

SCHOOL-SCOUT.DE

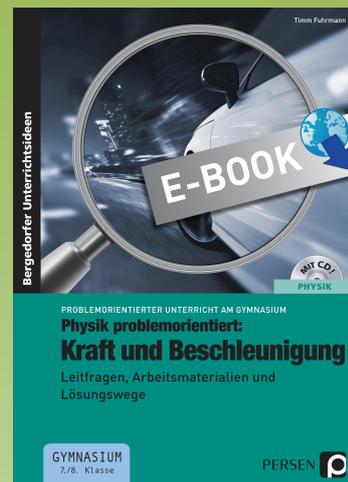
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Physik problemorientiert: Kraft und Beschleunigung

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Didaktische Vorbemerkungen

1. Problemorientierung, was ist das?	4
2. Besonderheiten der Problemorientierung im Fach Physik	5
3. Sachkommentar „Kraft und Beschleunigung“	6

Material

1. Raumsonde und Trägerrakete

Lehrerhinweise	7
Einstieg	10
Materialübersicht	11
Material 1: Die Gravitationskraft	12
Material 2: Bewegungswiderstände	15
Material 3: Die Trägerrakete	20
Material 4: Die Bewegungsformen der Raumsonde	21
Lösungen: Material	24
Problemlösung	28
Vertiefung: Schubkraft und Gravitations- kraft	30
Lösungen: Vertiefung	31

2. Elektrokleinwagen versus Sportwagen

Lehrerhinweise	32
Einstieg	35
Materialübersicht	36
Material 1: Das Elektroauto	37
Material 2: Der Antriebsstrang	39
Material 3: Gemischte Antriebe	41
Material 4: Das Drehmoment	42
Material 5: Drehmoment und Drehzahl	44
Material 6: Das Hebelgesetz	46
Lösungen: Material	50
Problemlösung	54
Vertiefung: Die Kombination von Elektro- motor und Verbrennungs- motor	56
Lösungen: Vertiefung	57

3. Nie ohne Sicherheitsgurt!?

Lehrerhinweise	60
Einstieg	63
Materialübersicht	64
Material 1: Die Trägheit	65
Material 2: Eine Simulation	68
Material 3: Ohne Sicherheitsgurt im Straßenverkehr	71
Lösungen: Material	73
Problemlösung	75
Vertiefung: Den Bremsweg verlängern?	77
Lösungen: Vertiefung	78

Literatur- und Quellenverzeichnis

1. Literaturangaben	79
2. Quellennachweise	79
Bildquellen	79

1. Problemorientierung, was ist das?

Das Unterrichtskonzept der Problemorientierung lehnt es prinzipiell ab, „Fertigkost zu verabreichen“¹; sie will die Lernenden vielmehr eigene Einsichten gewinnen lassen, zu denen sie durch eigenes Suchen und Forschen gelangen. Somit erfordert problemlösendes Denken im Unterricht einen Lernvorgang, der methodisch aufgebaut ist. Dietrich Dörner charakterisierte ein Problem mit der folgenden Beschreibung: „Ein Individuum steht einem Problem gegenüber, wenn es sich in einem inneren oder äußeren Zustand befindet, den es aus irgendwelchen Gründen nicht für wünschenswert hält, aber im Moment nicht über die Mittel verfügt, um den unerwünschten Zustand in den wünschenswerten Zielzustand zu überführen.“² Ein Problem ist somit immer durch drei Komponenten gekennzeichnet:

1. Unerwünschter Ausgangszustand
2. Erwünschter Endzustand und
3. Barriere, die die Transformation des Anfangszustandes in den Endzustand im Moment verhindert.³

Der Gebrauch des Begriffes „Problem“ verweist auf eine die Komplexität betreffende Abgrenzung vom Begriff „Frage“. „Ein Problem ist keine einfache, auf einen Sachverhalt bezogene Frage, sondern konstituiert sich durch die Verbindung verschiedener dem Fragenden verknüpfbar erscheinender Sachverhalte (Fragestellungen) und ihrer Benennung eben als Problem.“⁴ Fragen sind somit Teilaspekte eines Problems.

