

Tipps für die Betreuung von Schülerforschungsarbeiten

Überblick

Kurzbeschreibung: Im Willstätter-Gymnasium schreiben alle SchülerInnen der Horizontec-Modellklassen in der achten und in der neunten Jahrgangsstufe jeweils eine Schülerforschungsarbeit. Gearbeitet wird in Kleingruppen mit zwei oder drei Gruppenmitgliedern. Bei den „Tipps für die Betreuung von Schulerforschungsarbeiten“ handelt es sich um einen Erfahrungsbericht des Autors. Im Team erarbeitete Ziele und Rahmenbedingungen sind mit aufgeführt. Selbstverständlich sind die Erfahrungen aller Teammitglieder in die Zusammenstellung mit eingeflossen.

Zeitpunkt	Die Schülerforschungsarbeiten werden – zumindest in der 8. Jahrgangsstufe - im zweiten Halbjahr angefertigt. Die Vorlaufzeit im ersten Halbjahr ist notwendig, damit einige Grundlagen für die Arbeitsweise geschafft werden können.
Zeitdauer	Die Schülerforschungsarbeiten entstehen während einer Zeit von ungefähr 3 Monaten. Gearbeitet wird zum Teil in den Übungsstunden der Fächer Physik bzw. Chemie, zum Teil zuhause anstelle von Hausaufgaben und zum Teil in freiwilligen AGs oder Pluskursen. Im Willstätter-Gymnasium kann in der 8. Jahrgangsstufe zusätzlich auf eine Methodenstunde zurückgegriffen werden.

1. Begründung und Ziele

- 1.1 Lehrplanbezug
- 1.2 Didaktische Lernziele
- 1.3 Was unter *Schülerforschung* verstanden werden soll

2. Voraussetzung für erfolgreiche Projekte

- 2.1 Methodische Voraussetzungen
- 2.2 Vom Sinn und Unsinn von Arbeitsblättern und Schülerübungskästen
- 2.3 Beispiele aus den Physikübungen in Klasse 8

3. Rahmenbedingungen

- 3.1 Organisatorischer Rahmen
- 3.2 Zeitlicher Rahmen
- 3.3 Motivatorischer Rahmen

4. Themenfindung

- 4.1 Allgemeine Vorbemerkungen und Grundregeln
- 4.2 Phasen der Themenfindung

5. Betreuungsaufgaben und Lehrerrolle

6. Bewertung der Schülerforschungsarbeiten

1. Begründung und Ziele

1.1 Lehrplanbezug

Zitate, wie die beiden folgenden, lassen sich im Lehrplan – vor allem in den übergeordneten Ebenen - an vielen Stellen und in vielen Fächern finden.

„Geeignet ausgewählte Vertiefungen aus der Natur oder der Technik helfen den Schülern, eine Beziehung zwischen physikalischen Erkenntnissen und ihrer eigenen Lebenswelt herzustellen und so die Relevanz des Erlernten zu erkennen. Dabei vernetzen die Jugendlichen ihre Kenntnisse und üben die typischen Fachmethoden ein.“

(Aus der Präambel des Fachlehrplans Physik, Jahrgangsstufe 8 für alle Zweige)

„Die Auswahl der Themen orientiert sich an den Interessen der Schüler und bietet damit viele Anknüpfungspunkte an persönliche Erfahrungen. Ihre Kreativität wird bei vielfältigen experimentellen Untersuchungen gefordert; dabei wird ihnen die große Bedeutung des Experiments als Methode der Erkenntnisgewinnung bewusst. [...]“

Schülerzentrierte Unterrichtsformen, wie z. B. arbeitsteiliger Gruppenunterricht, Schülerexperimente oder Projektunterricht, ermöglichen den Jugendlichen in hohem Maß, selbstständig und selbstverantwortlich zu arbeiten. Das fördert nicht nur die Weiterentwicklung ihrer naturwissenschaftlichen Kompetenzen, sondern auch allgemeine Arbeitstechniken wie den Umgang mit Information, die Zusammenarbeit im Team und das Präsentieren der gewonnenen Ergebnisse.“

(Aus der Präambel zum Profilbereich des Fachlehrplans Physik für die 8. Jahrgangsstufe im NTG-Zweig)

Es ergeben sich selten bessere Möglichkeiten, Schülerinnen an der Themenauswahl zu beteiligen, an persönliche Erfahrungen und die Lebenswelt der SchülerInnen anzuknüpfen oder die aufgeführten Kenntnisse, Kompetenzen und Fachmethoden zu schulen – Möglichkeiten also, den Lehrplan zu erfüllen - als mit Schülerforschungsarbeiten zu selbst gewählten Themen. Projektunterricht wird sogar explizit angesprochen. Insofern erweist sich das häufig vorgebrachte Argument „Wie soll ich dann den Lehrplan durchbringen?“ als gegenstandslos. Projektunterricht ist Teil des Lehrplans, der „durchgebracht“ werden muss.

In einigen Themen überschneiden sich die Lehrpläne der Fächer Chemie und Physik. So wird zum Beispiel in der 8. Klasse (NTG) in beiden Fächern ein Atommodell eingeführt. Auch Wärme-Temperatur-Diagramme werden in beiden Fächern behandelt. Durch Absprache zwischen den Lehrkräften können unnötige Dopplungen vermieden und zusätzliche Betreuungszeit für Schülerforschungsarbeiten geschaffen werden.

1.2 Didaktische Lernziele

Die folgende Aufzählung ist eine Auswahl der Ziele, die mit den Forschungsarbeiten erreicht werden sollen und die mit Unterricht im Klassenverband nicht oder nur teilweise erreicht werden können:

- **Fächerübergreifende Schulung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen:** Es gibt kaum gesellschaftlich relevante Themen, bei denen in der öffentlichen Diskussion nicht

mit den Ergebnissen mehr oder weniger wissenschaftlicher Untersuchungen argumentiert wird. Alle SchülerInnen – auch die, die später nicht wissenschaftlich arbeiten werden - müssen deshalb in der Lage sein, die Aussagekraft solcher Ergebnisse einzuschätzen zu können (Von wem stammen die Studien? Von wem wurden sie in Auftrag gegeben? Wie groß waren die Stichprobenumfänge? Wurden die Ergebnisse in weiteren Untersuchungen bestätigt? usw.) Wenn SchülerInnen selber forschen, dann lassen sich solche Fragestellungen sehr authentisch behandeln.

Die selbst gewählten Themen¹ lassen sich meist keinem einzelnen Fach zuordnen. Die SchülerInnen holen sich Tipps bei verschiedenen Lehrkräften und lernen Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Arbeitsweisen kennen.

- **Vermittlung von Freude an der gründlichen Auseinandersetzung mit einer (zukunftsorientierten, naturwissenschaftlichen) Fragestellung:** Interesse entsteht durch Beschäftigung mit dem gleichen Thema über einen längeren Zeitraum. Je tiefer SchülerInnen in ein Thema einsteigen und je besser sie sich damit auskennen, desto größer wird im Allgemeinen das Interesse. Die SchülerInnen gewinnen in Diskussionen mit Lehrkräften, Eltern oder selbst gesuchten Fachleuten Selbstvertrauen und lernen den Wert ihrer eigenen Arbeit schätzen.
 - **Ermunterung zum ausdauernden selbstständigen Arbeiten:** Ausdauer und Hartnäckigkeit sind wesentliche Voraussetzungen für erfolgreiches (natur)wissenschaftliches Arbeiten. Selbst in Schülerübungen werden diese Eigenschaften nicht ausreichend gefordert und gefördert. Echte Probleme treten dort nicht auf und nach einer Doppelstunde ist die Übung wieder vorbei. Die Erfahrung, was es bedeutet, wenn ein hartnäckiges Problem nach vielfältigen Versuchen oder Recherchen und mit Hilfe verschieden Personen endlich gelöst ist, bleibt ihnen auf diese Weise fremd.
 - **Vorbereitung auf die Arbeitsweise in den Seminarfächern der Oberstufe**
 - **Begabungsgerechte Förderung:** Durch die individuelle Betreuung, können alle SchülerInnen entsprechend der eigenen Begabung unterstützt und gefördert werden. Das kann sowohl den Arbeitsschwerpunkt (im künstlerischen, im experimentellen oder im theoretischen Bereich) als auch das Niveau der Arbeit betreffen. Die Lehrkraft kann unterschiedliche Schülergruppen ganz unterschiedlich Erwartungshaltungen entgegenbringen.
- Die Arbeitsweise bietet Raum für SchülerInnen, die ihr Potential aufgrund ihrer Persönlichkeitsstruktur (chaotische TüftlerInnen, gründliche aber langsame ArbeiterInnen kreative Köpfe mit Anpassungsschwierigkeiten,...) im gewöhnlichen Unterrichtsbetrieb nur selten abrufen können.

1.3 Was unter **Schülerforschung** verstanden werden soll

„Forschung“ ist ein großes Wort. Nicht alle Jugendlichen wollen, können oder sollen große Forscher werden. Viele Talente laufen aber Gefahr unentdeckt oder ungeweckt zu bleiben. Wo es nichts zu wecken oder entdecken gibt, soll zumindest ein Ahnung davon vermittelt werden, wie in den Naturwissenschaften geforscht wird (vgl. Punkt „Fächerübergreifende Schulung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen“ bei den didaktischen Lernzielen). Die Folgenden Stichpunkte umreißen grob, was in dieser Anleitung unter Schülerforschung verstanden werden soll:

¹ In Anhang 2 befinden sich Themenlisten zweier achten Klassen in zwei aufeinanderfolgenden Jahren.

