

# Geeignete Reinstoffe zum Bau unseres Raumschiffes

von OStR Ernst Hollweck und StRin Karin Broll

## Zusammenfassung

In dieser projektorientierten<sup>i</sup> Unterrichtseinheit geht es um die Bewertung der Einsatzmöglichkeit verschiedener Reinstoffe bei dem Bau eines Raumschiffes für eine Marsmission. Dabei müssen die Schülerinnen und Schüler (SuS) eine genaue Problemanalyse erstellen, dazu eigene Experimente planen, durchführen und dokumentieren. Weitere geforderte und geförderte Fertigkeiten sind Recherchieren, Bewerten, Fehler diskutieren und die Lesekompetenz. Zu den Stoffeigenschaften bringen die SuS hierbei bereits fachliches Vorwissen aus ihrem Alltag und dem Unterricht mit.

Schlagwörter: Eigenschaften von Reinstoffen, Mission2Mars, offenes Experimentieren, Projektorientierung, Fehleranalyse

## Sachanalyse

Ein wichtiger Unterrichtsinhalt des Chemieunterrichts der 8. Klasse (ntg)<sup>ii</sup> ist die Unterscheidung von Stoffgemischen und Reinstoffen. Dabei erkennen die SuS, dass chemische Forschung allein mit Reinstoffen Sinn macht, da nur dann bei vergleichbaren äußeren Bedingungen definierbare Stoffeigenschaften vorliegen. Solche Stoffeigenschaften sind beispielsweise:

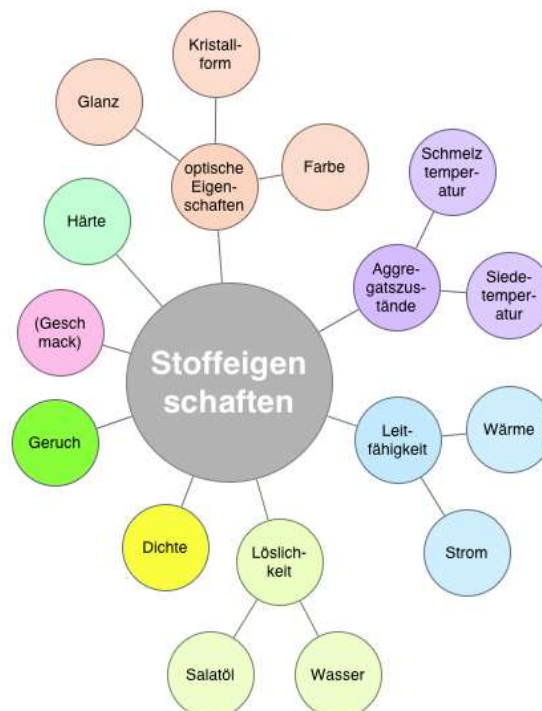


Abbildung 1: „Mindmap“ Stoffeigenschaften

In der Unterrichtseinheit werden den SuS etliche Reinstoffe zur eigenen Auswahl angeboten. Viele der oben aufgeführten Stoffeigenschaften lassen sich dabei in einfachen Experimenten, welche die SuS eigenständig planen, durchführen und dokumentieren können, untersuchen und vergleichen. Die Ergebnisse haben über die Marsmission hinaus einen signifikanten Kontextbezug in unser alltägliches Leben.

## Didaktische Analyse

### Lehrplanbezug

Verankert ist das Thema Stoffeigenschaften im Lehrplan<sup>ii</sup> Chemie der 8. Klasse (ntg) im Schwerpunkt „Stoffe und Reaktionen“. Bereits in den Jahrgangsstufen 5 (Schwerpunkt Naturwissenschaftliches Arbeiten)<sup>iii</sup> und 7 (Schwerpunkt Physik)<sup>iv</sup> wird hier in noch propädeutischer Form die Grundlage für den Chemieunterricht im Fach NuT gelegt. Zusätzlich gibt es bei dieser Thematik einen fächerübergreifenden Ansatzpunkt zum Themenbereich „Aufbau der Materie und Wärmelehre“ des Physiklehrplans<sup>v</sup>.

