

Sterne erleben in der 3./ 4. Klasse

Heinz Hofer, Isabelle Dummermuth, Beat Krähenbühl, Sophie Stauffer

Pädagogische Hochschule Bern (PHBern), Institut Vorschulstufe und Primarstufe
Brückenstrasse 73, CH-3005 Bern

Überblick

Im Rahmen des Entwicklungsprojekts *VC_astro* werden Neue-Medien-gestützte Unterrichtsmaterialien zum Thema *Astronomie* entwickelt. Die punktuelle Integration Neuer Medien muss einen didaktischen Mehrwert bewirken.

Im vorliegenden Artikel wird vor allem die Lernsoftware *Sternbilder kennen lernen* diskutiert und besprochen. Lernen ist ein sehr individueller Prozess. Die Umsetzung dieser Erkenntnis kann jedoch durch den Einsatz von Lernsoftware kaum unterstützt werden. Der grösste Teil der erhältlichen Software lässt nämlich nur Lernwege zu, die die Entwickler bereits vorgedacht haben. Die Software *Sternbilder kennen lernen* soll dieses Manko ansatzweise überwinden und Möglichkeiten bieten, die ohne Einsatz *Neuer Medien* nicht denkbar wären. Die Lernsoftware muss des Weiteren so konzipiert sein, dass sie Wege zu den Naturphänomenen zugänglich macht und das Bedürfnis weckt, hinaus zu gehen, um die Abläufe direkt unter freiem Himmel selber zu studieren.

Ziele der schulischen Bildung sind meistens als übergeordnete Lernziele oder als Leitideen formuliert und stehen über den einzelnen Fächern. Dadurch können diese Ziele beim eigentlichen Unterrichten leicht in Vergessenheit geraten. Im *VC_astro*-Projekt geht man jedoch davon aus, dass diese übergeordneten Lernziele vor allem auf der Stufe des Unterrichts prioritär zu verfolgen sind. Sie werden in der gemeinsamen Auseinandersetzung mit einem Thema umgesetzt und müssen deshalb bereits bei der Planung und Herstellung von Unterrichtsmedien zwingend mitberücksichtigt werden.

Da der Mensch ein sehr soziales Wesen ist, wird im Projekt zum Beschreiben und Verstehen der Lehr- und Lernprozesse eine Kombination der *themenzentrierten Interaktion* mit dem Ansatz der *Kommunikation mit dem Selbst(wertgefühl)* angewandt.

Des Weiteren bietet die Auseinandersetzung mit astronomischen Themen verschiedene Möglichkeiten, die Kinder vorsichtig in das naturwissenschaftliche Denken einzuführen. Dabei wird vorgeschlagen, nicht durch das Provozieren so genannter *kognitiver Konflikte* zu versuchen, das magische Denken der Kinder auszulöschen; viel mehr muss den Kindern die Möglichkeit gegeben werden, das naturwissenschaftliche Denken an diese magischen Schichten anzufügen.

1. Einleitung

Die übergeordneten Lernziele des Unterrichts bestehen darin, dass das Kind immer wieder mit sich selbst in Kontakt tritt, sein Selbstwertgefühl weiterentwickelt, sich orientiert (auch sozial) und seine Position fortlaufend präziser definiert, Visionen entwickelt, seine Empathie verfeinert und Verantwortung (gegenüber sich selbst und der Gemeinschaft) übernimmt, kreativ handelt und punktuell Frust ertragen kann (vgl. HERSCHKOWITZ 2004a, S. 18). Bildung bedingt somit ein Zusammenwirken der Pädagogik, der Psychologie, der Soziologie und der Neurobiologie (vgl. HERSCHKOWITZ 2004b). Die aufgeführten Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen werden in der gemeinsamen Auseinandersetzung mit einem Thema angeregt und weiterentwickelt. Dazu braucht es eine Individualisierung des Unterrichts. Diese Individualisierung ist jedoch nicht im Sinne einer inneren oder äusseren Differenzie-

rung¹ zu verstehen. Sie äussert sich viel mehr dadurch, dass immer wieder versucht wird, *jedes Kind in seiner Einzigartigkeit, seiner Eigenart, in seinem Fühlen und Denken, in seinen Stärken und Schwächen zu verstehen und anzunehmen und was in ihm angelegt ist, zur Entfaltung zu bringen zu seinem und dem gesellschaftlichen Wohle. So verstandene Individualisierung beinhaltet auch die Gemeinschaftsbildung* (BRUNNER 1991, S. 15). Und dass es bei dieser Individualisierung keine Hierarchie im Menschsein gibt, hat der Philosoph, Theolo-

¹ Beim *Differenzieren* steht folgende Frage im Vordergrund: *Wie bringe ich den vorgeschriebenen Stoff dem Lernenden optimal bei* (vgl. BRUNNER 1991, S. 15)?

Bei der *inneren Differenzierung* werden z.B. fachspezifische Leistungsgruppen **innerhalb** der Klasse gebildet oder den Kindern werden – je nach Wissensstand – unterschiedlich schwierige Aufgaben gestellt. Bei der *äusseren Differenzierung* werden z.B. Leistungsgruppen in einem bestimmten Fach **klassenübergreifend** erstellt.

ge und Arzt Albert Schweitzer einmal in einem Brief folgendermassen ausgedrückt: *So erkenne ich keine objektiv geltenden Wertunterschiede im Leben an. Jedes Leben ist heilig! Heilig will aber heissen, dass es darüber nichts mehr gibt, wie der Schnelligkeit des Äthers² keine andere sich addieren kann* (BÄHR 1987, S. 119).

An das auszuwählende Unterrichtsthema werden drei wesentliche Bedingungen gestellt: Das Thema muss – bezüglich des Bildungsstandes des Kindes – ein hohes Mass an Komplexität aufweisen, damit die übergeordneten Lernziele in ihrer Gesamtheit überhaupt angepeilt werden können. Diese Forderung ist übrigens heute auch anderweitig anzutreffen, taucht sie doch in vielen grundsätzlichen Diskussionen über das Lehren und Lernen auf³. Weiter muss das Thema das Kind berühren und stark betreffen machen, wenn zum Beispiel die Ebene des Selbstwertgefühls angesprochen werden soll. Auch diese Forderung ist heute ein Bestandteil des Lehr- und Lernparadigmas. So betitelte der Neurobiologe Norbert Herschkowitz einen seiner Vorträge über das Lernen mit: *Das Hirn fühlt mit* (HERSCHKOWITZ 2004a). Zudem soll sich das Thema mit dem Erfahrungsbe- reich des Kindes überschneiden und somit fächerübergreifend sein.

Als Unterrichtsthema wurde die *Astronomie* gewählt; sie erfüllt exemplarisch die aufgeführten Kriterien: So schreibt zum Beispiel der Gymnasiallehrer Lutz Clauslitzer im Zusammenhang mit dem Astronomieunterricht: *[...] Weit und tief vernetztes Denken erzeugt eine neue Sicht auf Natur und Mensch* (CLAUSLITZER 2004, S.2). Ebenfalls werden die Kinder von diesem Thema berührt, wie dies zum Beispiel eine Langzeituntersuchung bei Lehrkräften bestätigt⁴. Dieses *Ergriffen sein* blieb bereits 1906 dem damaligen Bundesrat Brenner nicht verborgen: *[...] die vielen tief greifenden Einwirkungen des gestirnten Himmels auf das sinnende,*

² Früher war man der Meinung, dass das Licht ein Trägermedium – eben diesen Äther – brauche, um sich fort zu bewegen. Heute weiss man, dass dem nicht so ist und dass die Lichtgeschwindigkeit die grösste mögliche Geschwindigkeit ist. Bewegt sich also eine Lichtquelle, so nimmt die Geschwindigkeit des ausgesendeten Lichtes trotzdem nicht zu, was Albert Schweitzer mit den Worten beschreibt: *... der Schnelligkeit des Äthers sich keine andere addieren kann.*

³ Zumindest empfiehlt sich *Nachdenklichkeit hinsichtlich der künstlichen Trennung von kognitiven, affektiven und psychomotorischen Zielen des Unterrichts in der Schule sowie hinsichtlich der Tendenz, komplexe Lernanforderungen in Kleinschritten aufzuspalten* (ANWALT DES KINDES 1991).