Ein Wille, die Barriere zwischen dem unerwünschten Anfangszustand und dem erwünschten Endzustand durch eigene Denkleistung zu überwinden, entsteht jedoch nur, wenn das Problem und dessen Lösung für die Person als wichtig erscheinen. Dies setzt zuerst einmal voraus, dass der Lernende auf den unerwünschten Anfangszustand aufmerksam gemacht wird. Dem Lehrer kommt damit die Aufgabe zu, „die Realität der Ausgangslage so in ihren Wahrnehmungshorizont zu rücken, dass ihr Denken herausgefordert wird. Das Thema soll sie nicht als Schüler⁵, sondern als Mensch berühren. Der Druck soll so stark sein, dass sie von sich aus nach einer Lösung suchen.“⁶

Zu Beginn des Lern- und Denkprozesses steht somit noch nicht fest, wie die Unterrichtsteilnehmer die Barriere zur Problemlösung überwinden können. Die Lernenden stellen sich eine Leitfrage und leiten daraus resultierende Unterfragen oder Informationsdefizite ab, die sie zu beantworten beziehungsweise auszugleichen versuchen. Mit den Antworten zeichnet sich die Problemlösung immer klarer ab, bis sie das Problem (vorläufig) zufriedenstellend lösen können.

Durch die Lösung der Probleme fördern die Schüler ihre innere Unabhängigkeit und sie gewinnen eine positive Grundeinstellung zum selbstständigen Denken und fassen Mut, sich mit weiterführenden Fragen zu beschäftigen und selbst aktiv zu werden. Damit weckt problemlösendes Denken die Bereitschaft zum selbstständigen Urteilen und Handeln.

Bei der Suche nach Lösungen erkennen die Lernenden, dass sie ohne Wissen die Probleme nicht lösen können. Sie spüren die Notwendigkeit, Grundwissen zu erwerben und sich ein Repertoire an Begriffen und Verfahren zum Durchdenken von Problemen und Problemlösungen zu erarbeiten.⁷ Setzen sich die Schü-

1 *Uffelmann, Uwe*: Problemorientierter Geschichtsunterricht. In: *Bergmann, Klaus* [u. a.] (Hrsg.): Handbuch der Geschichtsdidaktik, 5. überarbeitete Auflage. Seelze-Velber 1997, S. 282.

2 *Dörner, Dietrich*: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart 1979, S. 10.

3 Vgl.: Ebenda.

4 *Uffelmann, Uwe*: Problemorientierter Geschichtsunterricht, S. 282.

5 Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird innerhalb dieser Publikation die männliche Form verwendet. Selbstverständlich sind jedoch immer Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer usw. gemeint.

6 *Breit, Gotthard*: Problemorientierung. In: *Sander, Wolfgang* (Hrsg.): Handbuch politische Bildung. Bonn 2005, S. 109.

7 Vgl.: *Aebli, Hans*: Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart 1983, S. 306.

ler beim problemlösenden Denken selbstständig mit Wissen auseinander, dann erhöht sich außerdem die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Wissen langfristig gespeichert wird, erheblich.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass problemlösendes Denken nicht stattfinden kann, wenn die Antwort auf die „offene Frage“ auf der Hand liegt und sich deshalb niemand der Anstrengung des Denkens unterziehen muss! „Die Kunst des Lehrers besteht darin, seinen Schülern eine Aufgabe anzubieten, die ihr Denken herausfordert, sie aber weder über- noch unterfordert.“⁸

