



Physik im Skikurs für die SEK 1

SEBASTIAN, KRITZINGER
SEBASTIAN.KRITZINGER@STUD.PLUS.AC.AT

Zusammenfassung

Der Artikel beleuchtet die Anwendung von physikalischen Konzepten im Kontext des Skifahrens. Er beginnt mit einer allgemeinen Einführung in die Physik als Naturwissenschaft und betont die Bedeutung des Bezugs zur Natur, der oft im traditionellen Physikunterricht verloren geht. Es wird die Bedeutung von Bewegung für das Lernen und die kognitive Entwicklung diskutiert, sowohl im Klassenzimmer als auch in der Natur. Der Hauptteil des Artikels konzentriert sich darauf, wie Physik auf der Skipiste erlebt und vermittelt werden kann. Es werden Experimente zur Luftreibung und Geschwindigkeitsmessung beschrieben, die auf Skihängen durchgeführt werden können. Es werden kreative pädagogische Ansätze vorgestellt, wie das Lösen von Rätseln während der Liftfahrt oder das Verständnis des Energieerhaltungssatzes durch das Fahren auf Buckelpisten. Insgesamt verdeutlicht der Artikel, wie der Skiunterricht nicht nur eine Gelegenheit für körperliche Aktivität bietet, sondern auch ein lebendiges Labor für physikalische Phänomene sein kann, die Schüler auf spielerische und praxisnahe Weise erleben und verstehen können.

1 Physik als Naturwissenschaft

Die Physik, eine der grundlegenden Naturwissenschaften, widmet sich der Erforschung und Erklärung verschiedener Naturphänomene. Warum ist der Himmel blau? Wie entsteht ein Regenbogen? Was verursacht Polarlichter? All diese faszinierenden Fragen finden in der Physik ihre Antworten.

Im Laufe der Zeit, mit der zunehmenden Entwicklung technischer Geräte, scheint die ursprüngliche Idee der Physik, die sich vom griechischen Wort "Physike" herleitet und so viel bedeutet wie "die Natürliche", in Vergessenheit zu geraten. Die moderne Technologie erleichtert unseren Alltag zweifellos, und keiner setzt ihre Bedeutung herab. Allerdings können technologische Entwicklungen auch dazu führen, dass unser Verständnis von Physik verzerrt wird (Strahl, 2018)!

Wagenschein kritisiert die Vorstellung von Physik und Technik und behauptet, dass die meisten Menschen mit Physik folgende Begriffe assoziieren: Technik, Apparate und Formeln. Es fehlt offensichtlich der Bezug zur Natur (Wagenschein, 1965).

Physikunterricht erfolgt in der Regel in einem dunklen, kalten und schlecht riechenden Physiksaal. Kein Wunder, dass man da den Bezug zur Natur vergisst. Wagenschein betont die Bedeutung eines engeren Bezugs zur Natur, um das Verständnis und die Wertschätzung für die Physik zu fördern.

2 Physik in der Natur

Die Natur ist seit Anbeginn unserer Zeit ein Ort des Lernens. Menschen haben durch Beobachten und Nachahmen von und mit der Natur gelernt. Und das ohne Tests und Aufgabenstellungen, wie wir es von der Schule kennen. Das Lernen in der Natur ist ein Lernen im Tun, ein Lernen im Spiel, ein Lernen in Abgucken und Nachahmen und ein Lernen zwischen Versuch und Irrtum.

Im Klassenzimmer haben wir die Nähe zur Natur verloren und die Art des Lernens hat sich stark verändert. Wir Menschen haben mit dem Bau von Schulen unsere natürliche Art des Lernens wortwörtlich „verlernt“ (Lüpke, 2015).

Als Lehrperson können wir den Bezug zur Natur wiederherstellen, indem wir gezielt unseren Unterricht außerhalb des Schulgebäudes halten.

Sehr viele Schulen in Österreich fahren auf Wintersportwoche. Das bedeutet fünf Tage in den Bergen, in der frischen Luft und vor allem weg vom Klassenzimmer. Für die Schülerinnen und Schüler ein toller Ausgleich. Für uns Lehrpersonen eine super Möglichkeit Lernen in der Natur zu ermöglichen und auszuprobieren.