⁴ Im Rahmen des VC_astro-Projekts wurden 86 Lehrkräfte interviewt, die zwischen 1990 und 1996 im Rahmen der Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung Bern den Wochenkurs *Sterne erleben* besuchten. Diese Kurse bauten auf dem gleichen didaktischen Konzept auf, welches auch dem vorliegenden Projekt zu Grunde liegt. Die Diskussionsschwerpunkte waren: *Nachhaltigkeit des Kurses, gemachte Erfahrungen im Astronomieunterricht.* (HOFER/ DUMMERMUTH/ KRÄHENBÜHL/ STAUFFER 2006a).

*suchende und bewundernde Gemüt der Menschen bringen die Himmelskunde in unmittelbare Berührung mit dem gesamten Kulturleben der Menschheit.*⁵ Das dritte Kriterium wird ebenfalls abgedeckt, ist die Astronomie doch eine vernetzende Wissenschaft mit lebensweltlichem Bezug (vgl. GOETZ 1998, S. 209); zudem kann der interdisziplinäre Charakter der Astronomie zur Entwicklung fächerübergreifenden Denkens genutzt werden (vgl. HELLER 2001-2005).

Darüber hinaus bietet die Astronomie Möglichkeiten, Schülerinnen an die Naturwissenschaften zu binden, die zunächst nicht naturwissenschaftlich interessiert sind (vgl. HELLER 2004). Muss es doch ein Anliegen unserer hoch technisierten Gesellschaft sein, *naturwissenschaftliches Denken* den Kindern und Jugendlichen fassbar und anwendbar zu machen, da *mangelnde Kenntnisse in Naturwissenschaft nicht nur ein Kulturverlust, sondern ein Defizit eines essentiell wichtigen Bildungsgutes sind. In einer Welt, die wesentlich von Forschungsergebnissen der Naturwissenschaft und Technik geprägt wird, setzt Unkenntnis die Menschen möglichen Manipulationen hilflos aus* (GÖTZ 1998, S. 212).

Soll Unterricht im angedeuteten Sinne ablaufen können, muss der Lehrkraft ein breites Methoden-Repertoire zur Verfügung stehen (vgl. GASSER 1997, S. 32ff); insbesondere brauchen Lehrkräfte eine besonders differenzierte Fähigkeit in *der reflektierten Nutzung von Medien und Informationstechnologien für das Lehren und Lernen* (TULODZIECKI 2004, S. 253).

2. Zielpublikum

Die Zielstufe umfasst primär Kinder der 3./4. Klasse, wobei es mit didaktischen und pädagogischen Anpassungen durchaus möglich ist, die Produkte sowohl bei jüngeren wie auch bei älteren Schülerinnen einzusetzen. Ebenso gehören zum Zielpublikum Lehrkräfte, jedoch nicht in der Rolle als Vermittlerinnen und Pädagoginnen, sondern als Lernende und Zusammenarbeitende. Des Weiteren sollen – vor allem über die Website – Eltern, Grosseltern oder Bekannte der Kinder in die Auseinandersetzung mit der Astronomie einbezogen werden; mit ihnen sollen die Kinder über Inhalte und Wertvorstellungen fachsimpeln können. Auch Studierende der Pädagogischen Hochschulen werden angesprochen, sei es durch die Mitarbeit im VC_astro-Projekt oder im Rahmen der Fachdidaktik *Naturwissenschaften*.

3. Kerninhalte der Astronomie

Das Kennen von Sternbildern bis zum Sich-Orientieren-Können am Nachthimmel sind die Grundlagen des Astronomieunterrichts. *Zum einen, weil die Sternbilder zu unserer unmittelbaren*

⁵ Ausschnitt aus dem Vorwort des 1906 erschienen Werkes *Himmelskunde für das Volk* von Camille Flammarion (FLAMMARION 1906).

Mit“welt“ gehören und uns an den Grenzbereich von Aussen- und Innenwelt führen; zum anderen dienen die Sternbilder als eine Art Koordinaten am Himmelszelt, als Hintergrund oder – noch etwas anders ausgedrückt – als eine Art strukturierte Pinwand, auf die andere Himmelserscheinungen wie Sonnen- oder Mondlauf, Kometen oder beobachtete Planeten angeheftet werden können (HOFER 2001a, S. 1). Eine bildhafte Darstellung dieser Idee der Strukturierung der Inhalte ist in der Abbildung Stoffplan zu finden.

4. Astronomie lehren und lernen

4.1 Allgemeindidaktische Konzepte

Für den Kinderarzt und Neurobiologen Norbert Herschkowitz ist klar: *Der Mensch ist ein extrem soziales Wesen* (HERSCHKOWITZ 2004b). Zum Beschreiben des Lernens ist deshalb ein Modell beizuziehen, das den sozialen Aspekten des Unterrichtens eine zentrale Rolle zuordnet. Das klassische *didaktische Dreieck* – das Interaktionen zwischen Schülerin, Lehrkraft und Inhalt vorsieht – mag diese Forderung kaum zu erfüllen. Nun gibt es einerseits Strömungen, die dieses Dreieck erweitern – zum Beispiel durch den gesellschaftlichen Faktor (vgl. BERNER 1999, S. 39) –, andererseits wird in vielen modernen Ansätzen die Rolle der Lehrperson ausserhalb des Dreiecks geortet (vgl. KLINGER 2005, S. 135): Die Lehrkraft arrangiert Unterricht. Das Konzept der *themenzentrierten Interaktion* der Psychologin und Pädagogin Ruth Cohn vereinigt nun nicht nur die beiden erwähnten Strömungen, sondern setzt zugleich noch wie gefordert die soziale Dimension ins Zentrum (LANGMAACK 2001, S. 263ff; SCHWAB 2005): Es finden Interaktionen statt zwischen *ICH*, *SACHE* und *WIR*. Deshalb eignet sich dieses Konzept für das vorliegende Projekt bestens.

Keine Verwendung als theoretisches Modell des Lehrens und Lernens findet somit der Konstruktivismus. Der *Konstruktivismus* ist kein einheitliches Theoriegebäude, das von Wissenschaftlerinnen einigermaßen homogen vertreten wird (vgl. SCHOLL 2002, S. 23). Viel mehr ist er ein vielfältiger und vielstimmiger Diskurs mit etlichen möglichen Positionen und Splitterfraktionen (vgl. ebd.). Insbesondere war der Konstruktivismus anfänglich ein rein erkenntnistheoretischer Ansatz (vgl. SIEBERT 2003, S. 5). Erst später kamen je nach Ausrichtung unter anderem auch soziale Komponenten dazu. Im *VC_astro*-Projekt muss jedoch das soziale Individuum von Beginn weg im Zentrum stehen.

Die *themenzentrierte Interaktion* wird insbesondere auf der Ebene der Beschreibung des Lehrens und Lernens eingesetzt, wo es darum geht, den Unterricht zu arrangieren und zu steuern; die drei „Gefässe“ *ICH*, *SACHE* und *WIR* müssen gleichwertig „gefüllt“, das heisst berücksichtigt werden.

In der Ebene, in der dann das eigentliche Lernen statt findet – insbesondere wo es um motivationale Aspekte geht – wird ein Ansatz gewählt, der sich stark am Selbstwertgefühl des Kindes orientiert. Unter *Selbstwertgefühl* wird hier die *globale Selbstbeurteilung der gesamten Person* verstanden (TRAUTWEIN 2003, S. 8). Das theoretische Modell (siehe Abbildung Selbstwert) zur Beschreibung des Selbstwertgefühls wurde einer Arbeit der Psychologin Gabriela Gnam entnommen (GNAM 1998, S. 17). Die Antworten auf die grundlegenden Fragen – wie das Selbstwertgefühl schulspezifische und nachschulische Kognition und Verhaltensweisen beeinflusst und umgekehrt – sind noch sehr widersprüchlich: Einige Wissenschaftler bezweifeln die Erklärungsmächtigkeit des Selbstwertgefühls, andere behandeln es als eine zentrale Abhängige (vgl. TRAUTWEIN 2003, S. 69). Dass das Selbstwertgefühl in der Tat die entscheidende Rolle bei Bildungs- und Erziehungsprozessen spielt, ist eine Grundthese der *humanistischen Pädagogik* (vgl. FATZER 1993, S. 65). Diese These wird auch im *VC_astro*-Projekt vertreten. Der Ansatz wird mit *Kommunikation mit seinem Selbst(wert)gefühl* bezeichnet und in den folgenden Abschnitten diskutiert.

