

# **UNTERSUCHEND-FORSCHENDER PHYSIK-UNTERRICHT MIT LABOR-CHARAKTER**

**Helmuth Mayr  
BG/RG 15 auf der Schmelz**

Wien, 2001

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>MEINE EIGENE ENTWICKLUNG ALS LEHRER.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EINIGE DIDAKTISCHE GRUNDSATZ - ÜBERLEGUNGEN.....</b>	<b>4</b>
2.1	„Klassischer Physik-Unterricht“ versus Lern-Typen.....	4
2.2	Physik-Unterricht versus Physik als Wissenschaft .....	4
2.3	Physikunterricht versus Schülerinteressen.....	5
2.4	Physikunterricht versus Fachsprache.....	5
2.5	Physikunterricht versus Kreativität .....	5
2.6	Physikunterricht versus „Zeit-Schere“ .....	6
2.7	Schlussfolgerung.....	6
<b>3</b>	<b>METHODISCH-DIDAKTISCHES KONZEPT .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>SCHWACHSTELLEN .....</b>	<b>7</b>
4.1	Beurteilung .....	7
4.2	Zeitprobleme .....	8
<b>5</b>	<b>REFLEXIONEN → VIDEO-AUFNAHMEN.....</b>	<b>8</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>10</b>

# 1 MEINE EIGENE ENTWICKLUNG ALS LEHRER

Meine derzeitige Art, die geforderten Lernziele aus Physik an meine Schüler/innen heranzutragen, ist das Ergebnis einer jahrzehntelangen Entwicklung. Dazu trugen vor allem folgende eigene Erlebnisse bzw. Erfahrungen bei:

- Ich war von 1967 bis 1970 Assistent für theoretische Fächer an der damaligen HTBLVA-Wien I/Schellinggasse, Abteilung Flugtechnik, und machte dort meine ersten Lehrer-Erfahrungen im Gruppenunterricht.
- Da ich selbst an der HTL-Innsbruck maturiert hatte baute ich auch meine eigenen Schüler-Erfahrungen in den damaligen Unterricht ein.
- Seit 1970 unterrichtete ich im AHS-Bereich. Damals wechselte ich zunächst an ein reines Mädchen-Gymnasium (an dem ich bis 1974 unterrichtete). In dieser Zeit lernte ich wesentlich sorgsamer mit den im Unterricht verwendeten Sprachebenen umzugehen als ich es vom HTL-Betrieb her gewohnt war.
- Bereits damals versuchte ich die Schülerinnen möglichst viele Experimente selbst durchführen zu lassen. Dies war im Regelunterricht nicht so erfolgreich, wie ich es mir erhofft hatte. Wichtige Gründe dafür waren die damalige Ausstattung des Physikbereichs (praktisch nur Demonstrationsgeräte), meine mangelnde diesbezügliche methodisch-didaktische Erfahrung und eine extrem komplizierte und zeitaufwändige Logistik bei der Bereitstellung der nötigen Materialien bzw. Unterlagen.
- In den (eigentlich recht gut besuchten) unverbindlichen Übungen „Physikalisches Laboratorium“ (das ich 1971 eingeführt hatte) funktionierte obiges allerdings recht gut.
- Nach meinem Wechsel an das koedukativ geführte BGRG 15/Schmelz (im Herbst 1975) unterrichtete ich im Regelunterricht zunächst eher lehrerzentriert. Ab 1976 führte ich als unverbindliche Übung ein „chemisch-physikalisches Laboratorium“ für die Unterstufen ein. Dort machte ich prägende pädagogische Erfahrungen und begann auch, systematisch nach geeigneten Experimenten für den Regelunterricht Ausschau zu halten.
- Als 1982/83 die Physikolympiadekurse eingeführt wurden konnte ich diese Tätigkeit wesentlich systematischer durchführen und begann im Laufe der Zeit, die dort gemachten Erfahrungen immer häufiger in den Regelunterricht einfließen zu lassen.
- 1990 führt ich den Schulversuch „naturwissenschaftliches Realgymnasium mit Laboriumsunterricht“ ein (dem sich in den Folgejahren weitere Schulen in Österreich anschlossen). In diesem Schulversuch wurde (mit einem größeren Zeitpolster als heute) das möglichst selbstständige Experimentieren der Schüler/innen systematisch durchgeführt. Meine heutige Art des Physikunterrichts wurde von den damaligen Erfahrungen ganz besonders intensiv beeinflusst.
- Nach Auslaufen dieses Schulversuchs im Jahre 1998 wurde als schulautonome Lösung für die Unterstufe des Realgymnasiums (= 3. und 4. Klasse) der