### Projektcharakter der Unterrichtseinheit

Bei dieser Unterrichtseinheit handelt es sich nicht per Definitionem um ein reines Projekt, da hier auch die Themen und Inhalte komplett von den SuS bestimmt sein müssen und dies im vorgegeben Rahmen des Mission2Mars (M2M) Konzeptes kaum umsetzbar ist. Die Lösung ist hier ein projektorientierter<sup>i</sup> Unterricht. Im Vorlauf der Planung wird eine Analyse der Elemente und Reduktionsformen dieser Sequenz im Vergleich zu einem Projekt im engeren Sinne nach Wolfgang Münzinger durchgeführt<sup>vi</sup>. Hierbei werden zwei Reduktionsebenen im Vergleich zum Projekt unterschieden. In folgender Tabelle (verändert nach Münzinger<sup>vi</sup>) ist das Ergebnis dieser Analyse farblich hervorgehoben:

<b>Projektorientierter Unterricht</b>		
	<b>Erste Reduktion</b>	<b>Zweite Reduktion</b>
<b>Thema / Inhalt</b>	SuS und Lehrer/in (L) legen gemeinsam Thema und Inhalte fest	SuS wählen allein vorgegebene Themen und Inhalte
<b>Materialien</b>	SuS und L zusammen beschaffen das Material	SuS wählen aus vorgegebenem Material
<b>Arbeitsziele</b>	SuS und L legen gemeinsam Ziele fest.	SuS wählen aus Lernzielkatalog.
<b>Methoden</b>	Auswahl aus angegebenen Methoden	Methodenempfehlung
<b>Lerngruppe</b>	Gruppen homogen gebildet	L nimmt Einfluss auf Gruppenbildung
<b>Fächer</b>	Zwei Fächer	Ein Fach und Ausblicke
<b>Beurteilung der Arbeit</b>	SuS und L kritisieren gemeinsam	Bewertung wird durch L diskutiert
<b>„Produkt“</b>	Planung erst während der Arbeit / teilweise realisieren sich Lernaktivitäten	Produkt scheitert / wird reflektiert
<b>Schülerrolle</b>	Mitbestimmend / teilweise selbstständig / aktiv	Mitbestimmend / auswählend / aktive und passive Arbeitsphasen
<b>Lehrer(innen)rolle</b>	Zurückhaltend / koordinierend / Vorschläge und Hinweise	Stark strukturierend / verbindliche Empfehlungen

## Lernziele

Die geplante Unterrichtseinheit verfolgt folgende Lernziele.

### Fachspezifische Lernziele

Die SuS sollen ...

- ... ihre Kenntnisse zu den Stoffeigenschaften wiederholen, vertiefen und in neue Kontexte setzen.
- ... selbstständig geeignete Experimente auswählen bzw. entwickeln, durchführen, beobachten und interpretieren können.
- ... selbstständig ihre Recherche- und/oder Versuchsergebnisse dokumentieren.
- ... alle Arbeitsschritte und Ergebnisse gemäß des wissenschaftlichen Arbeitens kritisch hinterfragen und Möglichkeiten zur Optimierung (Fehleranalyse) entwickeln.
- ... den Umgang mit Fachliteratur kennen lernen.
- ... ihre Begeisterung für die Chemie entwickeln oder (noch besser) ausbauen.

### Überfachliche Lernziele

Die SuS sollen ...

- ... die Rechercharbeit in der Bibliothek und im Internet üben.
- ... dabei ihre Lesekompetenz steigern und Internettexpte kritisch hinterfragen lernen.
- ... ihre Medienkompetenz steigern.
- ... ihre Teamfähigkeit optimieren.
- ... verschiedene Darstellungsmöglichkeiten und Präsentationsmethoden einüben
- ... ihre Recherche- und/oder Versuchsergebnisse gekonnt präsentieren.
- ... aktiv an der Diskussion über die Gruppenergebnisse teilnehmen.

## Unterrichtssequenz und -mittel

Die geplante Unterrichtssequenz umfasst ursprünglich drei Doppelstunden (zwei Doppelstunden Gruppenarbeitsphase und eine Doppelstunde Präsentation und Diskussion). Auf Wunsch der SuS wird jedoch bereits während der ersten Sequenzerprobung die Gruppenarbeitsphase auf drei Doppelstunden erweitert. Somit beträgt der Gesamtumfang nun vier Doppelstunden. Folgendes Diagramm gibt eine Übersicht über den Ablauf der Unterrichtssequenz:

Diagramm zum Ablauf der "Mission2Mars" Unterrichtseinheit:

