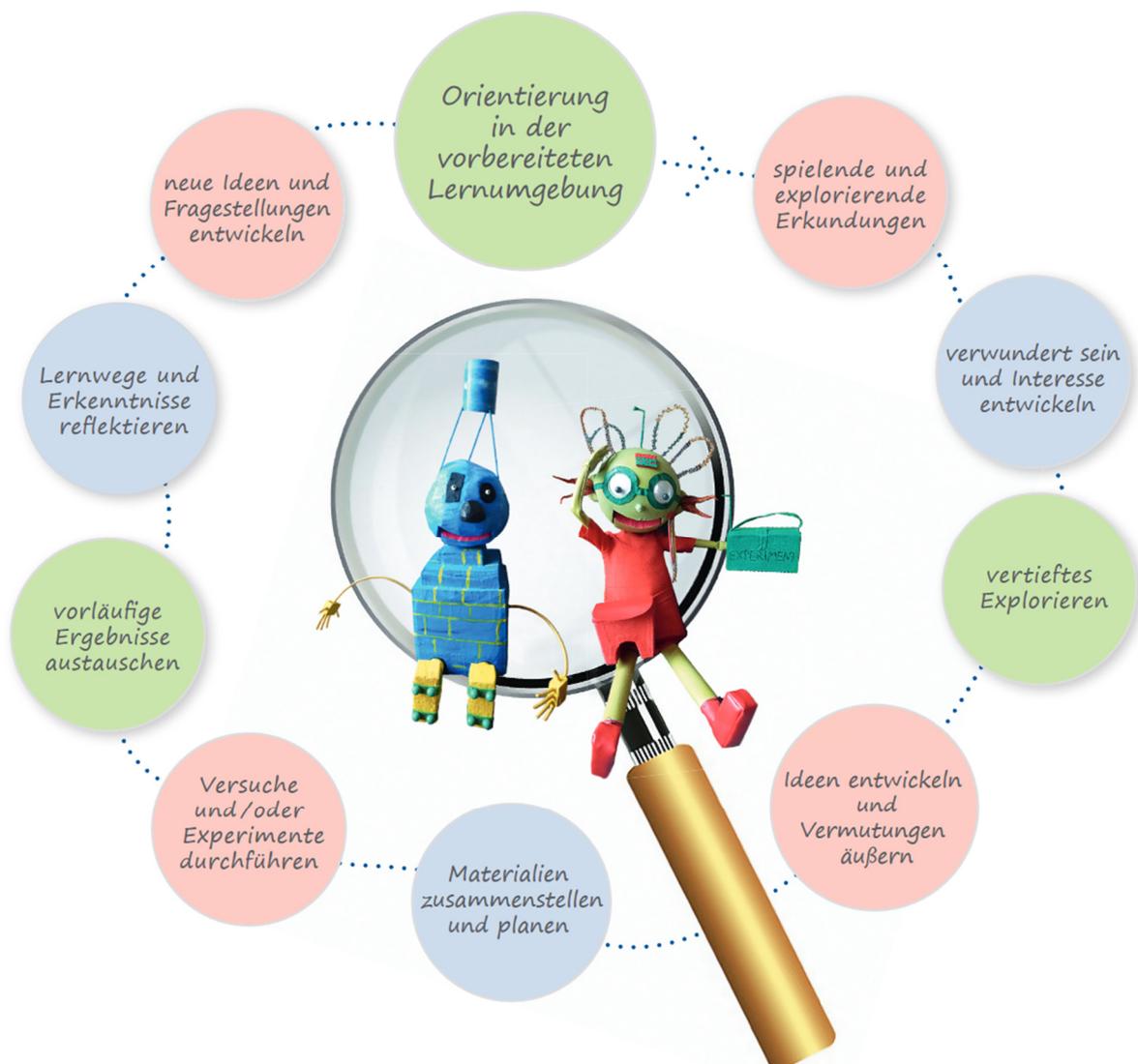
„NaWiLT- Naturwissenschaftliches Lernen im Kinderforscherzentrum HELLEUM- Transferwirkung in die Region“ IFAF-Projekt 2012-14 (Leitung Prof. Dr. Wedekind (ASH- Berlin); Prof. Dr. Nettke (HTW-Berlin)

# 1 Frühe MINT-Bildung im Kinderforscher\*zentrum HELLEUM

Der Austausch über die gefundenen Ergebnisse erfolgt in der Regel unter den Kindern, die am konkreten Versuch beteiligt waren. Einen vorläufigen Abschluss erfährt der intensive Forschungsprozess in einer gemeinsamen Reflexion der vorläufigen Ergebnisse in den Peers.

Untersuchungen haben ergeben, dass in dieser Phase das intensivste Lernen der Kinder erfolgt. Einen vorläufigen Abschluss erfährt der intensive Forschungsprozess in einer gemeinsamen Abschlussrunde, in der die gewonnenen Erkenntnisse vorgestellt und

besprochen werden. Natürlich werden die Kinder in den beschriebenen Phasen durch professionelle Lernbegleiter\*innen betreut, die flankierend durch Ermutigungen, Impulse und gemeinsames Reflektieren bereichern. Im Dialog zwischen Kind und Erwachsenen werden das gegenseitige Verstehen erleichtert und damit gute Voraussetzungen dafür geschaffen, die ‚Verknüpfung des kindlichen Ich’s mit der Welt‘ im Sinne des Bildungsverständnisses von Humboldt kindgerecht professionell zu begleiten.



## 2 Workshopthema: „Arbeit schafft’s“ im Themenbereich Mechanik

*„Gebt mir einen Hebel, der lang genug, und einen Angelpunkt, der stark genug ist, dann kann ich die Welt mit einer Hand bewegen.“  
Archimedes (287-212 v. Chr.)*

Wie das Zitat von Archimedes deutlich macht, haben sich die Menschen mit der Mechanik und deren Gesetzmäßigkeiten schon immer beschäftigt.

Mechanik ist die Wissenschaft von der Bewegung der Körper unter dem Einfluss äußerer Kräfte oder Wechselwirkungen (vgl. <https://www.duden.de/rechtschreibung/Mechanik>, abgerufen am 21.4.2020). Wenngleich diese Definition recht abstrakt erscheint, findet „Mechanik“ in allen Bereichen des täglichen Lebens fortwährend statt, zum Beispiel beim Wippen, Schaukeln oder Balancieren auf dem Spielplatz und sogar beim täglichen Nutzen von Essbesteck, beim Öffnen von Schraubverschlüssen, Kronkorken und selbst dann, wenn Kinder beobachten, wie ihre Eltern mit einem Korkenzieher die Weinflaschen öffnen. Auch das Heben und Werfen von Gegenständen, Fahren mit Roller oder Fahrrad, Klettern und Laufen sind Aktivitäten der Kinder, bei denen sie Erfahrungen mit Kräften und Wechselwirkungen zwischen Körpern bzw. Gegenständen machen.

Mit dem Workshop „Arbeit schafft’s“ bekommen Kinder die Möglichkeit, ihre vielfältigen Erfahrungen bewusst zu reflektieren und ihr Wissen zu diesem Thema zu erweitern. Sie können im Workshop viele Erfahrungen sammeln, diese auch mit schon Bekanntem vergleichen, und sich dabei mit unterschiedlichen Aspekten der Mechanik auseinandersetzen. Die Materialien und Stationen des Workshops regen zu einer problemlösenden Phänomenerkundung an und wecken den Forschergeist und die Neugier der Kinder.

Außerdem werden die Kinder angeregt, elementare Methoden des naturwissenschaftlichen Arbeitens zu nutzen. Duit, R., Gropengießer, H. und Stäudel, L. (2004) formulieren grundlegende Prinzipien naturwissenschaftlichen Arbeitens so: Beobachten und Messen, Vergleichen und Ordnen, Erkunden und Experimentieren, Modellieren und Mathematisieren, Recherchieren und Kommunizieren<sup>9</sup>. Während des Workshops nutzen die Kinder entsprechend ihrem Entwicklungsstand viele dieser Arbeitsmethoden. Ein wesentliches Ziel des Workshops besteht darin, den Kindern zu ermöglichen, ihre vielfältigen Erfahrungen zu reflektieren und damit die wesentlichen Gesetzmäßigkeiten der Mechanik entsprechend ihrem Alter zu verstehen und im täglichen Leben bewusst anzuwenden.

---

<sup>9</sup> Duit, R.; Gropengießer, H.; Stäudel, L. (Hrsg.); (2004)  
Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5 – 10

# 3 Sachbezug zum Thema

Im Zentrum des Workshops steht die **Goldene Regel der Mechanik**. Diese wurde vor ca. 400 Jahren vom italienischen Naturwissenschaftler Galileo Galilei formuliert und sagt aus:

**Was man an Kraft spart, muss man an Weg zusetzen bzw. was man an Weg spart, muss man an Kraft zusetzen.**

## 3.1 Klärung der Begriffe Masse, Gewichtskraft und Reibung

**Masse:** Sie gibt an, wie schwer und wie träge ein Körper ist.

Formelzeichen:  $m$

Einheit: 1 Kilogramm (1 kg)

**Gewichtskraft:** Sie gibt an, mit welcher Kraft ein Körper auf eine ruhende, waagerechte Unterlage drückt oder an einer Aufhängung zieht.

Formelzeichen:  $F_G$

Einheit: 1 Newton (1 N)

Berechnung:  $F_G = m \cdot g$  ( $g$  = Fallbeschleunigung)

**Reibung:** Zwischen Körpern, die aufeinander haften, gleiten oder rollen, wirken Reibungskräfte, die der Bewegung entgegenwirken. Es wird entsprechend zwischen Haftreibung, Gleitreibung und Rollreibung unterschieden. Die wesentliche Ursache liegt in der Oberflächenbeschaffenheit der Körper.

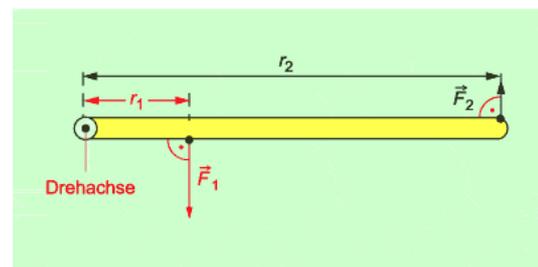
## 3.2 Kraftumformende Einrichtungen

Kraftumformende Einrichtungen sind einfache Anlagen, mit deren Hilfe man den Betrag oder die Richtung von Kräften oder beides verändern kann. Dazu gehören verschiedene Arten von Hebeln (ein- und zweiseitige), Rollen und Flaschenzüge sowie die geneigte Ebene.