- Beschäftigung mit einem naturwissenschaftlichen Thema über einen langen Zeitraum, wahlweise auch mit künstlerischem Ansatz
- Raum zum Ausprobieren, Fragen stellen, Antworten suchen und angstfrei „Fehler“ machen können
- Formulierung von konkreten Fragestellungen und klare Strukturierung von Problemen und Arbeitsschritten (Hypothesenbildung, Versuchsplanung, Datenauswertung und – beurteilung)
- Kreatives, experimentelles Arbeiten und Lösen der selbstgestellten Probleme
- Ergebnisoffenes Forschen²
- Selbständige Suche nach Literatur und nach Personen, die bei der Lösung der Probleme helfen können
- Präsentation der eigenen Arbeit in Form einer schriftlichen Dokumentation und als Vortrag vor größerem Publikum

Damit SchülerInnen erfolgreich und ohne Frustration³ an ihren Projekten arbeiten können, müssen im Vorfeld grundlegende methodische Fähigkeiten geschult werden. Das sind Fähigkeiten, die im herkömmlichen Unterricht – obwohl in den höheren Ebenen des Lehrplans gefordert und später für die Seminararbeit unbedingt notwendig - oft nicht genügend trainiert werden. Als Orientierung kann folgende Zusammenstellung von Stichpunkten dienen:

2. Voraussetzung für erfolgreiche Projekte

2.1 Methodische Voraussetzungen

- Kenntnis von Informationsquellen, -formen und –strategien
- Fähigkeit der Informationsgewinnung und -auswertung (z.B. Quellenstudium und Quellenbewertung in Internet und Literatur)
- Analyse und Zusammenfassung von wissenschaftlichen Texten und von Artikeln aus Zeitungen und Fachzeitschriften
- Verknüpfung und Strukturierung der aus verschiedenen Quellen gewonnenen Informationen
- Unterscheidung von Fach- und Umgangssprache
- Formulierung eigener Texte in Fachsprache
- Planung und Durchführung eines eigenen Projektes
- Beschreibung, Bewertung und Reflexion der Arbeitsschritte
- Planung und Durchführung von Versuchen
- Beschreibung und Auswertung von Versuchsergebnissen und statistischen Erhebungen (inklusive Umgang mit Tabellenkalkulationsprogrammen)
- Bewertung und Reflexion von Versuchsergebnissen

² Ergebnisoffenes Forschen heißt, dass die Lehrkraft nicht sowieso schon vorher weiß, welche Ergebnisse ein Experiment liefern muss. Die SchülerInnen sollen mit ihrem eigenen Tun erfahren, wie (naturwissenschaftlicher) Erkenntnisgewinn zustande kommt. Wie wichtig das ist, wird deutlich in der häufigen Schüleraussage: „Was sollen wir denn erforschen? Es ist doch schon alles erforscht.“

³ „Ohne Frustration“ heißt nicht ohne Durchhaltevermögen und kleine Rückschläge, die zu jeder Projektarbeit dazugehören. „Ohne Frustration“ heißt, dass die SchülerInnen prinzipiell in der Lage sind, die einzelnen Schritte eines Projektes durchzuführen und eine reelle Chance haben, zu vernünftigen Ergebnissen zu kommen.

- Interpretation und Erstellung von Graphiken
- Arbeiten im Team
- Freies Vortragen
- Selbst- und Fremdbeurteilung, Kritikfähigkeit

Durch die Einführung von Methodenstunden (vgl. auch Punkt 3.1) kann der Fachunterricht bei der Schulung dieser Fähigkeiten zeitlich entlastet werden. Noch wichtiger ist aber die Frage, wie der Fachunterricht abläuft:

2.2 Vom Sinn und Unsinn von Arbeitsblättern und Schülerübungskästen

Schülerübungskästen der bekannten Lehrmittelhersteller verleiten dazu, Schüler mit genau vorgegebenem Material auf vorgegebene Art und Weise zu vorgegebenen Ergebnissen kommen zu lassen. Damit dabei nichts schiefgeht, kann jeder Arbeitsschritt noch auf einem Arbeitsblatt vorfixiert werden. Das Ergebnis darf dann in einen Kasten am Ende des Arbeitsblattes eingetragen werden.

Die Kompetenzen, die bei dieser Vorgehensweise geschult werden, kann man auch beim Nachkochen eines Kochrezeptes lernen. Ein guter Koch wird, wer sich beim Kochen Gedanken macht, weshalb an welcher Stelle wie vorgegangen wird, wo und weshalb welche Zutaten in anderen Rezepten schon einmal verwendet wurden, ob es zu manchen Vorgehensweisen oder Zutaten nicht sinnvollere oder interessantere Alternativen gibt... und der sich dann vom Kochbuch weg bewegt, weiterdenkt, kombiniert,....

Natürlich brauchen SchülerInnen beim Experimentieren Strukturen und auch Übungskästen haben durchaus ihre Berechtigung.

Strukturen können aber im Frontalunterricht in kürzerer Zeit mindestens so effektiv besprochen, begründet und gemeinsam durchdacht werden wie durch vielfaches „Nachkochen“ von Übungsblättern. Die wertvolle Übungszeit, kann dann benutzt werden, offene Fragestellungen mit genau diesen Strukturen im Hintergrund anzugehen. Die Schülerübungskästen können dabei als Teil des zur Verfügung gestellten Materials sehr nützlich sein. Im Folgenden Abschnitt wird anhand einiger Beispiele aus dem Physikunterricht der achten Klasse gezeigt, wie vielfältig die Aufgabenstellungen für Übungsstunden sein können. Die Beispiele dienen nur als Anregungen. Mit jedem Thema können Kompetenzen geschult werden und für jede Kompetenz findet sich ein Thema.

2.3 Beispiele aus den Physikübungen in Klasse 8

Beispiel 1: Planung und Durchführung von Versuchen, Unterscheidung von unabhängiger und abhängiger Variablen, geeignete Variation der unabhängigen Variablen, adäquate Anzahl von Versuchswiederholungen (mechanische Energieformen)

Im Unterricht wird gemeinsam ganz ausführlich ein Versuch zur Bestimmung des Zusammenhangs der kinetischen Energie und der Geschwindigkeit eines Körpers geplant und diskutiert (ob mit Fahrbahn oder Pendel, ist dabei unerheblich). Wichtig ist der „Trick“, dass die kinetische Energie über den Umweg der „verloren gegangen“ potentiellen Energie des Körpers bestimmt wird. Außerdem muss ganz deutlich werden, dass der Zusammenhang zweier Größen nur über mehrere Wertepaare einer Messreihe ermittelt werden kann.

Mit diesem Vorwissen kann in den Schülerübungen folgender Arbeitsauftrag erteilt werden:

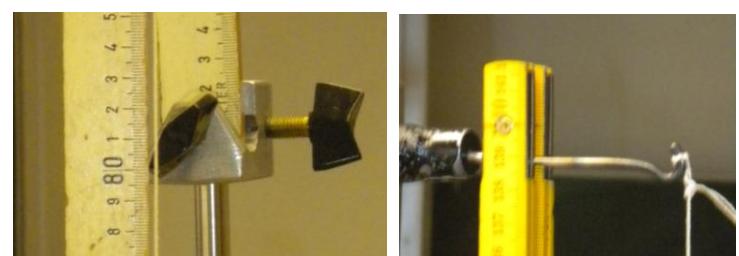


Arbeitsauftrag:

Erfinde einen Versuch, mit dem du den Zusammenhang zwischen der elastischen Energie einer Feder und ihrer Ausdehnung ermitteln kannst (Tipp: Überlege, in welche Energieformen sich die elastische Energie einer Feder umwandeln lässt)!

Führe den Versuch durch und dokumentiere sorgfältig (Überschriften; Versuchsidee und Versuchsskizze; Zu messende Größen; Messwerttabelle; Auswertung)!

Das reicht. Als Material werden Stativmaterial, Spiralfedern, Schnüre und Messlatten zur Verfügung gestellt. Die SchülerInnen erfinden Messanordnungen, die kein Übungskasten bietet (siehe Abbildungen).



Der gleiche Arbeitsauftrag kann später für die Ermittlung des Zusammenhangs zwischen der Änderung der inneren Energie eines Körpers und seiner Temperaturänderung gestellt werden. Als Material werden Isolierbecher und Heizgeräte mit bekannter Leistung benötigt.

Beispiel 2: Genaues Beobachten, Beschreiben und Dokumentieren (Änderung von Aggregatzuständen)

Im Anhang (siehe Anhang 1) befindet sich die Kopie eines Schülerprotokolls. Es war ein relativ komplexer Versuch zur Änderung von Volumen und Aggregatzustand zu protokollieren, der in der geteilten Klasse als Demonstrationsexperiment durchgeführt wurde. Die SchülerInnen standen dabei am Pult und schrieben auf einem Konzeptblatt alle ihre Beobachtungen mit. Die Beobachtungen wurden gemeinsam mündlich gedeutet. Der Arbeitsauftrag lautete:

Arbeitsauftrag:

Fertige ein Protokoll des Versuchs an! Der Versuch muss beschrieben werden. Deine Beobachtungen müssen sauber protokolliert und erklärt werden. Unterscheide genau zwischen Deinen Beobachtungen und unseren Deutungen!

Beispiel 3: Messen, sauberes Skizzieren und Darstellen (Hebelgesetze)

Anstatt in der Schülerübung Gewichte an rot-weiße Balken hängen zu lassen, wird der allgemeine Hebel im Unterricht besprochen. Es muss klar sein, was eine Kraftlinie, ein Kraftarm und ein Drehmoment ist. An einigen Beispielen werden Kraftübersetzungen von Hebeln bestimmt. Der Arbeitsauftrag für die Übung lautet:



Arbeitsauftrag:

***Du bist ein Fahrradingenieur und ich der Großhändler.
Fertige zwei maßstabsgetreue Skizzen verschiedener Hebel am Fahrrad an! Trage alle Kraftlinien und Kraftarme ein und berechne jeweils das Kraftübertragungsverhältnis!
Deine Zeichnungen und Erklärungen müssen mich so überzeugen, dass ich dein Produkt kaufe.***

Als Material dient das Fahrrad eines Schülers oder das der Lehrkraft.

Beispiel 4: Aufstellen von Hypothesen – Planen von Versuchen (Wärmelehre: Wärmetransportmechanismen)

An einem Projekttag wurde zuvor eine „Heiße Kiste“ gebaut (siehe eigenes Dokument). Die Form und der Aufbau jeder Kiste fußt auf Präkonzepten und Ideen der SchülerInnen. Inhalt einer Übung kann es sein, die Hypothesen, die implizit in den einzelnen Kistenformen enthalten sind, explizit formulieren zu lassen. Außerdem können in der gleichen Übung Versuchsreihen geplant werden, mit denen sich die Hypothesen **überprüfen** lassen. Falls möglich, sollten diese Versuchsreihen in einer weiteren Übung dann auch durchgeführt werden. Für die Steigerung des Lerneffekts bezüglich aufrichtiger wissenschaftlicher Arbeitsweise ist es wünschenswert, dass dabei auch Hypothesen geprüft werden, die sich durch die Versuchsergebnisse als nicht haltbar erweisen. (Erfahrungsgemäß planen Schüler immer Versuche, um ihre Hypothesen zu **bestätigen**. Wenn die Hypothese im Versuch nicht bestätigt wird, dann war nicht die Hypothese falsch, sondern der Versuch).

Arbeitsauftrag:

Schau Dir Deine Kiste an und überlege genau, warum Du sie gerade so gebaut hast und nicht anders!