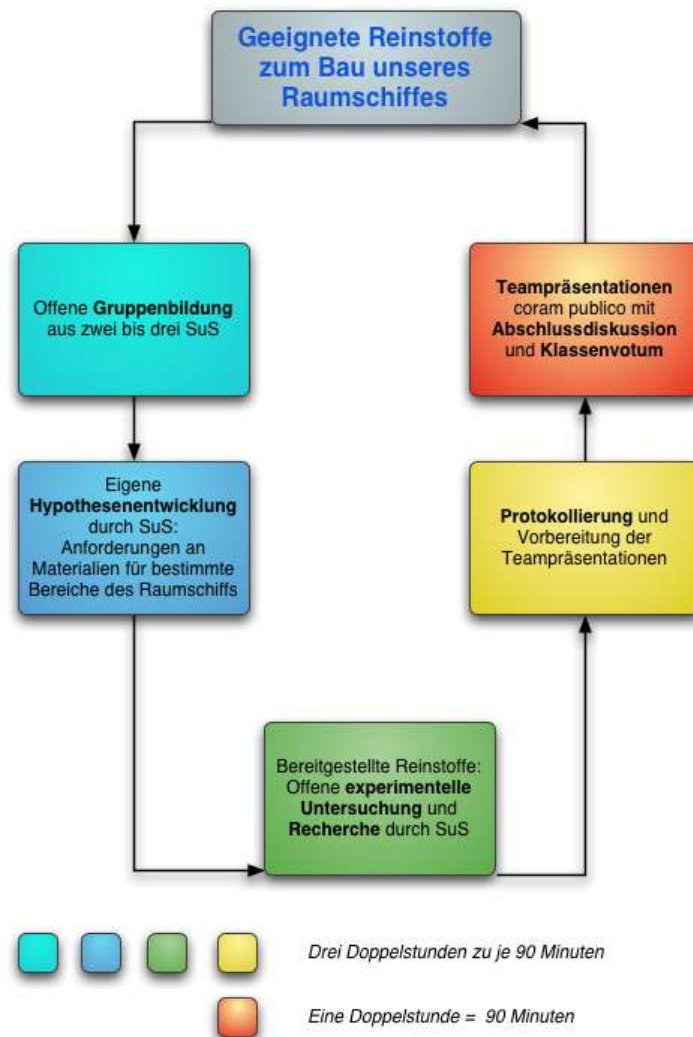


Abbildung 2: Diagramm zum Ablauf der Unterrichtseinheit

Vor der Durchführung der Unterrichtseinheit sind durch die Lehrkraft einige Vorbereitungen zu treffen: So sollte eine Vorauswahl an geeigneten Reinstoffen bereitgestellt und adäquat durch Schilder (am besten laminiert) gekennzeichnet werden. Eine überlegte Vorauswahl ist aus Sicherheitsgründen sinnvoll, da die SuS arbeitsteilig und offen experimentieren und die Gefahr einer Gesundheitsgefährdung ausgeschlossen werden soll. Das Arbeitsblatt „M2M\_AB\_Schilder\_Reinstoffe“ gibt ein Beispiel für die Schilder einer Stoffauswahl wieder, die an den Gegebenheiten der gymnasialen Chemiesammlung eines durchschnittlichen bayerischen Gymnasiums orientiert ist.

Ferner muss der Projektauftrag (M2M\_AB\_Reinstoffe) in ausreichender Anzahl kopiert werden.

Schließlich wird zusammen mit den SuS am Anfang der jeweiligen Doppelstunde das Material bereitgestellt:



**Abbildung 3: Labortisch mit Materialien**

### Erste Doppelstunde und die zwei folgenden Doppelstunden

Als Stundeneinstieg und motivatorische Hinführung auf die Problemstellung kann eines der zahlreichen Videos zum Start eines Raumschiffes dienen, welche die NASA auf ihrer Homepage zur freien Verfügung stellt<sup>vii</sup>.

Anschließend wird direkt als stummer Impuls ohne Lehrer-Schüler-Gespräch der Projektauftrag (M2M\_AB\_Reinstoffe) ausgeteilt. Die Lehrkraft hält sich in dieser Phase nahezu vollständig im Hintergrund und beobachtet die SuS im Folgenden bei den Experimenten genau, um ggf. gefährliche Situationen zu verhindern.

Die SuS bilden selbstständig Teams aus zwei bis drei Personen und gehen an die Arbeit.