Die Schülerin (*ICH*) muss von einer (Teil-)SACHE berührt werden, sie muss es zulassen können, dass sie sich von einem möglichen Wert⁶ anziehen lässt. Durch die Auseinandersetzung mit etwas, das sie angeht (vgl. WAIBEL 2002, S. 231), tritt die Schülerin mit sich selber in Kontakt und muss sich im *WIR* positionieren. Auch im *WIR* muss sie offen sein, sich von möglichen Werten anziehen zu lassen. Damit eine Schülerin dies überhaupt zulassen kann, muss sie eine Art Grundvertrauen und ein gewisses Mass an Selbstwertgefühl mitbringen. Kinder, die dies (noch) nicht besitzen, müssen jedoch erst recht in diesen Prozess eingeschlossen werden, damit auch sie ihr Selbstwertgefühl stärken können. Herschkowitz bringt es auf den Punkt, wenn er sagt: *Jeder Mensch hat das Recht auf Werte* (HERSCHKOWITZ 2004b). Wie kann man es nun solchen Kindern trotzdem ermöglichen, sich von eventuellen Werten anziehen zu lassen? Diese Kinder konnten nach Ansicht vieler Psychoanalytiker durch mangelndes Entgegenbringen von Empathie in jüngster Kindheit kein eigenes Selbst aufbauen. Arno Gruen äusserte in einem Interview mit Radio DRS die Vermutung, dass in unserem Kulturkreis

⁶ Die Begriffe *Wert*, *Sinn*, *Motivation* und *Wille* werden in Anlehnung an eine Arbeit der Pädagogin und Psychologin Eva Waibel (WAIBEL 2002) definiert, die sich ihrerseits stark auf die Existenzanalyse des Psychiaters und Neurologen Viktor Frankl (u.a. FRANKL 2004) abstützt: *Die Grundlage jeder Motivation ist der Wille* (vgl. WAIBEL 2002, S. 226). *Wollen heisst Ja sagen zu einem Wert, der einem anzieht* (ebd., S. 227). *Seine eigenen Wertigkeiten müssen herausgefiltert* (vgl. ebd., S. 226) und gelebt werden, dadurch entsteht Sinn. *Sinn ist die Hingabe an einen Wert* (ebd., S. 99). *Durch Wertelerben und Wertverwirklichung wird ein Bewusstsein innerer Stärke (Selbstwert) aufgebaut* (vgl. ebd., S. 151).

rund ein Drittel der Bevölkerung kein eigenes Selbst in sich tragen (vgl. GRUEN 2004b). Nach Arno Gruen existieren zwei entgegen gesetzte Extremfälle, wie bei diesen Menschen ihre frühkindliche Entwicklung verlief: In beiden Fällen versuchten die Kinder den Wünschen ihrer Eltern zu entsprechen. Die eine Extremgruppe gab jedoch die Hoffnung auf das eigene, autonome Selbst nie auf (vgl. GRUEN 2003, S. 33; 2004a, S. 28). Das Selbst zog sich sozusagen in den Untergrund zurück. Arno Gruen liefert Hinweise dafür, dass diese Menschen später wieder zu ihrem Selbst zurückfinden können: *Wichtig ist nur, dass die empathische Möglichkeit Nahrung erhält* (GRUEN 2002, S. 198). Bevor sich also diese Kinder von Werten berühren lassen können, müssen sie zum Beispiel durch die Lehrkraft in ihrem Kern angesprochen werden. *Nur wenn wir die Kinder nicht als Objekt des Besitzes gebrauchen, um etwas für unsere eigene "Selbstachtung" zu gewinnen; nur wenn wir dem anderen als einem anderen Menschen entgegenkommen, nicht um uns mächtig zu fühlen, sondern weil er unsere Sympathie auslöst oder wir ihn bewundern; nur dann, wenn wir riskieren, unsere gemeinsame Menschlichkeit anzuerkennen, werden wir Autonomie im Kind freisetzen* (GRUEN 2004a, S. 46).

Nun zum anderen Extrem: Diese Kinder wählten einen anderen Weg, ihren Eltern zu genügen: Im Gegensatz zum Verstecken des eigenen Selbst, verstießen und verachteten sie dieses und projizierten es nach aussen. *Hier entstand jene Abspaltung von dem eigenen gehassten Selbst, die Feinde notwendig macht, um sich selbst leben zu können* (GRUEN 2003, S. 33). Einem solchen Kind muss die Lehrkraft derart begegnen, dass es realisiert, dass sein Verhalten zwar nicht gebilligt wird, dass es aber als Mensch akzeptiert ist (vgl. GRUEN 2002, S. 205). Es muss immer wieder erfahren, dass das, was es von seinem Innersten aus zu einer Sache zu sagen hat – so kann es sein Selbst überhaupt erst entwickeln – nicht nur richtig, sondern der wichtigste Beitrag ist, den es überhaupt leisten kann. Auf diese Weise muss dem Kind die Möglichkeit gegeben werden, sich selber zu achten, sein Selbst zu entwickeln, mit sich in Kontakt zu treten.

Ohne die *Kommunikation mit seinem Selbst* gibt es kein Lernen, das dem Individuum und gleichzeitig der Gemeinschaft dienlich ist. Mit den Worten von Edward Deci und Richard Ryan ausgedrückt: *Wir sind überzeugt, dass optimales Lernen unmittelbar an die Entwicklung des individuellen Selbst geknüpft ist und gleichzeitig von der Beteiligung des Selbst abhängt* (DECI/ RYAN 1993, S. 235).

Auch wenn es schwierig ist, Interaktionen mit dem Selbstwertgefühl im und durch den Unterricht zu bewirken, ist es ein Muss, hier immer wieder nach Ideen und Wegen zu suchen. Dies geschieht anfänglich dadurch, dass sich die Lehrkraft zwischen zwei unterschiedlichen Ebenen hin und her bewegt: Ei-

nerseits setzt sie sich mit Themen wie *Selbstwertgefühl, Werte* und *Haltungen* auseinander und stellt sich immer wieder die Frage, wie ihre daraus gewonnen Erkenntnisse in ihren Unterricht einfließen könnten; andererseits reflektiert sie die aktuelle Lernsituation in ihrer Klasse und versucht, diese Erkenntnisse in der „Selbstwert-Ebene“ einzubringen. Dieses systematische Reflektieren ihres Unterrichts und das Konstruieren eines begründeten pädagogischen Konzepts nennt der Pädagoge Hans Berner *eine persönliche kreative didaktische Leistung*, die zu einem *professionellen pädagogischen Selbstverständnis* führt (BERNER 1999, S. 281). In dieser Art und Weise unterrichten zu können, bedingt von der Lehrkraft die Fähigkeit, sich auf die Kinder in einer nicht hierarchischen Art einzulassen. Der Familientherapeut und Lehrer Jesper Juul und die Psychologin Helle Jensen – beide arbeiten am Kempler Institut in Dänemark – nennen diese Fähigkeit *Beziehungskompetenz*⁷. Juul und Jensen bezeichnen die *Beziehungskompetenz* sogar als den zentralen Begriff der neuen pädagogischen Kultur (vgl. JUUL 2005, vordere Umschlagseite).