Laboratoriumsunterricht in den Unterrichtsgegenständen Physik, Chemie und Biologie institutionalisiert. Derzeit unterrichten außer mir leider nur zwei weitere Kollegen den Physik-Labor-Bereich. (Eine Untersuchung, warum diese anderen Kollegen und Kolleginnen strikt ablehnen wäre wahrscheinlich nicht uninteressant).

## **2 EINIGE DIDAKTISCHE GRUNDSATZ - ÜBERLE- GUNGEN**

Grundsatz: Der Lehrer ist kein Erklärer, sondern ein Lern-Manager

Der in den 70-er-Jahren erfolgte Kontakt mit Sexl bestärkte mich darin, auf dem richtigen Weg zu sein, den ich in den Folgejahren immer weiter auszubauen versuchte.

### **2.1 „Klassischer Physik-Unterricht“ versus Lern-Typen**

Der „klassische“ Physikunterricht erfolgt zumeist als lehrerzentriertes Frage-Antwort-Spiel, ergänzt durch geeignete Demonstrationsexperimente mit einem starken Hang zur „Mathematisierung“. Zwangsläufig ergibt sich daraus, dass der von den Schülern und Schülerinnen geforderte Zuwachs an Wissen, Kenntnissen, Einsichten, Fähigkeiten und Werthaltungen praktisch ausschließlich kognitiv erfolgen kann. Der Transfer von der Lehrperson zu den Schülern/innen erfolgt dadurch zumeist durch die verwendete Fachsprache bzw. durch die Annahme, dass das Rechnen von Beispielen zum Erkenntnisgewinn beitragen würde.

Wie leicht einzusehen ist berücksichtigt eine derartige Form des Physikunterrichts in keiner Weise, dass die verschiedenen Schülerpersönlichkeiten auch verschiedenen Lerntypen zuzuordnen sind.

Allein aus diesem Grund kann der „klassische“ Physikunterricht zur Erzielung der von den aktuellen Lehrplänen geforderten Lernziele nichts Wesentliches beitragen.

### **2.2 Physik-Unterricht versus Physik als Wissenschaft**

Mit „Physik“ wird (meines Erachtens nach unglückseligerweise) sowohl der betreffende Unterrichtsgegenstand als auch die dahinter stehende Wissenschaft bezeichnet. Im „klassischen“ Physikunterricht wird daher häufig eine „geschrumpfte“ Grundvorlesung abgehalten, was die betreffenden Lehrpersonen in den Glauben versetzt, nun „die Physik“ an die Schüler/innen herangebracht zu haben.

Ein auch nur oberflächlicher Blick auf die betreffenden Lehrpläne zeigt jedoch, dass der Physikunterricht jenseits der „nackten Inhalte“ noch viele weitere Ziele verfolgen muss. Als Beispiele seien hier nur das Planen, Durchführen und Auswerten von (ein-

fachen) Experimenten und das Kennenlernen wichtiger Verfahrensweisen der Wissenschaft Physik erwähnt.

Dies kann nur mit Hilfe zumindest zeitweise eingesetzter schülerzentrierter Unterrichtsphasen bewerkstelligt werden.

