



Explosiv! Die Chemie der Raketentreibstoffe.

Planung der Unterrichtsreihe



Phase/ Dauer	Kontext-Inhalte-Methoden	Chemischer / physikalischer Inhalt
Begegnungsphase 1. Std.	Aufmacher – Film Raketentriebstoff Space Shuttle und Explosion (Challenger Disaster 1986)	
Neugierphase noch 1. Std.	<u>Strukturierung und Sammlung von Leitfragen z.B. als Mindmap</u> 1. Unterschied Raketentriebstoff – Explosion 2. Leitfragen ◆ Aufbau einer Rakete? ◆ Raketentriebstoff ◆ Welche exothermen Reaktionen eignen sich? ◆ Wie fliegt eine Rakete? Unfallursachen? - u.a.	Wdh. von Kenntnissen aus, Physik und Chemie zu exothermen Reaktionen, Verbrennungen und Explosionen. Begrifflichkeiten klären: kontrollierte Verbrennung, unkontrollierte Verbrennung (Explosion), Energieformen (chemische, kinetische u.a.) Vorausschauende Aufgabe zum Rocket-Master-Spiel: pro S. 10 Fragen aus mindestens 5 Themengebieten
Erarbeitungsphase 2. - 6. Std.	<u>Stationenarbeit - Teamarbeitsphase zur Klärung der Leitfragen</u> ◆ V1: Pentan-Explosion in der Filmdose Was passiert im Inneren der Dose bei der Reaktion auf der Teilchenebene? (Hilfekarten zur Auswertung) ◆ V2: Pentan-Explosion zur Ermittlung der Zündgrenzen (Hilfekarten zur Durchführung) ◆ V3: Lachgasrakete Low-cost-Kanone (nach Obendrauf) (Hilfekarten zu den physikalischen und chemischen Abläufen) ◆ V4: Feuerwerksrakete (Hilfekarten zur Höhenbestimmung – Triangulation) ◆ V5: Luftballonrakete (Impuls- und Energieerhaltungssatz), Bestimmung der Geschwindigkeit der austretenden Luft (Hilfekarten zur experimentellen Durchführung – Messtechnik und zum Impulserhaltungssatz) ◆ V6: Theoriestation: Oxidationszahlen (Hilfekarten zur Theorie und zu den Beispielen) <u>Lehrer-Schüler-Gespräch:</u> Klärung und Abgleich der Ergebnisse, Vertiefung der Verbrennungsabläufe Stichwort Flammenfront <u>Demonstrationsversuch:</u> Flammenfront - Ether in der Plastikrohrspirale	V1: Explosion: schnelle, unkontrollierte Verbrennung führt zur Gasbildung, Ausdehnung der Gase, Deckel fliegt ab. Flammenfront durchzieht die Dose (wie beim Ottomotor!) Begriffsklärungen: Explosion, Detonation, Deflagration, Zündgrenzen, Zündtemperatur (Flamm- und Brennpunkt) V2: ähnlich V1, Bestimmung der Reaktionsverhältnisse (Kopfballversuch) V3: Stickstoffdioxid als Oxidationsmittel, Vergleich von O ₂ und N ₂ O, Treibstoff Butan V4: Mathematische Bestimmung Raketengeschwindigkeit aus dem Energieerhaltungssatz und der Flughöhe, chemische Abläufe in der Rakete, Treibstoff Schwarzpulver V5: physikalische Betrachtung des Raketentriebstoffs: $p = m \cdot v$ (Impuls), Bestimmung der Ausströmgeschwindigkeit des Treibstoffs V6: Übungen zu Oxidationszahlen bei Treibstoffen Begriffe: Redoxreaktionen, Oxidations- und Reduktionsmittel, Hypergole als Zündmedien, Struktur der Verbindungen Pentan, N ₂ O, u.a. Beobachtung und Erklärung der Bildung von Flammenfronten

Stoff-Teilchen-Konzept

Struktur-Eigenschafts-Konzept

Konzepte zur chemischen Reaktion

Energie-Konzept



Explosiv! Die Chemie der Raketentreibstoffe.

Planung der Unterrichtsreihe



Phase/ Dauer	Kontext-Inhalte-Methoden	Chemischer / physikalischer Inhalt
Erarbeitungsphase 2 7. - 10. Std.	<u>L (Lehrervorlesung mit Skript für die Schüler):</u> Hauptsätze der Thermodynamik, Enthalpie, Entropie, Gibbs-Helmholtz Berechnungsbeispiel zur Energiebilanz für Knallgas <u>Arbeitsteilige Gruppenarbeit</u> Klärung der Energiebilanzen für (Auswahl treffen) Lachgas-, Hydrazin, Schwarzpulver-Raketen, 1. thermodynamische Daten für Decan 2. Ethanol 3. Benzin 4. Dimethylhydrazin (UDMH) 5. NH ₃ Aktuell verwendete Treibstoffe: <ul style="list-style-type: none"> • UDMH und/oder N₂H₄ + N₂O₄ • UDMH und/oder N₂H₄ + HNO₃ • Kerosin + Sauerstoff • Wasserstoff und Sauerstoff L. stellt Werte für die Berechnung bereit Austausch der Arbeitsergebnisse. Klärung der Frage: Welcher Treibstoff ist besonders gut geeignet? Unfallursachen Space Shuttle	$\Delta_R G = \Delta_R H - T \cdot \Delta S$ Einführung: ppt-Präsentation L-Demo Nach Möglichkeit 5 verschiedene Berechnungsbeispiele Historische Bezüge herstellen z. B. Rakete V1 – Ethanol thermodynamische Daten: Beurteilungskriterien
Erarbeitungsphase 3 11. Std.	<u>Flug zur ISS – Film – Einzelarbeit/Plenum</u> Fluchtgeschwindigkeit, Energiebetrachtungen	Berechnungsbeispiel zur Fluchtgeschwindigkeit Vergleich: Mondrakete von Jules Verne mit Apollo 12
Vertiefungsphase 1 12. - 13. Std.	<u>Concept Map</u> <u>Kommunikationsübung 1</u> Begriffsnetz der zentralen Begriffe – Vernetzung der Inhalte	
Vertiefungsphase 2 14. - 15. Std.	<u>Spiel: Trivial pursuit – Rocket master</u> <u>Kommunikationsübung 2</u> S. erstellen je 20 Fragekarten für 6 Bereiche: 1. Geschichte der R., 2. Raketenrekorde 3. Raketentreibstoffe 4. Explosionen 5. Energetik (Chemie) 6. Energetik (Physik)	Spielfeld: Sammlung der S.-Fragekarten, Übung der Fachbegriffe
Vernetzung mit anderen Kontexten:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ottomotor/Flammenfronten im Brennraum ▪ Airbag ▪ Bombardierkäfer ▪ Treibhauseffekt / globale Erwärmung wegen der bei der der Verbrennung freigesetzten Gase (Reflexion: Wie sinnvoll ist die Ökosteuer auf Treibstoffe?) ▪ Abschluss eines defekten Satelliten am 20.02.08 durch die USS „Lake Erie“ ▪ Feinstaubbelastung durch Silvesterraketen 	Stoff-Teilchen-Konzept Struktur-Eigenschafts-Konzept Konzepte zur chemischen Reaktion Energie-Konzept