### 3.2.1 Hebel

Hebel dienen dazu, mit geringem Kraftaufwand größere Kräfte wirken zu lassen. Sie werden zum Beispiel bei Brechstangen, Scheren, Schraubenschlüsseln, Flaschenöffnern, Türklinken, Waagen oder Wippen genutzt. Wie bei allen kraftumformenden Einrichtungen wird auch bei der Verwendung von Hebeln keine mechanische Arbeit gespart, sondern lediglich die notwendige Kraft zum Bewegen oder Heben eines Gegenstandes verringert, wobei sich der zurückzulegende Weg vergrößert.

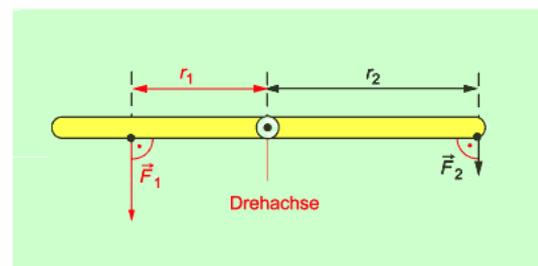
#### Einseitiger Hebel:



Quelle: Meyer, L.; Schmidt, G.-D.; (2001), S. 97

Beispiele: Nussknacker, Schraubenschlüssel, Brechstange, Türklinke

#### Zweiseitiger Hebel:



Quelle: Meyer, L.; Schmidt, G.-D.; (2001), S. 97

Beispiele: Schere, Wippe, Balkenwaage

Für Hebel im Gleichgewicht gilt im reibungsfreien Fall unter der Bedingung, dass die Kraft senkrecht zum Kraftarm angreift:  $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$  ( $F_1$ ,  $F_2$  sind die wirkenden Kräfte,  $r_1$ ,  $r_2$  die entsprechenden Kraftarme)

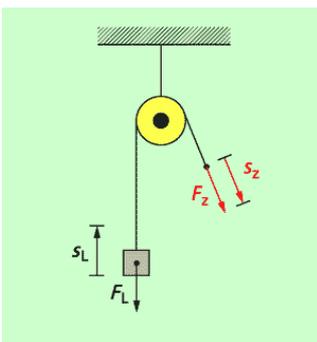
# 3 Sachbezug zum Thema

## 3.2.2 Rollen

Rollen werden zum Umlenken, bei Aufzügen, Kranen und als Spannvorrichtungen für Fahrdrähte verwendet. Es gibt feste und lose Rollen.

### Feste Rolle

Bei einer festen Rolle ändert sich der Ort der Drehachse nicht, die Richtung der Kraft schon. Man spricht deshalb auch von Umlenkrollen. Die erforderliche Zugkraft ist genauso groß wie die Gewichtskraft der Last. Auch Zugweg und Lastweg sind gleich groß. Für eine feste Rolle im Gleichgewicht gilt bei Vernachlässigung der Reibung:



$$F_Z = F_L$$

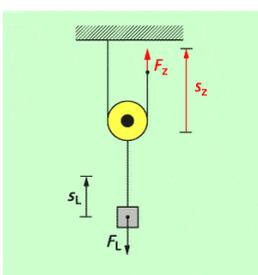
$$s_Z = s_L$$

F Kraft  
s Weg

Quelle: Meyer, L.; Schmidt, G.-D.; (2001), S. 100

### Lose Rolle

Bei einer losen Rolle ändert sich der Ort der Drehachse. Der Betrag der aufzuwendenden Kraft verkleinert sich. Die Kraft durch die Last verteilt sich auf zwei Seile. Der Zugweg vergrößert sich dagegen auf das Doppelte. Für eine lose Rolle im Gleichgewicht gilt bei Vernachlässigung der Reibung sowie der Gewichtskräfte von Rolle und Seil:



$$F_Z = \frac{1}{2} \cdot F_L$$

$$s_Z = 2 \cdot s_L$$

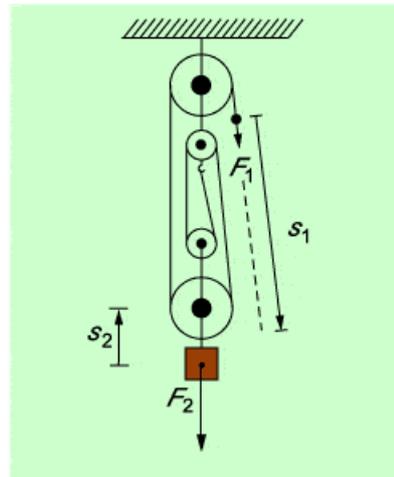
F Kraft  
s Weg

Quelle: Meyer, L.; Schmidt, G.-D.; (2001), S. 100

## 3.2.3 Flaschenzüge

Flaschenzüge bestehen aus einer Kombination von festen und losen Rollen und dienen dazu, mit einer kleinen Zugkraft schwere Körper zu heben oder zu bewegen. Die erforderliche Zugkraft zum Heben einer Last hängt von der Anzahl der Seilstücke ab, die direkten Kontakt mit den losen Rollen haben (tragende Seile). Allgemein gilt für einen solchen Flaschenzug im Gleichgewicht:

$$F_1 = \frac{1}{n} \cdot F_2 \quad s_1 = n \cdot s_2$$



$F_1$  Zugkraft  
n Anzahl der tragenden Seile  
 $F_2$  Kraft durch die Last  
 $s_1$  Zugweg  
 $s_2$  Weg der Last

Quelle: Meyer, L.; Schmidt, G.-D.; (2001), S. 100

Wenn zum Beispiel bei einem Flaschenzug mit insgesamt vier Rollen die Last um einen Meter gehoben werden soll, so muss das Zugseil insgesamt vier Meter gezogen werden. Bei Vernachlässigung des Gewichts der hängenden losen Rollen und des Seils würde sich dabei die aufzuwendende Zugkraft auf ein Viertel der Gewichtskraft der Last reduzieren.

# 3 Sachbezug zum Thema

## 3.2.4 Geneigte Ebene

Eine geneigte Ebene hat eine bestimmte Länge, eine Höhe und eine Basis. Auf einen Körper, der sich auf einer solchen Ebene befindet, wirkt die Gewichtskraft. Diese kann in zwei Komponenten zerlegt werden. Die eine Komponente verläuft in Richtung der geneigten Ebene und wird als Hangabtriebskraft  $F_H$  bezeichnet. Die andere steht senkrecht zur geneigten Ebene und wird Normalkraft  $F_N$  genannt.

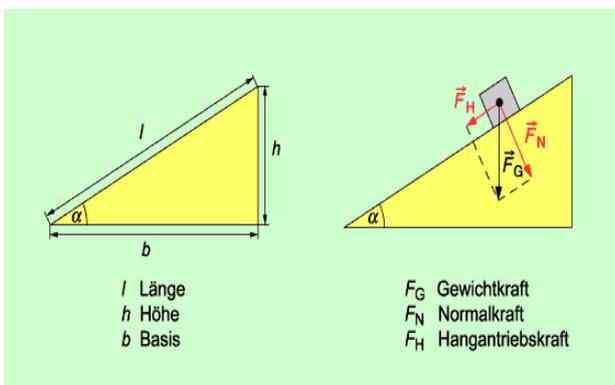
Die Beträge von Normalkraft und Hangabtriebskraft hängen von der Gewichtskraft des Körpers und der Neigung der Ebene ab:

$$F_H = F_G \cdot \sin\alpha \quad \text{und} \quad F_N = F_G \cdot \cos\alpha$$

$F_G$  Gewichtskraft  
 $\alpha$  Neigung der Ebene

Die Kräfte lassen sich auch aus Höhe, Länge und Basis der geneigten Ebene berechnen. Es gelten die folgenden Gleichungen:

$$\frac{F_H}{F_G} = \frac{h}{l} \quad \frac{F_N}{F_G} = \frac{b}{l} \quad \frac{F_H}{F_N} = \frac{h}{b}$$



Quelle: Meyer, L.; Schmidt, G.-D.; (2001), S. 99

Geneigte Ebenen werden bei Rolltreppen, Schrägaufzügen und Transportbändern genutzt. Gewinde, Bohrer und Serpentinan Bergen stellen ebenfalls geneigte Ebenen dar.

Bei Straßen wird das Gefälle als Verhältnis  $h : l$  in Prozent angegeben. 10 % Steigung bedeuten einen Höhenunterschied von 10 m auf 100 m Weg.

Bei allen technischen Anwendungen kraftumformender Einrichtungen treten Reibungen auf, die Goldene Regel gilt daher nur näherungsweise.

Die aufzuwendende Arbeit ist daher immer größer als die nutzbringende Arbeit.

## 3.2.5 Zahnräder

Ein Zahnrad ist ein Rad mit über den Umfang gleichmäßig verteilten Zähnen. Zwei oder mehr miteinander verbundene Zahnräder, deren Zähne ineinandergreifen, bilden ein Zahnradgetriebe. Es wird vorwiegend zur Übertragung von Drehungen oder einer Drehung und einer linearen Bewegung gebraucht. Zahnradgetriebe bilden unter den Getrieben die größte Gruppe.

Bei der Paarung zweier außen verzahnter Räder kehrt sich die Drehrichtung um. Sind die Räder unterschiedlich groß, wird die Drehzahl erhöht oder verringert, wobei das Drehmoment entsprechend vermindert oder erhöht

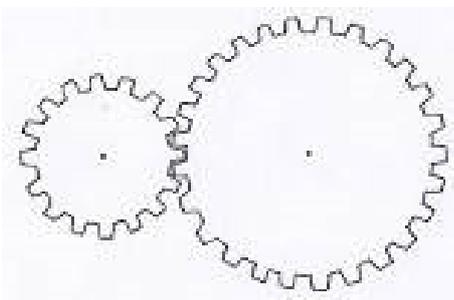
## 3 Sachbezug zum Thema

wird (Änderung des Übersetzungsverhältnisses). Ein großes Zahnrad mit 24 Zähnen bewegt ein kleines Zahnrad mit 8 Zähnen bei einer Umdrehung genau 3-mal. Soll weniger Kraft aufgewendet werden - zum Beispiel beim Bergauffahren mit einem Fahrrad - wird vorn ein kleines und hinten ein großes Zahnrad mit der Kette verbunden. Zwar müssen die Pedale dann schneller getreten werden und das Vorkommen wird langsamer, aber es ist weniger Kraft notwendig, um den Berg mit einem Fahrrad zu erklimmen. Auf einer ebenen Strecke werden vorn ein großes Zahnrad und hinten ein kleines Zahnrad geschaltet. Beim langsamen und kraftvollen Treten der Pedale kommt man dann recht schnell vorwärts.