## **2.3 Physikunterricht versus Schülerinteressen**

Auch ohne genauere Schüler/innen-Befragung gilt es unter Physiklehrern/innen als ausgemachte Sache, dass sich die meisten Schüler/innen eher für Schwarze Löcher als für den Impulsvektor interessieren, womit das weite Feld der Motivation angesprochen wird. Meine persönlichen Erfahrungen haben mich gelehrt, dass die Schüler/innen umso eher bereit sind, auch eher „sperrige“ physikalische Fachbegriffe zu akzeptieren und zu verwenden, je mehr sie deren Notwendigkeit im wörtlichen Sinne „begreifen“ können.

Das bloße Erfüllen von Schülerwünschen hinsichtlich der „durchgenommenen Inhalte“ erscheint mir eine sehr problematische Lösung der Motivationsfrage zu sein.

## **2.4 Physikunterricht versus Fachsprache**

Insbesondere der Physikunterricht in reinen Mädchenklassen zeigte mir sehr früh, dass eine adäquate Verwendung der auf das unbedingt nötige Ausmaß reduzierten Fachsprache nur dann möglich ist, wenn eben diese Fachsprache als „Erweiterung“ der sich in den betrachteten Fällen als untauglich erweisenden Alltagssprache verstanden wird. Konsequenterweise ergibt dies die Forderung, dass bereits auf der Ebene der Alltagssprache ein erstes Grundverständnis der betrachteten Vorgänge erzielt werden muss, um einigermaßen erfolgreich physikalische Standpunkte „unters Volk“ zu bringen. Diese Forderung kann nur von Lehrpersonen, nicht aber von Büchern erbracht werden.

In diesem Zusammenhang können durchaus „selbst gebaute Hürden“ den Physikunterricht erschweren, beispielsweise durch die Ausdrucksweise: „Arbeit wird geleistet“ statt „Arbeit wird verrichtet“. (Warum sollten die Schüler/innen zwischen Arbeit und Leistung unterscheiden können, wenn diese Begriffe sogar „vom Katheder her“ miteinander vermengt werden ?)

## **2.5 Physikunterricht versus Kreativität**

Den gängigen Vorurteilen folgend werden Unterrichtsgegenstände, wie Bildnerische Erziehung oder auch das Schreiben von Aufsätzen als „kreativ“ eingestuft, Physik hingegen nicht.

Da die Physik als Wissenschaft jedoch zweifellos kreativ ist, gilt es, auch diesen Aspekt an die Schüler/innen heranzutragen und sie im Physikunterricht zu kreativen Handlungen einzuladen.

## 2.6 Physikunterricht versus „Zeit-Schere“

Ein häufiges Kennzeichen des „klassischen“ Physikunterrichtes ist es, dass den Schülern/innen viel zu wenig Zeit eingeräumt wird, die dargebotenen physikalischen Inhalte oder auch Konzepte gründlich zu durchdenken, zu diskutieren und in das bereits Vorhandene einzubauen.

Dieses Manko wird häufig durch eine übergroße Stofffülle erklärt.

## 2.7 Schlussfolgerung

Aus all den genannten Gründen erscheint mir nur ein schülerzentrierter Physik-Unterricht, in dem ausreichend Zeit zum „Verdauen“ des Angebotenen bleibt, zielführend.

# 3 METHODISCH-DIDAKTISCHES KONZEPT

Grundsätze:            Weniger ist mehr !

                              Schüler müssen sich ungestraft irren dürfen !

- Die Schüler/innen werden von mir mit einem Thema, das sich aus dem entsprechenden Lehrplan ergibt, konfrontiert.
- Dieses Thema hat grundsätzlich einen deutlich herausgearbeiteten Alltagsbezug zu haben und wird eher „journalistisch“ als fachsprachlich benannt.
- Nach einer möglichst kurzen Einführung durch mich sollen die Schüler/innen möglichst selbstständig Experimente durchführen, die je nach der vorliegenden Situation und Experimentier-Erfahrung der Klasse entweder eher „frei“ oder eher „geführt“ durchgeführt werden.
- Dabei werden Maßexperimente auf das unbedingt notwendige, geringe Ausmaß reduziert. In erster Linie werden hier Experimente ausgewählt, die mit möglichst geringem Aufwand ein Maximum an Einsicht(en) ermöglichen.
- So unmittelbar wie möglich müssen die experimentellen Befunde ausgewertet werden. Dabei steht das Einsehen eines Konzepts oder auch „nur“ die Einsicht, dass mitgebrachte Alltagsvorstellungen nur unzureichende Erklärungen liefern können, im Vordergrund.

