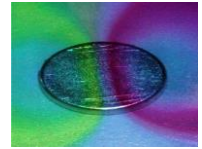




IMST – Innovationen Machen Schulen Top

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterricht



KREATIVITÄT TRIFFT TECHNIK

ID 2115

Claudia Kraut, BEd BEd

NMS Gleisdorf

Gleisdorf, Juni 2018

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	3
ABSTRACT	4
1 AUSGANGSSITUATION	5
2 ZIELE	6
2.1 Ziele auf LehrerInnen-Ebene	6
2.2 Ziele auf SchülerInnen-Ebene	6
2.3 Ziele in Hinblick auf Diversität und Gender.....	7
3 PLANUNG	8
3.1 Projektablauf und Maßnahmen.....	8
3.2 Bezüge zur fachdidaktischen Literatur	9
3.3 Kompetenzorientierte Unterrichtsplanung.....	11
3.4 Geplante kompetenzorientierte Aufgaben	12
4 DURCHFÜHRUNG	14
4.1 Beschreibung der Umsetzung	14
4.2 Einsatz der Lern- und Leistungsaufgaben	18
4.3 Exkursionen	19
4.4 Verbreitung und Vernetzung	19
5 PROJEKTPRODUKTE UND ERKENNTNISSE	20
5.1 Evaluationskonzept	20
5.2 Auswertung und Interpretation.....	20
6 RESÜMEE UND AUSBLICK	22
7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	23
8 LITERATURVERZEICHNIS	24
9 ANHANG	25
10 FOTOS	32
ERKLÄRUNG	34

VORWORT

Nachdem ich in meiner Ausbildung erstmals das forschende Lernen kennengelernt habe, war ich so begeistert, dass ich diese Unterrichtsmethode als Thema für meine Bachelorarbeit im Fach Physik/Chemie gewählt habe. Damals war das Thema „Forschendes Lernen mit dem Becher des Pythagoras“.

Die erste Erfahrung mit dieser Methode an der NMS Lassnitzhöhe und die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler überzeugte mich sehr, so dass ich mir vorgenommen habe, dies im weiteren Schuldienst weiterzuführen. In meinem ersten Jahr an der NMS Gleisdorf bekam ich die Möglichkeit in dem freien Wahlpflichtfach „Naturwissenschaftliches Experimentieren“ in den 4. Klassen mein Thema zu wiederholen. Die Ergebnisse waren auch diesmal sehr erfreulich. Im Jahr darauf wurde aus dem freien Wahlpflichtfach ein doppelstündiges Schwerpunktfach für die 3. Klassen. Meine Planung gliedert sich in fächerübergreifende Projekten mit unterschiedlichen Methoden und pro Semester ein Thema, welches mit meiner bevorzugten Unterrichtsmethode durchgeführt wird.

Eines davon führe ich im Rahmen des IMST Projektes durch – „Kreativität trifft Technik“. Für mich ist es in diesem Projekt eine neue Erfahrung mit Lego Baukästen zu arbeiten und mit jüngeren Schülerinnen und Schüler. Besonders freue ich mich auf das kommende Schuljahr, in dem es ab der ersten eine MINT-Schwerpunktklasse gibt, in der es bereits Physik ab der 1. Klasse und naturwissenschaftliches Forschen ab der 2. Klasse gibt. Dadurch lernen die Schülerinnen und Schüler diese Lernmethode schon früher kennen und sind in den höheren Klassen vielleicht schon in der Lage an offenere Forschungsfragen zu arbeiten.

ABSTRACT

Internationale Vergleichsstudien kommen zum Ergebnis, dass viele Schüler und Schülerinnen Schwierigkeiten haben, naturwissenschaftliche Zusammenhänge zu verstehen und erworbenes Wissen in verschiedenen Situationen anzuwenden. Um die Qualität der Bildung zu verbessern, wurde ein dreidimensionales Kompetenzmodell für Naturwissenschaften entwickelt und die Anforderungen konkretisiert. Die Unterrichtsmethode des forschenden Lernens umfasst diese Kompetenzen und der Forschungskreislauf stellt für die Lernenden und Lehrenden einen roten Faden dar, der als Hilfestellung bzw. als Fahrplan gesehen werden kann.

In diesem Projekt habe ich mir die Frage gestellt, welche Handlungskompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung bei Schülern und Schülerinnen anhand forschenden Lernens beobachtet werden können. Dazu führte ich an der NMS Gleisdorf ein IMST-Projekt mit dem Titel „Kreativität trifft Technik“ durch. Ziel dieses Projekts war es, ein solarbetriebenes Fahrzeug aus Legosteinen zu bauen und unterschiedliche Parameter experimentell zu prüfen, die die Leistung bzw. die Geschwindigkeit positiv beeinflussen. Bewertet und analysiert werden die Daten und Aufzeichnungen der Forschungsberichte. Als Abschluss gab es einen direkten Vergleich der Fahrzeuge in Form eines Wettrennens.

Impressum

<i>Schulstufe:</i>	7. Schulstufe
<i>Fächer:</i>	Naturwissenschaftliches Experimentieren
<i>Kontaktperson:</i>	Claudia Kraut
<i>Kontaktadresse:</i>	NMS Gleisdorf, Alois-Grogger Gasse 12, 8200 Gleisdorf
<i>MitarbeiterInnen</i>	-

1 AUSGANGSSITUATION

Ich führe dieses Projekt an der NMS Gleisdorf im Schwerpunktfach „Naturwissenschaftliches Forschen“ in der 7. Schulstufe durch. In diesem Schuljahr wurde für die dritten Klassen dieses doppelstündige Schwerpunktfach am Vormittag eingeführt. Für diese Fächer konnten sich die Schülerinnen und Schüler am Beginn des Schuljahres freiwillig melden. Insgesamt gab es vier Auswahlmöglichkeiten.

Für das Schwerpunktfach naturwissenschaftliches Experimentieren haben sich 10 Burschen und 7 Mädchen angemeldet.