Frank Lauenburg

2. Besonderheiten der Problemorientierung im Fach Physik

In der Bearbeitung von Problemen, die nicht nur eine wissenschaftliche, sondern auch eine gesellschaftliche Bedeutung haben, liegt die Relevanz der Physik begründet: „Stellen Sie sich eine Physik ohne Problemorientierung vor. Wie arm und wertlos wäre die Physik?“⁹ Es ist demnach der Stellenwert einer echten Problembearbeitung, der auch das Unterrichtsfach Physik kennzeichnen sollte. Es gilt, auf der Ebene von physikalischem Unterricht Lücken zu überwinden, Widersprüche zu beseitigen oder komplizierte Sachverhalte zu vereinfachen.¹⁰ Auch wenn die Bildungspläne voll sind mit Themen, die sich für eine Problemorientierung wirklich anbieten, bleibt die Gestaltung eines problemorientierten Unterrichts eine pädagogische Herausforderung. Man braucht an dieser Stelle vor allem eines: eine gute Aufgabekultur. Diese „guten“ Aufgaben ergeben sich in Hinblick auf eine echte Problemorientierung im Physikunterricht unter anderem dann, wenn sie einen kognitiven Konflikt hervorrufen. Das kann ganz konkret bedeuten, dass eine bestimmte Aufgabe so gestellt wird, dass sie für die Schüler einen Konflikt eröffnet, da sie bisherige Annahmen in Frage stellen müssen. Ist ein solcher Konflikt eröffnet, dann erlebt der Schüler ein „echtes“ Problem, welches sein eigenes Lernen in Bewegung setzen wird.¹¹ In ausreichend vielen Studien hat sich gezeigt, dass diese Form der Aufgabekultur noch immer nicht zwangsläufig zum selbstverständlichen Repertoire des Physikunterrichts gehört. Weiterhin spielen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen nur eine geringe Rolle, die Lehrkräfte unterrichten oft stofforientiert und der Unterricht ist zu selten durch Schülerarbeitsphasen gekennzeichnet.

Dabei provozieren echte Problemstellungen eine Lernumgebung, die den Schülern vielfältige Kompetenzen abverlangt. Es ist dann die besondere Herausforderung, den Schülern im Physikunterricht eine solche Lernumgebung zu eröffnen und sie bei der Problemlösung zu unterstützen.

Worauf wurde bei der Erstellung der Aufgaben in diesem Band besonders geachtet?

1. die Auswahl eines eindeutigen und realitätsrelevanten Kontextes
2. die eindeutige Darbietung/Darstellung der Problemstellung durch die Einstiegsmaterialien
3. ein umfangreiches Angebot von Arbeitsmaterialien (Texte, Daten, Bilder etc.)
4. die Formulierung eindeutiger Aufgaben in den einzelnen Arbeitsmaterialien durch die Verwendung von Operatoren
5. die Bereitstellung von Lernhilfen (zum Beispiel Hinweise, Informationskästen etc.)

Durch das Berücksichtigen dieser Punkte werden die Schüler beim Bearbeiten der Materialien gefordert, aktiv-konstruktiv, selbstverantwortlich und durch Kooperation untereinander Antworten auf die ausstehenden Fragen zu finden. J. Leisen postuliert die folgende Aussage für Schüler, die in einer problemorientierten Lernumgebung gearbeitet haben:

⁸ Vgl. u. a.: *Breit, Gotthard*: Problemlösendes Denken zu leicht gemacht. In: Politische Bildung, Heft 3, S. 92–99.

Grammes, Tilmann: Problemorientiertes Lernen. In: Mickel, Wolfgang (Hrsg.): Handbuch zur politischen Bildung. Bonn 1999, S. 206–211.

⁹ Vgl. *Josef Leisen*: Problemorientierter Unterricht und Aufgabekultur. In: Physik Methodik. Berlin 2007, S. 82.

¹⁰ Ebenda

¹¹ *Aebli, Hans*: Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart 1987, S. 277.

„Wir haben nun Antworten auf Fragen, die sich uns im Unterricht und in den Aufgaben stellten. Wir haben Anregungen erhalten für die Bewältigung relevanter Aufgaben. Wir haben Neues erfahren, das uns in unserem Denken und Handeln weiterhilft, und wir haben neue Fragen, auf die wir Antworten suchen.“¹²

Es bleibt noch anzumerken, dass sich eine echte Problemorientierung häufig schon durch die Inhalte des Physikunterrichts anbietet. Viele fachliche Inhalte und Aspekte, wie beispielsweise Missionen in der Raumfahrt und deren Folgen für die Menschheit, werden ohnehin auf gesellschaftlicher Ebene oft kontrovers und konfliktreich diskutiert. Ein problemorientierter Unterricht in Hinblick auf diese Thematik ist daher gut möglich. Weitere geeignete Themenkomplexe finden sich in jedem Bildungsplan.