Im Folgenden gehen wir auf Zahnradarten ein, die im Workshop vorkommen.

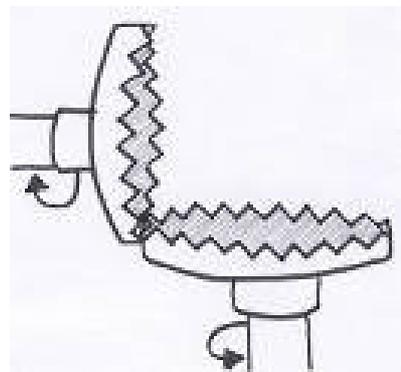
### Stirnrad

Das Stirnrad (oder Zylinderrad) ist das am häufigsten verwendete Zahnrad. Eine zylindrische Scheibe ist auf ihrem Umfang verzahnt. Die Achsen eines Stirnrades und seines Gegenrades (Stirnrad oder stirnverzahnte Welle) sind parallel, es entsteht ein Stirnradgetriebe. Dieses findet man im Uhrwerk oder als Schaltgetriebe im Auto.



### Kegelrad

Die Achsen von Kegelrädern sind nicht parallel, sondern schneiden sich. Meistens liegt der Schnittwinkel bei  $90^\circ$ . Die Grundform ist ein Kegelstumpf, dessen Mantelfläche verzahnt ist. Bei zwei miteinander gepaarten Kegelrädern fallen deren Spitzen zusammen, es entsteht ein Kegelradgetriebe, auch Winkelgetriebe genannt. Benutzt wird es an Antriebsachsen in Baumaschinen und Lokomotiven.



### Ketten- und Zahnriemengetriebe

Verpaarungen von Zahnrädern mit Kettengliedern nennt man Kettengetriebe, diese gibt es an vielen Fahrrädern, aber auch als Automatikgetriebe in Autos.

Die Verpaarung von Zahnriemen mit Zahnrädern wird als Zahnriemengetriebe bezeichnet - verwendet wird es beispielsweise zum Antreiben des Hinterrades bei Motorrädern. Es dient auch zur Positionierung der Achsen im 3-D-Drucker.

## 4 Bezüge zum Berliner Rahmenlehrplan

Schulische Bildung hat die Aufgabe, Kindern und Jugendlichen zu ermöglichen, sich umfassend und individuell Kompetenzen anzueignen, die sie befähigen, an der Gestaltung der zukünftigen Gesellschaft verantwortungsbewusst und aktiv mitzuwirken. Frühe naturwissenschaftliche Bildung umfasst deshalb alle Bildungsbereiche und schließt neben den Bereichen Naturwissenschaften, Technik und Mathematik auch Sprache und ästhetische Bildung mit ein.

Im Folgenden wird beschrieben, wie die Bildungsziele des Rahmenlehrplans für den Sachunterricht im Workshop verwirklicht werden.

Im Sachunterricht sollen die Kinder durch Entdecken und Forschen lernen, die Welt in ihrer Vielfalt zu erkennen. Demnach geht es nicht nur allein um den Erwerb von Wissen, sondern auch darum, auf welchen Wegen man selbst neue Erkenntnisse erhalten kann. Die Erfahrungen und das Wissen der Kinder werden durch gezielte problemorientierte Fragen erweitert, vertieft und systematisiert. Zahlreiche Phänomene im Mechanik-Workshop sind gut geeignet, derartige Prozesse bei den Kindern auszulösen. In der Begegnung mit den Phänomenen greifen sie zum einen auf ihre eigenen Erfahrungen zurück und erkennen bzw. berücksichtigen zum anderen Fachinhalte, wissenschaftsbezogene Fragestellungen, Methoden, Konzepte und Ziele aus den verschiedenen Fachwissenschaften.

In den acht Themenfeldern - Erde, Kind, Markt, Rad, Tier, Wasser, Wohnen und Zeit - wird im Sachunterricht untersucht, welche Frage-

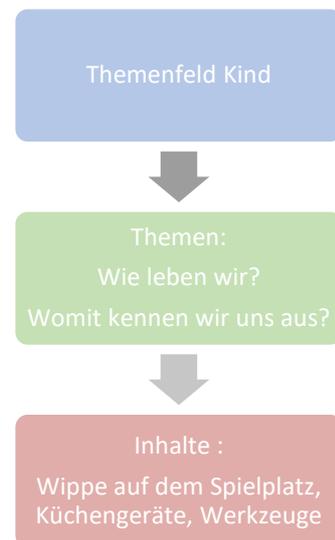
stellungen Phänomene auslösen können.

Diese sollen miteinander verknüpft und bearbeitet werden.

Verschiedene Arbeitsgebiete der Mechanik werden in den Themenfeldern

- Erde (Wie ist die Erde so geworden?),
- Kind (Wie funktioniert unser Körper?),
- Rad (Was bewegt sich wie? Was haben Menschen noch so alles erfunden?),
- Wasser (Wie nutzen Menschen Wasser?),
- Wohnen (Wie baut man ein Haus? Wie stellen wir uns die Zukunft vor?) und
- Zeit (Kann man Zeit sichtbar und erlebbar machen? Wie lebten die Menschen früher?)

gezielt behandelt bzw. untersucht.



- Hebel im Alltag aufspüren und miteinander vergleichen
- Prinzip des Hebels: Arbeitserleichterung wahrnehmen und Wirkungsweise erforschen
- Alternativen zum Hebel erkunden und recherchieren

## 4 Bezüge zum Berliner Rahmenlehrplan

Der Workshop „Arbeit schafft’s“ tangiert alle diese aufgeführten Themenfelder und ermöglicht es, diese sinnvoll zu vernetzen. Zugleich spiegelt er die Komplexität dieser wider und trägt integrativ dazu bei, im Alltag die erkannten Zusammenhänge wiederzufinden und letztlich auch zu verstehen.

Im Rahmenlehrplan für Sachunterricht werden Kompetenzen beschrieben, die sowohl für einen Bezug auf die eigene Person als auch in der Auseinandersetzung mit der Welt als dringend notwendig angesehen werden. Das Anknüpfen an vorhandenes Wissen, das Stellen sachbezogener Fragen, das Äußern von Vermutungen, das Untersuchen, Beobachten, Vergleichen und Darstellen von Sachverhalten und Prozessen sind der Kompetenz *Erkennen* zuzuordnen.

Kommunizieren durch Nachfragen, Interagieren und Vortragen von Ergebnissen werden in diesem Workshop gefördert. So lernen die Kinder in Gesprächskreisen und Dialogen während der Arbeitsphasen, die eigene Position darzustellen und zu argumentieren.

Lernumgebung und Lernbegleiter\*innen regen die Kinder zum Beobachten, zum Explorieren und zum Experimentieren an. Vor allem durch das Wiederholen dieser Tätigkeiten und den Austausch mit anderen entstehen Erklärungsmuster. Die Fähigkeiten, Beobachtungen und Handlungen zu beschreiben sowie eigene Theorien erklären oder damit argumentieren zu können, werden gefördert und gleichzeitig das individuelle Urteilsvermögen weiterentwickelt.

Themenfeld Rad



Themen:  
Wie kam und kommt das Rad ins Rollen?



Inhalte :  
Kettenantrieb, Kraftübertragung, techn. Untersuchungen

- Kettenantrieb untersuchen und Wirkungsweise wahrnehmen
- eigenes Modell mit Kettenantrieb planen und bauen
- verschiedene Flaschenzüge beim Heben von Gegenständen ausprobieren und Kräfteerleichterung spüren

Themenfeld Zeit



Themen:  
Kann man Zeit sichtbar machen? Wie lebten die Menschen früher?



Inhalte :  
Aufbau einer mechanischen Uhr, Zeit messen und darstellen, vgl. früher und heute

- Inneren Aufbau einer mechanischen Uhr unter dem Mikroskop erforschen
- Wirkungsweise von Zahnrädern wahrnehmen
- Haushaltsgeräte aus verschiedenen Zeiten auf ihre Funktionsfähigkeit überprüfen und miteinander vergleichen

## 4 Bezüge zum Berliner Rahmenlehrplan

Andere Standpunkte können wahrgenommen und die verschiedensten Arbeitsweisen reflektiert bzw. bewertet werden.

Durch die freie Wahl der Themen, Arbeitsmethoden und Partner lernen die Kinder, ihre Lernprozesse selbstständig zu gestalten. So werden Verabredungen getroffen und müssen eingehalten werden. Ebenfalls spielt der verantwortungsvolle Umgang mit Materialien und Stoffen eine wichtige Rolle. Deshalb werden viele Angebote aus Alltagsmaterialien erstellt. Die Kinder werden dadurch ermutigt, mit ähnlichen Materialien eigene Ideen zu entwickeln.

Viele der Angebote ermöglichen Zugänge zu den unterschiedlichen Perspektiven der naturwissenschaftlich-technischen Bildung und machen deren Vernetzung zu fächerübergreifenden Inhalten (in diesem Zusammenhang natürlich auch die Sprach- und Medienbildung) erkennbar. Der Workshop „Arbeit schafft's“ bietet - neben der Relevanz für den Sachunterricht - auch eine speziell für Kinder und Jugendliche ausgerichtete verständliche Grundlage für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Themenfeld Körper und Gesundheit

Themen:  
Bewegungsapparat des Menschen

Inhalte:  
Robotik, Kraft und Hebel

- eigene Körpererfahrungen bewusst machen und daraus Verantwortung für sich und andere entwickeln
- biologische Phänomene werden auf technische/physikalische Gesetzmäßigkeiten übertragen

Themenfeld Technik

Themen:  
Geräte und Maschinen im Alltag

Inhalte:  
Hebel, Rollen, Zahnräder, Transportmodell  
(z.B. Fahrradkettenmodell)

- Geräte und Maschinen als zusammenwirkende Bauteile unterschiedlicher Funktionen, gleichartige Bauteile (z.B. Antrieb, Getriebe, Schalter, Gehäuse, Prozessor, Speicher) als Bestandteile unterschiedlicher Geräte
- elektrische Geräte zerlegen
- charakteristische Bestandteile identifizieren

## 5 Bezüge zu BNE und Berliner Bildungsplänen

Die Goldene Regel der Mechanik ist Teil der elementaren Welterfahrung des Menschen. Bereits beim Besuch eines Spielplatzes und dem gemeinsamen Wippen erfahren Kinder intuitiv die Wirkung mechanischer Gesetzmäßigkeiten. Wenn sie eine Nuss knacken, die Tür öffnen oder einen Nagel mit dem Hammer einschlagen, kommen sie mit wichtigen Aspekten des Themas Mechanik in Berührung. Selbst beim Schuhezubinden oder Fahrradfahren wenden sie unbewusst mechanische Gesetze an. Sie verfügen somit über ein intuitives, erfahrungsbasiertes Wissen, welches sie im Workshop „Arbeit schafft’s“ erweitern und vertiefen können.