Schulstufe	Klasse	Anzahl Mädchen	Anzahl Buben	Gesamtanzahl SchülerInnen
7	3a	4	6	10
7	3b		4	4
7	3c	3		3
	NAWI	7	10	17

Die Ausgangssituation stellt sich so dar, dass die Schülerinnen und Schüler in diesem Schwerpunktfach generell fächerübergreifend und projektorientiert arbeiten und bereits im ersten Semester die Unterrichtsmethode des forschenden Lernens kennengelernt haben.

Ziel dieses Projektes „Kreativität trifft Technik“ ist es, dass die Schülerinnen und Schüler ein eigenes solarbetriebenes Fahrzeug aus Legosteinen bauen. Die Kombination aus Bauen, Erforschen, Untersuchen und Kommunizieren soll die Motivation an Naturwissenschaft und Technik steigern und möglicherweise bei der Schulwahl im nächsten Jahr helfen.

Insgesamt sind 6 Doppelstunden für die Durchführung geplant. Damit die Kinder ihre Solarautos auch mit Sonnenenergie betreiben können, startet das Projekt erst im Frühling und wird je nach Witterung überwiegend am Sportplatz stattfinden. Aus der Klassenzahl ergibt sich eine Einteilung in sieben 2er-Teams und einem 3er-Team.

Für die Durchführung dieses Projekts wurden 8 Lego Education Baukästen „Naturwissenschaft und Technik“ sowie 8 Ergänzungssets Lego „Erneuerbare Energie“ angeschafft.

2 ZIELE

2.1 Ziele auf LehrerInnen-Ebene

Die Lehrperson setzt sich mit der Unterrichtsmethode des forschenden Lernens auseinander und schafft die Gelegenheit die Arbeitstechniken kennenzulernen sowie mit dem Material zu üben und selbständig zu forschen.

Den Schülerinnen und Schülern werden Denkanstöße und Lösungshilfen angeboten, wenn diese erforderlich sind.

Eine Kompetenzsteigerung sollte im Bereich „Beschreiben und Protokollieren“ erreicht werden.

Außerdem soll das Interesse an naturwissenschaftlich technischen Fragestellungen geweckt werden und vielleicht auch als Entscheidungshilfe für die bevorstehende Schulwahl behilflich sein.

2.2 Ziele auf SchülerInnen-Ebene

Inhaltsdimension

Die Inhaltsdimension umfasst die Mechanik und die Wärmelehre (P1 und P3) d.h. Energie gewinnen, speichern und übertragen, Kraft und Geschwindigkeit messen, den Einfluss der Reibung untersuchen, einfache Maschinen erforschen, wissenschaftliche Versuche anstellen, zielführende Fragen stellen, Voraussagen treffen und nachmessen, Daten zueinander in Beziehung setzen und Schlüsse ziehen.

Handlungsdimension

Als Methode habe ich mich für das forschende Lernen entschieden, welches die Handlungskompetenzen E1 bis E4 beinhaltet.

Die Schüler und Schülerinnen sollen ...

... das Phänomen beobachten und sich mit der Problemstellung auseinandersetzen.

... Fragen an das Experiment stellen.

... eine Hypothese aufstellen.

... eigenständig ein Experiment planen und durchführen.

Anforderungsdimension

Zu Beginn bauen die Schülerinnen und Schüler nach Anleitung. Später sollten die nötigen technischen Bauteile in dreidimensionale, funktionierende Modelle umgesetzt werden. Gebaut wird im Zweier- bzw. ein Dreier-Team. (Anforderungsdimension N1, N2) Dazu werden Weg, Zeit und Masse bestimmt, Geschwindigkeit berechnet und Daten in Tabellen geordnet.

Daraus ergeben sich folgende Lernziele:

- Schülerinnen und Schüler können die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie erklären
- Konstruktionen aus technischen Komponenten herstellen
- Auswirkung von kleineren bzw. größeren Rädern des Solarfahrzeugs untersuchen
- Ergebnisse in tabellarischer Form darstellen
- die Geschwindigkeit berechnen

Selbst- und Sozialkompetenzen

Schüler und Schülerinnen sollen ...

... in ihrer Eigenständigkeit gefördert werden, indem sie für die Problemstellungen möglichst selbständig Lösungsstrategien entwickeln und diese zielgerichtet umsetzen.

... in ihrer Kooperationsfähigkeit gefördert werden, indem sie bei Gruppenarbeit miteinander arbeiten, sich bei Schwierigkeiten gegenseitig helfen und auftretende Auseinandersetzungen eigenverantwortlich lösen.

... in ihrer Kommunikationsfähigkeit gefördert werden, indem sie innerhalb der Gruppe Gesprächsregeln einhalten und auf die Meinungsäußerungen ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler angemessen reagieren.

2.3 Ziele in Hinblick auf Diversität und Gender

Sowie in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern wird auch im Schwerpunktfach auf eine gendergerechte Sprache geachtet, die Buben und Mädchen in gleichermaßen anspricht.

Um den Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund die Möglichkeit zu bieten über Naturphänomene zu diskutieren, wird auf einen sprachsensiblen Unterricht geachtet, in dem Fachbegriffe mit der Alltagssprache erklärt bzw. visuell dargestellt wird.

Um differenziert unterrichten zu können, bietet sich die Methode des forschenden Lernens besonders gut an, da jede Schülerin und jeder Schüler nach seinen eigenen Fähigkeiten und Stärken arbeiten kann.