Formuliere alle Vermutungen, warum es in einer Kiste mit Deiner Bauart möglichst heiß wird, so exakt wie möglich (-> das sind Deine Hypothesen)!

Plane für mindestens zwei Deiner Hypothesen jeweils eine Versuchsreihe, die Du selber durchführen kannst und mit der Du diese Hypothese überprüfen kannst!

Je nach Zeitpunkt, wann diese Übung im Schuljahr stattfindet, kann es notwendig sein, dass vorher im Plenum etwas Zeit investiert werden muss, um grundsätzliche Regeln für Versuchsreihen zu klären (Ein Parameter wird geändert, alle anderen bleiben gleich;....).

Beispiel 5: Recherchieren, Vortragen, Argumentieren (Energietechnik; Kraftwerke)

Jede Arbeitsgruppe wird zum Spezialisten-Team für einen Kraftwerkstyp z.B.

- Solarenergie (Photovoltaik oder Solarthermie)
- Atomkraftwerk
- Wasserkraft (Stausee, Gezeitenkraftwerk, Wellenkraftwerk oder Pumpspeicherkraftwerk)
- Windkraft
- Kohlekraftwerk
- Biogasanlage
- Müllheizkraftwerk
- Blockheizkraftwerk

und bekommt folgende Aufgabe:

Arbeitsauftrag:

Nürnberg (bzw. der eigene Wohnort) muss mit Energie versorgt werden. Arbeitete Dich gründlich in die Funktionsweise, des von Deiner Gruppe gewählten Kraftwerkstyps ein und erstelle einen Kurzvortrag!

Du gehörst einem Expertenteam an, das mit diesem Vortrag den Stadtrat (die restliche Klasse) von der Stromversorgung durch diesen Kraftwerkstyp überzeugen möchte. Der Vortrag muss die Funktionsweise gut beschreiben. Außerdem muss erörtert werden, wie die Realisation eines solchen Kraftwerks aussehen soll, wenn es Energie für Nürnberg liefern soll. Du musst damit rechnen, dass der Stadtrat Deinen Ideen kritisch gegenübersteht.

Zunächst kann gemeinsam mit der Klasse der Energiebedarf des Wohnortes abgeschätzt werden, damit die SchülerInnen zum einen eine Idee von der Größenordnung bekommen und zum anderen eine Idee von der Vorgehensweise bei solchen Abschätzungen.

Die Schüler recherchieren dann eine Doppelstunde lang im Rechnerraum und bereiten einen Kurzvortrag vor. Als Hausaufgabe muss dieser Vortrag fertiggestellt und perfektioniert werden. In der Folgestunde werden die Vorträge vor dem „Stadtrat“ gehalten und diskutiert.

Sollen alle Vorträge gehalten werden muss, genügend Zeit eingeplant werden (mindestens 15 Minuten pro Vortrag + Diskussion). Erfahrungsgemäß ist der „Stadtrat“ unerbittlich und es entstehen heiße Diskussionen. Die SchülerInnen lernen auf diese Weise viele Kraftwerkstypen kennen und werden gleichzeitig auf anregende Weise mit Risiken und Folgen bei der Energieerzeugung und mit Energietransport- und Energiespeicherproblemen vertraut.

3. Rahmenbedingungen

3.1 Organisatorischer Rahmen

Welcher zeitliche Rahmen den Schülerforschungsarbeiten eingeräumt werden kann, hängt entscheidend von den organisatorischen Rahmenbedingungen ab. Im Idealfall arbeitet man in Klassen des NTG-Zweigs mit geteilten Übungen in Physik und Chemie.

Je mehr Lehrkräfte einer Klasse von der Idee der Schülerprojekte überzeugt werden können, desto besser. Die Beteiligten profitieren dann nicht nur von der fachlichen Zusammenarbeit. Auch Absprachen wegen Stundenverlegungen für Unterrichtsgänge oder gelegentliche längere Arbeitsphasen fallen leichter. Im Willstätter-Gymnasium waren die Physik- und Chemielehrkraft immer, die Geographie- und Biolehrkraft oft am Schulversuch beteiligt. Alle anderen KollegInnen wurden in einer Klassenkonferenz am Anfang des Schuljahres informiert und prophylaktisch um Verständnis bei eventuellen organisatorischen Unannehmlichkeiten gebeten.

Im Rahmen des Intensivierungsunterrichts wurde an der Schule schon vor längerem eine Methodenstunde eingeführt. Dieser Methodenunterricht ist für alle SchülerInnen der achten Jahrgangsstufe Pflicht. In den Projektklassen wird dieser Unterricht von einer Projektlehrkraft gehalten. Dadurch können die einzelnen in Punkt 2.1 angesprochen Methoden an konkreten Problemen „portionsweise“ - immer schon im Hinblick auf die bevorstehende eigene Forschungsarbeit - geschult werden. Die SchülerInnen nehmen den Methodenunterricht sehr ernst, obwohl es für dieses Fach keine Noten gibt.

Günstig für die Projektbetreuung hat sich am Willstätter-Gymnasium außerdem die Forschungs-AG erwiesen, die einmal wöchentlich am Nachmittag stattfindet. Im ersten Halbjahr werden dort hauptsächlich Jugend-forscht-Projekte betreut. Im zweiten Halbjahr ist Zeit für Einzelgruppen aus den Projektklassen, die zwischenzeitlich höheren Betreuungsaufwand wünschen, weil sie aufwändige Versuche machen wollen oder mit ihrer Arbeit „steckenbleiben“. Manche Gruppen nützen diese Zeit auch nur, weil sie sich in der Schule leichter treffen können als zuhause.

3.2 Zeitlicher Rahmen

Die eigentliche Arbeit an den Schülerforschungsarbeiten findet im zweiten Halbjahr statt. So können im ersten Halbjahr die in Kapitel 2. beschriebenen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Projektarbeit angelegt werden.

Ein zeitlicher Rahmen von ca. drei Monaten für die Durchführung des Projekts hat sich als brauchbar erwiesen. Drei Monate reichen einerseits aus, sich mit einem Thema intensiv zu befassen und sind anderseits auch – wenn gut strukturiert und betreut⁴ - für Lernende der achten und neunten Jahrgangsstufe noch überschaubar. Die SchülerInnen können während dieser Phase in den Doppelstunden der geteilten Übungen und im Methodenunterricht an ihren Projekten arbeiten. Teile der Arbeit müssen auch zuhause erledigt wer-

⁴ Es müssen z.B. geeignete Zwischenergebnisse eingefordert werden; die Progression im Arbeitsprozess muss deutlich werden;... (mehr dazu Kapitel 5)

den. In „heißen Phasen“ sollten - zumindest von den Projektlehrkräften – keine weiteren Hausaufgaben gegeben werden.

Auch wenn die Arbeit am eigenen Projekt erst im zweiten Halbjahr beginnt, wissen die SchülerInnen ab Anfang des Schuljahres schon, was auf sie zukommen wird. Die groben Rahmenbedingungen für die Forschungsarbeiten werden hier schon erläutert. Der Methodenunterricht und die Vorgehensweise im Fachunterricht können den Schülern dann meist im Hinblick darauf (als Training) begründet werden. Der Methodenunterricht wurde so bisher in allen Klassen sehr ernst genommen, obwohl in diesem Unterricht keine einzige Note erhoben wird.

3.3 Motivatorischer Rahmen

Selbstverständlich kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle die - oft ziemlich aufwändige - Arbeit am Projekt aus rein intrinsischer Motivation auf sich nehmen. Natürlich wird die Schülerforschungsarbeit benotet. Es empfiehlt sich aber, darüber hinaus weitere und „echte“ Anreize zu schaffen.

Aus diesem Grund wird im Willstätter-Gymnasium ein jährlicher Schüler-Kongress (siehe eigenes Dokument: „Schülerkongress“) veranstaltet, bei dem alle SchülerInnen der Projektklassen ihre Arbeiten vor großem Publikum in einer Ausstellung und in Vorträgen präsentieren dürfen (und nur in ganz wenigen Fällen müssen). Das Interesse, das den Arbeiten von Seiten der Eltern, der MitschülerInnen, der Schulleitung und der Lehrerschaft entgegengebracht wird, ist einer der größten Motivationsfaktoren.

Außerdem werden schon vor Beginn der Arbeit verschiedene Wettbewerbe vorgestellt, bei denen gelungene naturwissenschaftliche Arbeiten angemeldet werden können. Als geeigneter „Einstiegerwettbewerb“ hat sich das Schülerforum erwiesen, das der VDE in seinen verschiedenen bayerischen Bezirken veranstaltet (www.vde-nordbayern.de/schueler-forum für Nordbayern). Auch Wettbewerbe wie Jugend testet (www.test.de/jugendtestet/) oder Jugend präsentiert (www.jugend-praesentiert.info/). Erfolgversprechende Arbeiten können zu Jugend-forscht-Arbeiten ausgebaut werden.

4. Themenfindung

4.1 Allgemeine Vorbemerkungen und Grundregeln

Bei den folgenden Regeln handelt es sich um Erfahrungswerte aus langjähriger Praxis bei der Betreuung von freiwilligen Schülerprojekten und Schülerforschungsarbeiten, die sich in abgewandelter Form auch bei der Themenfindung für die Projekte im Rahmen von HorizONTec bewährt haben, die von allen Lengenden durchzuführen sind.

Wichtige Regeln bei der Themenfindung sind:

- **Es gibt kein grundsätzlich ungeeignetes Thema.** Fast bei jedem Thema können mit Einfallsreichtum Bereiche gefunden werden, die ein machbares, interessantes Projektthema ergeben. Ein Mädchengruppe in der 8. Klasse, die sich ausschließlich nur für Nagellack interessierte, untersuchte letztendlich Nagellacke in Abhängigkeit der Preisklasse auf Kratzfestigkeit und andere mechanische Beanspru-

chungen, entwickelte dazu eigene Versuchsapparaturen und stellte am Ende selbst Nagellack her. So wurden die beiden Mädchen zu Spezialistinnen in Sachen Druck und Hebelgesetze und in der Nagellackchemie.