Im Zusammenhang mit dem Selbstwertgefühl soll hier noch – der grossen Tragweite wegen – der so genannte *Rosenthal-Effekt*⁸ speziell erwähnt werden: Die Einstellung der Lehrkraft dem Kind gegenüber kann dessen Entwicklung immens beeinflussen. Die Erziehungs- und Sportwissenschaftlerin Lydia Riepe sagt etwas Ähnliches bei ihrer Definition von Talent: *Talent ist der Ausdruck und das Ergebnis eines langen Dialogs zwischen individueller Anlage und sozialer Resonanz* (RIEPE 1998, S. 34). Talent ist also nicht einfach vorhanden, sondern wird gebildet, wobei auch Lydia Riepe dem Umfeld einen grossen Einfluss zuspricht.

4.2 Naturwissenschaftsdidaktische Überlegungen

Ein wichtiger Teil des *naturwissenschaftlichen Denkens* besteht darin, Naturphänomene zu erkennen und zu beschreiben. Danach wird versucht das Beobachtete auf etwas Bekanntes zurückzuführen. Ist dies nicht möglich, weil z.B. das Alltagswissen zu weit weg von den fachlichen Vorstellungen liegt, muss ein neues Konzept konstruiert werden. Nun stellt sich die Frage, ob versucht werden soll, das

⁷ Der Begriff *Beziehungskompetenz* sollte nach unserer Meinung den professionellen Beziehungen vorbehalten sein, also den Beziehungen, bei denen eine Seite professionell ist und die andere nicht (JUUL 2005, S. 151).

⁸ 1968 veröffentlichte der amerikanische Psychologe Robert Rosenthal seine klassische Studie zur Rolle der Lehrererwartungen. Er unterzog Schüler einem Intelligenztest und wählte nachfolgend jedes fünfte Kind nach dem Zufallsprinzip aus. Diese wurden den Lehrern als viel versprechende Talente vorgestellt. Schnelles „intellektuelles Wachstum“ und erhebliche Leistungssteigerungen seien zu erwarten. Vier Monate später konnten bei den angeblich besonders talentierten Kindern signifikant höhere IQ-Steigerungen nachgewiesen werden. Es braucht nicht viel, um sich die Auswirkungen negativer Lehrererwartungen auszumalen [...] (FALK).

alte Konzept auszuradieren oder ob beide Konzepte nebeneinander Platz haben. Nach konstruktivistischen Ansätzen sollten Lernende gezielt in kognitive Konflikte⁹ gebracht werden (vgl. LABUDDE 2000, S. 38; HÄUSSLER 1998, S. 192ff), damit sie dann ihre in diesem Kontext nicht brauchbaren Alltagsvorstellungen über Bord werfen. Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass dies selten vollumfänglich gelingt [ebd.]. Diese Resultate und insbesondere die Interpretation der Grundideen des Individualisierens führen dazu, dass auch zum Beantworten dieser Frage nicht der Konstruktivismus beigezogen werden kann. Vielmehr hält man sich in dieser Arbeit an einen Grundsatz des Pädagogen und Physikers Martin Wagenschein, dass sich das neue Konzept dem alten „aussen“ anschmiegen müsse (siehe Abbildung Konzept Wagenschein). Wagenschein schreibt: *Aber wenn wir ganz genau in uns hineinschauen, bemerken wir, dass wir uns niemals ganz (von der magischen Schicht, zu der im weitesten Sinne auch das Alltagswissen gehört – Anm. des Verf.) befreien. [...] Die magische Schicht bricht nicht ab, sie zieht sich nur zurück und lebt 'innen' weiter.* (WAGENSCHHEIN 1976, S. 62). *Wir müssen vielmehr versuchen, das Physikalische vom Magischen her aufzuschliessen* (ebd., S. 67). *Wenn wir die äusseren Schichten stärken wollen, so müssen wir zuerst die inneren anreden und anregen. Was aussen anwachsen soll, müssen wir von innen heraus wachsen lassen. Das magische Denken bleibt also weiterhin eine schöpferische Potenz, von der her wir die äusseren Schalen des geistigen Wachstums aufbauen können* (ebd., S. 68).

4.3 Astronomiedidaktik – als eine spezielle Form der Naturwissenschaftsdidaktik

Wie bereits erwähnt, sind das Erkennen von und das Orientieren an Sternbildern Grundkompetenzen, die es zu erwerben gilt. *Beim Lehren bzw. Lernen der Sternbilder ist es entscheidend, ob beim Kind oder Jugendlichen eine Verwurzelung erreicht werden kann. Wurzeln kann man auf mindestens zwei Ebenen wachsen lassen:*

Einerseits werden die Bilder zu Gruppen zusammengefasst, die dann mit einer Geschichte oder Sage verknüpft werden. [...] Die Sternbilder müssen sich also in der Geschichte verwurzeln können, das heisst sie müssen Sinn machen, sie müssen sich in der Geschichte aufdrängen. Die Geschichte ihrerseits muss sich im Kind oder Jugendlichen einnisten.

Andererseits werden die Sternbilder in Beziehung zum heimatlichen Horizont (Aufgang, Untergang, darüber schleichen, ...) gelernt. Sie gehören sozusagen zur näheren Mitwelt des Kindes bzw. Jugendlichen, sie haben sich im Horizont verwurzelt. Dies setzt natürlich eine Beziehung des Kindes bzw. Ju-

gendlichen zu seiner näheren Umgebung voraus (HOFER 2001a, S. 1).

Die wohl wichtigste Verwurzelung – vor allem auf der emotionalen Ebene – ist im zitierten Text nur zwischen den Zeilen zu finden. Willy Stadelmann, ein Spezialist für Neuropsychologie, formuliert diese dritte Möglichkeit der Verwurzelung unmissverständlich als Forderung: *Der direkte Kontakt zu den Phänomenen ist unabdingbar* (STADELMANN 2001, S. 7)! Die Phänomene müssen der Ausgangspunkt des Fragens und Rätselns bleiben oder gegebenenfalls wieder werden; dies kann zum Beispiel anlässlich einer Sternenexkursion mit anschliessendem Übernachten unter freiem Himmel angeregt werden.

Eine weitere Verwurzelung kann das kreative, selbsttätige, musische Auseinandersetzen der Kinder mit der Astronomie bewirken. Es geht nicht „nur“ um die Entfaltung der – mit den Worten von Pestalozzi ausgedrückt – handwerklichen Kräfte (vgl. BRÜHLMEIER), sondern vor allem darum, dass durch das Sich-Ausdrücken, durch das Nach-Aussen-Bringen seiner Vorstellungen und Bilder eine intensive vielschichtige Auseinandersetzung mit sich selbst stattfinden kann.

Nun wissen wir, seit wir *wissenschaftlich* wurden (WAGENSCHHEIN 1980, S. 284), dass Sterne nichts anderes sind als riesige, herumschwebende Gaskugeln. Schadewaldt schreibt dazu: *Die feste Kuppel, die einfasst und hält, ist auf einmal wie zerronnen. Da, wo der Blick auf den finstern Untergrund fällt, kein Anhalt mehr, sondern saugende Leere, die Leere des Raums, der grenzenlos ist, und in dessen entsetzlichen Weiten glühende Gasbälle rotieren und sich umeinander und miteinander in Schwärmen bewegen, Bälle von unvorstellbaren Ausmassen, doch in jener grenzenlosen Leere des Raumes nur Stäubchen, wenn auch von ungeheurer Leuchtkraft* (SCHADEWALDT 1976, S. 11). In Analogie zum Konzept von Wagenschein, bei dem die magische Schicht innen weiterlebt, schreibt Schadewaldt weiter: *Das Merkwürdige und gewiss Gute ist, dass wir heutigen Menschen diese beiden Himmelsblicke [...] wechselnd in unserer Seele verwirklichen können* (ebd., S. 12).

In der Auseinandersetzung mit der Astronomie stossen die Kinder oft an die Grenzen ihres Vorstellungsvermögens oder ihres Erklärungsrepertoires. Für solche Fälle ist es wichtig, dass sie für sich einen geistigen Zufluchtsort haben – sei dies z.B. im Kennen der Sternbilder und deren Mythen –, wo sie sich zurückziehen können und von wo aus sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder einen Anlauf wagen werden. Dieser Zufluchtsort ist eine Analogie zu Wagenscheins *magischer Schicht*.