3 PLANUNG

3.1 Projektablauf und Maßnahmen

Im Schwerpunktfach „Naturwissenschaftliches Experimentieren“ werden unterschiedliche Methoden, je nach Themenbereich, angewendet. Das Hauptaugenmerk liegt aber im offenen Unterricht. Eine Form der offenen Unterrichtsmethode ist das forschende Lernen. Allerdings muss auch das Forschen gelernt werden. Es bedarf viel Übung und Erfahrung, um ganz selbständig zu forschen. Um die Klasse nicht zu Überfordern, werden zu Beginn nicht alle Phasen offen gestaltet. Auch wenn einzelne Arbeitsschritte vorerst stark vorstrukturiert sind, wird innerhalb dieser Struktur Offenheit und Unsicherheit bewusst zugelassen. Je nach Erfahrung der Klasse können Lehrende die Grade der Öffnung anpassen (Höttecke, 2010, S. 10):

Ebene	Problem/Phänomen	Untersuchung planen	Untersuchung durchführen	Lösung/Erklärung
1	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben
2	vorgegeben	vorgegeben	vorgegeben	offen
3	vorgegeben	vorgegeben	offen	offen
4	vorgegeben	offen	offen	offen
5	offen	offen	offen	offen

Abb. 1: Grade der Öffnung

Die Schwerpunktklasse hat bereits im ersten Semester diese Unterrichtsmethode kennengelernt und zu einem Thema gearbeitet. Ich als Lehrperson befinde mich laut Abbildung 1 zwischen Ebene 3 und 4. Eine große Hürde für die Schülerinnen und Schüler ist das präzise Protokollieren. Ich habe dies öfter beobachtet, dass sie in ihrem Tun und ihrer Motivation zwar eifrig am Experimentieren waren, aber vergessen haben die Ergebnisse zu notieren oder diese nur unvollständig aufgeschrieben haben, sodass im Nachhinein keine Interpretationen möglich waren.

Die Schülerinnen und Schüler sind es gewöhnt in Gruppen bzw. Teams zusammenzuarbeiten. Allerdings sind die oft selbst gewählten Gruppierungen nicht immer ideal. Bei diesem Projekt habe ich die Teams zusammengestellt und sehe dies als eine Steigerung der Sozialen Kompetenz.

Das Projektthema passt gut zum Lehrplan der 3. Klasse in Physik. Schwerpunktstoff ist die Energie, Energieerzeugung und Energienutzung. Somit verfügen die Schülerinnen und Schüler über notwendiges Vorwissen. Die Funktion, der Aufbau und unterschiedlichen Arten von Solarzellen werden im Schwerpunktunterricht behandelt.

3.2 Bezüge zur fachdidaktischen Literatur

Forschendes Lernen als Bildungsaufgabe? Das österreichische Bildungskonzept legt das Hauptaugenmerk auf den Erwerb grundlegender fachlicher Kompetenzen. Diese sollen Voraussetzung für nachhaltiges und lebenslanges Lernen sein. Das vorgegebene Kompetenzmodell soll die maßgebenden Fähigkeiten beschreiben, die Schülerinnen und Schüler erbringen müssen. Bedingung dafür ist das Wissen der Bedeutung des Kompetenzbegriffes. Definiert von Franz E. Weinert sind Kompetenzen die

„... bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbunden motivationalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ (Weinert, 2001, S. 27-28)

Kompetenzen sind demnach das Ergebnis von Lernschritten, die in der Auseinandersetzung mit der Umwelt erworben wurden und es ermöglichen, Sachverhalte zu verstehen und dieses Wissen mit anderen Phänomenen zu verknüpfen. Die gesetzliche Verankerung der Bildungsstandards findet sich im Paragraphen 17 des Schulunterrichtsgesetzes, in der Verordnung zu den Bildungsstandards BGBl. II Nr. 1/2009 und der Novelle BGBl. II Nr. 282/2011. (bifie, 2018)

Sowohl in der Hochschulausbildung als auch im Kompetenzmodell für Naturwissenschaften des Bundesinstitutes für Innovation und Qualitätsentwicklung, kurz bifie genannt, wird dem forschenden Lernen ein hoher Stellenwert zugesprochen. Vergleicht man die Handlungskompetenzen im Qualitätskatalog, speziell den Erkenntnisbereich, so überrascht es nicht, dass der Forschungskreislauf genau diese Kompetenzen widerspiegelt. In Österreich wurde ein dreidimensionales System entworfen, welches auf der ersten Achse drei Handlungsdimensionen, auf der zweiten Achse die Inhaltsdimensionen und auf der dritten Achse das Anforderungsniveau abbildet:

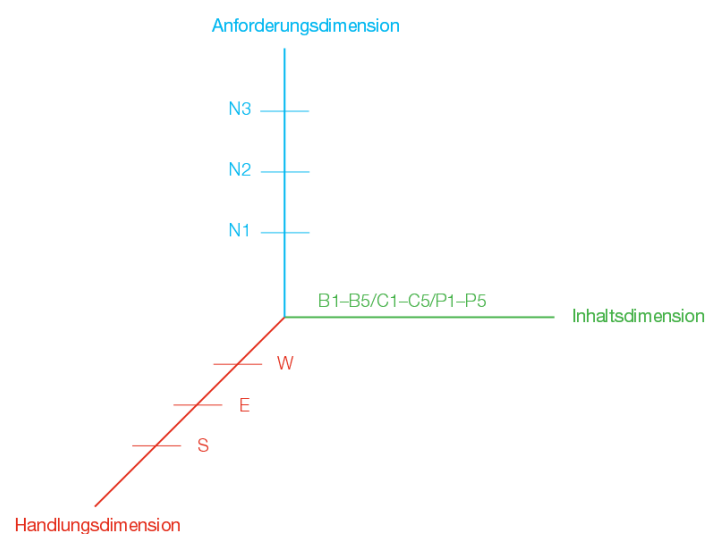


Abb. 2: Kompetenzmodell Naturwissenschaften

Die Handlungsdimension wird in Wissen organisieren (W) - Aneignen, Darstellen, Kommunizieren, in Erkenntnisse gewinnen (E) – Fragen, Untersuchen, Interpretieren und Schlüsse ziehen (S) – Bewerten, Entscheiden, Handeln gegliedert. Dieses Modell dient der Lehrperson als Orientierungsraster für die Entwicklung kompetenzorientierter Aufgabenstellungen und Ziele. Ferner dient es als Strukturhilfe bei der Unterrichtsplanung und bei der Auswahl der Unterrichtsmethoden. Außerdem ist es dem Lehrenden möglich, jede Leistung der Lernenden im entsprechenden Feld des Kompetenzrasters einzutragen. Dadurch kann er für jede Schülerin und jeden Schüler ein differenziertes Leistungsprofil erstellen, welche die Grundlage für eine individuelle Förderung schafft. (Müller, 2009, S 39)

Die Bildungsstandards leiten sich aus den Lehrplänen ab und formulieren die Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der 8. Schulstufe erworben haben sollen, um für ihre weitere schulische und berufliche Laufbahn gut vorbereitet zu sein.