- **Das beste Thema ist ein eigenes Thema.** Je mehr die SchülerInnen davon überzeugt sind, dass ihr Thema ihr eigenes Thema ist, desto engagierter arbeiten sie daran. Immer wieder kommt es vor, dass trotz der unten beschriebenen Vorgehensweise (siehe 4.2) kein Thema so recht passen will. Die Kunst der betreuenden Lehrkraft ist es dann, die Interessen der SchülerInnen abzuklopfen und ihnen ein Thema „unterzuschieben“, das dann im Idealfall sehr bald als eigenes Thema wahrgenommen wird. Dass das Thema ursprünglich vom Lehrer kam, wissen manche SchülerInnen am Ende gar nicht mehr.
- **Themen mit Wettbewerbscharakter haben hohes Motivationspotential.** In der Mittelstufe gibt es wenige SchülerInnen, die sich von vorneherein für Zusammenhänge verschiedener Größen oder für komplizierte Erklärungen interessieren. Eine Aufgabe, bei der es darum geht, möglichst hohe Temperaturen, möglichst gute Schall- oder Wärmedämmegenschaften, möglichst große Flughöhen,... zu erreichen, motiviert aber fast immer. Auf diesem Umweg werden dann oft auch plötzlich komplizierte Zusammenhänge interessant.
- **Themen mit nur einer abhängigen Variablen sind besonders einfach zu bearbeiten.** Wird der Einfluss einer unabhängigen Variablen A auf eine Variable B untersucht, bei der die Variable A einfach variiert werden kann, ohne dabei andere Einflussfaktoren zu verändern, dann kann bei einer Forschungsarbeit auch bei schwachen SchülerInnen wenig schiefgehen. Die Forschungsfrage und die Struktur der Arbeit sind vorgegeben. Eine Hypothese kann als Je-Desto-Satz formuliert werden. Themen dieser Art sind meist beliebig auf weitere unabhängige Variablen erweiterbar.
z.B. kann untersucht werden, bei welcher Temperatur Sonnenblumen am schnellsten wachsen. Als nächstes kann dann bei gleicher Temperatur die Gießwassermenge oder der Salzgehalt im Gießwasser variiert werden, usw.
- **An Themen aus dem Unterricht oder an Klassenprojekten, die als interessant empfunden wurden, kann weitergeforscht werden.** Schülerübungen und Klassenprojekte können bewusst als „Initialveranstaltungen“ geplant werden. (Siehe z.B. eigene Dokumente „Heiße Kiste“ oder „Coole Sachen“)

4.2 Phasen der Themenfindung

Die Themenfindung durchläuft im Wesentlichen zwei Phasen.

Regeln für die erste Phase: Während der ersten Phase, die sich fast über das ganze erste Halbjahr erstrecken kann (vgl. 3.2), haben die SchülerInnen (und manchmal auch die Eltern, die beim Elternabend informiert wurden) ihr Projekt die ganze Zeit im Hinterkopf.

Während dieser Phase gelten folgende Regeln, die im Unterricht auch immer wieder angesprochen werden können (oft wurden auch die Lehrkräfte von den SchülerInnen angesprochen). Es hat sich dabei als hilfreich erwiesen, schon in dieser Phase ein Projektheft

(Schnellhefter mit losen Blättern und Klarsichtfolien) anzulegen, um Ideen und Entdeckungen zu sammeln und nicht zu vergessen.

- **Augen, Ohren und Nase öffnen!** Im Unterricht, in den Übungen und in den Unterrichtsprojekten, aber auch beim Fernsehen, beim Surfen im Internet, in der Natur, im Alltag, in Zeitschriften... überall „lauern“ potentielle Themen für ein Projekt. Interessante Themen werden – am besten gleich zusammen mit entsprechenden Fragestellungen – im Projektheft festgehalten.
- **Reden und diskutieren!** Im Gespräch mit MitschülerInnen, Eltern, Bekannten und Lehrkräften lässt sich schnell das Potential eines Themas einschätzen. Je heftiger die Diskussionen, desto höher das Potential. Außerdem eröffnen sich im Gespräch oft neue Betrachtungsweisen und Anregungen.
- **Sich nicht zu früh auf ein Thema fixieren!** In der ersten Phase bis zum Halbjahr sollen viele Themen zugelassen, angedacht und „angesponnen“ werden. Die Fixierung auf ein Thema führt zu Scheuklappen, mit denen noch bessere Themen vielleicht gar nicht entdeckt werden.
- **Alte Schülerforschungsthemen weiterdenken!** Die Lehrkraft kann einen Katalog mit Projektthemen aus den vergangenen Jahren anlegen. Auch auf der Jugendforscht-Seite im Netz können Anregungen geholt werden. Natürlich werden diese Arbeiten nicht „nachgekocht“, können aber durchaus als Inspirationsquellen dienen und „weitergesponnen“ werden. Das gleiche gilt für aktuelle oder alte Aufgaben von:
 - „Experimente antworten“ (<http://www.experimente-antworten.bayern.de/>)
 - „Bundeswettbewerb Physik“ (<http://www.mnu.de/wettbewerb-physik/aktuelles/>)
 - „GYPT-Wettbewerb“ (<http://www.gypt.org/>)
 oder von ähnlichen Wettbewerben.

Filterfragen⁵ für die zweite Phase: Die zweite Phase ist sehr kurz aber sehr wichtig. Es geht darum, aus den vielen Ideen, eine geeignete herauszufiltern. Außer dem eigenen Interesse können die folgenden Filterfragen hilfreich sein. Exemplarisch sollten einmal im Plenum alle Ideen eines einzelnen Teams diese Filter durchlaufen, bevor sich die anderen Gruppen an die Prüfung der eigenen Ideensammlung machen. Dafür eignet sich eine Stunde mit der geteilten Klasse, weil die SchülerInnen hier sehr unsicher und zum Teil überfordert sind und viel Betreuung brauchen. Vor allem bei den letzten drei Fragen ist das Fachwissen und die Erfahrung der Lehrkraft gefordert, weil SchülerInnen diese Probleme meist nicht einschätzen können.

Die Betreuungszeit, die hier investiert wird, zahlt sich auf jeden Fall aus. An den gewählten Themen wird immerhin drei Monate gearbeitet. Nach dieser kurzen zweiten Phase soll das Thema nur noch im Notfall gewechselt werden.

⁵ Das System der Filterfragen beruht auf Ideen von Walter Stein aus Bad Münstereifel, die mir leider nur noch als Mitschrift einer Fortbildungsveranstaltung in Barcelona im Jahr 2003 vorliegen. Walter Stein hat inzwischen über 150 Jugend-forscht-Arbeiten betreut, von denen es viele bis in den Bundeswettbewerb geschafft haben.

In der gemeinsamen Juryarbeit beim Wettbewerb Jugend-forscht Iberia habe ich sehr viel von Walter Stein gelernt. Trotz der zum Teil extrem hohen wissenschaftlichen Qualität der von ihm betreuten Arbeiten, findet er für jede Anfängerarbeit aufmunternde Worte und entdeckt interessante Ansätze. Dieses Interesse an den Schülerarbeiten und das gemeinsame „Weiterspinnen“ der Gedanken spornen enorm an.

- **Wie breit oder wie speziell ist das Thema?** SchülerInnen neigen dazu, die Welt verbessern zu wollen. Die Themen heißen dann etwa: „Der Treibhauseffekt: wodurch er entsteht und was man dagegen tun kann“. Dieses breite, hochkomplexe Thema kann – so allgemein wie es angelegt ist - von Schülern in der achten Jahrgangsstufe höchstens sehr oberflächlich behandelt werden. Umformuliert kann daraus aber durchaus ein reizvolles Thema entstehen, wie z.B. „Wie trägt CO₂ zum Treibhauseffekt bei, und wie viel CO₂ kann ich durch Änderung meiner Verhaltensweise im Alltag einsparen? – Genaue Untersuchung einiger Beispiele“. Auch ein zu eng gestecktes oder ein zu spezielles Thema kann Probleme bereiten, wenn es dazu zu wenig Material gibt oder der Stoff nicht für eine ganze Arbeit trägt.
- **Wer kann mir bei diesem Thema helfen?** Bei den Schülerforschungsarbeiten ist es hilfreich und auch durchaus legitim, sich bei Eltern, Verwandten oder Bekannten, die in einem bestimmten Gebiet Fachleute sind, Hilfe zu holen. Das entlastet die betreuenden Lehrkräfte und gibt ihnen mehr Zeit für Gruppen, die diese Möglichkeit nicht haben. Bisher waren die Rückmeldungen von „mitbetreuenden“ Eltern nur positiv. Sie freuten sich, wenn ihre Kinder sich für ihr Fachgebiet interessierten. Im Sinne der unter Punkt 1.2 formulierten Ziele sollen SchülerInnen aber auch ermutigt werden, sich bei externen Experten Hilfe zu besorgen. So haben z.B. drei Mädchen, die über die verschiedenen Möglichkeiten forschten, wie Milch haltbar gemacht werden kann, verschiedene Hersteller von Milchprodukten mit konkreten Fragen und einem „Abstract“ ihrer Arbeit angeschrieben. Sie haben von fast allen Herstellern persönliche Antworten, Material und nützliche Tipps bekommen. Mädchen können sich auch durch Cyber-Mentoring (<https://www.cybermentor.de/>) übers Netz von angehenden Wissenschaftlerinnen betreuen lassen.
- **Kann ich mir das notwendige Material zu diesem Thema beschaffen?** Wie kompliziert und wie teuer ist es, das Material zu beschaffen, das ich für Versuche oder Basteleien brauche? Kann ich in irgendeiner Werkstatt oder einem Labor außerhalb der Schule Versuch machen?
- **Kann ich selber zu diesem Thema Versuche machen?**
- **Kann ich mir das Fachwissen für dieses Thema aneignen?**
- **Kann ich die Arbeit zu diesem Thema in der gegebenen Zeit schaffen?**
- **Kann es bei diesem Thema Probleme mit der Sicherheit geben?**

Mit den SchülerInnen werden die Filterfragen besprochen. Sie erhalten dann folgenden Arbeitsauftrag:

Arbeitsauftrag:

Schreibe zuerst 15 bis 20 Themen, die Dich am meisten interessieren, auf ein Blatt und lasse die Themen dann unsere Filterfragen passieren!