Eine andere für diese Situation zutreffende Metapher wird aus einem bekannten Holzschnitt abgeleitet, welcher vom französischen Astronomen Camille Flammarion in Auftrag gegeben wurde und den er

⁹ Stimmt das Verständnis des Kindes nicht mit den Gegebenheiten der Umwelt überein, so entsteht für das Kind ein kognitiver Konflikt.

1888 in seinem Buch *L'Atmosphère* (FLAMMARION 1888, S. 163) erstmals veröffentlichte. In etlichen Arbeiten wird dieser Holzschnitt zur Darstellung pädagogischer und kunstpädagogischer Grenz- und Erfahrungsphänomene verwendet. Auf der aus drei Bildern zusammengesetzten Collage (siehe Abbildung *Der Wanderer*) ist der Originalholzschnitt unten links abgebildet. Die Rolle, die der Wanderer auf diesem Bild inne hat, sei mit *verwurzelte wissenschaftliche Rolle* beschrieben. Der Kunstpädagoge Georg Peez spricht nicht von einem Wanderer sondern von einer Person, die er folgendermassen beschreibt: *Ihre Unsicherheit und zugleich ihre Ergriffenheit vor der Grenzsituation des 'Durchbruchs' durch das Firmament drücken sich in ihrem Knien, in ihrer kriechenden Vorwärtsbewegung aus. Sie sucht mit ihrem Körper Sicherheit in der 'alten Welt'* (PEEZ 2002). Auch diese *alte Welt* kann als eine Analogie zu Wagenscheins *magischer Schicht* gesehen werden.

Verliert man die Beziehung zu dieser *alten Welt*, läuft man Gefahr, den Boden unter den Füßen zu verlieren (Bild links oben); man bewegt sich nur noch in einer Modellwelt. Der Wanderer nimmt die *entwurzelte pseudo-wissenschaftliche Rolle* ein.

Das Bild unten rechts symbolisiert die reine *alte Welt* oder mit den Worten von Wagenschein *die magische Schicht* im Menschen; dort fühlt man sich sicher und geborgen. Hier ist der Wanderer in der *magischen Rolle*.

Das Ziel muss es, dass das Kind fähig wird, zwischen seiner *magischen* und seiner *verwurzelten wissenschaftlichen Rolle* hin und her zu wechseln. Das Kind sollte je länger je mehr die Herausforderung zulassen und die Sicherheit spüren, sich in der *verwurzelten wissenschaftlichen Rolle* immer weiter nach „draussen“ zu lehnen.

5. Neue Medien - Produkte

Im Rahmen des *VC_astro*-Projekts werden drei mediale Produkte hergestellt:

Die Lernsoftware *Sternbilder kennen lernen*

Sie dient Kindern, Lehrkräften und Studierenden zum Erlernen der Sternbilder und zum Verstehen wichtiger Phänomene des nächtlichen Himmels. Lehrkräfte können sie ebenfalls als Hilfsmittel zum Vorbereiten von Exkursionen beziehen. Die Konzeption der Lernsoftware und deren Umsetzung werden im Kapitel 5.2 besprochen.

Die Lernplattform *sterneerleben.info*

Sie soll vor allem die Lehrkräfte auf dem Laufenden halten, sie mit neu entwickelten Materialien und Ideen für den Unterricht versorgen, ihnen das Vorbereiten von Exkursionen erleichtern und den Kontakt untereinander ermöglichen. Die Kinder erhalten auf dieser Seite die Möglichkeit, ihr Wissen z.B. ihren Eltern zu demonstrieren. Im vorliegenden

Artikel wird auf dieses Produkt nicht weiter eingegangen.

CD-ROM *Sterne erleben – die Dias*

Auf dieser CD werden vor allem digitalisierte Dias zu den Themen *Sternbilder, Mondfinsternis, Mondphasen, Mondlauf, Sonnenfinsternisse und Lauf der Planeten* zur Verfügung gestellt. Auch dieses Produkt wird hier nicht näher vorgestellt.

5.1 Medienpädagogische Forderungen

Die Lernsoftware darf auf keinen Fall die direkte Auseinandersetzung mit den Phänomenen ersetzen, sondern muss die Kinder zu den Phänomenen hinführen.

Die zweite Forderung kann mit folgenden Worten des Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlers Roger de Weck zusammengefasst werden: *Das Verpacken des Stoffes darf nicht an Stelle seines gedanklichen Durchdringens und Verarbeitens führen* (vgl. DE WECK 2004, S. 118). Der Grundschullehrer und Erziehungswissenschaftler Falko Peschel wiederum formuliert diese Forderung mit folgenden Worten: *Vom Edutainment¹⁰ zur kreativen Herausforderung* (PESCHEL 2003, S. 9). Die Lernsoftware muss so konzipiert sein, dass Kinder Möglichkeiten vorfinden, durch die Auseinandersetzung mit Inhalten, diese zu ihren eigenen zu machen.

Modelle und Vorstellungshilfen dürfen nicht bildlich dargestellt werden¹¹. Diese dritte Forderung wird auch durch naturwissenschaftsdidaktische Überlegungen begründet: Modelle sind stark reduzierende Abbildungen der Wirklichkeit und deshalb nicht die Wirklichkeit selbst. Diese fürs naturwissenschaftliche Denken wichtige Fähigkeit – Modelle und Wirklichkeit als nicht das Gleiche zu erkennen – kann von Kindern häufig noch nicht geleistet werden. In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass Kinder vor allem dann Mühe bekunden diese Trennung vorzunehmen, wenn ihnen fertige handfeste Modelle vorgelegt werden. Modellvorstellungen müssen deshalb in den Köpfen der Kinder entstehen. Um diese Leistung vollbringen zu können, braucht es vielfältiges inhaltliches Material und subtile didaktische Ideen.

Es muss ebenfalls darauf geachtet werden, dass herkömmliche Unterrichtsformen nicht einfach unreflektiert auf die Lernsoftware übertragen werden (vgl. HOFER/ AESCHLIMANN/ BRUNNER/ MOOR/ MOSER 2003, S. 3). Es wird nach *neuen didaktischen Ideen gesucht, die sich ausserhalb des*

¹⁰ Kunstwort aus: *engl. Education* „Erziehung“ und *entertainment* „Unterhaltung. Computerlernprogramme, die Wissen auf unterhaltsame und spielerische Weise vermitteln (DUDEN 1999).

¹¹ Im weitesten Sinne handelt es sich auch bei den im Kap. 5.2.2 beschriebenen in die Lernsoftware integrierten Schilthorn-Sternen-Panoramen um Modelle. Die Abstraktionsstufe ist jedoch deutlich eine andere (vgl. HOFER 2006a).

durch die „alten“ Medien bedingten Horizontes befinden. Auch wird versucht, Aspekte der Inhalte ausfindig zu machen, die erst durch die Lernsoftware kommunizierbar werden (ebd., S. 3). Ein so genannter *didaktischer Mehrwert* muss klar ausgewiesen werden.

5.2 Lernsoftware Sternbilder kennen lernen

Die Lernsoftware setzt sich aus folgenden Bereichen zusammen: Kennenlern-Bereich, Bewegung der Sterne, Übungsbereich, Offener Bereich, Hintergrundinformationen. Die drei umfangreichsten Bereiche werden im Folgenden diskutiert:

5.2.1 Kennenlern-Bereich

Dieser Bereich ist eingeteilt in Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Wintersternbilder sowie in die während des ganzen Jahres sichtbaren Circumpolarsterne. Alle Sternaufnahmen wurden selber hergestellt.

Im Kennenlern-Bereich navigiert man sich durch die einzelnen Gruppen hindurch, lernt die Sternbilder kennen und sich am Nachthimmel zu orientieren. Die im Kapitel 3 geforderte Koordinatenfunktion der Sternbilder wird bereits hier ansatzweise umgesetzt, wie dies beispielsweise in der Abbildung [Der Orionnebel](#) zu sehen ist: Dieser Nebel dient als Beispiel einer Region in unserer Galaxie, in der neue Sterne entstehen. Über das Wintersechseck kommt die Anwenderin zum Orion, dann zum Gurt des Himmelsjägers und zuletzt über das Anklicken eines Fernrohrs zum erwähnten Nebel.