Um die erworbenen Kompetenzen objektiv feststellen zu können, werden in gleichmäßigen Abständen Standardüberprüfungen bis zur 4. bzw. 8. Schulstufe durchgeführt. Dadurch ist es möglich, den fortlaufenden Vergleich zwischen dem Istzustand und den zu erreichenden Sollzustand gegenüberzustellen. Dementsprechend sind Lernstandsdiagnosen eine Rückmeldung an die Lehrkräfte für die Qualität des Unterrichts.

Die Neue Mittelschule hat den gesetzlichen Auftrag Schülerinnen und Schüler beim Erwerb von Wissen, der Entwicklung von Kompetenzen und der Vermittlung von Werten zu unterstützen und das selbständigen Denken und kritischen Hinterfragen zu fördern. Als Aufgabenbereiche der Schule wird unter anderem die Selbst- und Sozialkompetenz angeführt, die Voraussetzung für die Sachkompetenz ist. Damit sich Lernende mit Problemstellungen auseinandersetzen, Sachverhalte kritisch hinterfragen, Probleme erkennen und Lösungswege eigenständig suchen, ist es notwendig, eigene Stärken und Schwächen zu erkennen, die Fähigkeit und Bereitschaft Verantwortung zu übernehmen, mit anderen zu kooperieren und Initiativen zu entwickeln. Außerdem muss die Sprache und Kommunikation der jungen Menschen in jedem Unterrichtsgegenstand gefördert werden. Zu den didaktischen Grundsätzen führt der Lehrplan der Neuen Mittelschule als eine zentrale Voraussetzung für Lernen, das persönliche Interesse und die Begeisterung für ein Thema an. Bei der Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts sind die Vorkenntnisse und Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler miteinzubeziehen. Dabei können bestehende Fehlvorstellungen erkannt und vermieden werden. Weiters soll durch entsprechender Lernatmosphäre und herausfordernden Aufgaben eigenverantwortliches und selbsttätiges Lernen geübt werden: „Dafür bieten sich alle Unterrichtsaktivitäten an, die Auseinandersetzung, Entdeckung, Erkenntnisgewinnung, Problemlösung, Anwendung und Reflexion fördern und fordern.“ (BGBl, 2012) Außerdem wird die Öffnung des Unterrichts als didaktischer Grundsatz angeführt, der zur Stärkung der Selbstwirksamkeit und Eigenverantwortung beiträgt.

Zu den Bildungs- und Lehraufgaben im Unterrichtsfach Physik zählt physikalisches Wissen in größeren Zusammenhängen den Schülerinnen und Schüler zu vermitteln. Dies geschieht durch bewusstes Beobachten von physikalischen Vorgängen und durch Verstehen und Anwenden von typischen Denk- und Arbeitsweisen der Physik. Das Erkennen von Gültigkeitsgrenzen physikalischer Gesetzmäßigkeiten und das eigenständige, handlungsorientierte Auseinandersetzen mit Problemen aus dem Erfahrungsbereich der Kinder zählen ebenso da-

zu wie das Entwickeln von Erklärungsversuchen und deren Anwendungen bei physikalischen Vorgängen in Natur und Technik. Zusätzlich wird im Lehrplan der Neuen Mittelschule Augenmerk auf einen präzisen Sprachgebrauch bei Beobachtungen, bei Beschreibung und bei der Protokollierung physikalischer Vorgänge sowie bei der Planung von Schülerexperimenten gelegt. Unter dem Punkt Kreativität und Gestaltung wird die Planung, die Durchführung und die Auswertung von Experimenten angeführt und es wird weiters darauf hingewiesen, dass neben den Beobachtungen von Experimenten auch die gedankliche Herleitung und experimentelle Überprüfung von Hypothesen anzuwenden sind. Schülerinnen und Schülern ist auf alle Fälle an geeigneten Inhalten die Gelegenheit zu ermöglichen, selbständig zu untersuchen, zu entdecken bzw. zu forschen. (BGBI, 2012)

Zusammenfassend kann man erkennen, dass die Arbeitsweise des forschenden Lernens sowohl den Anforderungen der Bildungsstandards als auch den Anforderungen im Lehrplan der Neuen Mittelschule entspricht.

3.3 Kompetenzorientierte Unterrichtsplanung

	Kompetenz laut Kompetenzmodell E1 – E4	Kompetenz laut Kompetenzmodell N1, N2
1. Gewählter fachlicher Inhalt und Kontext , um den genannten Kompetenzbereich (die genannten Bereiche) zu fördern;	Fragen, Untersuchen und Interpretieren	Verbindungen herstellen, Größen und Einheiten beschreiben, Formeln anwenden, selbständiges Handeln
2. Geplante Handlungen von Seiten der Schülerinnen und Schüler:	Versuchsreihen planen und durchführen, Berechnungen vornehmen, protokollieren	Selbständig eigene Experimente planen und durchführen, Ergebnisse protokollieren
3. Mögliche Herausforderungen beim Lernen (Lernschwierigkeiten):	Anwenden von mathematischen Formeln, exaktes Protokollieren	Durch fehlendes Selbstvertrauen bzw. Angst Fehler zu machen trauen sich manche Kinder nicht selbständig zu Arbeiten.
4. Vorhandenes Wissen und Können (auch Alltagserfahrungen) bzw. mögliche (Fehl-) Vorstellungen , von denen ich ausgehe bzw. mit denen eventuell zu rechnen ist:	Fachbegriffe richtig verwenden, Berechnungen mit richtigen Einheiten durchführen, richtiges Messen	Verbindungen von Sachverhalten herstellen, selbständig Messungen vornehmen und protokollieren
5. Welche Aspekte bezüglich Diversität will ich konkret berücksichtigen? Welche Form der Individualisierung will ich umsetzen?	Teammitglieder unterstützen sich gegenseitig	Individuelle Hilfestellungen, jeder arbeitet in seinem Tempo
6. Gründe für meine Wahl der Unterrichts- und Lernschritte und für das geplante Vorgehen unter Berücksichtigung des Diversitätsaspekts:	Forschungskreislauf dient als Orientierungshilfe	Forschungskreislauf dient als Hilfestellung, individuelles Arbeiten, je nach Stärke ist möglich