Auf der Folgeseite ein Beispielblatt dreier Schülerinnen, an dem hart gearbeitet wurde:

- 20 Themen die uns 'interessieren':
1. Druck \rightarrow Tauchen in tiefe Gebicken $\checkmark ?$
 2. Wie funktioniert das Telefon bzw. das Netz \times 2
 3. Gefahren & Strahlen von Handys \times
 4. Musik? \times
 5. Färbung ohne giftige Stoffe $\checkmark ?$ 18
 6. Gefahren von Stromnetz-Lösungen \times
 7. Salzwasser \rightarrow Süßwasser $\checkmark \checkmark \checkmark \text{ (1)}$
 8. Optische Täuschung $\checkmark \checkmark$
 9. Vom Bild zum Film \checkmark
 10. Virtual Reality \times
 11. Kometen \times
 12. Sonnenstrahlen - Die Bedeutung der Sonne \times
 13. Gravitationskraft $\checkmark ?$
 14. Strahlungen - Von \times
 15. Waren Schiffe nicht sinken $\checkmark \checkmark \text{ (1)}$
 16. Gleichgewicht \times
 17. Solarenergie vs. Atomenergie Kernfusione vs. unerneuerbare $\checkmark ?$
 18. Salz Magnetfelder $\checkmark \checkmark \text{ (1)}$

Das letztendlich fixierte Thema dieser Arbeitsgruppe hieß:

„Energetische und technische Aspekte der Wasserentsalzung“

Im theoretischen Teil wurde die Relevanz der Meerwasserentsalzung beschrieben und die technische Problematik erläutert.

Im praktischen Teil versuchten die drei Mädchen selbst auf verschiedenen Arten Wasser zu entsalzen. Außerdem legten sie Versuchsreihen an, um herauszufinden, welche Salzkonzentration verschiedene Pflanzen im Gießwasser vertragen.

Die Themenlisten der Forschungsarbeiten aus zwei verschiedenen Jahrgängen (jeweils Klasse 8) finden sich im Anhang 2

5. Betreuungsaufgaben und Lehrerrolle

Bei der Betreuung von Schülerforschungsarbeiten ändert sich die Lehrerrolle in vielerlei Hinsicht im Vergleich zum „normalen“ Unterricht. Der wesentlichste Unterschied ist vielleicht die Mutation vom „Bestimmer“ und „Alleswisser“ zum „Mitsuchenden“ und zum „Wegweiser“.

Auch die viel individuellere Ansprache von SchülerInnen ist ein neues Terrain. Es fallen immer Betreuungsaufgaben an, die für alle Gruppen in gleicher Weise gelten, wie z.B. das Festsetzen von Zwischenterminen für die Abgabe von Gliederungen oder Kurzfassungen. Bei anderen Aufgaben können (und müssen) Terminsetzung und Betreuungintensität stark an die jeweilige Schülergruppe angepasst werden.

Im Folgenden werden einige wichtige Aspekte bei der Betreuung von Schülerforschungsarbeiten beleuchtet und es wird jeweils die Rolle beschrieben, die sich für die Lehrkraft daraus ergibt. Dass diese Rollen zum Teil ungewohnt sind und deshalb zu zeitweiligen Unsicherheiten führen, ist normal. Gespräche mit ähnlich gesinnten Kollegen helfen. Ebenso hilft die Erinnerung an die ersten Stunden als Lehrer vor der Klasse, in denen die inzwischen so gewohnte – aber sicherlich nicht natürlichere – Rolle neu war.

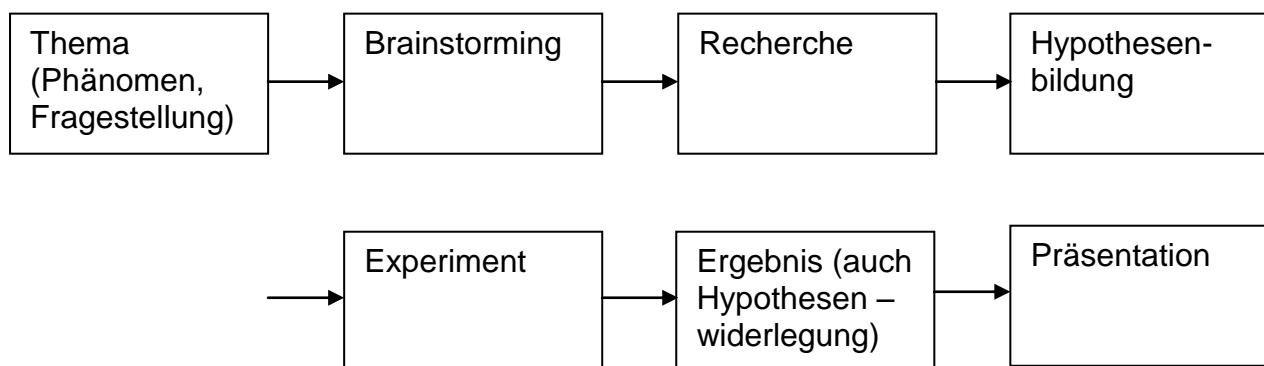
Die Aufgabe der Motivation

Bei der Betreuung von Schülerforschungsarbeiten ist die Vorbildfunktion der Lehrkraft noch wichtiger, als im „normalen“ Unterricht. Wer sich nicht selber für die Forschungsthemen der SchülerInnen begeistern kann, tut weder sich noch den SchülerInnen etwas Gutes, wenn er Schülerforschungsarbeiten betreut. Wer hingegen gerne mit SchülerInnen zusammen Ideen ausbaut und weiterspinnt, nach relevanten Anwendungen sucht und sich über gelungene Versuche freut, spornt automatisch zum Arbeiten an.

Aber selbst bei phasenweisem Enthusiasmus ist ein Projekt fast nie ein Selbstläufer sondern wird streckenweise zur reinen Knochenarbeit. Die SchülerInnen brauchen dann sanften Druck, um den inneren Schweinehund zu überwinden.

Die Aufgabe der Strukturierung

Struktur des Arbeitsprozesses: Bei den meisten Themen ähnelt sich der Arbeitsprozess und durchläuft folgende Phasen:



Formale Struktur der Dokumentation: Die grobe formale Struktur der Dokumentation wird den SchülerInnen im Willstätter-Gymnasium mehr oder weniger vorgeben. Schon zu Beginn des Schuljahres bekommen die Schülerinnen einen Leitfaden (siehe Anhang 3) ausgeteilt, damit sie wissen, was im zweiten Halbjahr auf sie zukommen wird. Die Feinstruktur der einzelnen Projekte hängt von den jeweiligen Forschungsfragen ab. Sowohl bei der Generierung dieser Forschungsfragen, als auch bei der daraus resultierenden Strukturierung, ist in vielen Fällen Hilfe angezeigt.

Zeitliche Struktur des Arbeitsprozesses: Eine Arbeitsphase von drei Monaten ist für MittelstufenschülerInnen (und nicht nur für MittelstufenschülerInnen) sehr lang. Deshalb ist es eine der wichtigsten Aufgaben der Lehrkraft, diesen Arbeitsprozess zeitlich zu strukturieren. Im persönlichen Gespräch haben selbst Bundessieger bei Jugend forscht, denen fachlich kein Betreuungslehrer „das Wasser reichen kann“, berichtet, wie wichtig für sie die zeitliche Strukturierungshilfe (der „Schuh im Hintern“) von außen war.

Wie lange einzelne Arbeitsphasen dauern sollen, muss von Fall zu Fall entschieden werden. Folgende Arbeitsschritte, deren Ergebnisse auch in schriftlich fixierter Form zu vereinbarten Terminen abgegeben werden müssen, haben sich bewährt:

- **Kurzfassung:** Die Kurzfassung ist ein Abstand, in dem die wichtigsten Ziele und Vorgehensweisen der Arbeit kurz und prägnant beschrieben werden. Sie dient den SchülerInnen dazu, ihre anfangs oft noch etwas schwammigen Vorstellungen zu präzisieren. So finden sie leichter einen Anfang und können die Arbeit (vorläufig) gliedern. Die Kurzfassung kann im Laufe des Arbeitsprozesses jederzeit angepasst werden.

Für die Lehrkraft bietet die am Anfang des Arbeitsprozesses abgegebene Kurzfassung – genauso wie die vorläufige Gliederung – die Chance, im Notfall rechtzeitig einzutreten, wenn abzusehen ist, dass eine Gruppe in eine Sackgasse oder ins Leere läuft. Außerdem bietet sie die Chance, in überschaubarem Rahmen Spracharbeit zu betreiben (siehe dazu auch „Aufgabe der Sprachförderung“).

- **Vorläufige Gliederung:** Gleichzeitig mit der Kurzfassung kann eine vorläufige Gliederung der Arbeit eingefordert werden. In der Gliederung soll auch schon eine Aufgabenteilung innerhalb der Gruppe ersichtlich sein.
- **Zeitplan:** Der Zeitplan, besteht aus einer Zeitleiste, in die einzelne kleine „Arbeitspakete“ eingetragen werden, jeweils mit den Namen der Verantwortlichen und dem Datum, wann diese „Arbeitspakete“ erledigt sein müssen.

Vor der Erstellung der Kurzfassungen und der Gliederungen wurden in der 8. Klasse Beispiele aus früheren Schülerforschungsarbeiten der gleichen Jahrgangsstufe ausgegeben und diskutiert (einige Beispiele finden sich in den Anhängen 4-1 bis 4-3). Bei der Erstellung von Kurzfassung und Gliederung kann die vorherige Strukturierung des Themas mit Hilfe einer Mindmap hilfreich sein.

- **Zwischenberichte:** Für Zwischenberichte gibt es keine für die ganze Klasse fixierten Termine. Die Lehrkraft gibt jeder Gruppe individuelle Hausaufgaben und erkundigt sich nach dem Arbeitsfortschritt. Bei Zwischenberichten ist es wichtig, immer darauf zu achten, dass schon während des Arbeitsprozesses sauber dokumentiert und archiviert wird. Es kostet sehr viel Arbeit, nachträglich irgendwelche Versuche zu rekonstruieren oder wichtige verlorengegangene Versuchs- oder Recherchergebnisse wiederzubeschaffen.
- **Vortrag:** Erfahrungsgemäß bereitet der Vortrag den Schülerinnen weniger Probleme als die Abfassung der schriftlichen Dokumentation. Der Vortrag über die Schü-

lerforschungsarbeiten kann deshalb vor dem Abgabetermin der Dokumentation stattfinden. Wenn die Arbeiten auch noch bei einem Schülerkongress (vgl. 3.3 oder eigenes Dokument „Schülerkongress“) oder in einem vergleichbaren Rahmen vorgestellt werden, dann können Vortragsfolien und die Informationen der Ausstellungswand als Basis der schriftlichen Dokumentation dienen.

Die Aufgabe der Beratung, Hilfestellung und Kontaktvermittlung

Der Grad der Selbstständigkeit variiert stark zwischen den einzelnen Gruppen. Danach richtet sich auch die Intensität der Betreuung. Einige Regeln lassen sich aber unabhängig davon formulieren:

Auch wenn SchülerInnen ab und zu ein erstaunliches Spezialwissen besitzen (welches es unbedingt anzuerkennen und zu würdigen gilt), hat die Lehrkraft im Allgemeinen den größeren Überblick. Sie kann beurteilen, welche Ziele von welchen SchülerInnen in der zur Verfügung stehenden Zeit erreichbar sind und welche nicht und sie kann Wege weisen. Wenn die Forschungsthemen andere Fächer betreffen und die Einschätzung deshalb schwierig wird, kann sie Kontakte zu den entsprechenden KollegInnen vermitteln.