Bricht man die Erkundungstour ab, wird man beim nächsten Anmelden darüber informiert, welche Bereiche man schon durchgearbeitet hat. Es ist einem dann freigestellt, ob man gewisse Teile noch einmal anschauen oder gleich mit etwas Neuem starten will.

5.2.2 Offener Bereich

Dieser Bereich ist das eigentliche Kernstück der Software. Die Möglichkeiten, die sich hier bieten, sind kaum durch das astronomische Vorwissen der Softwareentwickler – und deren Vorstellungen über Astronomie – eingeeengt. Die Anwenderin kann sich frei bewegen, Phänomene der Astronomie aufspüren oder gezielt aufsuchen; insbesondere kann sie den Lauf der Sterne, der Planeten und der Sonne verfolgen, beschreiben und verstehen. Das in diesem virtuellen Raum Erfahrene und Erlebte soll am realen Himmel wieder auffindbar sein und umgekehrt.

Dieser virtuelle Raum muss emotional möglichst nahe an der realen Welt der Anwenderin situiert sein. Dies soll vor allem durch die Umsetzung folgender zwei Leitgedanken erreicht werden:

Der virtuelle Raum muss aus „realen“ Fotos aufgebaut sein. Es muss der Anwenderin ermöglicht werden, hinter die Kulissen zu schauen (siehe 5.2.3), um ansatzweise nachvollziehen zu können, wie die Software inhaltlich und konzeptionell aufgebaut ist. Sie muss das Gefühl bekommen, dass sie die Funktionsweise der Lernsoftware im Prinzip versteht oder

zumindest verstehen könnte, wenn sie genügend Zeit und Energie dafür aufwenden würde.

Auch hier wurden deshalb die Aufnahmen des Sternhimmels selber gemacht. Als Standort zum Fotografieren der jeweils sichtbaren Sterne wurde der auf 3000 Meter über Meer liegende Schilthorn Gipfel (siehe Abbildung [Schilthorn](#)) gewählt. Der Horizont, der sich teilweise aus bekannten Berggipfeln¹² zusammensetzt, wurde am Tag, während der Dämmerung und in der Nacht aufgenommen. Der Sternhimmel wurde stündlich fotografiert, was zu 24 Sternen-Panoramen führte. Jedes Panorama setzt sich aus zwölf Einzelaufnahmen (Belichtungszeit: 2½ Minuten) zusammen. Die Arbeiten auf dem Schilthorn erstreckten sich über mehr als ein Jahr.

Der *Offene Bereich* funktioniert derart, dass nach der Eingabe des gewünschten Datums (zwischen 1890 und 2100) und der jeweiligen Beobachtungszeit das zugehörige Schilthorn-Sternen-Panorama eingeblendet wird. Man kann sich nach den vier Himmelsrichtungen umsehen. Ändert man die Blickrichtung, läuft das Panorama an einem vorbei, bis man in die richtige Richtung blickt. Die Sterne, die nicht höher als ca. 60° über dem Horizont stehen, können beobachtet werden. Hat man Mühe, sich im Sternemeer zu orientieren (siehe Abbildung [Alle Sterne](#)), kann man sich nur die wichtigsten Sterne zeigen lassen. Bei einer anderen Einstellung werden sogar die Hilfslinien der Sternbilder eingeblendet (siehe Abbildung [Strichfiguren](#)).

Die von bloßem Auge sichtbaren Planeten und die Sonne erscheinen ebenfalls in den Panoramen. Eine zentrale Eigenschaft dieses Bereiches liegt darin – dies ist wohl auch der grösste didaktische Mehrwert –, dass die Kinder selber Fragen an den virtuellen Sternhimmel stellen können oder dass die Lehrkraft individuell angepasste Aufgaben stellen kann, die die Kinder mit Hilfe der Lernsoftware lösen können.

Beispiel 1: Oft wird die Bewegung der Planeten einfach als Schleife in einem – die Position nicht ändernden – Tierkreissternbild dargestellt. Dass diese Sternbilder alles andere als fix am Himmel verweilen, ist am Beispiel des Löwen in den Abbildungen [01 Feb 2007](#) und [01 Mai 2008](#) klar ersichtlich. Deshalb muss das Phänomen der Planetenschleifen anders angegangen werden. Mögliches Szenario: Am 01. Februar 2007 fällt das helle Objekt in der Nähe der Vordertatzen des Löwen auf. Der Löwe selber wird wohl vorerst nicht erkannt, da er in der Normaleinstellung der Lernsoftware nicht durch Striche hervorgehoben ist. Am 01. Mai 2008 ist das helle Objekt immer noch deutlich zu erkennen. Gehört es zu einem Sternbild? Der Löwe wird an beiden Daten ausfindig gemacht. Obwohl er sich zwischenzeitlich als Ganzes fortbewegt hat, haben

¹² Auch diese Bergkette kann als Verwurzelung dienen. Die Gipfel können anhand einer Landkarte bestimmt werden.

sich die Positionen seiner Sterne relativ zueinander nicht verändert, was sich für Fixsterne auch gehört. Im Gegensatz dazu hat jedoch das helle Objekt relativ zum Löwen eine andere Position eingenommen. Ist es womöglich ein Planet? Der genaue Lauf des Objektes wird untersucht. Dazu wird der Löwe auf ein Blatt Papier gebändigt – unabhängig davon, ob er nach oben oder unten läuft – und aus der Lernsoftware werden die Positionen des Objekts zu unterschiedlichen Daten herausgelesen und auf das Papier übertragen. Die Schleife des Planeten Saturn wird sichtbar.

Beispiel 2: Die Anwenderin sitzt am 30. Mai um 1330 Uhr auf der Plattform des Schilthorns. Die Sonne scheint. Vielleicht hat sie in einem Erfahrungsbericht eines Space-Shuttle-Astronauten gelesen, dass man die Sterne neben der Sonne sehen könnte, wenn man nur ein wenig weiter „draussen“ – das Space-Shuttle umkreist die Erde in einer „Höhe“ von ca. 300 km – im Weltall wäre. Dies kann man mit der Lernsoftware simulieren: Man stellt einfach das Tageslicht ab – ohne die Sonne zu entfernen – und kann dann im vorliegenden Beispiel sehen, dass sich die Sonne gerade im Tierkreissternbild *Stier* befindet (siehe Abbildung [Sternzeichen](#)).

5.2.3 Hintergrundinformationen

Einerseits soll man in diesem Bereich durch das Dahinter-Sehen in den Aufbau der Software ein noch tieferes Verständnis der Abläufe am Sternenhimmel gewinnen können. Andererseits ist es das Ziel, dass die Betrachterin gegenüber der Lernsoftware das Gefühl entwickelt: Im Prinzip könnte ich das auch, mit etlichen Abstrichen in Sachen Qualität zwar, auch die Programmiersprache kann ich noch nicht, aber das Prinzip habe ich verstanden und einfache Sternenfotografien könnte ich auch schon selber machen. Ralph Krüger sagte einmal: *Es gibt keine besonderen Menschen ... es gibt nur Menschen, die ganz Besonderes tun* (KRÜGER 2001, S. 16). Mit „Es gibt keine besonderen Menschen“ will er – ähnlich wie Joe Brunner und Albert Schweitzer – seiner tiefen Überzeugung Ausdruck verleihen, dass es im Mensch-Sein keine Hierarchie gibt, dass jedoch jeder Mensch durch das Umsetzen seiner Ideen, durch Ausdauer und Hingabe etwas Besonderes machen kann. Es soll dieses Gefühl, diese Hoffnung geweckt werden, selber auch fähig zu sein, etwas Spezielles machen zu können. Die Lernsoftware soll in diesem Sinne Mut machen. Wie beantwortete doch einmal der Schweizer Astronaut Claude Nicollier die Frage einer Schülerin, wie man Astronaut werde: *Es ist für alle möglich, man muss nur wollen* (Nicollier ist Französisch sprechend – Anm. des Verf.) *und gut arbeiten* (HOFER 2001b, S. 31).