7. Mit welchen Aufgabenstellungen will ich feststellen, ob meine SchülerInnen die erwarteten Kompetenzen erworben haben?	Überprüfung durch den Forschungsbericht und dem gebauten Solarauto.	Schwächer Schülerinnen und Schüler können sich bei technischen Schwierigkeiten, der kreativen Aufgabenstellung mehr widmen.
---	---	---

3.4 Geplante kompetenzorientierte Aufgaben

3.4.1 Beschreibung einer Lernaufgabe

Im regulären Physikunterricht der 3. Klasse lautet das Schwerpunktthema in der 3. Klasse Energie. Dazu wurden bereits im Physikunterricht Fachbegriffe wie Energieumwandlung, Energiegewinnung, Energiesparen, elektrische Energie und Leistung besprochen. Im Naturwissenschaftlichen Unterricht wurde speziell auf die Solarzelle eingegangen. Dazu gab es einen fachlichen Input meinerseits. Zur Erklärung des Aufbaues einer Solarzelle habe ich mich für einen kurzen Film entschieden, der anschließend mit einem Arbeitsblatt gefestigt wurde.

3.4.2 Beschreibung einer Leistungsaufgabe

Die Schülerinnen und Schüler bekommen einen 5-seitigen Forschungsbericht (siehe Anhang) ausgehändigt. In diesem Forschungsbericht ist der Forschungskreislauf auf der ersten Seite grafisch dargestellt. Dieser Forschungskreislauf dient als Hilfestellung und zur Orientierung. Als weitere Hilfestellung wird eine vorgedruckte Tabelle zum Eintragen der Messergebnisse angehängt.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten diesen ab und stellen ihre Fragen an physikalische Phänomene schriftlich, formulieren eine Hypothese, planen ihre Experimente und führen diese auch durch und interpretieren ihre Ergebnisse mit Hilfe ihrer Aufzeichnungen.

Die Präsentation, die auch von den Kindern geplant werden kann, wird in diesem Projekt von mir vorgegeben. Auf der einen Seite werden sich alle Gruppen mit ihren selbstgebauten Solarautos gegenseitig messen, indem auf einer vorgegebenen Strecke ein Wettrennen veranstaltet wird. Das Siegerteam bekommt eine Urkunde überreicht.

Dieser Forschungsbericht stellt die Grundlage für eine Leistungsbeurteilung dar, wobei auch Beobachtungen und Aufzeichnungen während der Unterrichtseinheiten sowie das Arbeitsblatt der Lernaufgabe, die dem Forschungsbericht angehängt wird, in die Note einfließen. Außerdem werde ich aus diesen Aufzeichnungen der Schülerinnen und Schüler den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung für meine Evaluation analysieren.

4 DURCHFÜHRUNG

4.1 Beschreibung der Umsetzung

Erste Einheit

Zeit	Beschreibung	Material	Ort
10'	Begrüßung, Vorstellung und Ablauf des Projekts	-	Physiksaal
10'	Einteilung der Gruppen	-	Physiksaal
20'	Ausgabe und Beschriftung der Lego Naturwissenschaft und Technik Boxen inkl. Ergänzungsmaterial Erneuerbare Energie, Einsortieren der Legosteine	Legobox	Physiksaal
40'	Bau einer selbstgewählten Konstruktion	Legobox	Physiksaal
10'	Ordnungsgemäßes Einordnen der Bausteine	Legobox	Physiksaal

Start der ersten Unterrichtseinheit im naturwissenschaftlichen Unterricht war der 9. April 2018. In dieser Einführungsstunde erzählte ich den Schülerinnen und Schüler von unserem Vorhaben und den Ablauf der nächsten Doppeleinheiten.

Beim Einteilen der Gruppen habe ich mich dafür entschlossen zu bestimmen, wer mit wem in einer Gruppe arbeitet. Die Überlegung war die Mädchen und Buben zu mischen und leistungsstärkere Schüler mit Schwächeren zu kombinieren. Nach anfänglicher Empörung, konnten sich der Großteil der Schüler damit abfinden.

Die Legoboxen wurden den Gruppen übergeben und mit einer Gruppennummer versehen. Mit dem Hinweis, dass am Ende dieses Projekts die Boxen auf Vollständigkeit überprüft werden und mögliche Fehlstücke ersetzt werden müssen. 4 Schüler sind Legoprofis, die sich auch in ihrer Freizeit mit Lego und Legotechnik beschäftigen. Auf der anderen Seite gibt es vier Mädchen, die noch nie mit Lego gearbeitet haben. Die andere Hälfte hat manchmal alleine oder mit Geschwistern einfachere Konstruktionen gebaut. Diese mündliche Befragung spiegelte sich auch beim ersten Arbeitsauftrag.

Die Schülerinnen und Schüler bekamen den Auftrag eine Konstruktion laut Vorlage auszusuchen und diese zu bauen. Die „Profis“ bauten komplexe Maschinen mit Motoren ohne Vorlage, während die „Neulinge“ Schwierigkeiten mit dem Planlesen und Teile finden hatten. Am Ende der Doppeleinheit konnten aber alle Gruppen mindestens ein Objekt fertigstellen.

Um die Legobaukästen in Ordnung zu halten, bekamen die Schülerinnen und Schüler 10 Minuten Zeit diese zu sortieren und zu verstauen.