Naturpädagogen vertrauen darauf, dass die Natur eine unmittelbare und tiefgreifende Wirkung auf Menschen hat. Diese Wirkung ist nicht nur spürbar und erlebbar, sondern auch intellektuell nachvollziehbar und spirituell bereichernd. Natur wirkt auf vielfältige Weise: Sie

reduziert Stress, gleicht die Seele aus, schärft die Sinne für die Umgebung und für sich selbst, löst Blockaden, relativiert Probleme, inspiriert zu neuen Entdeckungen, fordert den Verstand heraus, aktiviert und erweitert alle Sinne, fördert ein neues Verständnis für Mitmenschen und stärkt den Körper. Diese Wirkung entfaltet sich insbesondere im schulischen Kontext, wenn Lehrerinnen und Lehrer sich dieser Tatsache bewusst sind und Kindern und Jugendlichen ermöglichen, ihre eigenen Naturerfahrungen jenseits eines festen Lehrplans zu machen (Quartier & Thurn, 2018).

3 Bewegtes Lernen

In den letzten dreißig Jahren haben die Fortschritte in der Gehirnforschung erhebliche Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Ein bedeutender Faktor für diese Entwicklung ist die Entstehung bildgebender Verfahren wie die Magnetresonanztomographie (MRT).

Diese bahnbrechenden Technologien haben es Forschern ermöglicht, neue Einblicke in das Gehirn zu gewinnen. Eine wichtige Erkenntnis, die durch diese Forschung gewonnen wurde, ist, dass körperliche Aktivität die Entwicklungsprozesse im Gehirn fördert. Dies bedeutet, dass Bewegung nicht nur gut für den Körper ist, sondern auch positive Auswirkungen auf die emotionale Entwicklung und die Lernleistung von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen hat.

Es wurde außerdem festgestellt, dass regelmäßige körperliche Aktivität auch noch im Alter positive Effekte auf die kognitive Leistungsfähigkeit haben kann. Dies zeigt, dass Bewegung ein wichtiger Bestandteil eines gesunden Lebensstils ist, der dazu beiträgt, die Gesundheit und Funktionsweise des Gehirns zu unterstützen.

Diese Erkenntnisse haben weitreichende Implikationen für die Bildungspolitik und die Gestaltung von Lebensräumen, die die körperliche Aktivität fördern. Es ist klar, dass die Förderung von Bewegung nicht nur für die körperliche Gesundheit, sondern auch für die geistige Gesundheit und Leistungsfähigkeit von großer Bedeutung ist (Schlesinger, 2013).

4 Physik auf der Piste

Kommen wir nun zur Frage wie ich konkret mit einer Gruppe von bis zu zwölf Schülerinnen und Schüler (2. bzw. 3. Klasse SEK1) Physik auf der Piste betreiben kann.

Sicherheit geht immer vor. Daher ist unbedingt zu beachten, dass bei den nachfolgenden Experimente zu jederzeit die FIS Pistenregeln eingehalten werden und keine anderen Ski Gäste gestört werden.

Skifahren ist eine aufregende Aktivität, die jedoch auch Verantwortung und Rücksicht erfordert. Damit alle Skifahrerinnen und Skifahrer sicher die Pisten genießen können, gibt es klare Regeln, die beachtet werden müssen:

1. Rücksicht auf die anderen.

Jeder Skifahrer muss sich stets so verhalten, dass er keinen anderen gefährdet oder schädigt.

2. Beherrschung der Geschwindigkeit und der Fahrweise.

Jeder Skifahrer muss auf Sicht fahren. Er muss seine Geschwindigkeit und seine Fahrweise seinem Können und den Gelände-, Schnee- und Witterungsverhältnissen sowie der Verkehrsdichte anpassen.

3. Wahl der Fahrspur.

Der von hinten kommende Skifahrer muss seine Fahrspur so wählen, dass er vor ihm fahrende Skifahrer nicht gefährdet.

4. Überholen.

Überholt werden darf von oben oder unten, von rechts oder links, aber immer nur mit einem Abstand, der dem überholten Skifahrer für alle seine Bewegungen genügend Raum lässt.