Deshalb wird in diesem Bereich der Weg zum Fertigprodukt aufgezeigt: Das angerissene Trageil der Schilthornbahn, der mit Schnee bedeckte Weg zum Gipfel oder die kältetaugliche Fotoausrüstung gehö-

ren ebenso dazu wie das Bearbeiten der Sternenfotos oder das Programmieren der Lernsoftware.

Bei der Programmierung des Offenen Bereichs besteht die grösste Herausforderung der Arbeit darin, die Sonne und die von blossen Auge sichtbaren Planeten je nach Datum in die selber erstellten Panoramabilder am richtigen Ort einzusetzen. Dazu nützt man aus, dass sich die Sonne und näherungsweise auch die Planeten entlang der Ekliptik¹³ bewegen. Diese Linie muss in alle 24 Panoramabilder möglichst genau eingezeichnet werden. Dazu wird jedes Sternenpanorama im A2-Format ausgedruckt. In Kleinstarbeit wird die Ekliptik aus einer präzisen Sternkarte (SIRIUS 2001) – mit 2796 (!) Sternen – auf die ausgedruckten Bilder übertragen. Auf diesen Linien werden nun im Abstand von jeweils zwei Millimetern Punkte markiert und deren x- und y-Koordinaten sowie die relative Position (angegeben in Rektaszension-Koordinaten¹⁴) auf der Ekliptik bestimmt (siehe Abbildung [Ekliptik](#)). Diese Daten werden als Tabelle in der Lernsoftware, in einem der Anwenderin nicht zugänglichen Bereich, gespeichert.

Die Lage der Sonne und der einzelnen Planeten auf der Ekliptik kann für jedes beliebige Datum vorhergesagt werden. Solche Vorhersagen gelangen einigen Gelehrten schon in der Antike. Als Grundlage dienten Beobachtungen, die sich über Jahrhunderte erstreckten. Dass es möglich ist, die zukünftigen Positionen der erwähnten Himmelskörper durch das genaue Aufzeichnen und Analysieren ihrer Vergangenheit zu bestimmen, muss der Anwenderin plausibel erscheinen. Zwar wird in der Lernsoftware zur Bestimmung der Vorhersagen ein Programm eingesetzt, aber auch dieses stützt sich indirekt auf Beobachtungen ab.

Gibt die Anwenderin ein Beobachtungsdatum ein, werden im Hintergrund die Vorhersagen (sprich Rektaszension-Koordinaten) der Himmelskörper berechnet. In der versteckten Tabelle werden die zu diesen Rektaszension-Koordinaten gehörenden x- und y-Werte für das jeweilige Panorama herausge-

¹³ Die Sonne bewegt sich von der Erde aus gesehen durch die Tierkreis-Sternbilder. Sie braucht genau ein Jahr bis sie alle Tierkreis-Sternbilder einmal durchwandert hat. Diese gedachte Linie der Sonnenbahn am Himmelsgewölbe nennt man *Ekliptik*.

¹⁴ Um die Positionen von Gestirnen am Himmelsgewölbe festzulegen, werden häufig die so genannten Äquatorialkoordinaten eingesetzt: Der Himmelsäquator ist die Projektion des Erdäquators auf die Himmelskugel. Die Entfernung eines Gestirns vom Himmelsäquator wird als Koordinate *Deklination* angegeben und in Grad gemessen. Gestirne, die auf dem Himmelsäquator liegen, haben eine Deklination von 0°, der Himmelsnordpol demgegenüber hat eine Deklination von 90° und der Himmels-südpol eine von -90°. Die zweite Koordinate - die so genannte *Rektaszension* - liegt auf dem Himmelsäquator. Als Nullpunkt der Rektaszension dient der Frühlingspunkt, der Punkt also, wo die Sonne bei Tag- und Nachtgleiche im Frühling am Himmelsgewölbe steht (vgl. KELLER 2000, S. 33f). Die Rektaszension wird in Stunden, Minuten und Sekunden angegeben (24 h entsprechen 360°).

geben und die gespeicherten Bilder der Sonne und Planeten an die so bestimmten Positionen eingesetzt.

6. Ausblick

Im Oktober 2005 testen mehrere Schulklassen die Lernsoftware. Im Januar 2006 werden die letzten Korrekturen vorgenommen und im März 2006 kommt die Software, inklusiv didaktischem Beiheft, auf den Markt. Die CD-ROM *Sterne erleben – die Dias* kann ebenfalls auf diesen Zeitpunkt erwartet werden.

Ende Juni 2006 werden die restlichen Produkte des VC_astro-Projekts veröffentlicht: Die Lernplattform *sterneerleben.info* zur Unterstützung der Lehrkräfte, Kinder und Eltern wird aufgeschaltet. Weitere Arbeitsblätter und Bauanleitungen zur Herstellung von Anschauungsmaterialien können erworben werden. Und die Sternenpanoramen werden im Buch *Sterne erleben – der Weg übers Schilthorn* auch noch in gedruckter Form zur Verfügung gestellt; neben den Fotos werden im Buch auch theoretische und praktische Beiträge zu dieser speziellen Art der Sternenfotografie sowie Erlebnisberichte zu finden sein.

28.08. 2005, heinz.hofer@phbern.ch

7. Literatur

- ANWALT DES KINDES Kommission (1991): *Schlüsselqualifikation – Chancen und Grenzen der Berufsorientierung durch Schule*. Mainz: Ministerium für Bildung, Frauen und Jugend. Online: www.anwalt-des-kind.de/bildung-rp.de (/Bisherige Veröffentlichungen/ Empfehlung 15, 15.09.2005).
- BERNER Hans (1999): *Didaktische Kompetenz. Zugänge zu einer theoriegestützten bildungsorientierten Planung und Reflexion des Unterrichts*. Bern: Haupt.
- BRUNNER Joe (1991): *Individualisierung und Differenzierung. Versuch einer terminologischen Klärung*. In: schweizer schule 12/91. Zug: Klett.
- BÄHR Hans Walter (1987): *Albert Schweitzer: Leben, Werk und Denken mitgeteilt in seinen Briefen*. Heidelberg: Lambert Schneider.
- BRÜHLMEIER Arthur: Grundgedanken [Heinrich Pestalozzis]. Online: www.heinrich-pestalozzi.de (/Grundgedanken/ Erziehung und Bildung, 25.06.2005).
- CLAUSLITZER Lutz (2004): *Die Tugenden des Astronomieunterrichts*. Dieser Aufsatz entstand im Rahmen der Initiative „Pro Astro 10“ im Bundesland Sachsen. Online: www.lutz-clausnitzer.de (/Astronomie/ Pro Astro 10/ hoher Bildungswert, 01.09.2005).
- DECI Edward L., RYAN Richard M. (1993): *Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik*. In: Zeitschrift für Pädagogik, Heft 2/93. Weinheim: BELTZ.
- DUDEN (1999): *Das Fremdwörterbuch*. Augsburg: Weltbild.
- FALK Christine: *Sich selbst erfüllende Prophezeiungen in der Schule*. Online: www.iflw.de (/Veröffentlichungen, 19.06.2005).
- FATZER Gerhard (1993): *Ganzheitliches Lernen. Humanistische Pädagogik und Organisationsentwicklung*. Paderborn: Junfermann.
- FLAMMARION Camille (1888): *L'atmosphère, météorologie populaire*. Paris: Librairie Hachette. Buch konnte (noch) nicht gefunden werden.
Online: <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/material/db/22/herget.pdf> (S. 19, 01.09.2005); http://www1.buchladen8.de/buch_6/Flammarion_Camille.html (01.09.2005); www.georgpeez.de/texte/flamm.htm#3 (01.09.2005).
- FLAMMARION Camille (1906): *Himmelskunde für das Volk*. Neuenburg: Zahn.
- FRANKEL Viktor E. (2004): *Der Mensch vor der Frage nach dem Sinn*. München: Piper.
- GASSER Peter (1997): *Neue Lernkultur. Eine integrative Didaktik*. Gerlafingen: Peter Gasser.
- GNAM Gabriela (1998): *Das Selbstbild in der Adoleszenz. Eine empirische Studie zur Wahrnehmung der eigenen Person und des familiären und ausserfamiliären Umfeldes*. Abhandlung zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät der Universität Zürich. Zürich: Studentendruckerei.
- GÖTZ Rainer (1998), Hrsg.: *Handbuch des Physikunterrichts. Sekundarbereich I*. Band 8. Köln: Aulis.
- GRUEN Arno (2002): *Der Fremde in uns*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- GRUEN Arno (2003): *Verratene Liebe – Falsche Götter*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- GRUEN Arno (2004a): *Der Verrat am Selbst. Die Angst vor Autonomie bei Mann und Frau*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- GRUEN Arno (2004b): *Focus*. Sendung des Schweizer Radio DRS 3 vom 29.03.2004. Bern: Radiokiosk.
- HÄUSSLER Peter, BÜNDNER Wolfgang, DUIT Reinders, GRÄBER Wolfgang, MAYER Jürgen (1998): *Naturwissenschaftliche Forschung: Perspektiven für den Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- HELLER Heribert (2001-2005): *Bewährtes und Zukunftsorientiertes muss man erhalten: Astronomieunterricht in Sachsens zehnten Klassen*. Website der Initiative „Pro Astro 10“ im Bundesland Sachsen. Online: www.lutz-clausnitzer.de (/Astronomie/ Pro Astro 10, 01.09.2005).
- HELLER Heribert (2004): *Argumentation für den Erhalt des Astronomieunterrichts*. Dieser Argumentationskatalog entstand im Rahmen der Initiative „Pro Astro 10“ im Bundesland Sach-