Zweite Einheit

Zeit	Beschreibung	Material	Ort
20'	Theoretischer Input - Solarzelle		Physiksaal
10'	Vorstellung Solar- modul und Energie- messgerät	Legobox Beschreibung	Physiksaal
20'	Bau einer Unterkon- struktion für die So- larzelle	Legobox	Physiksaal
30'	Messungen mit dem Energiemessgerät durchführen und protokollieren	Legobox Arbeitsblatt (siehe Anhang)	Schulhof
10'	Einordnen und Ver- stauen	Legobox	Physiksaal

Am Beginn der zweiten Unterrichtseinheit begann ich mit einer kurzen Wiederholung der Energieumwandlungskette und über die verschiedenen Arten und den Aufbau von Solarzellen. Aufgrund der Wienwoche der 3b, gab es Verschiebungen bei den Gruppenmitgliedern.

Anschließend bekamen die Gruppen die Beschreibungen zum Energiemessgerät und des Solarmoduls, die wir gemeinsam durchbesprochen haben, damit sie anschließend auch schon Messungen vornehmen konnten.

Der nächste Auftrag war eine Unterkonstruktion für das Solarmodul nach Anleitung zu bauen, um die Leistung abhängig vom Winkel der Einstrahlung vergleichen zu können.

Im Schulhof wurden dann die ersten Messungen vorgenommen und die Daten im vorbereiteten Arbeitsblatt eingetragen. Für das Ablesen der gefragten Werte brauchten manche Schülerinnen und Schüler noch Hilfe.

Das Wegräumen funktionierte in dieser Einheit bei allen Gruppen wesentlich strukturierter.

Dritte Einheit

Zeit	Beschreibung	Material	Ort
25'	Fachlicher Input – Wiederholung Aufbau Solarzelle	Film und Arbeitsblatt (siehe Anhang)	Physiksaal
25'	Bau eines Solarautos nach Plan	Legobox	Physiksaal
30'	Testen des Solarautos und unterschiedliche Parameter bestimmen und protokollieren	Legobox	Sportplatz
10'	Einordnen und Verstauen	Legobox	Physiksaal

In der dritten Unterrichtseinheit habe ich beschlossen noch einmal auf den Aufbau einer Solarzelle einzugehen, damit auch die fehlenden Schüler aus der 3b den fachlichen Hintergrund hören. Zuerst entschied ich mich einen Film zu zeigen und anschließend in Einzelarbeit ein Arbeitsblatt mit den zugehörigen Begriffen auszufüllen.

(Video Solarzelle: <https://www.planet-schule.de/sf/php/mmewin.php?id=182>)

Der praktische Teil bestand nun darin, ein Solarauto nach Vorgabe zu bauen. Auch diesmal wurden sehr unterschiedliche Bauzeiten dafür benötigt. Insgesamt waren aber auch die Neulinge schon besser im Plan lesen und umsetzen.

Am Sportplatz testeten alle Gruppen ihre Fahrzeuge und alle funktionierten, was für Begeisterung sorgte. Am Sportplatz wurden Waagen und Zollstäbe aufgelegt. Handys wurden zum Zeitstoppen in dieser Einheit den Schülerinnen und Schülern erlaubt. Auch die Energiemessgeräte wurden mitgenommen um die Leistung zu protokollieren. Die Gruppen arbeiteten sehr engagiert, aber wie ich schon beim Projekt im ersten Semester haben viele nur sporadisch ihre Daten eingetragen oder auf die Leistungsmessung vergessen. Eine Gruppe hat die Distanz vorerst geschätzt und erst nach Aufforderung eine genaue Messung durchgeführt.

Das Aufräumen verlief wie erwartet sehr rasch. Insgesamt funktionierten die organisatorischen Teile zu Beginn und am Ende der Unterrichtseinheit schon sehr zügig.

Vierte Einheit

Zeit	Beschreibung	Material	Ort
5'	Begrüßung und Ablauf		Physiksaal
5'	Ausgabe des Forschungsberichts	Forschungsbericht und Potokollblatt	Physiksaal
20'	Formulierung der Forschungsfragen und Aufstellung einer Hypothese	Forschungsbericht	Physiksaal
50'	Selbständiges Durchführen von Expe- rimenten und genaues Protokollieren	Forschungsbericht Protokollblatt Legobox	Sportplatz
10'	Einordnen und Verstauen	Legobox	Physiksaal

In dieser Einheit wurden zu Beginn der Stunde die Forschungsberichte mit dem Protokollblatt ausgehändigt. Die Schülerinnen und Schüler mussten 6 Forschungsfragen alleine notieren. Erst danach wurden die Fragen in der Gruppe verglichen und adaptiert. Aufgrund ihrer Forschungsfragen wurde im Anschluss eine oder mehrere Hypothesen formuliert und die Experimente geplant. Dazu wechselten wir auf den Sportplatz, wo die einzelnen Gruppen selbständig an ihren Versuchen arbeiteten. Aufgrund des schönen Wetters konnten die Modelle sofort getestet werden.

6 Gruppen hielten sich noch stark an die Vorlage und änderten die Anzahl oder die Größe der Räder. 2 Gruppen bauten komplett frei.

Fünfte und sechste Einheit

15'	Reflexion und Besprechung der weiteren Experimente		Physiksaal
60'	Selbständiges Durchführen von Experimenten und genaues Protokollieren	Forschungsbericht Protokollblatt Legobox	Sportplatz
15'	Einordnen und Verstauen Hinweis auf den Abgabetermin des Forschungsberichts	Legobox Forschungsbericht	Physiksaal

In diesen beiden Einheiten lag der Schwerpunkt im selbständigen Bauen und Testen. Mehrmals wurden die Fahrzeuge verändert. Die Schülerinnen und Schüler wurden immer schneller und kreativer und auch die Anfänger trauten sich ohne Vorlage zu bauen. Die Motivation wurde von Mal zu Mal größer und auch die Konzentration stieg während diesen Einheiten.

Während dem Testen tauchten bei vier Gruppen auch weitere Forschungsfragen auf. Insgesamt entstanden in diesen beiden Einheiten die kreativsten Ideen. Zwei Gruppen blieben bei der Vorlage und brauchten zwischendurch einen kurzen Input meinerseits.