**Abbildung 4: Schülerinnen und Schüler beim Abholen von Materialien**

Zuerst entwickeln die Teams Hypothesen zu den Anforderungen an Materialien in verschiedenen Bereichen des Raumschiffes. Die SuS wählen dann Materialien aus, die sie untersuchen wollen. Minimum sind hierbei drei unterschiedliche Stoffe. Im weiteren Vorgehen zeigen sich bei den Teams verschiedene Lösungsstrategien: Einige Gruppen planen und recherchieren in der Bibliothek und im Internet vor dem Experimenterteil exakt und gehen sehr überlegt vor. Andere Gruppen starten weniger vorüberlegt mit den Experimenten. Nach ersten Frustrationen folgt eine Reflexionsphase. Nun beobachten sie die „erfolgreicheren“ Gruppen und übernehmen in der Folge deren Strategien, arbeiten aber weiterhin sonst selbstständig und entwickeln Neues in den Einzelansätzen. Eine Gruppe in den beiden Modellklassen ist schlicht mit der offenen, projektorientierten Aufgabenstellung überfordert und experimentiert planlos los (z.B. Mischen von Reinstoffen zu Stoffgemischen mit anschließenden Experimenten). In der dritten Doppelstunde übernimmt eine Schülerin einer leistungsstarken Gruppe, die ihre Arbeit nur noch finalisieren muss, auf eigenen Impetus hin eine unterstützende Rolle für diese leistungsschwache Gruppe.





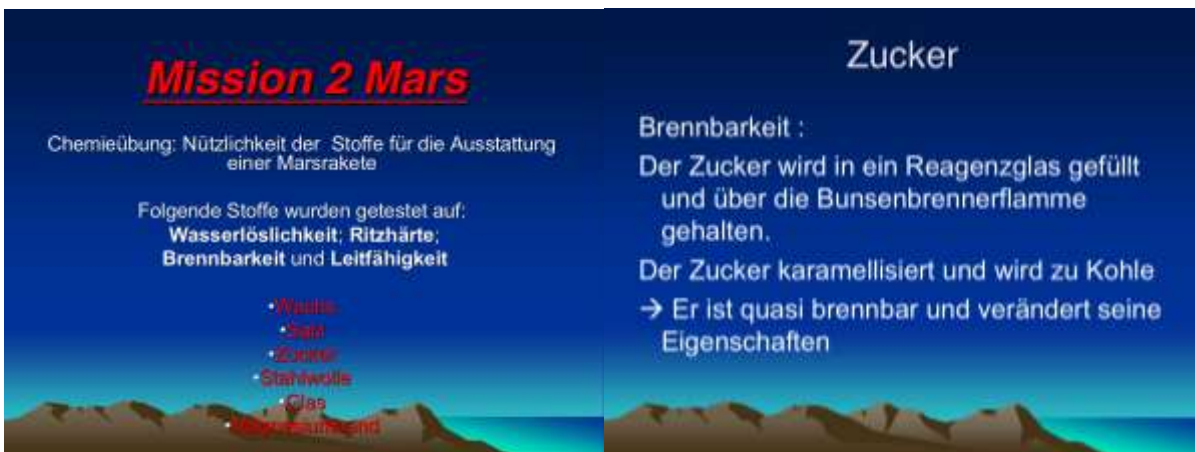
**Abbildung 5: Schülerinnen-Team bei der Untersuchung von Zucker**

Bei der Dokumentation der Versuchsergebnisse gehen die SuS nach den allgemeinen Leitlinien des M2M-Projektes für die Versuchsauswertung vor. Mit Erlaubnis der Lehrkraft werden auf Anfrage der SuS Mobiltelefone zur Erstellung von Bildern und Videos für die Dokumentation zugelassen.

Die Auswahl der Mittel (Laptop mit Beamer, Dokumentenkamera, Bilder, Video, OHP oder Tafel) und Methoden für die Präsentationen sind den SuS vollkommen frei überlassen. Jedoch soll jede(r) Schüler(in) des Teams aktiv in die Präsentation eingebunden sein. In einer Modellklasse arbeitet die Mehrheit mit Powerpoint-Präsentationen. In der anderen werden Plakate erstellt und präsentiert.

#### **Vierte Doppelstunde – Präsentationen und Klassenvotum**

Die einzelnen Teams präsentieren zuerst ihre Ergebnisse in kurzen Präsentationen, wobei jede(r) Schüler(in) aktiv wird. Hierbei gehen die SuS auch auf Probleme bei ihrer Arbeit und deren Lösung ein.