- sen. Online: www.lutz-clausnitzer.de (/Astronomie/ Pro Astro 10/ Argumente, 01.09.2005).
- HERSCHKOWITZ Norbert (2004a): *Wichtig zu wissen beim Lernen: Das Hirn fühlt mit*. In: Berner Schule, Januar 2004.
- HERSCHKOWITZ Norbert (2004b): *Neurobiologische Grundlagen für pädagogisches Handeln*. Vortrag im Medienzentrum Schulwarte Bern vom 24. November 2004.
- HOFER Heinz (2001a): *Sternbilder kennen lernen*. Erstellt im Rahmen der Diplomarbeit zur Erlangung des Weiterbildungsdiploms der Universität Bern in Fachdidaktik Naturwissenschaften. Bern: Universität.
- HOFER Heinz (2001b): *Planetarium Wilderswil 1994-2001: Die Verwirklichung eines Grossprojekts aus den Perspektiven des Konstruktivismus und der Entwicklung des Selbstwerts*. Erstellt im Rahmen der Diplomarbeit zur Erlangung des Weiterbildungsdiploms der Universität Bern in Fachdidaktik Naturwissenschaften. Bern: Universität.
- HOFER Heinz; AESCHLIMANN Jörn; BRUNNER Willy; MOOR Andrea; MOSER Pia (2003): *Ein Weg entsteht, indem man ihn geht. Die Neuen Medien im ILLB Bern Marzili*. Bern: PHBern, Institut Vorschulstufe und Primarstufe, Brückenstrasse 73.
- HOFER Heinz, DUMMERMUTH Isabelle, KRÄHENBÜHL Beat, STAUFFER Sophie (2006a): *VC_astro – sich seine eigene Sternwelt konstruieren*. Abschlussbericht des gleichnamigen Entwicklungsprojekts der PHBern. Bern: PHBern, Institut Vorschulstufe und Primarstufe, Brückenstrasse 73. Erscheint im Juni 2006.
- HOFER Heinz, DUMMERMUTH Isabelle, KRÄHENBÜHL Beat, STAUFFER Sophie (2006b): *Sterne erleben – der Weg übers Schilthorn*. Interlaken: Schläfli & Maurer. Erscheint im Juni 2006.
- HOFER Heinz, DUMMERMUTH Isabelle, KRÄHENBÜHL Beat, STAUFFER Sophie (2006c): *Sterne erleben – die Dias*. CD-ROM mit rund 350 ausgewählten Dias zu den Themen *Sternbilder, Mondfinsternis, Mondphasen, Mondlauf, Sonnenfinsternisse und Lauf der Planeten*. Wilderswil: Eigenverlag. Erscheint im Juni 2006.
- JUUL Jesper und JENSEN Helle (2005): *Vom Gehorsam zur Verantwortung – Für eine neue Erziehungskultur*. Weinheim: Beltz.
- KELLER Hans-Ulrich (2000): *Astrowissen. Zahlen, Daten, Fakten*. Stuttgart: Kosmos.
- KLINGER Udo (2005): *Mit Bildungsstandards Unterrichts- und Schulqualität entwickeln*. In: Jahresheft des Friedrichsverlages, XXIII/2005. Seelze: Erhard Friedrich.
- KRÜGER Ralph (2001): *Teamlife*. Zürich: Werd.
- LABUDDE Peter (2000): *Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II*. Bern: Haupt.
- LANGMAACK Barbara (2001): *Einführung in die Themenzentrierte Interaktion TZI*. Weinheim: Beltz.
- PEEZ Georg (2002): *Ein vermeintlich mittelalterlicher Holzschnitt zur Darstellung pädagogischer und kunstpädagogischer Grenz- und Erfahrungsphänomene*. Online: www.georgpeez.de/texte/flamm.htm#3 (letzte Änderungen: 19.07.2004)
- PESCHEL Falko (2003): *Vom Edutainment zur kreativen Herausforderung: Der Computer als Werkzeug im Offenen Unterricht*. In: THISSEN Frank (Hrsg.): *Multimedia-Didaktik in Wirtschaft, Schule und Hochschule*. Berlin: Springer.
- RIEPE Lydia (1998): *Kinder im Sport: Talent, Motivation und Selbsterleben*. Dörenhagen: Manfred Zindel.
- SCHADEWALDT Wolfgang (1976): *Sternsagen*. Frankfurt am Main: Insel.
- SCHOLL Armin (2002): *Systemtheorie und Konstruktivismus in der Kommunikationswissenschaft*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- SCHWAB Susanne (2005): *Die Bedeutung der Themenzentrierten Interaktion im selbstgesteuerten Lernen*. Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades der Diplom-Pädagogin. Berlin: Freie Universität.
- SIEBERT Horst (2003): *Pädagogischer Konstruktivismus. Lernen als Konstruktion von Wirklichkeit*. München: Luchterhand.
- SIRIUS (2001): *Sirius Sternkarte. Grosses Modell*. Online: www.freemedia.ch (/astroprogramm, 22.06.2005)
- STADELMANN Willy (2001): *Lernen aus Sicht der Neuropsychologie*. Referat vom 7. November 2001 in Langnau im Rahmen der Weiterbildungsveranstaltungen der LEBE Emmental. Online: www.zebis.ch (/Lehrperson, 15.06.2005).
- TRAUTWEIN Ulrich (2003): *Schule und Selbstwert*. Münster: Waxmann.
- TULODZIECKI Gerhard, HERZIG Bardo (2004): *Mediendidaktik*. Handbuch Medienpädagogik, Band 2. Stuttgart: Klett-Cota.
- WAGENSCHHEIN Martin (1976): *Die pädagogische Dimension der Physik*. Braunschweig: Westermann.
- WAGENSCHHEIN Martin (1980): *Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge*. Stuttgart: Klett.
- WAIBEL Eva Maria (2002): *Erziehung zum Selbstwert*. Donauwörth: Auer.
- DE WECK Roger (2004): *Das Spiel der Medien*. In: WÜTHRICH Peter (Hrsg.): *Lernen und Lehren mit Medien im Sport. Referate, Workshops, Konsequenzen aus der Fachtagung*. Schriftenreihe des Bundesamtes für Sport Magglingen, Nr. 83. Herzogenbuchsee: Ingold.