- Auch etwas „sperrige“ Begriffe, wie Impuls oder Trägheitsmoment oder auch die Unterschiede zwischen alltagssprachlich nicht scharf getrennten Begriffen, wie Wärme und Temperatur, können auf Grund einschlägiger Experimente zumeist „leichter verdaut“ werden.
- Nach einer entsprechenden Zusammenschau, in der das neu Erworbene mit bereits Bekanntem verflochten werden soll, ergeben sich die nächsten Schritte.
- Die Beurteilung der Schüler/innen ergibt sich vorwiegend aus deren Mitarbeit während der Stunde, aus eventuell anfallenden Referaten und/oder aus dem Verfassen facheinschlägiger Abhandlungen, die den aktuellen Schüler/innen-Interessen innerhalb eines Themenkreises besonders entgegen kommen können.<sup>1</sup>
- Eine „klassische“ Prüfungssituation versuche ich (wegen der dahinter stehenden „Tagesverfassung“) so weit wie möglich zu vermeiden.

## 4 SCHWACHSTELLEN

### 4.1 Beurteilung

Auch wenn ich nach wie vor den Grundsatz hochhalte, dass ein einigermaßen erfolgreicher Physikunterricht auch ohne „klassische“ Prüfungssituation auskommen kann, bin ich mit meinen im Lauf der Zeit immer wieder abgewandelten Beurteilungsschemata nicht zufrieden.

Seit Jahren probiere ich immer wieder neue Varianten aus, mit denen ich die ständige Mitarbeit der Schüler/innen auf möglichst einfache Weise effektiv und korrekt festhalten kann. Bis jetzt habt mich keiner meiner Versuche wirklich befriedigt. Entweder waren die Systeme so kompliziert, dass es ständig Unklarheiten gegeben hatte, oder sie waren so „löchrig“, dass eher wenig interessierte Schülerpersönlichkeiten trotz geringem Engagement zu solchen Noten gekommen sind, dass sie mir ungerecht vorgekommen sind. (Diese Eindrücke haben meine Schüler/innen nicht notwendigerweise geteilt).

Im Zuge der Vorarbeiten für die POP-CD habe ich eine Methode kennen gelernt, die ich jetzt phasenweise parallel zu meinem derzeitigen Verfahren erprobe. In diesem (von Koll. Schiestl vom BGRGORG 22) aufgestellten System werden im Wesentlichen gewichtete kognitive Einzelleistungen in einer entsprechenden Liste angekreuzt.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Beispiele: siehe Liste im Anhang

<sup>2</sup> Siehe Anhang

## 4.2 Zeitprobleme

Obwohl ich ständig versuche, die physikalischen Inhalte auf das unbedingt nötige Ausmaß zu reduzieren und die entsprechenden Lernziele in den Vordergrund zu stellen muss ich immer wieder feststellen, dass ich zur Erreichung diverser Lernziele manchmal nur mehr bruchstückhaft beitragen kann.

Insbesondere die „unerwarteten“ Gegebenheiten des schulischen Alltags, etwa überraschende Fotografen-Termine, Stundenausfälle durch Exkursionen in anderen Fächern oder ähnliches bringen meine Jahresplanung immer wieder durcheinander. Dies wird noch dadurch verstärkt, dass ich durch meine Tätigkeiten mit der Österreichischen und Internationalen Physikolympiade ohnedies etwa drei bis vier Unterrichtswochen weniger zur Verfügung habe als normal.