**Abbildung 6 und 7: Auszüge aus einer Schülerpräsentation**

Die Ergebnisse bezüglich des Raumschiffbaus werden von der Lehrkraft im Rahmen der Leistungsmessung (s.u.) in einem vorbereiteten Schema kurz mitprotokolliert (M2M\_AB\_Reinstoffe\_Auswertung). Hierbei werden Doppelnennungen und Synonyme weggelassen. Nach Abschluss der Präsentationsphase wird das ausgefüllte Schema mittels einer Dokumentenkamera (alternativ: Folie und OHP) zur Diskussion der Gesamtgruppe vorgelegt. Dabei stellen die SuS auch Kontexte zu ihrem Alltagsleben her. So wirft eine Gruppe ein, warum man nicht statt Keramikgeschirr Kupfergeschirr verwendet, da dieses vorgewärmt als besserer Wärmeleiter die Speisen warm hält und regt somit zur Diskussion an. Nach der Diskussion unter Moderation der Lehrkraft kommt es zum Klassenvotum: Jede(r) Schüler(in) markiert bei dem einzelnen Stoff auf der Diskussionsgrundlage mit einem Bleistiftstrich ihres / sein persönliches Votum. Zwei Freiwillige zählen abschließend die Stimmen aus und verkünden den Votumsbeschluss über den (Nicht)einsatz der Reinstoffe.

## Möglichkeiten zur Leistungsmessung

In den Modellklassen werden die Präsentationen benotet. Diese Tatsache und die Kriterien werden den SuS zu Beginn der Arbeitsphase bekannt gegeben. Dabei werden drei Bereiche für die mündliche Note herangezogen: Der fachliche Inhalt (doppelt gewertet), der Vortrag und der Medieneinsatz. Erhält eine Schülerin z.B. im Fachlichen die Note eins, im Vortrag und dem Medieneinsatz jeweils eine drei, errechnet sich die Gesamtnote folgendermaßen:

$(2 \cdot 1 + 3 + 3) / 4 = 2,00$  und die Schülerin erhält somit insgesamt die mündliche Note 2.

## Zusammenfassung

Insgesamt ist die Unterrichtseinheit nach qualitativer Rückfrage bei den SuS und bei den beiden beteiligten Lehrkräften positiv verlaufen und wahrgenommen worden. Ein ebenso positives Feedback ist von der Erprobung der Einheit an anderen Gymnasien zurückgekommen. Einen Eindruck von der unmittelbaren Teamarbeit der SuS vermittelt der bei dem ersten Unterrichtsdurchgang entstandene Begleitfilm (M2M\_VID\_Reinstoffe).

## Literaturverzeichnis

- [1] Münzinger, W. und Frey, K. (Hrsg.): Chemie in Projekten. Aulis Verlag Deubner & Co KG (1992).
- [2] ISB Bayern: Chemie Jgst. 8 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).
- [3] ISB Bayern: Natur und Technik Jgst. 5 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).
- [4] ISB Bayern: Natur und Technik Jgst. 7 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).
- [5] ISB Bayern: Physik Jgst. 8 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).
- [6] [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov) (NASA 04.12.2012)

## Abbildungsverzeichnis

Abbildungen 1 – 7 vom Urheber und den Modellklassen erstellt.

Anschrift der Verfasser:

OStR Ernst Hollweck

Fachbetreuer Chemie Ignaz-Günther-Gymnasium Rosenheim

Ludwig-Thoma-Gymnasium

Seestraße 25

83209 Prien

StRin Karin Broll

Prinzregentenstr. 32 - 34

83022 Rosenheim

<sup>i</sup> Begriffsdefinition: „ Aus diesem Grund hat man den Begriff des projektorientierten Unterrichts eingeführt, der verschiedene Abstufungen eines Projektes enthalten kann, aber an dessen Merkmalen orientiert bleibt“ zitiert aus Münzinger, W. und Frey, K. (Hrsg.): Chemie in Projekten. Aulis Verlag Deubner & Co KG (1992), S. 13

<sup>ii</sup> ISB Bayern: Chemie Jgst. 8 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).

<sup>iii</sup> ISB Bayern: Natur und Technik Jgst. 5 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).

<sup>iv</sup> ISB Bayern: Natur und Technik Jgst. 7 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).

<sup>v</sup> ISB Bayern: Physik Jgst. 8 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).

<sup>vi</sup> Münzinger, W. und Frey, K. (Hrsg.): Chemie in Projekten. Aulis Verlag Deubner & Co KG (1992), S. 15

<sup>vii</sup> [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov) (NASA 04.12.2012)