Wie bereits oben geschrieben soll im Sach- und Nawi-Unterricht der Grundschule an „vorhandenes Weltverstehen“ angeknüpft werden.<sup>10</sup> Das Berliner Bildungsprogramm (vgl. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport 2004b) stellt fest: „Mit allen Sinnen erschließt sich das Kind die Natur und es baut darauf erste naturwissenschaftliche Erfahrungen und weiterführende Fragestellungen auf.“<sup>11</sup> Bildung für nachhaltige Entwicklung soll Kinder „(...) befähigen, den Prozess einer nachhaltigen Entwicklung mit gestalten zu können (...)“. Es wird dabei von der so genannten „Gestaltungskompetenz“ gesprochen.<sup>12</sup>

Die hier genannten Bildungspläne formulieren einheitlich, dass es das Ziel der Bildungsbemühungen ist, bei Kindern die

Entwicklung von verschiedenen Kompetenzbereichen zu fördern. Der Rahmenlehrplan und das Bildungsprogramm orientieren sich dabei am Konzept der Handlungskompetenz, die in vier Bereiche unterteilt wird: Lernmethodische Kompetenz oder Methodenkompetenz, Sachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz. In der Bildung für nachhaltige Entwicklung wird in Anlehnung an das Programm Transfer-21 zusammenfassend von Gestaltungskompetenz (siehe dazu Punkt 5.1) gesprochen.

Der Workshop „Arbeit schafft’s“ soll es Kindern ermöglichen, vorhandene Erfahrungen zu vergegenwärtigen, zu staunen, neue Erfahrungen zu machen, neue Fragen und vielleicht auch Antworten mit nach Hause zu nehmen. Dabei werden viele Ziele verfolgt, die sowohl im Rahmenlehrplan, im Bildungsprogramm als auch in der Bildung für nachhaltige Entwicklung der Grundschule formuliert sind. Die folgende Auswahl zeigt differenziert auf, welche Bezüge es in dem Workshop zu den jeweiligen Bildungsansprüchen gibt.

<sup>10</sup> Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (2004a) (S.7)

<sup>11</sup> Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (2004b) (S.99)

<sup>12</sup> de Haan, G. (2009) (S.23)

# 5 Bezüge zu BNE und Berliner Bildungsplänen

## 5.1 Bezüge zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Im Auftrag des Bundesumweltministeriums hat Prof. Dr. Gerhard de Haan Vorschläge unterbreitet, wie Bildung für nachhaltige Entwicklung schon in der Grundschule umgesetzt werden kann.

Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, zukünftige gesellschaftliche Prozesse unter dem Leitgedanken der Nachhaltigkeit mitzugestalten. Insbesondere die dafür nötige Fähigkeit, fundierte Positionen zu sozialen, ökologischen und ökonomischen Entwicklungen in der Gesellschaft einzunehmen und sowohl allein als auch mit anderen handlungsfähig zu sein, soll entwickelt werden.

Die OECD formuliert folgende 12 Teilkompetenzen, aus denen sich Gestaltungskompetenz zusammensetzt<sup>13</sup>:

- Perspektivübernahme
- Antizipation
- disziplinübergreifende Erkenntnisgewinnung
- Umgang mit unvollständigen und überkomplexen Informationen
- Kooperation
- Bewältigung individueller Entscheidungsdilemmata
- Partizipation
- Motivation
- Reflexion auf Leitbilder
- moralisch Handeln
- eigenständig Handeln
- Unterstützung anderer

Die Förderung dieser Kompetenzen soll Menschen in die Lage versetzen, nicht nachhaltige Entwicklungen aktiv zu analysieren und zu bewerten. Sie sollen befähigt werden, das eigene Leben nach Kriterien der Nachhaltigkeit auszurichten und gemeinsam mit anderen nachhaltige Entwicklungsprozesse zu initiieren.

Für die Arbeit in der Grundschule hat de Haan folgende acht Kompetenzen herausgearbeitet, die bei Grundschüler\*innen gefördert werden können:

- Vorausschauendes Denken und Handeln,
- Weltoffen wahrnehmen,
- Interdisziplinär arbeiten,
- Verständigen und kooperieren,
- Planen und agieren,
- Gerecht und solidarisch sein,
- Motiviert sein und motivieren können,
- Lebensstil und Leitbilder reflektieren.<sup>14</sup>

*Wie Bildung für nachhaltige Entwicklung im Workshop verankert ist*

*Die Kinder sollen lernen, vorausschauend zu denken und zu handeln. Wichtige Elemente dieser Kompetenz sind aus psychologischer Perspektive „Kreativität, Phantasie und Imaginationsvermögen“.<sup>15</sup> Der Workshop ist so gestaltet, dass Fragen provoziert und die Kinder zum Forschen und Explorieren angeregt werden. Sie entscheiden - wenn nötig mit Unterstützung der Lernbegleiter\*innen- was*

<sup>13</sup> vgl. Fischer, A. (2010) (S. 32)

<sup>14</sup> vgl. de Haan, G. (2009) (S.23ff)

<sup>15</sup> vgl. de Haan, G. (2009) (S.25)

## 5 Bezüge zu BNE und Berliner Bildungsplänen

und wie sie etwas tun wollen. Kreativität, Phantasie und Vorstellungsvermögen sind dabei gefordert.

*Die Kinder sollen lernen, selbst zu planen und zu agieren. Sie müssen sich Ziele vorstellen können, die sie direkt befördern wollen. Dazu müssen sie selbst tätig werden, „(...) um die Welt zu begreifen, zu erfahren und zu verstehen“.<sup>16</sup> Dies können sie bei kleinen Forschungsvorhaben an den Stationen tun. Sie lernen, sich selbst (Forschungs-)Ziele zu setzen und erfahren dabei, was nötig ist, um diese zu erreichen.*

*Die Kinder sollen lernen, sich selbst und andere zu motivieren. Dazu gehört, dass sie Spaß daran haben, sich einzubringen und Anerkennung für ihre Arbeit zu erfahren.<sup>17</sup> Die Lernbegleiter\*innen fördern die Herausbildung dieser Fähigkeit, indem sie die Kinder bei der Umsetzung ihrer Ideen unterstützen und wertschätzende Rückmeldungen geben.*

*Kinder sollen lernen, interdisziplinär zu arbeiten, indem sie sich beispielsweise zu einem Thema unterschiedlicher Zugangsweisen bedienen. Diese können „(...) wissenschaftlicher, spielerischer, diskursiver oder auch ästhetischer Art sein“.<sup>18</sup> Die im Workshop „Arbeit schafft`s“ aufgebauten Stationen bieten den Kindern diverse Möglichkeiten, sich mit verschiedenen Aspekten eines Oberthemas zu beschäftigen. Dabei steht es ihnen frei, Arbeits- und Lernformen selbst zu wählen. Meist folgt auf eine Phase des eher explorativen und spielerischen Agie-*

rens eine Phase der vertieften Beschäftigung, in der die Kinder eigene Themen bearbeiten. Durch Beobachtung und Wiederholung bilden sich vorläufige Annahmen heraus, die dann in Einzelgesprächen oder Gesprächskreisen aufgegriffen werden und mit Lernbegleiter\*innen oder anderen Kindern auf der Metaebene diskutiert werden können.

### 5.2 Bezüge zum Berliner Bildungsprogramm

Im Berliner Bildungsprogramm werden für die naturwissenschaftliche und technische Bildung von Kindergartenkindern vor allem Ziele formuliert, die darauf ausgerichtet sind, den Kindern Grunderfahrungen in diesem Bereich zu ermöglichen. Durch eigenes Tun, unterstützt durch ihre Bezugspersonen und Peers, sollen sie bestimmte Kompetenzen erlangen: Ich-Kompetenzen, Soziale Kompetenzen, Sachkompetenzen und Lernmethodische Kompetenzen. Im Bildungsprogramm wird festgestellt, dass kindliches Lernen „(...) an das unmittelbare Erleben des Kindes in seiner Lebenswelt gebunden ist“. Frühkindliche Bildungsprozesse „(...) werden gekennzeichnet als aktive, soziale, sinnliche und emotionale Prozesse der Aneignung von Welt“.<sup>19</sup> Es werden viele Situationen beschrieben, in denen Kinder naturwissenschaftlich-technische Grunderfahrungen machen können. Auch in dem Workshop „Arbeit schafft`s“ lernen Kinder über den unmittelbaren Umgang mit Naturphänomenen.

<sup>16</sup> vgl. de Haan, G. (2009) (S.30)

<sup>17</sup> vgl. de Haan, G. (2009) (S.32)

<sup>18</sup> vgl. de Haan, G. (2009) (S.28)

<sup>19</sup> Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (2004b) (S.11)

## 5 Bezüge zu BNE und Berliner Bildungsplänen

*Bildungsziele des Berliner Bildungsprogramms im Workshop verwirklichen*

*Kinder sollen das differenzierte Wahrnehmen von Dingen und Erscheinungen mit dem Einsatz aller Sinne lernen. Sie sollen Ausdauer bei der Untersuchung von Dingen entwickeln und Freude daran haben.<sup>20</sup> Da die Kinder selbst aussuchen, womit sie sich beschäftigen und die Materialien und Handlungsmöglichkeiten der Stationen im Workshop viele Bezüge zu ihrer Lebenswelt aufweisen, finden sie viele Themen, die ihr Interesse wecken. Sie handeln intrinsisch motiviert und sind somit ausdauernd und engagiert.*

*Die Kinder sollen Untersuchungsfragen finden und erkennen, wie natürliche Elemente miteinander in Verbindung stehen. Sie sollen Ideen entwickeln, wie sie ihr Umfeld erkunden können und das Überprüfen eigener Erklärungsversuche als Erkenntnisquelle erfahren.<sup>21</sup> Die Lernbegleiter\*innen regen die Kinder durch Fragen und Handlungsimpulse dazu an, Erklärungsversuche zu überprüfen und auf diesem Wege neue Erkenntnisse zu gewinnen.*

*Die Kinder sollen Fragen stellen und eigene Antworten finden. Sie können verstehen, dass es vielfältige Varianten gibt, Erfahrungen zu einem Thema zu machen und etwas zu lernen.<sup>22</sup> Die im Workshop aufgebauten Stationen bieten den Kindern diverse Möglichkeiten, sich mit den unterschiedlichen Aspekten des Oberthemas aktiv handelnd zu beschäftigen.*

Die Stationen regen die Kinder zum Staunen, der Voraussetzung für eigene Fragen, an und fordern zum Ausprobieren auf. Durch Impulse von anderen Kindern oder Lernbegleiter\*innen werden sie angeregt, Erklärungen für Beobachtetes zu suchen und zu überprüfen (lernmethodische Kompetenz, Sachkompetenz).