## 5 REFLEXIONEN → VIDEO-AUFNAHMEN

Die im Schuljahr 2000/2001 gemachten Videoaufnahmen von der damaligen 5B-RG- und der 6A-wiku&G-Klasse habe ich mit größerem zeitlichen Abstand betrachtet.

### 5. Klasse: Thema „Stoß“

Als erster, grober Eindruck war für mich klar, dass ich jene Stunde in der 5. Klasse, in der der unelastische Stoß ausgewertet und der elastische untersucht wurde, körperlich nicht sehr fit war. (Dies deckt sich auch mit meiner Erinnerung). Hinweise darauf sind sowohl die etwas fahrigen Bewegungen, die Art und Weise meines Sprechens und ein gewisser Hang zur Unduldsamkeit. Aus meiner Sicht fehlen diese Merkmale in den anderen Stunden.

Eine der typischen Schüler/innen-Reaktionen auf diese eher ungewohnte Atmosphäre, die ich offensichtlich verbreitet hatte, sind die ungewohnt „lahmen“ Schüler/innen-Reaktionen auf meine anfänglichen, wiederholenden Fragen. Die übliche Atmosphäre wurde lediglich in jenen Unterrichtsphasen annähernd erreicht, in denen die Schüler/innen selbst experimentierten.

Meine Erklärungen zu den Experimenten erscheinen mir nicht klar genug formuliert zu sein. Möglicherweise hatte ich diese Experimentierphase einfach zu früh eingeleitet. Aus den Schüler/innen-Reaktionen geht für mich hervor, dass sie eigentlich nicht genau wussten, was sie zu tun hätten und warum. Im Wesentlichen waren sie zwar mehr oder weniger eifrig bemüht, entsprechende Daten zu sammeln, aber sie wussten nicht recht, was sie damit anfangen sollten.

Kritik muss ich auch an meinem Tafelbild üben: Auf der linken Tafelseite hatte ich zunächst die Ereignisse „vor“ und „nach“ dem Stoß dargestellt. Dann begann ich auf der rechten Tafelhälfte mit demselben vor-nach-Schema in der ersten Zeile, setzte aber darunter ausschließlich Verhältnisse zwischen den vor- bzw. nach-Werten als Brüche an, im Widerspruch zur ersten Zeile.



Besonders beeindruckend waren für mich natürlich jene Aufnahmen von Schüleraktivitäten, die ich aus den unmittelbaren Beobachtungen während der Stunde nicht wahrnehmen konnte. Obwohl ich theoretisch natürlich weiß, dass die von mir wahrgenommenen Rollenverteilungen innerhalb der Gruppenaktivitäten keinesfalls mit den „tatsächlichen“ übereinstimmen, zeigte mir das fast schon unbarmherzige Kamera-Bild, dass diese Unterschiede noch viel größer sind als ich es vermutet hatte. Dies bestätigt mich darin, meine „pädagogische Buchhaltung“ neu zu überdenken und das bereits erwähnten Modell von Koll. Schiestl noch aufmerksamer auszuprobieren als ich es bisher getan hatte.

Ich erwartete, dass so große und für die Schüler/innen ungewohnte Gruppen (eine umfasste sogar sechs Personen !) nicht besonders effektiv arbeiten würden. Da ich jedoch nur insgesamt 8 Fahrbahnen zur Verfügung habe und jede Gruppe zwei Fahrbahnen benötigte, musste ich leider so große Arbeitsgruppen zulassen. (Normalerweise strebe ich Gruppen mit drei Personen an).

Ich war sehr erstaunt, dass die Arbeitsaufteilung in der von der Kamera längere Zeit beobachteten Gruppe (die fünf Knaben und ein Mädchen umfasste) derart gut und komplikationslos verlaufen ist. Offensichtlich merkt man hier die Labor-Erfahrung der Schüler/innen aus der Unterstufe.