Die Lehrkraft soll den SchülerInnen die Forschungsarbeit nicht abnehmen (es handelt sich schließlich um Schüler- und nicht um Lehrforschungsarbeiten), aber sie kann in entscheidenden Situationen weiterhelfen. Hilfen können darin bestehen,

- geeignete Fragen zu stellen,
- Literaturempfehlungen zu geben⁶,
- geeignete Suchbegriffe für die Internetrecherche zu finden⁷,
- Bücher zu verleihen,
- Kontakte zu externen Einrichtungen zu vermitteln,
- beim Verfassen von Mails oder beim Führen von Telefonaten zwecks Informations- oder Materialbeschaffung zu unterstützen,
- zwecks Zeitersparnis komplizierte Sachverhalte selbst zu erklären,
- Tipps bei der Planung von Versuchen zu geben und beim Aufbau komplizierter Versuche zu helfen (die praktischen Fähigkeiten der SchülerInnen sind oft erstaunlich gering)
- ...

Es gibt nur ein Tabu: Wenn fertige Lösungen präsentiert werden, dann konterkariert das den Sinn der Schülerforschungsarbeiten und nimmt den SchülerInnen den Stolz auf die selbstgefundenen Ergebnisse.

Die Aufgabe des „Mutmachers“

Der Schulalltag ist für SchülerInnen geprägt vom Gefühl, alles „richtig“ machen zu müssen. Fehler sind Tabu. Für sie ist die Erfahrung, dass es beim Forschen oft kein richtig oder falsch gibt, sehr ungewohnt und neu. Versuchsanordnungen können sinnvoll weil zweckdienlich sein, Schlussfolgerungen sind zulässig oder unzulässig, Recherchen sind gründlich oder oberflächlich. Wenn ein Versuchsergebnis einer Hypothese widerspricht,

⁶ Alle SchülerInnen besitzen zu Beginn der Forschungsarbeiten einen Ausweis der Stadtbibliothek. Sie haben eine Einführung in die Suchsysteme und den Ausleihmodus erhalten und können jederzeit auf die Stadtbibliothek verweisen werden.

⁷ Trotz täglich oft mehrstündigem Umgang mit dem Internet darf nicht davon ausgegangen werden, dass SchülerInnen immer geeignete Suchbegriffe für ihre Forschungsthemen finden.

dann ist das kein Fehler, sondern ein wichtiges Ergebnis und wenn ein Versuch gar keine Ergebnisse erzielt, dann kann man selbst daraus Erkenntnisse gewinnen. Viele SchülerInnen müssen zum Ausprobieren erst einmal ermutigt werden. Versuche mit unbekanntem Ausgang erscheinen ihnen unheimlich.

Die Aufgabe der Rückmeldung

Die SchülerInnen interessieren sich für die Arbeiten der anderen Gruppen und können normalerweise sehr gut einschätzen, wie ihre eigene Arbeit einzuschätzen ist. Trotzdem freuen sie sich über Lob für gute Arbeit und Zuspruch bei Schwierigkeiten. Auch Schladrigkeit oder Nachlässigkeit müssen sehr direkt angesprochen werden. Das besondere der Rückmeldungen bei Schülerforschungsarbeiten ist, dass sie sehr individuell, direkt und sachbezogen sind und daher in der Regel sehr ernst genommen werden. Das macht die Rückmeldungen sehr wirkungsvoll, überträgt der Lehrkraft aber auch eine große Verantwortung.

Die Aufgabe der Sprachförderung

Formulierungen in Seminararbeiten wie „lösliche Probleme“ oder „haftbare Kletten“ können amüsant sein, zeigen aber auch wie wichtig Sprachförderung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht ist.

Die Arbeit an der schriftlichen Fassung der Schülerforschungsarbeiten bietet zusätzliche Möglichkeiten, mit den SchülerInnen sprachlich zu arbeiten. Es bietet sich z.B. an, so lange gemeinsam an den Kurzfassungen (s.o.) zu arbeiten, bis diese grammatikalisch einwandfrei und einfach, knapp und präzise formuliert sind.⁸

Die Aufgabe als direkter Ansprechpartner

Die direkte Ansprache ist nicht einseitig sondern reziprok. Viel häufiger als im „normalen“ Unterricht fragen SchülerInnen nach oder bitten um Hilfe oder Bestätigung. Als BetreuerIn von Schülerforschungsarbeiten, muss man damit rechnen, dass immer wieder in der Pause mehrere Gruppen gleichzeitig mit Fragen oder Wünschen vor dem Lehrerzimmer stehen. Das kann manchmal sehr anstrengend sein. Auf der anderen Seite ist es genau das, was sich eine engagierte Lehrkraft wünscht: Engagierte SchülerInnen, denen nicht alles egal ist, und die sich aus eigenem (wenn auch durch die Lernsituation verursachten) Antrieb interessieren und weiter kommen wollen.

Lehrkräfte als „Teamplayer“

Durch den fächerübergreifenden Aspekt der meisten Schülerforschungsthemen, wird der Kontakt zu KollegInnen anderer Fachschaften zwangsläufig intensiver. Aber auch innerhalb der Fachschaften wird aufgrund immer wieder neuer Themen inhaltlich diskutiert. So können in manchen KollegInnen bisher unbekannte Fähigkeiten entdeckt werden.

Die Kunst Forschungsarbeiten inhaltlich gut zu betreuen liegt nicht unbedingt im eigenen Fachwissen, sondern eher in der Fähigkeit die richtigen Personen zusammenzubringen. Abgesehen von der inhaltlichen Ebene, sind von der Lehrkraft organisatorische Fähigkeiten und diplomatisches Geschick gefragt: Manchmal werden für mehrstündige Arbeitsphasen Stundenverlegungen notwendig, vor einem Schülertkongress oder vor der Abgabe

⁸ Zur Spracharbeit – auch im „normalen“ Unterricht - sei verwiesen auf: Leisen Josef, Sprachförderung im Fach – sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis, Stuttgart, 2013

der schriftlichen Dokumentation ist es wünschenswert, dass die SchülerInnen nicht so viele Hausaufgaben bekommen,...

Praktischer Hinweis

Zum Arbeitsmaterial während der Forschungsarbeit gehören neben den üblichen Arbeitsmaterialien ein Speicherstick, ein Hefter mit Prospekthüllen und eine (Handy-) Kamera.

6. Bewertung der Schülerforschungsarbeiten

Bei den Schülerforschungsarbeiten handelt es sich weder um Seminararbeiten noch (zumindest im Normalfall) um Jugend-forscht-Arbeiten. Die Erwartungen dürfen daher nicht allzu zu hoch gesteckt werden.

Ein Grundsätzlicher Unterschied zur Bewertung von Schülerleistungen durch Tests und Schulaufgaben besteht darin, dass die persönliche Rückmeldung im Arbeitsprozess eine viel größere Rolle spielen, als die reine Note, die später auf der Arbeit steht. Natürlich sollen die Schülerforschungsarbeiten trotzdem auch notenmäßig bewertet werden. die SchülerInnen wünschen das auch.

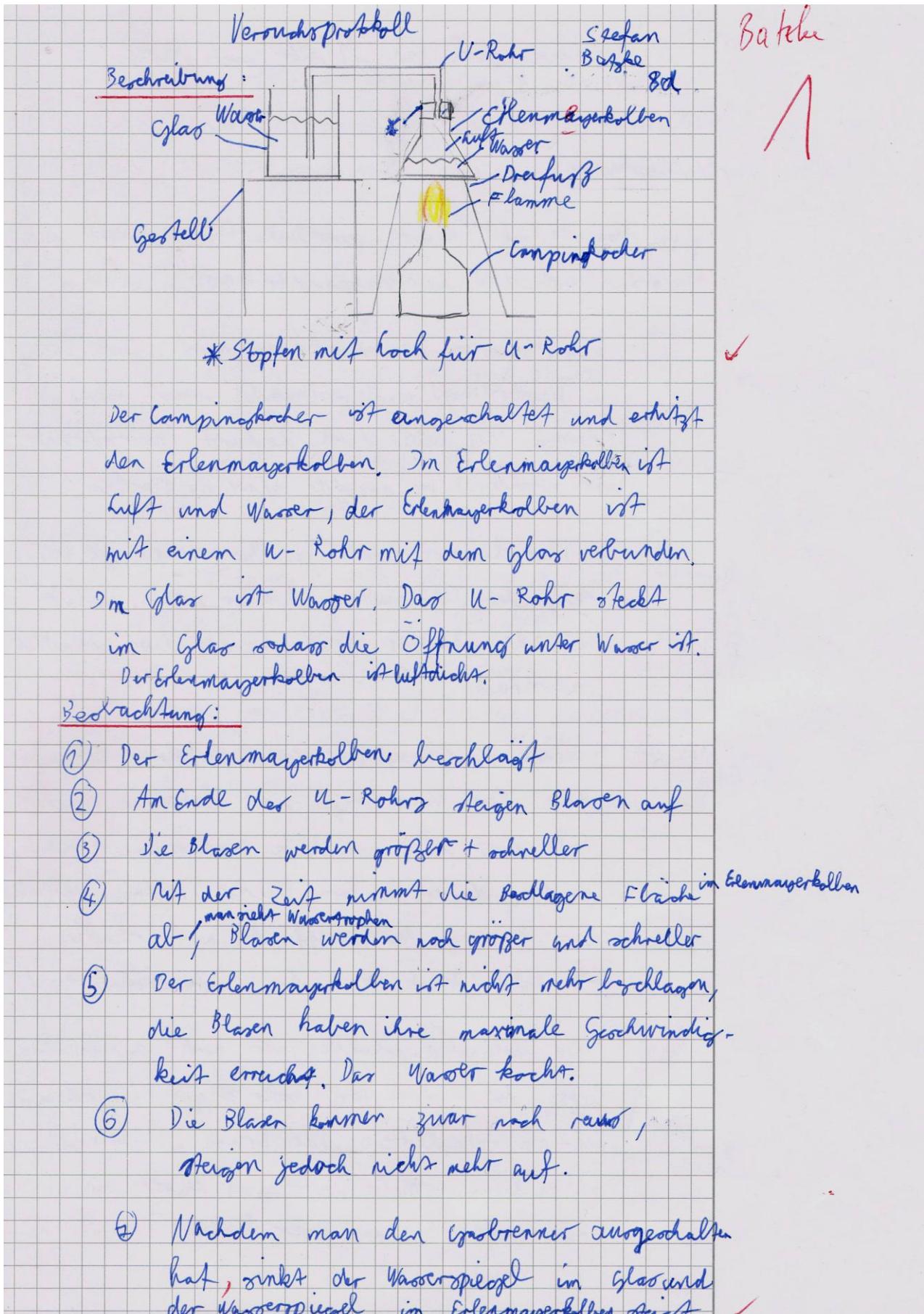
Bei der Bewertung der schriftlichen Dokumentationen und der Präsentationen bietet sich die Chance, verstärkt Kompetenzen zu bewerten, die im „normalen“ Unterricht etwas zu kurz kommen. Das heißt nicht, dass sich die Notenskala automatisch auf eine Skala von eins bis vier reduziert. Es heißt aber, dass SchülerInnen, die sich notenmäßig bisher eher im unteren Bereich wiederfanden, mit kreativen Fragestellungen, gründlicher Recherche, sorgfältiger Dokumentation und mit Einsatz Punkte sammeln können und dadurch einen Motivationsschub für den „normalen“ Unterricht erhalten. Umgekehrt fällt es oft SchülerInnen, die gut formal, abstrakt denken können, sehr schwer, sich auf ein unbekanntes Thema einzulassen und Arbeitsprozesse selbst zu organisieren.