---

<sup>20</sup> vgl. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (2004b) (S.99)

<sup>21</sup> vgl. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (2004b)

(S.107)

<sup>22</sup> vgl. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (2004b) (S.103)

# 6 Beschreibung der Lernumgebung

## 6.1 Nussknacker



### Beschreibung der Station

An dieser Station befindet sich ein Hebelnussknacker- bestehend aus einem etwa einen Meter langen Holzbrett, auf dem mit Hilfe eines Klappscharniers ein Holzkoben angebracht ist. In diesen lassen sich verschieden lange Stangen einsetzen. Unter dem Stück Kantholz befindet sich eine kleine Mulde, in der sich Nüsse knacken lassen. Hierfür steht den Besuchern eine Schale mit Walnüssen zur Verfügung. Weiterhin gibt es verschiedene handelsübliche Nussknacker, wie beispielsweise Schraubennussknacker, Walnuss-Knacker, Zangen-Nussknacker und ein traditioneller Holzfiguren-Nussknacker (Hebel am Rücken- zu knackende Nuss im Holzmund).

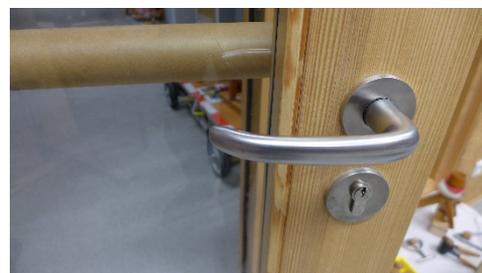
### Material

Hebelnussknacker und drei verschieden lange einsetzbare Stangen (20, 40 und 60 cm), verschiedene handelsübliche Nussknacker, Walnüsse, Schale, kleiner Mülleimer



### Bezug zur Lebenswelt der Kinder

Zur Weihnachtszeit werden traditionell Nüsse geknackt. Den einen oder anderen Nussknacker kennen wohl die meisten Kinder. Ohne die Hebelwirkung würden viele Nüsse nicht geöffnet werden. Im Alltag begegnen wir einseitigen Hebeln am häufigsten, zum Beispiel beim Öffnen einer Tür mit der Türklinke, Federballspielen oder Fahrradfahren. Man stelle sich vor, die Tretarme der Fahrrad-Pedale wären nur halb so lang – wir hätten unsere Mühe. Einseitigen Hebeln kommt in unserer heutigen Welt eine große Bedeutung zu.



### Möglichkeiten des kindlichen Tuns

Die Kinder knacken Nüsse mit technisch verschiedenen Knackern und erfahren intuitiv die Kraftersparnis. Weiterhin gibt es beim Nussknackerbrett die Möglichkeit, drei unterschiedlich lange Hebel einzusetzen. Diese lassen sich einfach austauschen und unmittelbar ausprobieren. Auch andere Dinge werden geknackt, zum Beispiel Kastanien.

## 6 Beschreibung der Lernumgebung

### Sachbezüge zum Thema und weiterführende Themen



Wir sind von einseitigen Hebeln umgeben, auch in der Küche - ob Buttermesser, Pfannenwender, Kaffeemühle, Mixer, Nussknacker, Fleischklopper, Korkenzieher oder Schneebesen. All diese Küchengeräte erhöhen die Krafteinwirkung am Gegenstand und lassen uns dabei selbst Kraft einsparen, wobei wir dafür mehr Weg zurücklegen müssen. Ebenso finden wir eine Fülle von Werkzeugen, wie Bohrwinde, Hammer, Schnitzmesser, Schraubendreher oder Kneifzange, welchen die Goldene Regel der Mechanik zugrunde liegt. Wenn wir eine Mutter auf einer Schraube fest anziehen wollen, nutzen wir einen etwa 20 cm langen Schraubenschlüssel. An einem Ende bewegt er die Mutter auf der Schraube einige Millimeter, gleichzeitig bewegt sich das andere Ende des Schraubenschlüssels etwa 10 Zentimeter. An dieser Stelle wird mehr Weg zugelegt, um die Mutter am anderen Ende mit erhöhter Kraft festzuziehen- so fest, wie es mit bloßer Hand nur schwer möglich wäre. Die erhöhte Krafteinwirkung am Gegenstand wird durch den verlängerten Weg der Hand erreicht, wobei diese im Moment der Bewegung weniger Kraft einsetzt.

Die verschiedenen langen Stangen des Nussknackerbrettes bilden an dieser Station verschieden lange einseitige Hebel und damit auch unterschiedlich lange Wege, die beim Zusammendrücken zurückgelegt werden müssen. Je länger die Stange bzw. der einseitige Hebel ist, umso größer ist die Krafteinwirkung am Gegenstand, und umso länger ist der Weg beim Zusammendrücken am anderen Hebelende.

Selbst unser Körper ist mit Hebeln bestückt. So können wir mit unseren Armen und Beinen Dinge werfen, heben und bewegen. Man stelle sich vor, einen Schneeball mit halb so langen Armen zu werfen.



Mahlen: Getreide- und Kaffeemühlen, Reibemaschine, Kartoffelquetsche, Weizenkörner bzw. Kaffeebohnen im Zuckerspender, Siebe, Schüsseln, Teelöffel, bei Bedarf: heißes Wasser, Milch, Salz, Hefe

Auch beim Mahlen von Getreide oder Kaffeebohnen, können wir durch einseitige Hebel Kraft sparen, während wir an Weg zulegen.

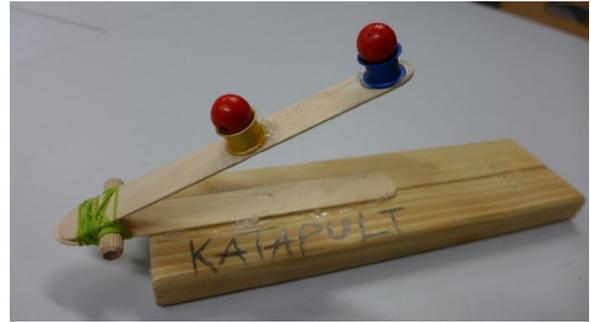


## 6 Beschreibung der Lernumgebung



Hammern und Bohren: Hammer mit langem Stiel (40cm), Hammer mit kurzem Stiel (10 cm), Zangen, Nagelheber, Handbohrer, Bohrwinden, Schraubendreher, 3 dicke Holzbalken (etwa 50 cm lang), verschiedene Nägel und Schrauben

Wollen wir Holz verbinden, nutzen wir Hammer und Nägel. Diese nur mit dem Hammerkopf, also ohne Stiel, einzuschlagen, ist sicher anstrengender als die Verwendung eines Hammers mit Kopf und Stiel. Durch den Stiel (einseitiger Hebel) erhöhen wir die Krafteinwirkung auf den Nagel und er bewegt sich leichter in das Holz, auch wenn wir den Hammer dafür etwas mehr schwingen müssen.



Katapulte konstruieren: Mundspatel, Dübel, Gummiringe, Kronkorken, Holzreste, Draht, Schaschlikspieße

Die beiden Kugeln erfahren beim Abschuss unterschiedliche Krafteinwirkung und fliegen unterschiedlich weit.

# 6 Beschreibung der Lernumgebung

## 6.2 Laufwippe



### Beschreibung der Station

Zentraler Bestandteil der Station ist eine lange Holzbohle, welche auf einem 15 cm hohen, zugespitzten Kantholz gelagert ist. Weiterhin befinden sich an der Station eine Personenwaage, ein Gliedermaßstab, diverse gefüllte Wasserkanister und eine Impulskarte. Die Holzbohle hat mittig eine Markierung, welche ihren Gleichgewichtspunkt sichtbar macht, sie kann auf dem Kantholz versetzt werden. Besucher können die Holzbohle begehen (allein oder in Gruppen), sich auf ihr bewegen, Gewichte auf der Bohle platzieren, diese und sich selbst auf der Personenwaage wiegen sowie Entfernungen von einem Punkt zum anderen messen.

### Material

Holzbohle (drei Meter lang), Kantholz (oben abgerundet), Personenwaage, diverse Kanister (mit Wasser gefüllt), Gliedermaßstab, Maßband, Impulskarte

### Bezug zur Lebenswelt der Kinder

Vermutlich kennt heute jedes Kind eine Wippe auf dem Spielplatz und das damit verbundene Spiel der Kräfte und Entfernungen - zum Beispiel die Person gegenüber oben zu halten oder ins Gleichgewicht zu kommen. Der menschliche Körper selbst ist eine ‚Wippe‘, nutzt also die Wirkung eines zweiseitigen Hebels beim Balancieren aus. Wenn wir auf einer Mauer oder einem gefallenen Baumstamm balancieren, strecken wir unsere Arme vielseitig bewegend zur linken bzw. rechten Seite. Eine Schere kann im vorderen Teil leicht etwas durchschneiden, gleichzeitig muss man im hinteren Teil die Scherengriffe zusammenführen. Ein anderes alltägliches Beispiel ist ein Mobile, welches in der Luft aufgehängt wird. Meist sind verschiedene Dinge an dünnen Stangen-zweiseitige Hebel- aufgehängt und ins Gleichgewicht gebracht. Intuitiv arbeiten Kinder in der Regel mit dem Phänomen, dass ein verringerter Kraftaufwand an entsprechender Stelle einen verlängerten Weg mit sich bringt.

## 6 Beschreibung der Lernumgebung



### Möglichkeiten des kindlichen Tuns

Kinder steigen auf die Holzbohle und bewegen ihre Beine, Füße, Arme, Hände, den Oberkörper und Kopf. Sie bewegen sich tippelnd, laufend oder schiebend entlang der Holzbohle und nehmen dabei Bezug auf die Belastung der anderen Seite der Bohle.