5. Einfahren, Anfahren und hangaufwärts Fahren.

Jeder Skifahrer, der in eine Abfahrt einfährt, nach einem Halt wieder anfährt oder hangaufwärts schwingen oder fahren will, muss sich nach oben und unten vergewissern, dass er dies ohne Gefahr für sich und andere tun kann.

6. Anhalten.

Jeder Skifahrer muss es vermeiden, sich ohne Not an engen oder unübersichtlichen Stellen einer Abfahrt aufzuhalten. Ein gestürzter Skifahrer muss eine solche Stelle so schnell wie möglich freimachen.

7. Aufstieg und Abfahrt.

Ein Skifahrer, der aufsteigt oder zu Fuß absteigt, muss den Rand der Abfahrtsstrecke benutzen.

8. Beachten der Zeichen.

Jeder Skifahrer muss die Markierungen und die Signale beachten.

9. Verhalten bei Unfällen.

Bei Unfällen ist jeder zur Hilfeleistung verpflichtet.

10. Ausweispflicht.

Jeder Skifahrer, ob Zeuge oder Beteiligter, ob verantwortlich oder nicht, muss im Falle eines Unfalles seine Personalien angeben (FIS, 2003).

Diese Regeln sind entscheidend, um die Sicherheit aller Skifahrerinnen und Skifahrer zu gewährleisten. Es liegt in der Verantwortung jedes Einzelnen, sich an diese Regeln zu halten und so zu einem angenehmen und sicheren Skierlebnis beizutragen.

5 Lehrplanbezug

Die folgenden Versuche stammen aus dem Bereich der Mechanik und sind für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe 1 gedacht. Früher hätte sich dafür idealerweise eine 2. Klasse der Unterstufe geeignet. Jedoch sieht der neue Lehrplan, der ab dem Schuljahr 2024/25 in Physik gilt (da Physik noch nicht in der ersten Klasse behandelt wird), keine Mechanik mehr in der 2. Klasse vor. Diese Thematik soll zukünftig erst in der 3. Klasse behandelt werden.

Lehrplan bis 2024

Die Welt in der wir uns bewegen:

Ausgehend von unterschiedlichen Bewegungsabläufen im Alltag, im Sport, in der Natur bzw. in der Technik sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefer gehendes Verständnis der Bewegungsmöglichkeiten, der Bewegungsursachen und der Bewegungshemmungen von belebten und unbelebten Körpern ihrer täglichen Erfahrungswelt sowie des eigenen Körpers gewinnen. Weg und Geschwindigkeit; die gleichförmige und die gleichförmig beschleunigte Bewegung; Masse und Kraft; Masse und Trägheit; Gewichtskraft und Reibungskraft.

- Bewegungsfördernde und bewegungshemmende Vorgänge verstehen und anwenden (BMBWF, 2023).

Lehrplan ab 2024

Kompetenzbereich Mechanik

Die Schülerinnen und Schüler können

- die (auch mehrdimensionale) Bewegung von Objekten mit geeigneten fachtypischen Darstellungen unter Einbeziehung moderner digitaler Werkzeuge beschreiben und die wesentlichen physi-

kalischen Größen von Bewegungen (Ort, Tempo und Geschwindigkeit) in verschiedenen Kontexten anwenden.4, 12 (W)

- in einfachen Experimenten den Zusammenhang zwischen der Änderung einer Geschwindigkeit und einer Einwirkung von außen untersuchen (E) und auf unterschiedliche Alltagsbeispiele anwenden (W).
- die Wirkung verschiedener Kräfte im Alltag qualitativ untersuchen (E), dokumentieren (E) und kommunizieren (W) (BMBWF, 2024).

6 Hocke vs. Aufrechtfahren



Abbildung 1: Links Aufrechtfahren Rechts Hocke (eigene Aufnahme)

Erfahrene Skifahrer wissen: Die Hocke ist der Schlüssel zur Geschwindigkeit. Doch in diesem Experiment geht es nicht nur um Luftwiderstand - die wahre Triebkraft ist die Geschwindigkeit, mit der die Skifahrer den Hang hinunterterrassen.