## 6. Klasse: Thema Balancieren

Die Video-Aufzeichnungen der 6. Klasse umfasste Einzelstunden, die im Klassenraum und im Saal aufgenommen wurden. Die davor liegende Stunde, in denen die Schüler/innen mit Hilfe des Balancierens den Begriff Trägheitsmoment kennen gelernt hatten, konnte ich leider nicht sehen.

Für mein Empfinden war deutlich ersichtlich, dass ich diese Stunden mit einer wesentlich besseren körperlichen Verfassung unterrichtet hatte als die Doppelstunde in der 5. Klasse.

In dem in zeitlicher Reihenfolge ersten Video benötige ich ungefähr sechs Minuten, um die entsprechenden Anweisungen für die weiterführenden Fragen bzw. Experimente zu geben.

Offensichtlich war den Schülern zwar klar, was sie zu tun hätten, aber insbesondere jene Aufnahme, die die Arbeit einer Dreiergruppe (zwei Knaben, ein Mädchen) im Detail sicht- und hörbar machte, zeigte deutlich, dass der in der vorigen Stunde neu eingeführte Begriff Trägheitsmoment noch nicht in das vorhandene Schüler/innen-Wissen eingewoben worden war. Trotz der durchaus interessante Rollenverteilung zwischen den drei Gruppenmitgliedern konnte ich aus dem Gesprächsverlauf erkennen, wie ungemein schwierig schon allein die Vorstellung von der Lage des Schwerpunktes war. Der Begriff Trägheitsmoment wurde erst nach einiger Zeit gegen die Konkurrenz der Gewichtskraft ins Spiel gebracht.

Besonders wichtig erscheint mir die Beobachtung, dass sich sowohl diese als auch andere Gruppen erst durch das Wiederholen des Experimentes über den Begriff Trägheitsmoment einigermaßen Klarheit verschaffen konnten.

Der Beginn dieser Stunde enthält eine sprachlich fixierte Fehleinschätzung über die Leistungsfähigkeiten der Schüler/innen: Ich hatte angekündigt, dass als „Kür“ das zahlenwertmäßige Abschätzen des Balancier-Vorganges durchgeführt werden könne. Dieses Ziel wurde –meiner Erinnerung folgend - nur von einer Mädchengruppe begonnen, aber nicht erreicht.

In der darauf folgenden Stunde verwendete ich ungefähr 25 Minuten, um das Kapitel Balancieren abzuschließen und auch die Frage nach einer groben Abschätzung der zahlenwertmäßigen Verhältnisse lehrerzentriert darzulegen.

Vor allem gegen Ende dieser Phase glaube ich zu erkennen, dass ich eigentlich mit dem nächsten Kapitel Astronomie anfangen und das Balancieren so rasch wie möglich abschließen wollte. Die dieses Thema einleitende Frage, woher man wüsste, dass die Erde rund sei, stieß zwar auf Interesse, doch war die Zeit bereits so knapp, dass eine umfassende Erörterung der aktuellen Schüler/innen-Meinungen nicht mehr möglich war.

## **ANHANG**

Themen der Referate der Schüler/-innen:

1. **Weißt du, wie viel Sternlein stehen ?**
  - \* wissenschaftshistorischer Teil
  - \* fachinhaltlicher Teil
2. **Warum kann ein Schnitzel nicht schmelzen ?**  
Teilchenaufbau / Teilcheneigenschaften
3. **„Warm & kalt“ in Alltag und Wissenschaft**
4. **Warum fallen die Vögel nicht vom Himmel ?**
5. **Was haben die Meeresbrandung und das Sprechen gemeinsam ?**
6. **Vom Sehen und Gesehen werden**
  - \* wissenschaftshistorischer Teil
  - \* fachinhaltlicher Teil

Der Bewertungsbogen (Liste kognitiver Einzelleistungen):