Sie untersuchen, was passiert, wenn sie sich auf der Holzbohle bewegen. Kinder probieren hier einiges aus, versuchen Menschen auf der anderen Seite zu heben, indem sie sich auf ihrer Seite möglichst ganz nach außen stellen,

obwohl sie vielleicht schwerer sind. Im Gegenzug rutschen sie etwas zur Drehachse der Wippe, die eigene Seite steigt nach oben und ihr Gegenüber sinkt zu Boden. Eine andere Möglichkeit sind die Bemühungen beider Seiten, möglichst ins Gleichgewicht zu kommen.



Die Kinder können die Drehachse der Wippe verändern, indem sie die Holzbohle auf dem Kantholz versetzen. Somit entstehen unterschiedlich lange Kraft- bzw. Lastarme.

Weiterhin können Zusammenhänge - mit dem Gliedermaßstab und der Waage sogar genauer - in Bezug auf die erforderliche Kraft zum Bewegen eines Körpers und dem dafür zurückzulegenden Weg hergestellt werden.

Es entstehen Gespräche, in denen Ideen geäußert und ausprobiert werden. Kinder interagieren miteinander, vor allem wenn zwei,



## 6 Beschreibung der Lernumgebung

drei, vier oder auch mal mehr Menschen auf der Holzbohle stehen.

Die Impulskarte ermöglicht den Akteuren das Bilden von Vermutungen. Wo müsste ich mich hinstellen, um mit dem auf der anderen Seite platzierten Körper im Gleichgewicht zu verweilen?

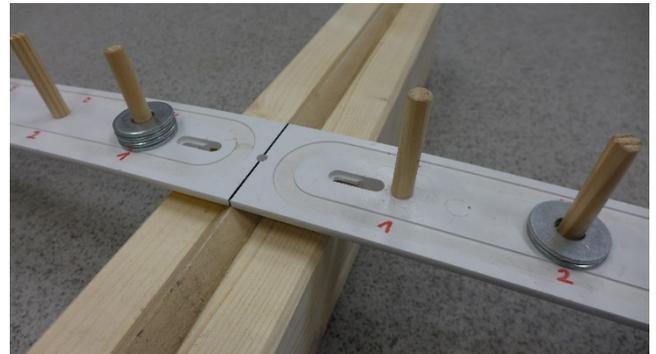
### Sachbezüge zum Thema und weiterführende Themen

Ein zweiseitiger Hebel ist das grundlegende Prinzip einer Balkenwaage, aber auch von Werkzeugen (Seitenschneider oder Blechschere) und kommt beispielsweise in der Geschichte einiger Katapulte zum Tragen.

Der zweiseitige Hebel ermöglicht es uns, Kraft zu sparen. Die beiden Kraftarme stehen dabei in direkter Beziehung, auf beide wirkt nämlich jeweils eine Gewichtskraft. Durch Verändern des Abstandes zur Drehachse ändert sich auch die aufzubringende Kraft, um die Last auf der anderen Seite zu heben. Möchte man beispielsweise weniger Kraft zum Anheben einer Last aufbringen, muss man auf seiner Seite den Abstand zur Drehachse vergrößern – also mehr Weg zulegen.

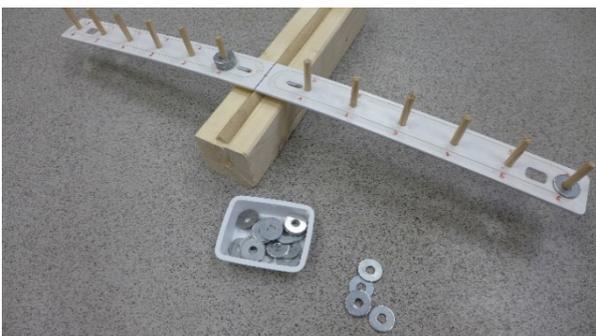
Weiterführendes Material zum Thema zweiseitiger Hebel bieten die Dübelwippe und die Scherenstation. Hier wird zum einen die Möglichkeit gegeben, den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Kraft und Kraftweg zu erkennen und mathematisch deutlich zu

machen und zum anderen den alltäglichen Nutzen des Phänomens zu reflektieren.



Dübelwippe: Tafellineal-Wippe mit Holzdübeln, 30 gleich große Unterlegscheiben mit etwa 40 mm Durchmesser

Auch bei diesem Material wird der Zusammenhang von Krafteinwirkung und Weg deutlich. Auf der einen Hebelseite liegen vier Metallscheiben auf Punkt 1. Auf der anderen Seite des Hebels liegen auf Punkt 2 in doppelter Entfernung zwei Scheiben, um die Wippe ins Gleichgewicht zu bringen.



# 6 Beschreibung der Lernumgebung

## 6.3 Katapulte

Es stehen unterschiedliche Arten von Katapulten bereit, diese unterscheiden sich in ihren Schleudermechanismen. Es gibt ein Katapult (altgriechisch: „Schleudern“), einen Onager (lat: „Wildesel“ aus der Spätantike) oder die Bilde (Gegengewichtsschleuder, altgriechisch: „Schleudern“), Trebuchet (französisch, kommt vom lat: „trabatium“, auf deutsch: „Tribock“).

### Material für alle:

Eimer und Becher- als mögliche Ziele- an einer Schnuraufhängung, Maßband, Wurfgeschosse - weiche Bälle, Sandsäcke, Wasserbomben, Schnee, Überraschungs-Eier

### Fahrradgummi-Schleuder



### Beschreibung der Station

Das Fahrradgummi muss gespannt werden, ein Haken rastet ein. Beim Drücken oder Schlagen auf den Auslöser löst sich der Haken und der Ball fliegt Richtung Ziel.

### Material

Holzgestell, Fahrradgummi, Rolltisch, 2 Schraubzwingen

### Bilde / Trebuchet



### Beschreibung der Station

Der Wurfhebel wird runtergedrückt, das Gewicht auf der anderen Seite wird nach oben gezogen. Ein Ball mit Schnur lässt sich an einen Haken hängen. Sobald der Hebel losgelassen wird, saust das Gewicht nach unten und der Ball fliegt Richtung Ziel. Die Länge des Hebels sowie das Gewicht sind variabel.

### Material

Äste, feste Rolle, Schnur, Konservendose mit auffüllbaren "Gewichten", Pufferkissen, Haken

# 6 Beschreibung der Lernumgebung

## Onager (Outdoor)

### Beschreibung der Station

Auf dem langen Hebel (Wurfarm) lässt sich der Ball auflegen. Am kurzen Hebel (Lastarm) wird gezogen und losgelassen - der Ball wird Richtung Ziel geschleudert. Hier können unterschiedliche Ziehkräfte wirken.

### Material

Abwasserrohre (Hebel und Griff), Gipsschale (Ablage für Wurfgeschosse), große Kabelrolle, zwei Zaunpföcke, Metallstange, Europalette (Grundgerüst), Seile (Sicherung und Abwurf), Schraubzwingen, Styropor (Sicherung)



## Weitere Schleudervarianten



### Beschreibung der Station

Am langen Hebel wird gezogen und losgelassen. Der Schleuderarm schnellt nach oben. Die Hebellänge ist variabel. Auch Kombinationen aus Wäscheklammern und Zungenspatel, mit Heißkleber oder Gummis verbunden, sind „Hosentaschen-Katapulte“.

### Material

Holzreste, Haushaltgummis, Flaschendeckel, Rundhölzer, Mundspatel, Wäscheklammern, Heißkleber

### Bezug zur Lebenswelt der Kinder

Katapulte in jeder ihrer Erscheinungsformen sind für Kinder faszinierend. Seien es bei Burgbesichtigungen die mächtigen historischen Katapulte, sei es die selbst gebaute Zwillie oder eine Schokokusschleuder beim Schulfest - die hierfür benutzten Hebeltechniken begegnen Kindern auf Schritt und Tritt. Auch bei einer Schneeballschlacht wird der eigene Arm zum Katapult, allerdings mit größerem Kraftbedarf als bei einem

## 6 Beschreibung der Lernumgebung

mechanischen. Genau das ist mitunter auch der Grund, mechanische Wurfapparate zu benutzen. Mehr Abwurfgewicht, weitere Flugstrecken und minimaler Kraftaufwand sind der Lohn, wenn man sich derer bedient. Es gibt kleine Katapulte, mit denen eine Nuss in einen Korb geworfen werden kann- es gibt große, mit denen man auf weite Distanz eine Pappbecherwand einwerfen kann. Selbst ein Konstrukt aus Löffel und Bleistift kann eine Variante darstellen.

### **Möglichkeiten des kindlichen Tuns**

Es gibt zwei Stationen mit jeweils unterschiedlichen Katapulten. Einerseits einen Tisch mit kleineren Varianten, die Wurfweite beträgt etwa zwei Meter - andererseits größere Katapulte in der Lernwerkstatt und draußen. Es ist möglich, die Ziele an der gegenüberliegenden Wand (befestigte Eimer oder Dosen) zu treffen bzw. größere Entfernungen mit den Wurfgeschossen zu erreichen. Die Kinder können erkennen, dass die jeweiligen Katapulte unterschiedliche Auslöser bzw. Halterungen haben - und sie können untersuchen, welche Auslöser bzw. Halterungen ihnen geeigneter oder praktischer erscheinen, aber auch, ob diese Dinge das Wurfverhalten beeinflussen. Durch das Ausprobieren sammeln sie Erfahrungen über Flugkurven und Wurfweiten, so können die Kinder beispielsweise die Abstände zu den Zielen und auch die Abwurfrichtung verändern. In den unterschiedlich hoch hängenden Eimern landen unterschiedlich viele Wurfgeschosse- die Kinder können nicht nur den Abstand, sondern auch die Wurfmaterialien bezüglich ihrer Masse und ihres Materials variieren.

Auch haben sie die Möglichkeit, Wurflängen- und Höhenmessungen durchzuführen und sich über ihre Erfahrungen auszutauschen.

### **Sachbezug zum Thema**

Das Katapult birgt Mechanismen, bei denen mehrere physikalische Eigenschaften eine Rolle spielen - Rotation, Drehmoment, Schwerkraft. Auch das Hebelgesetz greift hier, denn je kürzer der Wurfarm desto geringer die Reichweite, je länger aber, desto schneller und weiter fliegt das Geschoss. Die Grundlagen für die Funktion der meisten Katapulte sind das Verrichten von Arbeit beim Spannen bzw. Verdrehen beispielsweise einer Feder oder eines Gummis (Federkraftkatapult) und die Ausnutzung der Schwerkraft (Gegengewichtskatapulte).