Diese Art der Notengebung ist für Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer, die nicht schon viele Seminare unterrichtet haben, meist neu und kann zu Unsicherheiten führen. Im Willstätter-Gymnasium sind wir mit dieser Situation folgendermaßen umgegangen: Zunächst wurden Bewertungsraster⁹ erstellt, die auch den SchülerInnen rechtzeitig vorlagen. Zur „Kalibrierung“ unter den Lehrkräften wurden die ersten Schülerleistungen unabhängig von zwei Personen beurteilt – zunächst mit Spontanurteil und dann mit Raster. Es hat sich gezeigt, dass sowohl die Unterschiede zwischen den Spontanurteilen untereinander, als auch die Unterschiede zwischen den Spontanurteilen und den Urteilen mit Raster minimal waren. Die Abweichungen waren höchstens in der Tendenz zu merken. Diese Vorgehensweise gab den Lehrkräften mehr Sicherheit und den SchülerInnen die Sicherheit, nicht subjektiv beurteilt zu werden.

In der 8. Klasse zählt der Durchschnitt der Noten aus Präsentation und Dokumentation der Forschungsarbeit so viel, wie alle anderen kleinen Leistungsnachweis zusammen.

⁹ Zwei Beispiele sind im Anhang 5 zu finden.

Anhang 1



⑧ Im Erlenmäerkolben ist nur noch Wasser.

✓

Deutung:

- ① Das Gas nimmt zusätzliche Feuchtigkeit auf, die am Glas der Erlenmäerkolbens ^{beschlägt} (zu sehen ist)
- ② Das Wasser im Erlenmäerkolben wird zum Teil zu Wasserdampf und verbraucht somit mehr Volumen. Die Luft wird dadurch ausgedrückt und erscheint im anderen Glas als Bläschen.
- ③ Der Wechsel von Wasser zu Wasserdampf geht bei steigender Temperatur schneller voran. Somit entsteht schneller Druck, der die Luft schneller ausdrückt.
- ④ Wenn Wasserdampf im Erlenmäerkolben ist, nicht man den Wasserdampf und nicht die feuchte Luft, also nicht an keiner beschlagene Fläche sondern Wasser in Form kleiner Tropfen. Der Wechsel von Wasser zu Wasserdampf geht noch schneller → mehr Druck → mehr Bläschen + schneller
- ⑤ Im Erlenmäerkolben ist noch minimal Luft, der Wechsel von Wasser ~~zu~~ zu Wasserdampf geht am schnellsten. Der Druck entsteht am schnellsten somit wird das Wasser am schnellsten ausgedrückt. Das Wasser kocht.

- ⑥ Im Erlenmayerkolben ist nur noch Wasserdampf, jedoch entsteht weiterhin Wasserdampf, soviel steht der Druck weiterhin. Im Glas ist zu rechnen, dass der Wasserdampf durch das U-Rohr entweicht ^{und sofort} kondensiert.
- ⑦ Wenn der Wasserkörper nicht mehr heiß, bildet der Wasserdampf ab und wird zu Wasser. Der dabei entstehende Platz ist im Vakuum. Allerdings ^{wicht} ist Druck auf das Wasser im Glas während im Erlenmayerkolben kein Gegendruck mehr existiert. Der Druckunterschied drückt das Wasser in den Erlenmayerkolben.
- ⑧ Dieser Vorgang geht so lange bis der entstandene Platz durch Wasser erfüllt wurde. (Da im Glas ^{Erlenmayerkolben} ruht war aber dieser Platz durch Wasserdampf erfüllt wurde und letztendlich wieder entstanden, ist im Kolben überall Wasser, das herst.) Der Kolben ist maximal gefüllt.

Mel jah

Anhang 2

Forschungsthemen HoriZONTec Klasse 8d Schuljahr 2012/13

Gruppe	Thema/Fragestellung	Praxis
1	Das Ei des Kolumbus – Physikalische und chemische Fragestellungen rund ums Ei	Lösung der Aufgabenstellungen des Wettbewerbs: „Experimente Antworten“ mit ausführlicher Dokumentation
2	Heiße Kiste – Welche Temperaturen können in einer Kiste nur durch Sonneneinstrahlung erzeugt werden?	Experimentelle Untersuchung der Wärmeabsorption und der Strahlungstransmission verschiedener Materialien
3	Gewächs-Hochhaus - Was kann in Nürnberg im Winter wachsen?	Aussaat verschiedener Pflanzen in einem mehrstöckigen Minigewächshaus im Winter
4	Erderwärmung - Wie es dazu kommt und was kann man dagegen tun kann	Erstellung eines Verhaltenskatalogs für Achtklässler als Beitrag zur Verminderung der Erderwärmung (mit Rechenbeispielen)
5	Saure Milch – Welche Möglichkeiten gibt es, Milch haltbar zu machen?	Recherche und Experteninterviews bei verschiedenen Milchwirtschaftsbetrieben; Eigene Versuche
6	METRO oder Tante Emma - Energie und Kostenvergleich bei verschiedenem Einkaufsverhalten	Über das Thema werden Vorträge mit verschiedenen medialen Hilfsmitteln erstellt. Abhängig vom Vortrag soll untersucht werden, was und wie viel beim Publikum hängen bleibt.
7	Schnitzelforschung - Wie viel Energie wird verbraucht, bis ein Schnitzel auf den Teller kommt	Erstellung und Vergleich der Energiebilanzen eines Schnitzels und einer vergleichbaren vegetarischen Mahlzeit
8	Urban Farming - Gewächshäuser der Zukunft – Energieaspekte; Standorte; Probleme	Künstlerische Gestaltung von Zukunftsvisionen
9	Passivhäuser - möglicher Aufbau und physikalische Grundlagen	Zeichnungen, Pläne, Entwürfe und Modellbau
10	Das Sonnenhaus – Ein passivhaus, das sich nach der Sonne dreht	Messungen am selbstgebauten Modell

Forschungsthemen HoriZONTec Klasse 8d Schuljahr 2013/14

Gruppe	Thema/Fragestellung	Praxis
1	Vertical Farming – Standortkriterien und Standortanpassung	Entwurf und Modellbau für ein Gewächshochhaus
2	Kleidung aus Plastikflaschen	Herstellung von Kleidung aus Plastikflaschen; Test auf Wasserdichtigkeit und Luftdurchlässigkeit
3	Wasserentsalzung: Technische Aspekte, Energieaspekte	Wie viel Salz vertragen verschiedene Pflanzen im Gießwasser? – Versuchsreihen mit verschiedenen Pflanzen und verschiedenen Salzkonzentrationen Eigene Versuche zur Wasserentsalzung
4	Fast-Food – Wie wirkt sich Fast Food auf das Körpergewicht aus?	Umfragen über Ernährungsgewohnheiten, Bewegungsverhalten und Körpergewicht
5	Nagellackforschung – Wie resistent sind verschiedene Nagellacke gegenüber unterschiedlicher Beanspruchung?	Test einiger Kriterien mit selbst entwickelten Verfahren
6	Energiegewinnung mit Fitnessgeräten	Bau von Modellen und Modellrechnungen für Fitnessstudios
7	Foodsharing – ökologischer und ökonomischer Nutzen	Selbstversuch und Verbesserungsvorschläge
8	Änderung der Einstellung zu Fleischkonsum, In-Vitro-Fleisch und vegetarischem Essen durch Information	Zwei Schülergruppen werden über ihre Einstellungen zum Essverhalten befragt. Eine Gruppe wird vorher über Energie- und Flächenverbrauch und über weitere Umweltaspekte bei der Fleischproduktion informiert.
9	Heiße Kiste	Optimierung der im Projektunterricht gebauten Kiste
10	Isolationseigenschaften verschiedener Naturfasern	Messung der Wärmeleitfähigkeit verschiedener Naturmaterialien
11	Coolbox	Bau und Optimierung einer Kiste mit möglichst geringen Temperaturen
12	3D-Fotographie von Lebensmitteln	

Auswahl einiger experimenteller Seminararbeiten aus dem Lebensmittelbereich: (W-Seminar Biophysik)

- Beeinflussung der Keimdauer von Gemüsepflanzen durch verschiedenes Licht
- Optimierung der Lichtausbeute in einer „Vertical Farm“ durch Einsatz von Spiegeln
- Luftfeuchtigkeitsregelung in einer „Vertical Farm“
- Einfluss von Hypergravitation auf Pflanzenwachstum

Anhang 3

HoriZONTec - Forschungsarbeit in Klasse 8

Dieser Leitfaden dient dir zur Orientierung. Persönliche Beratung gibt es bei den Lehrkräften in Bio, Chemie, Geographie, Chemie, Methoden und in der Forschungs-AG.

Gruppen: Die Arbeit wird in Zweier- oder Dreiergruppen verfasst.

Thema: Das Thema ist prinzipiell frei wählbar. Es bietet sich natürlich an, ein Thema zu wählen, das mit den Hauptthemen des Physik- und Geographielehrplans zusammenhängt¹⁰ und das mit Lebensmitteln zu tun hat. Gerne kann an Themen unserer gemeinsamen Projekte, Recherchen und Exkursionen weitergeforscht werden. Die Arbeiten könnten dann Themen haben wie z.B.