3. Sachkommentar „Kraft und Beschleunigung“

Die Auseinandersetzung mit Bewegungen und Kräften ist im Physikunterricht keine Neuheit, sondern eher ein Klassiker, der Schüler und Lehrkräfte immer wieder vor spezielle Herausforderungen stellt:

Auf Seiten der Schüler bestehen beispielsweise nicht nur vielfältige Fehlvorstellungen, sondern auch die notwendige Mathematik und der Bedarf an Abstraktionsvermögen stellen immer wieder eine wirkliche Herausforderung dar. Diese sorgen dafür, dass teilweise selbst Schüler in der Oberstufe die Grundideen der Mechanik nachweislich noch nicht verstanden haben. Die Lehrkräfte sind demnach vor die Herausforderung einer der Lernausgangslage entsprechenden Lehre gestellt. Was ist also zu tun? Die didaktische Forschung konnte viele Anhaltspunkte in Hinblick auf die Erstellung angemessener Lehr- und Lernkonzepte liefern. Aus der Vielzahl der Hinweise soll hier einer besonders hervorgehoben werden, der zugleich den einen großen Vorteil der anvisierten Lerninhalte betont: der Alltagsbezug. Viele Inhalte der Mechanik beziehen sich direkt auf alltägliche Erfahrungen unserer Schüler. Die Lebenswelt der Schüler kann demnach zum Ausgangspunkt physikalischer Fragestellungen werden, sodass der Physikunterricht hier auf eine künstliche Realität verzichten darf. Der vorliegende Band möchte demnach bestimmte Themenbereiche der Mechanik durch die Bearbeitung authentischer Probleme angehen, die wirklich realistisch sind und deren Lösung damit mit einer eindeutigen Relevanz einhergeht.

Inhaltlich setzt das Arbeitsheft dazu folgende Schwerpunkte:

1. Raumsonde und Trägerrakete
2. Elektrokleinwagen versus Sportwagen
3. Nie ohne Sicherheitsgurt!?

¹² Vgl. *Josef Leisen*: Problemorientierter Unterricht und Aufgabenkultur. In: *Physik Methodik*. Berlin 2007, S. 83.

Lehrerhinweise

1. Einführung in das Thema

Die vorliegende Einheit legt den Schwerpunkt auf die Unterscheidung zweier Flugkörper, die aufeinander angewiesen sind. Eine Trägerrakete kann eine Raumsonde in einen erdnahen Parkorbit befördern. Dazu ist ein großer Energieaufwand notwendig, der sich einem nur erklären kann, wenn man die unterschiedlichen Faktoren berücksichtigt, die den Flug der Trägerrakete beeinflussen. Der Flug der Raumsonde, die sich mit unglaublich geringen Treibstoffvorräten auf eine lange Reise machen kann, ist nicht nur im direkten Vergleich verblüffend. Die direkte Gegenüberstellung beider Flugkörper ist ein vielfältiges Unterfangen und erfordert die Auseinandersetzung mit verschiedenen Inhalten. Die folgende Einheit setzt dazu konkrete Schwerpunkte, die für eine Beantwortung der Fragestellung ausreichen, aber nicht alle Bedingungen ausreichend einbeziehen können. Dadurch werden Sie als Lehrer in die Lage versetzt, die Inhalte nach eigenem Ermessen zu unterstützen und zu erweitern. Im Internet finden sich viele brauchbare Quellen, wenn es um verschiedene Typen von Trägerraketen geht oder um den Flug der New Horizons.

2. Vorbereitung der Einheit

Vor der Durchführung der Unterrichtseinheit sollten Sie sich den geplanten Ablauf einprägen. Es kann dabei hilfreich sein, wichtige Frageimpulse auf Karteikarten zu notieren und bereitzuhalten. Die Materialien sollten entsprechend der Klassengröße vervielfältigt werden.

3. Die Fragestellung entdecken

Zu Beginn der Einheit sollen die Schüler die eigentliche Problemstellung entdecken und nachvollziehen können. Sie als Lehrer sind dabei gefragt, um ...

- **Impulse zu geben**

Präsentieren Sie das Einstiegsmaterial „Raumsonde und Trägerrakete“ beispielsweise ganz ohne Worte als stummen Impuls. Sie können den Schülern die unterschiedlichen Angaben aber auch vorstellen oder von einem Schüler laut vorlesen lassen. Es ist nun Aufgabe der Schüler, sich spontan zu dem Einstiegsmaterial und dem sich daraus ergebenden Problem zu äußern.