4.2 Einsatz der Lern- und Leistungsaufgaben

Nachdem in der 2. Einheit das Solarmodul und das Energiemessgerät erklärt und getestet wurde (siehe Arbeitsblatt im Anhang), betrachteten wir in der darauffolgenden Unterrichtseinheit die Solarzelle genauer. Dazu wurde ein kurzer Film gezeigt. Im Anschluss daran mussten die Schülerinnen und Schüler ein Arbeitsblatt zum Aufbau einer Solarzelle ausfüllen. Dieses wurde nochmals besprochen und zu Beginn der nächsten Stunde wiederholt.

In der 4. Einheit bekam die Klasse den Forschungsbericht ausgeteilt, aus dem sich, neben meinen Beobachtungen und dem entstanden Solarauto, die Note zusammensetzt. Besonderes Augenmerk legte ich auf die Aufzeichnungen am Protokollblatt.

4.3 Exkursionen

Zum Abschluss des IMST-Projektes „Kreativität und Technik“ besuchten die Schülerinnen und Schüler aus der Nawi-Schwerpunktklasse die HTL-Bulme Graz-Göting, wo sie im Rahmen der Energietage an einem Vormittag einen Einblick in das praktische Tun und Arbeiten einer HTL bekamen.

Learning by doing hieß die Devise. Im Rahmen eines Stationen-Betriebes wurde Strom und Energie, im Speziellen die erneuerbare Energie, auf verschiedene Art und Weise präsentiert. Die Klasse konnte testen, messen, bauen und ausprobieren. So konnten die Schülerinnen und Schüler auf einem Dach eine Photovoltaikanlage montieren, verschaltet und damit einen Motor betreiben.



4.4 Verbreitung und Vernetzung

Das Projekt wurde sowohl auf der Schulhomepage, als auch in der Schulzeitung „Blitzlicht“ vorgestellt und beschrieben. Im kommenden Herbst wird das Projekt beim IMST Netzwerktage vorgestellt sowie beim Tag der offenen Tür präsentiert.

5 PROJEKTPRODUKTE UND ERKENNTNISSE

5.1 Evaluationskonzept

Ziel meines Projekts war es, dass sich die Schülerinnen und Schüler selbständig mit einem Thema auseinandersetzen. Dazu entschied ich mich für die Methode des forschenden Lernens. Der Forschungsbericht mit dem Forschungskreislauf bildete den Rahmen und den roten Faden. Diese Aufzeichnungen wurden nach Beendigung von mir ausgewertet. Im Speziellen evaluierte ich die formulierten Forschungsfragen und die Umsetzung bzw. die Aufzeichnungen am Protokollblatt.

Außerdem sollte jede Gruppe am Ende dieses Projekts ein funktionierendes solarbetriebenes Fahrzeug gebaut haben.

5.2 Auswertung und Interpretation

Insgesamt wurden 83 Forschungsfragen gestellt. 15 Schüler und Schülerinnen stellten je 5 Fragen und 2 Schüler stellten 4 Fragen. Die häufigsten Fragen, die gestellt wurden waren:

- Ist es schneller mit mehr/weniger Reifen?
- Ist es schneller mit großen/kleinen Reifen?
- Welche Rolle spielt die Masse?
- Fährt es schneller, wenn es niedrig gebaut wird?
- Wie schnell fährt es?
- Was ist besser: Zahnradübersetzung oder Gummiringe?
- Ist ein Vierradantrieb besser?
- Welche Zahnräder sind die Besten?
- Wie wirkt sich der Radabstand auf die Geschwindigkeit aus?
- Fährt es mit zusätzlichem Segel noch schneller?
-

Die Gruppenmitglieder entschieden sich für 2 – 3 Fragen, die im Anschluss experimentell überprüft wurden. Das Protokollblatt wurde von 14 Schülerinnen und Schüler komplett ausgefüllt. Ein Schüler füllte nur drei Zeilen, zwei Schüler füllten fünf Zeilen aus.

Die Aufzeichnungen stimmten mit der Fragestellung überein. Darüberhinaus wurden auch Faktoren überprüft und gemessen, die nicht in den Fragestellungen aufschienen.

Zum Schluss hatte jede Gruppe ein funktionierendes solarbetriebenes Fahrzeug.

5.2.1 Fachliche Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler haben die geplanten fachlichen Lernziele erreicht. Alle konnten die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie erklären. Jede Gruppe führte unterschiedliche Untersuchungen und Messungen durch. Sie trugen ihre Ergebnisse im Protokollplan ein und berechneten die Geschwindigkeit. Weiters versuchten sie aus ihren Aufzeichnungen die beste Kombination zu finden, um eine höherer Geschwindigkeit zu erreichen. Alle Gruppen erreichten das Ziel und bauten ein funktionierendes solarbetriebenes Fahrzeug.

5.2.2 Überfachliche Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sind von Doppelstunde zu Doppelstunde selbständiger und kreativer geworden. Die beiden Gruppen mit den schnellsten Autos waren aufgrund ihres privaten Interesses technisch den Mitschülern überlegen und arbeiteten so konzentriert, dass sie nur wenige Ergebnisse in ihr Protokoll eingetragen haben. Außerdem konnte ich beobachten, dass diese beide Gruppen immer wieder den anderen Tipps und Hilfestellungen gaben.

6 RESÜMEE UND AUSBLICK

Mir persönlich hat die Durchführung dieses Projekts sehr gut gefallen und ich werde diese Solarautos auch mit der nächsten Gruppe durchführen. Auch die Feedbacks von den Schülerinnen und Schüler waren durchaus positiv.

Das selbständige Lernen und Probieren benötigt allerdings Zeit, die im regulären Unterricht nicht vorhanden ist. Außerdem ist man stark wetterabhängig. Die Anschaffungskosten für die Legoboxen und die Solarmodule sind sehr hoch, wobei man neben der Solarenergie auch zu viele anderen Themenbereichen der Physik arbeiten kann. Ein weiterer Nachteil bei diesen Boxen ist, dass die Fahrzeuge alle weiß und blau sind und so die Kreativität eingeschränkt ist. Für die Zukunft würde ich zusätzlich normale bunte Legobausteine anschaffen und den Schülerinnen und Schüler zur Verfügung stellen.