Für dieses Vorhaben ist ein passender Hang unerlässlich. Ideal wäre ein mittelsteiler Abschnitt für die Beschleunigung und flaches Gelände für die Hocke-Phase. Nachdem die geeignete Piste gefunden wurde, werden sechs Skistöcke verwendet, um zwei Rechtecke zu markieren (siehe Abbildung 2).

Hinweis: Da der Versuch zweimal durchgeführt wird, ist beim ersten Mal darauf zu achten, das Beschleunigungsrechteck kleiner zu gestalten, um die Geschwindigkeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu kontrollieren.

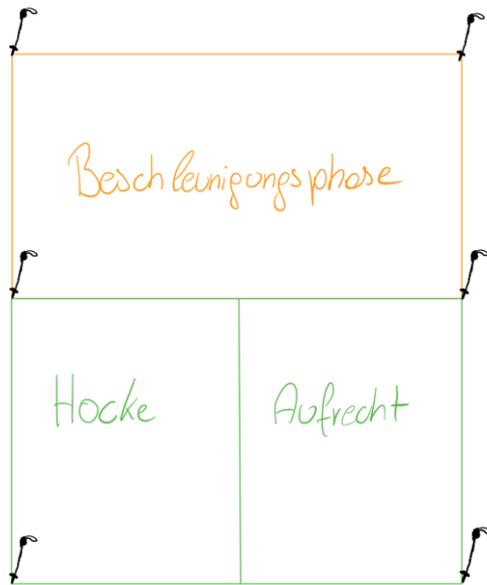


Abbildung 2: Versuchsaufbau (eigene Darstellung)

Die Schülerinnen und Schüler werden nun aufgefordert, gleichzeitig nebeneinander durch das Beschleunigungsrechteck zu fahren. Beim Eintreten in das nächste Rechteck fährt eine Person aufrecht weiter, während die andere in die Hocke geht. Nachdem alle Schülerinnen und Schüler die Übung absolviert haben, sammelt die Lehrperson die Stöcke wieder ein.

Der Versuch wird ein zweites Mal durchgeführt, wobei die Beschleunigungsphase dieses Mal länger gewählt wird als zuvor, was zu einer höheren Geschwindigkeit führt.

Nachdem alle den Parcours absolviert haben und die Stöcke eingesammelt wurden, wird ein geeigneter Ort für die Besprechung gesucht, idealerweise eine Hütte, um andere Gäste im Skigebiet nicht zu stören.

Der Versuch zeigt, dass die Geschwindigkeit einen signifikanten Einfluss auf den Luftwiderstand bzw. die Luftreibung hat. Bei der ersten Durchführung werden die Schülerinnen und Schüler feststellen, dass die Hocke wenig bis keinen Unterschied macht. Es kann sogar vorkommen, dass eine Person, die nicht in die Hocke geht, schneller fährt als eine Person in Hocke, insbesondere wenn unterschiedliche Skiqualitäten verwendet werden.

Mit zunehmender Geschwindigkeit wird die Wirkung der Luftreibung stärker sichtbar, und

diejenigen, die in Hocke fahren, sind schneller als diejenigen, die aufrecht fahren.

Die Kraft, die ein Körper erfährt, wenn er sich relativ zur Luft bewegt, wird als Luftwiderstandskraft bezeichnet. Diese Kraft wirkt stets entgegen der Bewegungsrichtung des Körpers. Ihr genauer Betrag variiert je nach Geschwindigkeit, Form des Körpers, Querschnittsfläche und Dichte der Luft.

Die Formel für die Luftwiderstandskraft lautet:

$$F_{LR} = \frac{1}{2} \cdot A \cdot c_w \cdot \rho_{Luft} \cdot v^2$$

F_{LR} ...Betrag Luftreibung [N]

v ... Betrag Geschwindigkeit [m/s]

A ... Querschnittsfläche [m²]

c_w ... Luftwiderstandsbeiwert (formabhängig)

ρ_{Luft} ... Dichte Luft [kg/m³]

Die Luftwiderstandskraft ist proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit, zur Querschnittsfläche und zur Dichte der Luft. Der Luftwiderstandsbeiwert (bezeichnet als " c_w ") variiert je nach der Form des Körpers. Es ist wichtig zu beachten, dass der Luftwiderstandswert dimensionslos ist und keiner Maßeinheit zugeordnet werden kann. In der Formel ist ersichtlich, dass die Luftreibung mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt. Daher ist der „Hocke-Effekt“ beim Skifahren besonders bei hohen Geschwindigkeiten ausgeprägter (Reibungs und Fortbewegung, o. D.)!