# 6 Beschreibung der Lernumgebung

## 6.4 Rolle und Flaschenzug

Es stehen verschiedene Angebote bereit.

### Beschreibung der Station - Angebot 1

Über einem als Baustelle gestalteten Podest sind eine feste Rolle und zwei Flaschenzüge befestigt.



### Material

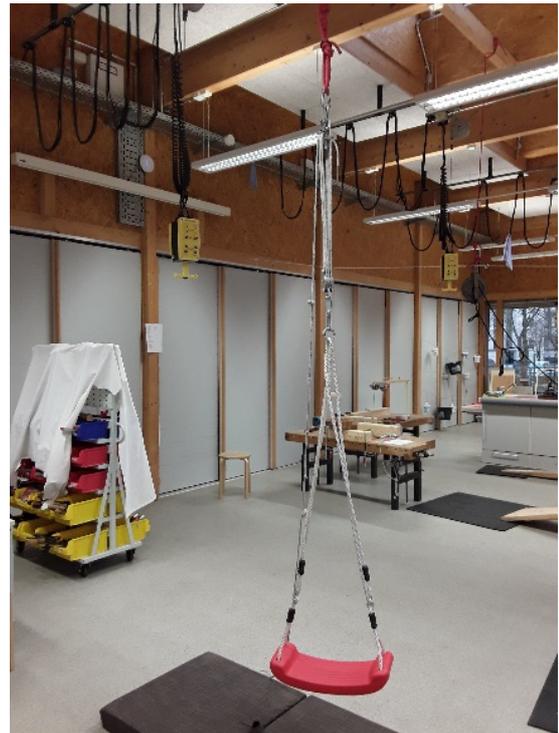
Personenwaage, Federkraftmesser, Bandmaße, drei Getränkekästen mit unterschiedlich befüllten Flaschen, feste Rolle, 2 Flaschenzüge

### Beschreibung der Station - Angebot 2

Hier ist an einem Flaschenzug ein Sitzbrett angebracht, auf dem sich ein Kind selbst hochziehen kann.

### Material

Flaschenzug, Sitzbrett mit Halteseilen, Bautenschutzmatte, Klappmatratze, Gliedermaßstab



### Beschreibung der Station - Angebot 3

Ein Kran und "Gewichte" (Holzklötze) stehen bereit.

### Material

Kran mit Halteschale, Holzklötze



## 6 Beschreibung der Lernumgebung

### Beschreibung der Station - Angebot 4

#### Schnürsenkelzug (Besenzug)



#### Bezug zur Lebenswelt der Kinder

Welches Kind hat sich nicht schon spielerisch mit den Themen Baustelle, Krane und Heben von Lasten beschäftigt? Baustellen mit Kranen sehen die Kinder in unserer Stadt sehr häufig. Dabei können sie beobachten, wie schwere Lasten mit Seilen über Rollen gehoben werden. An kleineren Baustellen treffen sie auf feste Rollen zum Heben von Baumaterialien. Beim Schnüren von Schuhen ist den wenigsten bewusst, dass sie hier das Prinzip des Flaschenzugs nutzen. Auf einigen Bahnhöfen sind an den Aufzügen Rollen zu sehen.

#### Möglichkeiten des kindlichen Tuns

##### Rolle

An der festen Rolle können die Kinder unterschiedliche Lasten hochheben. Sie stellen dabei häufig fest, dass das Ziehen der Last über die feste Rolle leichter empfunden wird als das Hochheben ohne Rolle. Erst durch den Einsatz von Messinstrumenten wird diese subjektive Wahrnehmung in Frage gestellt.

##### Flaschenzüge

Mit den Flaschenzügen können die Kinder unterschiedlich gefüllte Getränkeboxen auf eine Plattform heben. Sie haben die Möglichkeit, die benötigten Kräfte sowie die Wege beim Heben und beim Ziehen mit dem Flaschenzug zu messen. Der Flaschenzug erleichtert die Arbeit. Die Akteure können deutlich herausfinden, dass weniger Kraft, dafür aber mehr Weg benötigt wird.

#### Sachbezug zum Thema

Das Rad ermöglichte nicht nur eine enorme Erleichterung beim Transport schwerer Lasten, sondern nahm auch eine bedeutende „Rolle“ bei der Errichtung von großen Bauten ein. Wenn man für den Bau größerer Gebäude große Steine benötigte, konnten sie zwar mit Hebeln und einer geeigneten Ebene auf Wagen geladen und eventuell auf eine der nächsten Stufen gebracht werden, aber das reichte nicht aus, um zum Beispiel den Dachstuhl einer Kirche oder eine hohe Mauer zu erbauen.

Es lässt sich nicht mehr genau nachvollziehen, wer der Erfinder des Flaschenzugs war. Die ersten Darstellungen einer Kombination aus Seil und einfacher Rolle hat man auf einem assyrischen Relief um 970 v. Chr. entdeckt. Der zusammengesetzte Flaschenzug wird Archimedes zugeschrieben.

# 6 Beschreibung der Lernumgebung

## 6.5 Geneigte Ebene

### Beschreibung der Station

An dieser Station kommt man einfach nicht vorbei, sie steht zentral im Raum und nimmt viel Platz ein. Alles ist groß und erinnert an eine Baustelle. Mittelpunkt ist ein quadratisches Holzpodest – 93 mal 93 cm – mit einer Höhe von 40 cm. An zwei Seiten sind unterschiedlich lange Schrägen aus Holz angebaut, in Nähe der dritten Seite befinden sich zwei von der Decke hängende Flaschenzüge. Überall stehen und liegen Materialien, sie laden zum Bewegen und Erforschen ein. Um die Station herum liegen Schutzmatte- hier geht es also um schwere körperliche Arbeit!



### Material

Holzpodest mit zwei Schrägen, mehrere Rundhölzer, zwei Flaschenzüge mit Seil & Karabiner, vier Schutzmatte, vier Getränkekisten mit unterschiedlich gefüllten Flaschen, mehrere Seile, Gliedermaßstab

### Bezug zur Lebenswelt der Kinder

Baustellen sind Schaustellen- irgendwo gibt es immer eine Baustelle, an der die Kinder gern verweilen und die Arbeiten dort gespannt verfolgen. Sie können aufgeschüttete Ebenen für die Lastwagen, angeschrägte Bretter für die Schubkarren, Rollen und Flaschenzüge an Baugerüsten und Kranen entdecken. Aber auch Rampen an Wohnhäusern, Kita- und Schulgebäuden für Kinderwagen und Rollstühle erleben Kinder täglich. Sicherlich ist jedes Kind schon mal die Rutsche auf dem Spielplatz nach oben gewandert und hat dabei Erfahrungen gesammelt. Im Sportunterricht turnen die Kinder an schräg angestellten Bänken. Berge mit Serpentina und diversen Abkürzungen erzählen ihnen viel über Weglänge und Anstrengung. Kinder nehmen wahr, dass ein sehr scharfes Messer sehr gut schneidet. Dass es sich hier um die Ausnutzung einer geneigten Ebene handelt, ist den meisten Menschen nicht bewusst. Auch die Erleichterung beim Öffnen einer Weinflasche mit einem Korkenzieher hängt mit der Wirkung einer geneigten Ebene zusammen. Schaut man sich einen Korkenzieher genau an, wird man erkennen, dass er einer Serpentine ähnelt. Man braucht zwar viele Umdrehungen um in den Korken zu kommen, aber dafür wesentlich weniger Kraft als beim Versuch, einen Haken gerade durch den Korken zu schieben.

### Möglichkeiten des kindlichen Tuns

Die Kinder können die unterschiedlich großen und schweren Lasten nach Belieben nach oben und unten bewegen. Dabei erfahren sie etwas über Reibung und Arbeitserleichterung, aber auch über Weglängen und Anstellwinkel von Schrägen.

## 6 Beschreibung der Lernumgebung

Die Goldene Regel der Mechanik ist hier für die Kinder deutlich spür- und messbar, die unterschiedlich langen geneigten Ebenen geben dazu schon einen Hinweis. Aber auch die Reibung zwischen Oberflächen und ihre Verminderung durch die Rundhölzer ist erfahrbar. Nebenbei erleben sie die Tücken und Gefährlichkeit von Baustellen.



### Sachbezug zum Thema

Die geneigte Ebene gehört zu den kraftumformenden Einrichtungen, also gilt auch hier die Goldene Regel der Mechanik. Die Gewichtskraft des Körpers wird in zwei Komponenten zerlegt - die Normalkraft wirkt im rechten Winkel zur geneigten Ebene und die Hangabtriebskraft in Richtung dieser Ebene. Die Beträge beider Kraftkomponenten sind abhängig von der Gewichtskraft und dem Anstiegswinkel der Schrägen. Der Winkel stellt das Verhältnis von Höhe, Länge und Basis des Anstiegsdreiecks dar. Der Betrag der Normalkraft sinkt mit größer werdendem Anstiegswinkel, der Betrag der Hangabtriebskraft steigt jedoch - ein kurzer Weg zum Berggipfel (großer Anstiegswinkel) erfordert also einen höheren Kraftaufwand als ein langer Weg (kleiner Anstiegswinkel).

Die geleistete Arbeit bleibt in beiden Fällen gleich, dies gilt jedoch nur bei Vernachlässigung der Reibung. Wegen des Holzbelages der Schrägen ist die Reibung relativ groß, sie kann aber durch den Einsatz der Rundhölzer verkleinert werden.

# 6 Beschreibung der Lernumgebung

## 6.6 Zahnräder

Es gibt verschiedene Angebote zu den Zahnrädern.

### **Beschreibung der Station - Angebot 1**

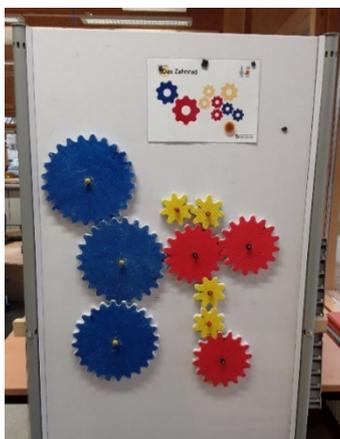
Auf einem flachen Tisch liegt eine Styrodurplatte mit unterschiedlich großen Holzzahnrädern. Außerdem stehen Zahnstocher bereit, mit denen die Zahnräder befestigt werden können.

An der metallischen Stellwand sind Styrodurzahnräder magnetisch befestigt.