- Die „heiße Kiste“ wird zum Gewächshaus, zum Niedrigenergiehaus,...
- Erfindung verrückter Küchengeräte, Verpackungen, ...
- Die Biogasanlage – Bauern werden zu Energieerzeugern
- Untersuchung eines Gärtnereibetriebs unter energetischen Gesichtspunkten
- Alternativen zum Kühlschrank
- Nanotechnologie in Lebensmitteln
- Ökologische Landwirtschaft – Was hat die Natur von Bio?
- Einkaufshilfen für alte Leute
- Vertical Farming: Gewächshäuser der Zukunft
- 3D-Fotographie von Lebensmitteln

Inhalt: Die Arbeit enthält einen Recherche- bzw. Theorieteil und einen praktischen Teil. Der Theorieteil enthält Wissen, das für das Verständnis der Arbeit notwendig ist und Untersuchungen, die andere schon vor uns zum gleichen Thema gemacht haben. Der Praxisteil enthält Versuche, die selber geplant und durchgeführt wurden. Alternativ dazu kann das Thema auch künstlerisch oder literarisch gestaltet werden.

Projektheft: Die Mappe enthält außer der Dokumentation eine Materialsammlung in der Zeitungsartikel, Steckbriefe von Internetseiten, Kopien aus Büchern, Gesprächsprotokolle usw. gesammelt werden. (**Lege diese Sammlung sofort an, damit du nichts verlierst!**)

Bei der eigentlichen Dokumentation kannst du dich an folgendem Schema orientieren: (Vergleiche auch mit den ausgeteilten Gliederungsbeispielen!)

- Kurzfassung (Zusammenfassung der Arbeit in wenigen Sätzen)
- Inhaltsverzeichnis
- Einleitung (Welche Fragestellung liegt der Arbeit zu Grunde? Welche Ziele wurden verfolgt? Welche Hypothesen wurden untersucht?)
- Theorieteil
- Praxisteil (Bei Versuchen: Material, Skizzen, Versuchsbeschreibung und Beobachtungen, Auswertung und Ergebnisse, Probleme bei der Versuchsdurchführung,...)
- Schlussbetrachtungen (kritische Betrachtung der Ergebnisse, weiterführende Gedanken zum Thema,...)

Benotung: Jede Arbeit wird von allen Gruppenmitgliedern gemeinsam bis spätestens Mitte Juni präsentiert. Jeder erhält für den Vortrag und für sein Projektheft je eine Note. Diese beiden Noten zählen zusammen so viel wie alle anderen kleinen Leistungsnachweise zusammen.

Möglichkeit zur Teilnahme an Wettbewerben:

- Mit rein naturwissenschaftlichen Arbeiten kann man sich beim **VDE-Schülerforum** bewerben.
- Alle Arbeiten, die einen genügend umfangreichen Forschungsanteil enthalten, können bei **Jugend-forscht** angemeldet werden.
- Alle Arbeiten werden beim **Schülerkongress** ausgestellt. Ausgewählte Arbeiten werden dort auch vorgetragen.

¹⁰ Bei den Forschungsarbeiten im Willstätter-Gymnasium sind in der 8. Jahrgangsstufe die Fächer Physik und Geographie die Leitfächer für die Forschungsarbeit und in der 9. Jahrgangsstufe die Fächer Biologie und Chemie.

Anhang 4-1**Beispiele für Kurzfassungen****Beispiel 1 „Verleiht Red Bull wirklich Flügel?“**

Energy-Drinks werden in der Werbung oft als leistungssteigernd bezeichnet. Deshalb wollten wir testen, wie die Konzentration von Schülern durch den Konsum dieser Getränke beeinflusst wird.

Unser Versuch wurde in zwei 7. und zwei 8. Klassen durchgeführt und gliederte sich in zwei Teile. Im ersten Teil sollten die Schüler der Testklassen innerhalb 90 Sekunden möglichst viele Rechenaufgaben richtig lösen. Der zweite Versuchsteil, mit Rechenaufgaben desselben Schwierigkeitsgrades, fand wenige Tage später statt. Der Versuchsverlauf selbst entsprach dem des ersten Teils, jedoch hatte ein Teil der beteiligten Schüler zuvor jeweils einen Energy-Drink getrunken. Der 2. Teil der beteiligten Schüler trank auch hier keinen Energy-Drink und diente somit als Kontrollgruppe.

Die Daten wurden anschließend mit Hilfe des Programms „Excel“ ausgewertet und interpretiert.

Beispiel 2 „Thermo-Chest“

Mit der Thermo Chest, unserer selbst gebauten Kiste, welche möglichst effizient die von der Sonne eingestrahlte Energie aufnimmt und Wärme gut isoliert, wollen wir maximale Temperatur in der Kiste erreichen. Wir untersuchen die Abhängigkeit der Innentemperatur vom Oberflächenmaterial und dessen Farbe, von der Anzahl der Glasscheiben auf der Oberseite, von den Isolationsmaterialien und versuchen so, unsere Kiste zu optimieren. Dazu messen wir unter anderem auch Temperaturgradienten in den Außenwänden. Außerdem ist es bei der Optimierung wichtig, zu wissen an welchen Stellen der Kiste am meisten Energie abgestrahlt wird. Dazu benutzen wir eine Wärmebildkamera.

Theoretisch erklären wir, welche Rolle Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion bei unserer Kiste spielen.

Beispiel 3 „Pflanzenzucht bei Wintertemperaturen“

Wir wollen versuchen, Sommerpflanzen bei winterlichen Außentemperaturen wachsen zu lassen. Zu unserer Hypothese gehört, dass Sommerpflanzen unter diesen Bedingungen genug Sonnenstrahlen und Wärme erhalten, um zu gedeihen.

Dazu haben wir eine Plexiglaskiste in vier Abteile geteilt. Dadurch kann jede Pflanze unter den gleichen Gegebenheiten wachsen. Hinzu kommt, dass wir zwei verschiedene Blumenzwiebelsorten und zwei verschiedene Samenarten vergleichen.

An die Kiste wurden zwei Thermometer angebracht, um die Innen- und Außentemperatur zu messen. Außerdem werden die täglichen Sonnenstunden registriert. Alle drei Tage wird das Längenwachstum der Pflanzen gemessen.

Anschließend werden alle Ergebnisse ausgewertet und verglichen.

Anhang 4-2**Beispiele für Gliederungen****Beispiel 1:****„Verleiht Red Bull wirklich Flügel?“****Gliederung**

1. Einleitung

2. Material & Methoden

2.1 Vorbereitung

2.2 Fragebogen

2.3 Energy-Drinks

3. Durchführung

3.1 Versuch1 (ohne Energy-Drink)

3.2 Versuch2 (mit Energy-Drink)

4. Auswertung und Ergebnisse

4.1 Anzahl der Energy-Drinks pro Jahr in Abhängigkeit vom normalen Schlaf

4.2 Konsum von Energy-Drinks pro Jahr

4.3 Bearbeitete bzw. richtige Aufgaben ohne bzw. mit Konsum eines Energy-Drinks in Abhängigkeit vom Alter

4.3.1 Bearbeitete Aufgaben

4.3.2 Richtig Aufgaben

4.4 Qualität der Arbeit - % der richtigen Aufgaben aus Versuch 1 zu % der richtigen Aufgaben aus Versuch

4.5 % der richtigen Aufgaben in Bezug auf die bearbeiteten Aufgaben mit bzw. ohne Energy-Drink in Abhängigkeit von der Anzahl der Energy-Drinks pro Jahr

4.6 % der richtigen Aufgaben in Bezug auf die bearbeiteten Aufgaben mit bzw. ohne Energy-Drink in Abhängigkeit von der normalen Schlafdauer

5. Schlussfolgerungen

6. Quellenangaben

7. Anhang

Anhang 4-3**Beispiel 2:****„Pflanzenwachstum im Winter in Nürnberg“****Gliederung:**

- 1 Gedeihen von Sommerpflanzen im Winter – Frühling
 - 1.1. Benutzte Pflanzensamen
 - 1.2. Benutzte Pflanzenzwiebeln
 - 1.3. Die Bedürfnisse
 - 1.4. Die Gegebenheiten
 - 1.5. Herstellung der nötigen Temperatur in einem Plexiglashaus
- 2 Keimen der Samen trotz geringer Außentemperatur
- 3 Methoden
 - 3.1. Messung der Temperaturen im Plexiglashaus
 - 3.2. Messung der Außentemperaturen
 - 3.3. Messung des Wachstums
- 4 Ergebnisse
 - 4.1. Ergebnisse in Photostrecken
 - 4.2. Wachstum der Samen und Zwiebeln im Vergleich
 - 4.3. Innen- und Außentemperatur im Vergleich
 - 4.4. Wachstum im Zusammenhang mit der Innen- & Außentemperatur
 - 4.5. Sonnenstunden
- 5 Schlussfolgerungen und Deutungen
- 6 Quellen

Anhang 5**Bewertungsbogen Präsentation**

	Punkte						Bemerkung
Inhalt	0	1	2	3	4	5	
Recherche							
Kreativität und Relevanz der Fragestellung							
Umgang mit Fachtexten							
Hintergrundinformationen und Fachwissen							
Stoffauswahl							
Aufbau und Gliederung							
Fachliche Richtigkeit							
Selbständigkeit, Kreativität und eigene Initiative							
Eigene Versuche							

Vortrag	0	1	2	3	4	5	
Aufreten							
Sprache							
Verständlichkeit des Vortrags							
Nähe zum Publikum							
Reaktionen auf Fragen aus dem Publikum							
Körpersprache, Gestik und Mimik							
Umgang mit Demonstrationsexperimenten							
Sinnvoller Medieneinsatz							
Beherrschung der verwendeten Medien							

Anhang 4**Bewertungsbogen Dokumentation**

	Punkte						Bemerkung
	0	1	2	3	4	5	
Inhalt							
Recherche							
Kreativität und Relevanz der Fragestellung							
Umgang mit Fachtexten							
Stoffauswahl							
Aufbau und Gliederung							
Fachliche Richtigkeit							
Selbständigkeit, Kreativität und eigene Initiative							
Versuchsplanung und Auswertung							
Diskussion der Ergebnisse							

Darstellung	0	1	2	3	4	5	
Rechtschreibung und Grammatik							
Sprachfertigkeit							
Äußere Form							
Skizzen und Abbildungen							
Beschreibung und Auswertung von Versuchen							
Darstellung von Ergebnissen							