7 Geschwindigkeitsmessung

In vielen großen Skigebieten gibt es oft eigene Bereiche, wo die Geschwindigkeit von sportlichen Skigästen gemessen wird. Doch mit ein wenig Physik und ein paar einfachen Hilfsmitteln kann jeder seine eigene Geschwindigkeitsmessung durchführen. Alles, was man dazu braucht, ist ein langes Maßband und eine Stoppuhr oder ein Handy.

Für dieses Experiment werden Skistöcke verwendet, um zwei Rechtecke zu bilden, wie in Abbildung 3 dargestellt. Dann muss man lediglich die Strecke zwischen dem zweiten und dritten Skistock messen.

Hinweis: Die Auswahl des Geländes sollte entsprechend den Fähigkeiten der Skifahrer/-innen erfolgen.

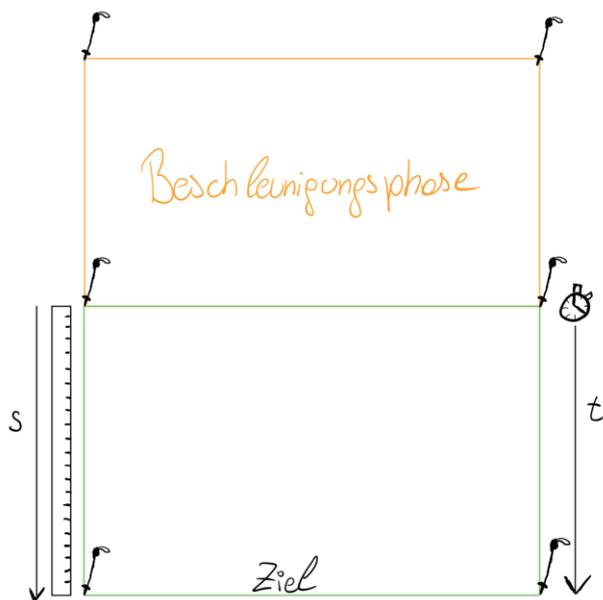


Abbildung 3: Versuchsaufbau Zeitmessung (eigene Darstellung)

Während der Durchführung benötigt man zwei Freiwillige, die für die Zeitmessung und der Dokumentation der Zeiten zuständig sind. Danach kann es schon losgehen. Die Schülerinnen und Schüler fahren einzeln durch den Kurs. Dabei werden die Zeiten gemessen und dokumentiert.

Sind alle durchgefahren werden die Stöcke wieder abgebaut. Nun sucht man sich eine geeignete Stelle, wo sich die Schülerinnen und Schüler ihre (Durchschnitts-)Geschwindigkeiten ausrechnen können. Dies erfolgt mit folgender Formel:

$$v = \frac{s}{t}$$

v... Geschwindigkeit [$\frac{m}{s}$]

s ... Weg [m]

t ... Zeit [s]

Mathematisch betrachtet ergibt sich die Geschwindigkeit, indem man die zurückgelegte Strecke s durch die benötigte Zeit t teilt. Das gibt uns Aufschluss darüber, wie lange man für eine bestimmte Strecke benötigt. Die Bezeichnung "v" für Geschwindigkeit stammt aus dem englischen Wort "velocity", "s" steht für "segment" und "t" für "time".

Es ist von Bedeutung zu betonen, dass es sich bei dieser Geschwindigkeit um einen Durch-

schnittswert handelt, da beim Skifahren in der Regel beschleunigte Bewegungen stattfinden.

Die Ergebnisse werden in Metern pro Sekunde (m/s) angegeben, was für Schülerinnen und Schüler oft eine abstrakte Einheit ist, da sie im Alltag selten verwendet wird. Um das Ergebnis verständlicher zu machen, empfiehlt es sich, es mit 3,6 zu multiplizieren, um die vertrautere Einheit Kilometer pro Stunde (km/h) zu erhalten.