Die vorerst geplante Stadtführung durch die Solarstadt Gleisdorf konnten wir nicht durchführen, da diese nicht mehr angeboten wird. Auch das Gespräch mit einem Experten wurde aus terminlichen Gründen nicht möglich. Die Exkursion zur HTL-Bulme Graz Gösting war ein voller Erfolg. Die Kinder waren begeistert und die Stationen passten perfekt zu unserm Projekt.

7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Grade der Öffnung (Höttecke, 2010, S. 10)

Abbildung 2: Kompetenzmodell Naturwissenschaften https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf [27.4.2018])

8 LITERATURVERZEICHNIS

bifie: Zentrum für Innovation & Qualitätsentwicklung (2018). *Kompetenzen und Modelle*. Verfügbar unter: <https://www.bifie.at/node/49> [27.4.2018].

BMUKK: Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur. BGBl. II Nr. 185/2012, Teil II. *Lehrplan der Neuen Mittelschule*. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at> [27.4.2018].

Höttecke, Dietmar. (2010). Forschend-entdeckender Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 119, 4-12.

Legu education Unterrichtsmaterialien und Arbeitsblätter: <https://education.lego.com/de-de/downloads/machines-and-mechanisms/curriculum> [18.2.2018]

Müller, Andreas. (2009). Lernen braucht Freude am Widerstand. In Messner, R. (Hrsg.), *Schule forscht. Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen* (S. 38-47). Hamburg: Edition Körber-Stiftung.

Weinert, E. Franz. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F. E. (Hrsg.). *Leistungsmessung in Schulen* (S. 17-31). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

9 ANHANG

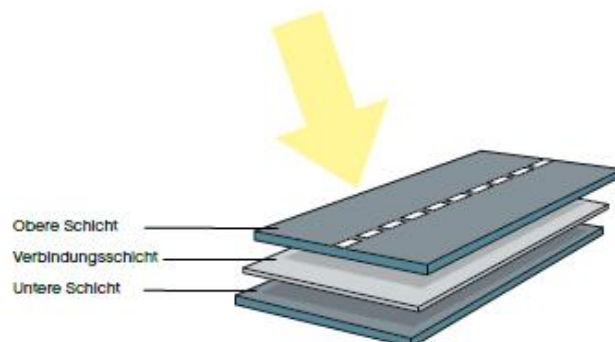
Erneuerbare Energie

Sonnenenergie



Sonnenenergie kann eingefangen werden, z. B. mit Solarmodulen. Ein Solarmodul besteht aus mehreren Solarzellen. Solarmodule dienen zum Auffangen der Sonnenenergie und wandeln sie in eine nutzbare Form um: elektrische Energie, d. h. „Elektrizität“ oder „Strom“. Es gibt auch „Sonnenkollektoren“, die die Sonnenenergie in Wärme umwandeln. Die Techniken zur Nutzung von Sonnenenergie lassen sich untergliedern:

- **Passive Sonnenenergie:** Die Energie des Sonnenlichts wird zum Beleuchten und Heizen genutzt. Bei Gebäuden mit passiver Sonnenenergienutzung wird der Energiezufluss der Sonne optimal ausgeschöpft.
- **Aktive Sonnenenergie zur Heizwassererwärmung:** Die Sonnenenergie wird auf eine spezielle Flüssigkeit in Sonnenkollektoren übertragen. Diese erwärmte Flüssigkeit wird durch Rohre zu Wassertanks gepumpt, wo die Wärmeenergie auf das Wasser übertragen wird.
- **Photovoltaik:** Die Energie des sichtbaren Sonnenlichts wird durch Solarzellen direkt in Elektrizität umgewandelt. Dabei macht man sich den „photoelektrischen Effekt“ zunutze, bei dem Elektronen in der oberen Schicht der Solarzelle in Bewegung versetzt werden. So entsteht ein elektrischer Strom, mit dem ein elektrisches Gerät betrieben werden kann.


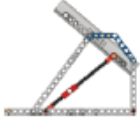
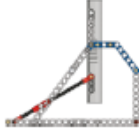


Unterschiedliche Winkel

Sage zunächst den durchschnittlichen Spannungs- und Stromwert (Einheit V und A) der Solaranlage voraus, wenn sie senkrecht zur Lichtquelle mit einer Entfernung von 15 cm ausgerichtet wird. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.

Ermittle anschließend den durchschnittlichen Spannungs- und Stromwert der Solaranlage bei dieser Ausrichtung (horizontal) im Versuch. Warte vor dem Ablesen der Werte, bis sich die Anzeige am Energiemesser stabilisiert. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf.

Führe nun dieselben Schritte erneut aus, während sich die Solaranlage in schräger und in vertikaler Stellung befindet.

	 Horizontal	 Schräg	 Vertikal
Meine Voraussage für V	(V)	(V)	(V)
Meine Voraussage für A	(A)	(A)	(A)
Mein Durchschnittswert für V	(V)	(V)	(V)
Mein Durchschnittswert für A	(A)	(A)	(A)

Forschendes Lernen - Kreativität trifft Technik

Forscher/in: _____

Forschungsgruppe: _____



1. Fragen an das Experiment!

1.

2.

3.

4.

5.

2. Formuliere eine Hypothese! Was vermutest du?

3. Plane deine Untersuchungen/deine Experimente!

Welche Experimente möchtest du durchführen, um deine Vermutung zu überprüfen? Was benötigst du dafür?

4. Führe dein Experiment durch!

Dokumentiere deine Beobachtungen und notiere deine Ergebnisse!

5. Interpretiere deine Ergebnisse!

Stimmt deine Hypothese mit den Ergebnissen überein?

6. Präsentieren

Wie könntest du deine Untersuchungen und deine Ergebnisse der Klasse präsentieren?

VERSUCHSPROTOKOLL

Datum	Uhrzeit	Distanz (s)	Zeit (t)	Geschwindigkeit (v) $v = s/t$	Masse	Leistung	Beschreibung

MEINE INTERPRETATION:

10 FOTOS

1. Einheit



2. Einheit



3. Einheit



4. Einheit



5. Einheit



6. Einheit



ERKLÄRUNG

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."