- **Fragen zu stellen/weiterzuentwickeln**

Sollten die Schüler die Problemstellung nicht eigenständig erfassen, so können Sie Frageimpulse einsetzen. Mögliche Hilfsimpulse an die Schüler könnten beispielsweise lauten:

- „Vergleiche die technischen Daten der beiden Flugkörper miteinander. Welche Unterschiede sind festzustellen?“
- „Welche Frage ergibt sich für euch, wenn ihr bei den Flugkörpern nach dem Treibstoffverbrauch in Hinblick auf die zurückgelegte Strecke fragt?“
- „Überlegt, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede es in Hinblick auf die Bewegungsformen gibt!“

- **die Problemstellung eindeutig herauszustellen**

Mithilfe des Einstiegsmaterials sollten Schüler nun selbst eine Problemfrage entwickeln. Natürlich lässt sich der genaue Wortlaut nicht planen, denn die Schüler sollten die Frage selbst formulieren. Sie könnte jedoch in etwa folgendermaßen lauten:

„Wie ist es der Raumsonde möglich, solch lange Strecken mit einem sehr geringen Vorrat an Treibstoff zu fliegen?“

• Vermutungen und erste Ideen der Schüler zu sichern

Die Schüler werden sicher verschiedene Vermutungen haben, worin diese Unterschiede bestehen könnten. Diese Vermutungen sollten unbedingt an der Tafel beziehungsweise auf dem Whiteboard fixiert werden, damit sie nach der Problembearbeitung überprüft werden können. Mögliche Schülervermutungen könnten zum Beispiel folgendermaßen lauten:

- „Die Raumsonde ist viel kleiner und leichter als die Rakete. Sie benötigt daher nicht so viel Treibstoff.“
- „Die Raumsonde fliegt im Weltall und dort gibt es keinerlei Luftwiderstand.“
- „Die Rakete muss bei ihrem Start die Erdanziehungskraft überwinden und benötigt daher wesentlich mehr Energie (Treibstoff).“

4. Unterfragen beziehungsweise Informationsdefizite festhalten

Sobald die Problemfrage festgelegt und die Vermutungen schriftlich fixiert worden sind, sollte die Lehrkraft die Schüler darauf hinweisen, dass sich aus der Problemstellung weitere Unterfragen ergeben beziehungsweise zusätzliche Informationen für die Beantwortung der Problemfrage benötigt werden („Bevor ihr klärt, worin die Unterschiede beider Bewegungsformen bestehen, müsst ihr weitere Informationen einholen. Nennt Informationen, die ihr noch beschaffen müsst, oder formuliert Unterfragen, die für die Beantwortung eurer Problemfrage notwendig sind!“). Die daraufhin von den Schülern erstellte Liste gilt es ebenfalls zu notieren. Diese Aufgabe kann ein Schüler übernehmen (oder die Lehrkraft schreibt selbst mit). Die Schüler könnten zum Beispiel folgende Informationen einholen wollen:

- Grundlegende Informationen zum Aufbau und zur Funktionsweise einer Raumsonde beziehungsweise Rakete
- Grundlegende Informationen zu den unterschiedlichen Antriebstechniken
- Faktoren, von denen die Flugbedingungen jeweils abhängen können

Die Lehrkraft sollte sich soweit wie möglich zurückhalten, wenn nötig jedoch eingreifen und gegebenenfalls dafür sorgen, dass irrelevante Informationen als solche identifiziert werden („Erkläre, inwiefern diese Information euch bei der Problemlösung helfen könnte.“) und notwendige Informationen in die Liste aufgenommen werden.

Das methodische Vorgehen sollten die Schüler ebenfalls selbst bestimmen dürfen. So sollten sie selbst entscheiden, ob sie allein oder arbeitsteilig mit einem Partner oder einer Gruppe arbeiten möchten.

Es ist davon auszugehen, dass die Schüler vorschlagen werden, Material zu den vorher notierten Unterfragen/ benötigten Zusatzinformationen zu beschaffen. Dies ist ein geeigneter Zeitpunkt, um die Materialübersicht auszuteilen. So sehen die Schüler auf einen Blick, welches Arbeitsmaterial ihnen im Klassenraum bereits zur Verfügung steht. Die Schüler sollten darauf hingewiesen werden, dass sie die Problemfrage auf ihrem Übersichtsblatt notieren sollten.