Um das Experiment etwas spielerischer zu gestalten, kann man zu Beginn eine spezifische Aufgabenstellung geben, indem man eine bestimmte Geschwindigkeit vorgibt, zum Beispiel 20 km/h. Derjenige oder diejenige, der oder die am nächsten an die vorgegebene Geschwindigkeit herankommt, gewinnt. Zusätzlich ermöglicht diese Methode eine gewisse Regulierung der Höchstgeschwindigkeit.

8 Gondelrätsel

Wer schon einmal einen Tag Skifahren war, kennt das: die langen Minuten im Lift oder der Gondel, die scheinbar nie enden wollen. Doch anstatt diese Zeit zu verträdeln, können Lehrerinnen und Lehrer die Lernenden mit Rätseln und Aufgaben unterhalten, die sie während der Fahrt nach oben lösen können.

Die Idee dahinter basiert im Grunde auf der Methode des „Think-Pair-Share“. Die Gruppe erhält von der Lehrperson im Tal eine Aufgabe oder ein Rätsel. Eine mögliche Aufgabe könnte lauten:

„Liebe Schülerinnen und Schüler, euer nächstes Rätsel sollt ihr während der Liftfahrt lösen. Mit welcher Geschwindigkeit werdet ihr auf den Berg transportiert? Denkt daran, wie wir in der Schule die Geschwindigkeit berechnen konnten. Handys als Stoppuhr sind erlaubt. Eure Lösung präsentiert ihr nach der Liftfahrt am Gipfel des Berges.“

Danach teilt man die Gruppe in kleinere Teams von bis zu vier Personen auf. Um die Motivation zu steigern, kann beispielsweise das Gewinner-Team als erstes zu Mittag- oder Abendessen. Jede Gruppe fährt dann mit einer eigenen Gondel den Berg hinauf und versucht, bis zur Ankunft am Gipfel eine Lösung zu finden. Es ist wichtig, diese Übung nicht zu Stoßzeiten durchzuführen, wenn viele Gäste den Berg hinauf möchten.

Oben angekommen, präsentiert jede Gruppe ihre Ergebnisse, und verschiedene Lösungsan-

sätze werden diskutiert. Da es sich um eine Art „Fermi-Aufgabe“ handelt, gibt es kein Richtig oder Falsch. Die Lehrperson kann jedoch im Voraus entweder die Liftarbeiter nach der Geschwindigkeit fragen, oder im Internet einen Richtwert finden.

Ein weiteres Beispiel wäre:

„Liebe Schülerinnen und Schüler, euer nächstes Rätsel sollt ihr während der Liftfahrt lösen. Die Gondelanlage, vor der wir gerade stehen, transportiert die Skigäste mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h den Berg hinauf. Eure Aufgabe ist es herauszufinden, welche Strecke ihr von der Talstation bis zur Bergstation zurücklegt. Eure Lösung präsentiert ihr nach der Liftfahrt am Gipfel des Berges. Denkt daran, wie wir in der Schule Strecken berechnet haben.“

Diesmal ist die Geschwindigkeit vorgegeben, und die Lernenden müssen die Dauer messen, also wie lange die Gondel braucht, um den Gipfel zu erreichen. Anhand der Geschwindigkeitsformel können sie dann die Strecke berechnen.

9 Energieerhaltung durch Buckelpiste

Der Begriff "Energie" kann für viele Schülerinnen und Schüler ein echtes Rätsel sein. Doch in der Wissenschaft ist Energie einer der wichtigsten Begriffe überhaupt. Er zeigt uns, wie viel Arbeit ein System leisten kann. Es gibt verschiedene Arten von Energie, abhängig von dem, was gerade passiert. Zum Beispiel beschreibt kinetische Energie, wie viel Energie in der Bewegung eines Systems steckt. Potenzielle Energie hängt davon ab, wo sich etwas befindet, z.B. wie groß der Abstand zwischen zwei Objekten ist, die sich anziehen. Und Wärmeenergie kommt von den kleinen, zufälligen Bewegungen von Atomen und Molekülen in einem System und ist eng mit der Temperatur verbunden (Tipler & Mosca, 2015).