Klasse:		Schüler/in:		
<i>Stufe</i>	<i>Kompetenzen</i>	<i>Beispiele</i>	<i>Urteil</i>	
Wissen reproduzieren	<b>Erinnern, erkennen</b> von Begriffen, Definitionen, Fakten, Phänomenen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fachbegriffe definieren (Fahrwiderstandszahl, Beschleunigung,...)</li> </ul>		
	<b>Erinnern, erkennen</b> von Regeln, Ursachen, Beziehungen, Prinzipien, Theorien			
Verstehen, übertragen mit eigenen Worten	<b>Interpretieren, erklären</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beobachtungen erklären (z.B. aus der Sicht von Aristoteles, Galilei...)</li> </ul>		
	<b>Extrapolieren</b> (Exp.ausgang voraussagen)			
	<b>Zusammenfassen</b> (Mitschrift, Stunden-wiederholung, Text, Video...)			
	<b>Präsentieren</b> (Referat, Gruppenarbeit, Bild, OT, Plakat...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>präsentieren der Messungen, der Messergebnisse und der Schlussfolgerungen im Plenum</li> </ul>		
Anwenden (bekanntes Gesetz, Methode)	<b>Informationen finden</b> (alle Quellen, Informationsbedarf bekannt)			
	<b>Ausführen wie gelernt oder nach Anleitung</b> (Berechnung, Rechner, Beobachtung, Experiment, Protokoll...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Messungen mit vorbereiteten Messgeräten durchführen</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Messwerte in Tabelle eintragen</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Übertragen von Messwerttabelle in Diagramm (Maßstab vorgegeben)</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mittelwert berechnen</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>beobachten von Phänomenen (z.B. der Wurfbewegung eines Schlagballs)</li> </ul>				
Analyse (selbständiges Erkennen von Details)	<b>Entdecken</b> (Fehler, Widerspruch, Problem-kern, kritische Fragen, Voraussetzungen...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>in Lügengeschichten fachliche Fehler entdecken (Erklärungen dazu: siehe <b>Schlussfolgern</b>)</li> </ul>		
	<b>Unterscheiden</b> (Beobachtung-Hypothese-Theorie; Zuordnung Phänomen zu Thema...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>in der Formulierung des Textes von Rechenaufgabe (bzw. Problem, Lügengeschichte...) Zuordnung zu Thema (bzw. Formel) finden</li> </ul>		
	<b>Zerlegen in Teile</b> (Problem, Aufgabenstellung...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Fallbewegung eines Luftballons in Teilbewegungen gliedern</li> <li>bei Rechenaufgabe Lösungsschritte festhalten</li> </ul>		
Synthese (selbständiges Produzieren von Hypothesen, Plänen, Texten, Vorschlägen...)	<b>Darstellen</b> (Beobachtung, Zusammenstellung, Entdeckung, Struktur...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>eigene Beobachtungen festhalten</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>aus Diagrammen funktionale Zusammenhänge ablesen und formulieren</li> </ul>		
	<b>Planen</b> (Arbeitsablauf, Ziele, Referate, Mitgestalten des Unterrichts...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßstab für das Übertragen von Messwerten in Diagramm auswählen</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>entwickeln von Technik (z.B.: Wurftechnik, um Ball so hoch und senkrecht wie möglich zu werfen)</li> </ul>		
	<b>Kommunizieren</b> (Thema einbringen, Gespräch themen- und lösungszentriert steuern)			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>aus Messprotokollen Schlussfolgerungen ziehen</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>aus mehreren relevanten Formeln die gefragte Größe berechnen</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Hypothesen formulieren, wie sich Veränderung der experimentellen Rahmenbedingungen auswirkt</li> </ul>	
<b>Schlussfolgern</b> (Hypothese, Lösung, Induktion, Deduktion, Bedeutung v. Exp.)		<ul style="list-style-type: none"> <li>fachliche Antworten (Begründungen) auf gezielte Lehrerfragen finden und diese argumentieren</li> </ul>		
Beurteilung	<b>Abschätzen, vergleichen</b> (Genauigkeit, Messfehler, Effizienz, Nützlichkeit,	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Messgenauigkeit abschätzen</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativen im Vergleich</li> </ul>		