Die Lehrkraft sollte mit den Schülern vor Beginn der Problembearbeitungsphase auch vereinbaren, ob, und wenn ja, zu welchem Zeitpunkt, zusätzliche Internet- oder Bibliotheksrecherchen durchgeführt werden dürfen.

5. Ansprechpartner in der Problembearbeitungsphase sein

Während die Schüler sich mit dem Material auseinandersetzen und damit das herausgearbeitete Problem bearbeiten, sollte die Lehrkraft sich zurücknehmen und die Rolle des Beobachters einnehmen. Bei Fragen vonseiten der Schüler sollte sie aber als Ansprechpartner zur Verfügung stehen und gegebenenfalls Denkimpulse geben.

6. Ergebnisse sichern

Die Lösungen der einzelnen Aufgabenstellungen können an einer zentralen Stelle im Klassenraum ausgelegt und so während der Problembearbeitungsphase zur Selbstkontrolle eingesetzt werden.

7. Die Problemlösung herbeiführen

Zur Ergebnissicherung beziehungsweise Problemlösung sollten die Ergebnisse der Schüler im Rahmen eines Unterrichtsgesprächs in jedem Fall noch einmal besprochen und die Problemstellung neu verhandelt werden. Wichtig ist in dieser abschließenden Phase, dass man erneut auf die Vermutungen der Schüler schaut und diese anhand der Schülerergebnisse entweder bestätigt oder widerlegt. Die wichtigsten Ergebnisse sollten schriftlich festgehalten werden.

8. Das Thema vertiefen

Der Einsatz der weiterführenden Vertiefungsaufgabe ist optional, festigt das neu erworbene Wissen jedoch noch einmal und ermöglicht eine noch tiefere Auseinandersetzung mit der Thematik. Die Vertiefungsaufgabe kann entweder als Abschluss der Unterrichtseinheit im Klassenraum zum Einsatz kommen oder als vertiefende Hausaufgabe dienen.

Einstieg

Die Raumsonde ...

Die New Horizons ist die erste Raumsonde, die jemals am Pluto vorbeigeflogen ist. Das Ziel ihrer Mission war es, die Monde des Zwergplaneten zu erforschen. Dafür hat die Sonde über **9½ Jahre** gebraucht und **mehrere Millionen Kilometer** zurückgelegt. Für diese unvorstellbar lange Strecke hatte die New Horizons insgesamt **77 kg Treibstoff** an Bord. Die Gesamtmasse der Raumsonde betrug zu Beginn ihrer Reise 478 kg. Bevor die New Horizons ihre Reise durch den Weltraum starten konnte, musste sie zuerst mit einer Trägerrakete in eine erdnahe Umlaufbahn transportiert werden.



... und ihre Trägerrakete

Als Transportbehälter für die New Horizons wurde eine Atlas V 551 Rakete verwendet. Diese Trägerrakete beförderte die Raumsonde in gut **45 Minuten** in die gewünschte Flugbahn und trennte sie dort ab. Insgesamt legte die Atlas V 551 eine Distanz von circa **200 Kilometern** zurück. Für diese Strecke hat sie insgesamt circa **500 000 kg Treibstoff** verbraucht. Da die Antriebskraft der Träger Rakete nicht für den Flug ausgereicht hätte, wurde die Atlas V 551 mit fünf Hilfsantrieben (Boostern) ausgestattet. Jeder dieser Booster hatte ungefähr 40 Tonnen Treibstoff geladen. Beim Aktivieren der Booster erfuhr die Rakete einen gewaltigen Schub. Durch diesen war nach nur knapp 100 Sekunden der komplette Treibstoff der Booster aufgebraucht.



	Raumsonde	Trägerrakete
Flugstrecke	mehrere Millionen Kilometer	ca. 200 km
Treibstoffkapazität	77 kg	500 000 kg
Gewicht	478 kg	587 000 kg
Flugumgebung	Weltall	Erdatmosphäre/erdnaher Orbit

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Physik problemorientiert: Kraft und Beschleunigung

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