Im Alltag hört man oft, dass "Energie verbraucht" oder "erzeugt" wird. Das ist aber nicht richtig. Ein fundamentaler Satz der Physik besagt, dass die Gesamtenergie eines Systems einschließlich ihrer Umgebung immer konstant bleibt. Das bedeutet, dass Energie nicht verschwindet oder neu entsteht, sondern nur von einer Form in eine andere umgewandelt wird.

Um den Schülerinnen und Schülern den Energieerhaltungssatz näher zu bringen, kann man sich eine Buckelpiste vorstellen. Wenn man auf einem Buckel oben steht, hat man eine hohe potenzielle Energie, aber keine kinetische Energie. Wenn man den Hügel hinunterfährt, verwandelt sich die potenzielle Energie in kinetische Energie. Im Tal angekommen, hat man viel kinetische Energie und wenig potenzielle Energie. Wenn man den nächsten Hügel hinauffährt, verliert man Geschwindigkeit, aber keine Energie. Die kinetische Energie wird wieder in potenzielle Energie umgewandelt, bis man wieder auf einem Hügel steht.

In vielen "Fun-Parks" gibt es Buckelpisten. Dort kann man die Schülerinnen und Schüler die Buckel hinunterfahren lassen, während die Lehrperson die Fahrten mit einem Smartphone filmt. So können sie später die Energieumwandlungen betrachten und darüber diskutieren. Es bietet sich an, nach der Fahrt ein kurzes Gespräch zu führen, in dem die Schülerinnen und Schüler ihre Erfahrungen teilen können. Das Video kann dann in der nächsten Physikstunde analysiert werden oder in einer ruhigen Gondel oder Unterkunft besprochen werden.



Abbildung 4: Skizze Buckelpiste (eigene Darstellung)

10 Zusammenfassung

Physik auf der Piste bietet ein enormes Potenzial für praktische Anwendungen und Experimente, die Schülerinnen und Schüler ein tieferes Verständnis von physikalischen Konzepten vermitteln. Die vorgestellten Experimente zur Luftreibung, Geschwindigkeitsmessung und Energieerhaltung ermöglichen es, physikalische Prinzipien in einer realen Umgebung zu erforschen. Darüber hinaus zeigen kreative pädagogische Ansätze wie das Lösen von Rätseln während der Liftfahrt die Vielfalt der Möglichkeiten, wie Skifahren als Lernumgebung genutzt werden kann. Es ist wichtig anzumerken, dass die präsentierten Aktivitäten nur einen Ausschnitt dessen darstellen, was beim Skifahren alles

möglich ist. Es gibt noch zahlreiche weitere Experimente und Anwendungen, die erforscht werden können, um das Verständnis von Physik auf der Piste zu vertiefen und den Schülern eine bereichernde Lernerfahrung zu bieten.

11 Literatur

Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF]. (2023). Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über die Lehrpläne der Mittelschulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht.

Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF]. (2024). Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über die Lehrpläne der Mittelschulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850>

Federation Internationale de Ski [FIS]. (2003). 10 FIS Verhaltensregeln. <https://www.skiaustria.at/Dokumente/Bereich%20Service/Sicherheit/fis-verhaltensregeln-1.pdf>

Geseko von Lüpke. (2015). Lernen in der Natur. Abgerufen am 6. Januar 2024, von https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/lls_vortrag_15_04_17_von_luepke.pdf

Quartier, U. & Thurn, S. (2018). Naturerfahrung Erfahrungslernen in der Natur, von der Natur, über Natur. Pädagogik, 6–9.

Reibung und Fortbewegung. (o.D.). LEI-FIphysik. Abgerufen am 4. Januar 2024, von <https://www.leifiphysik.de/mechanik/reibung-und-fortbewegung/grundwissen/luftreibung#:~:text=F%20L%20R%20%3D%201%202,sagt%20er%20ist%20%22dimensi%20slos%22>

Schlesinger, I. (Dezember 2013). Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). Von BBS_2013_12_Lehrertext_1_Bewegung_im_Unterricht%20(2).pdf abgerufen

Strahl, A. (2018). Fachdidaktik der Naturwissenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Physik. (2. Aufl.). Books on Demand.

Tipler, P. A. & Mosca, G. (2015). Physik: für Wissenschaftler und Ingenieure. Springer-Verlag.

Wagenschein, M. (1965). Die pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig: Westermann.