### **Material**

Styrodurplatte (50 x 50cm), Holzzahnräder, Zahnstocher, metallische Stellwand, Styrodurzahnräder mit magnetischer Drehachse



### **Beschreibung der Station - Angebot 2**

Hier stehen den Kindern, verteilt auf zwei Tischen und einer Materialwand, eine Vielzahl von Materialien zur Verfügung, die es ihnen ermöglichen, die Funktionsweise von Zahnrädern kreativ und konstruktiv zu erleben. Unter anderem liegen Steckplatten, Kettenlieder, die zu Ketten gesteckt werden können, verschieden große Zahnräder, Kurbeln sowie zusätzliche Konstruktionsmaterialien bereit.

### **Material**

Werkzeugwand mit Schüttboxen, Konstruktionsmaterial (Quercetti)



### **Beschreibung der Station - Angebot 3**

An der Außenwand des Schrankes sind mehrere Zahnräder mit verschiedenen langen Fahrradketten verbunden. Mithilfe einer Pedale können die Zahnräder in Bewegung gesetzt werden. Im Schrank befindet sich eine Hebevorrichtung. Sobald außen gekurbelt wird, bewegt sich die Last im Schrank.

## 6 Beschreibung der Lernumgebung

### Material

Forscherschrank mit Zahnradwand, bestehend aus Zahnrädern und Fahrradketten, Kurbel, Welle mit befestigtem Seil (Hubvorrichtung)



### Bezug zur Lebenswelt der Kinder

Die meisten Kinder haben schon Erfahrungen mit dem Fahrrad gesammelt. Ebenso findet man in vielen Kinderzimmern verschiedene Konstruktionsbausätze, unter anderem auch mit Zahnrädern. Zahnradkettenantriebe können die Kinder zum Beispiel auf dem Rummel bei der Achterbahn beobachten. Höchstwahrscheinlich kennen Kinder auch eine Salatschleuder und haben sich schon einmal gefragt, wie die Bewegung hier von der Kurbel auf den Korb im Inneren weitergeleitet wird. Auch hier sind es Zahnräder, die die Bewegung übertragen. Ganz typisch für Zahnradantrieb ist natürlich die mechanische Uhr, die man immer seltener antrifft. In unserer modernen Technikwelt gibt es immer weniger erfahrbare Berührungsmöglichkeiten mit Zahnrädern.

### Möglichkeiten des kindlichen Tuns

#### Angebot 1

Die Kinder können die Zahnräder mit den Zahnstochern auf der Platte variabel feststecken. Dabei können sie auch mehrere Zahnräder so positionieren, dass sich diese miteinander verzahnen. Sowohl an der Stellwand als auch an der Styrodurplatte erfahren die Kinder, dass die Zähne eines Zahnrades und die Lücken dazwischen gleich groß sind. So passen die Zähne eines Zahnrades genau in die Lücken eines anderen Zahnrades. Sie beobachten, dass bei einer Drehbewegung des ersten Rades die Zähne des anderen Rades in Bewegung versetzt werden. Hierbei können sie feststellen, dass sich jedes zweite Zahnrad in die gleiche Richtung dreht und die Zahnräder dazwischen immer entgegengesetzt.

#### Angebot 2

Hier steht das eigene Konstruieren im Vordergrund. Die Kinder können selbständig eigene Zahnrad- und Kettenantriebe bauen.

#### Angebot 3

Die Kinder können hier beobachten, dass die Drehbewegung des Zahnrades mit der Pedale über die Kette auf das zweite Zahnrad übertragen wird, und dass sich beide Zahnräder in die gleiche Richtung drehen. Bewegt das Kind die Pedale außerhalb des Schrankes in eine Richtung, wird die Last hochgezogen. Dreht es andersrum, so sinkt die Last hinab. Die Kinder können beobachten, wie die einzelnen Kettenelemente und Zahnräder miteinander verbunden sind und ihre unterschiedlichen Bewegungen wahrnehmen.

## 6 Beschreibung der Lernumgebung

### Sachbezug zum Thema und weiterführende Themen

Ein Zahnrad hat Lücken und Zähne, die gleichmäßig angeordnet sind. Dies ist wichtig, damit man Zahnräder direkt und auch über Ketten koppeln kann. Dabei muss auf den richtigen Abstand geachtet werden – nur so ist eine optimale Kraftübertragung unter Berücksichtigung der Reibung möglich. Die Anzahl der Zahnräder bei direkter Kopplung entscheidet über die Drehrichtung des letzten Zahnrades - bei ungerader Anzahl drehen das erste und letzte Zahnrad in gleicher Richtung, bei gerader Anzahl entgegengesetzt.

Ein häufig vorkommendes Beispiel für ein Kettengetriebe befindet sich an Fahrrädern. Mit einem Zahnkranz kann hier die Drehgeschwindigkeit verändert werden- damit variiert man die aufzuwendende Kraft am Antriebszahnrad, das mit den Pedalen verbunden ist.



## 7 Literaturverzeichnis

**Duit, R.; Gropengießer, H.; Stäudel, L.** (Hrsg.); (2004) Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5 – 10. Seelze-Verber: Erhard Friedrich Verlag

**de Haan, G.**; (2009) Bildung für nachhaltige Entwicklung für die Grundschule. In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.); Bildung für nachhaltige Entwicklung für die Grundschule. Berlin: Zeitbildverlag

**Fischer, A.**; (2010) Schulintegrierte Produktionsstätten aus Sicht der Berufsbildungswissenschaften. In: Mertineit, K.-D.; Steenblock, W. (Hrsg.); Berufsbildungswissenschaftliche Schriften der Leuphana Universität Lüneburg. Band 4 S. 24-41  
[http://bwpschriften.univera.de/Band4\\_10/afischer\\_Band4\\_10.pdf](http://bwpschriften.univera.de/Band4_10/afischer_Band4_10.pdf)

**Hagstedt, H.**; (1992) Offene Unterrichtsformen. Methodische Modelle und ihre Planbarkeit. In: Hameyer, U.; Lauterbach, R.; Wiechmann, R. (Hrsg.); Innovationsprozesse in der Schule. Fallstudien, Analysen und Vorschläge zum Sachunterricht. S. 367-382 Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt Verlag

**von Humboldt, W.**; (1980) Theorie der Bildung des Menschen. In: Flitner, A.; Giel, K. (Hrsg.); Wilhelm von Humboldt, Werke in 5 Bänden. Band 1 Schriften zur Anthropologie und Geschichte. Berlin: WBG

**Marquardt-Mau** (2004): Marquardt-Mau, Brunhilde (2004): Ansätze zur Scientific Literacy. Neue Wege für den Sachunterricht. In: Kaiser, Astrid/Pech, Detlef (Hrsg.): Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

**Meyer-Drawe, Käte** (2003): Vorwort. In: Klaus Stieve (2003): Vom intimen Verhältnis zu den Dingen. Verlag Königshausen&Neumann. Würzburg. S.7

**Meyer, L.; Schmidt, G.-D.**; (2001) Basiswissen Schule Physik. Berlin: Paetec

**Nentwig-Gesemann, I.; Wedekind, H.; Gerstenberg, F.; Tengler, M.**; (2012) Die vielen Facetten des ‚Forschens‘. Eine ethnografische Studie zu Praktiken von Kindern und PädagogInnen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Bildungsangebots. In: Fröhlich-Gildhoff, K.; Nentwig-Gesemann, I.; Wedekind, H.; Forschung in der Frühpädagogik V Schwerpunkt: Naturwissenschaftliche Bildung – Begegnung mit Dingen und Phänomenen. Freiburg: FEL Verlag

**Ramseger, J.**; (2009) Experimente, Experimente. Was lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Die Grundschulzeitschrift 225.226/2009; S.14-20 Berlin

**Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport** (Hrsg.); (2004b) Berliner Bildungsprogramm. Berlin: Verlag das Netz

**Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport** (Hrsg.); (2004a) Rahmenlehrplan Sachunterricht Grundschule. Berlin: Wissenschaft und Technik Verlag

**Theisselmann, O./Wedekind, H.** (2015).: Das Kinderforscher\*zentrum HELLEUM: Eine außerschulische Lernwerkstatt für naturwissenschaftlich-technische Bildung in der frühen Kindheit mit überregionaler Ausstrahlung In: Karpa, D./ Lübbecke, G./ Adam, B. (Hrsg). Außerschulische Lernorte. Prolog-Verlag, Immenhausen, 2015 S. 70-79.

**Wagenschein, M.;** (2009) Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge. Das Wagenschein Studienbuch. (4. Auflage) Bern: HEP der Bildungsverlag

**Wedekind, H.; Theisselmann, O.; Haas, H.;** (2020) Experimentieren zu Hause. Zu Zeiten von Corona. In: Grundschule Aktuell Zeitschrift des Grundschulverbandes, Heft 152 November 2020 Seite 26-28. Hrsg. Der Vorstand des Grundschulverbandes, Verlag: Grundschulverband e.V.

**Wedekind, H.;** (2011) Eine Geschichte mit Zukunft. In: Grundschule H6/2011; S. 6-10 Braunschweig: Westermann Verlag

**Wedekind, H.;** (2006) Didaktische Räume- Lernwerkstätten, Orte einer basisorientierten Bildungsinnovation. In: gruppe&spiel H4/2006; S. 9-12 Seelze: Kallmeyer Verlag

## Impressum:

Berlin 2020

Kinderforscherzentrum HELLEUM (Hrsg.)

V.i.S.d.P.: Prof. i.R. Dr. Hartmut Wedekind

Autoren: Ralph Brinkmeier, Francesco Cuomo, Egbert Erdmann, Holger Haas, Andreas Hörster, Ines Milde, Torsten Simon, Hartmut Wedekind, Markus Viehweger

Redaktion: Ralph Brinkmeier, Torsten Simon, Hartmut Wedekind

Bildnachweis: Holger Haas, Andreas Hörster, Ines Milde, Torsten Simon, Olga Theisselmann

Layout und Gestaltung: Olga Theisselmann

Kinderforscherzentrum HELLEUM

Kastanienallee 59

12627 Berlin

[www.helleum-berlin.de](http://www.helleum-berlin.de)

[info@helleum-berlin.de](mailto:info@helleum-berlin.de)

In dieser Reihe gibt es weitere Handreichungen zu folgenden Workshops:

Wind bringt's

Sonne satt

Boden schätzen

Müll macht's

Wasser marsch

Luft lüften

Kugel mal

in Arbeit sind:

Verbindungen - ganz gelöst

Mathe ma'ticken