

Hartmut Retzlaff



# Faszination Bionik – wie hängen Natur und Technik zusammen? Projekt- ideen aus Italien

## Analogen zwischen Biologie und Technik

### Vom Trinken

(Christian Morgenstern, 1871–1914)

Sieh zu! Sieh zu!  
Wie trinkt das Pferd?  
Wie trinkt die Kuh?

Sie gießen das Wasser nicht in den Schlund  
wie du.

Sie nehmen es erst ganz sachte,  
ganz sachte,  
sie nehmen es erst ganz sachte,  
ganz vorn, ganz vorn in den Mund.

Da wird das kalte Wasser warm  
und schadet nicht dem Krage  
und schadet nicht dem Magen  
und schadet nicht dem Darm.

### Siehst du?

Die erzieherische Absicht dieser Verse ist offensichtlich – es wird Kindern eine Verhaltensregel vermittelt. Dies allerdings nicht mit erhobenem Zeigefinger, sondern anhand einer Naturbeobachtung („Sieh zu! Sieh zu!“). Durch die Übertragung der konkreten Anschauung (bei Pferd und Kuh) auf den neuen Bereich der Lebenswelt des Kindes wird ein Wissenszuwachs durch Analogieschluss erzielt („Siehst du?“). In der Sprache der Lernpsychologie: Die Übertragbarkeit des Wissens wird durch die gemeinsame Codierung von konkretem und abstraktem Wissen erzielt (Reeves/Weisberg: 1994, S. 382: „encoding of the base and target analogues“). In der Praxis bedeutet das, „zwischen zwei ähnlichen Objekten oder Situationen werden Übereinstimmungen gesucht, um Informatio-

nen von der besser bekannten Situation auf die unbekanntere zu übertragen“ (Hofmann: 2011, S. 1). Das Lernen über Analogien ist besonders lerneffektiv.

Auf diesem Analogieprinzip beruht das Konzept der Bionik, der Übertragung von Formen und Funktionen aus der Biologie auf die Technik – oder wie es in einem erfolgreichen Sachbuch für Kinder heißt: „Ähnlichkeiten von Form, Funktion oder anderen Eigenschaften zwischen Natur und Technik – solche Ähnlichkeiten bezeichnet man als Analogien“ (Belzer: 2010, S. 18).

Auf diese Idee gehen wir weiter unten in diesem Beitrag näher ein.

### CLILiG in Italien

Seit 2005 setzt sich das Goethe-Institut Italien verstärkt für den Fachunterricht in deutscher Sprache (CLILiG) an italienischen Schulen ein. Dies mit zwei besonderen Zielsetzungen:

## 1 Umsetzung der europäischen Empfehlungen in die konkrete Arbeit des Goethe-Instituts

Seit dem Europäischen Jahr der Sprachen 2001 wird CLIL als einer der zentralen Ansätze in der europäischen Politik der Mehrsprachigkeit betrachtet. 2002 gab der Europarat in Barcelona der Mehrsprachigkeitspolitik einen weiteren starken Impuls, als er dafür plädierte, dass innerhalb der EU mindestens zwei Sprachen neben der Muttersprache erlernt werden sollten. Im Anschluss lancierte die Europäische Kommission einen Aktionsplan, der vorsah, dass der CLIL-Ansatz bei der Förderung der Mehrsprachigkeit in Europa eine entscheidende Rolle spielen sollte. Es wurde eine Reihe von Initiativen gestartet, zu denen auch die Eurydice-Forschung zur vergleichenden Fremdsprachenpolitik in Europa unter besonderer Berücksichtigung des CLIL zählt.

## 2 Attraktivere Gestaltung des Deutschunterrichts durch seine fächerübergreifende Etablierung

Auf dem Weg dorthin sind in Italien wie in anderen Ländern Europas viele Ansätze zu vertiefen und Programme auf unterschiedlichsten Ebenen zu entwickeln. Die wichtigsten treffen:

- Förderung von Best-Practice-Projekten und der Öffentlichkeitsarbeit für CLIL
- Entwicklung von CLIL-Unterrichtsmaterialien
- Integration von CLIL in Curriculum und Schulorganisation
- Implementierung einer Aus- und Fortbildung für CLIL-Lehrer

In diesem Zusammenhang entwickelte das Goethe-Institut Mailand in Zusammenarbeit mit dem Schulamt für die Lombardei und unter fachlicher Beratung durch Dieter Wolff (Universität Wuppertal) einen Leitfaden zu „CLIL in deutscher Sprache in Italien“, der klare Lernziele auch für niedrige Sprachniveaus anhand von Beispielen aus naturwissenschaftlichen, geisteswissenschaftlichen und musischen Fächern formuliert.

Im selben Jahr 2011 veranstaltete das Goethe-Institut Italien in Zusammenarbeit mit dem italienischen Bildungsministerium MIUR eine Tagung mit anschließender Publikation zur Einbettung von CLILiG in die konkrete Schulorganisation. Die leitenden Fragestellungen waren hierbei:

Wie lässt sich Sach- und Fachunterricht in deutscher Sprache in den Schulen ein- und durchführen?

Wie können die Schulen dabei die Prinzipien der Schulautonomie und der Flexibilität nutzen?

Wie kann das Schulpersonal entsprechend eingesetzt und wie können CLIL-Unterrichtsmaterialien entwickelt werden?

Zusätzlich zu diesen Initiativen wurde bereits vorher in Zusammenarbeit mit Federica Ricci Garotti (Universität Trient) jeweils ein „CLIL-Koffer“ für die Grund- und die Mittelschule (1.–5., 6.–8. Schuljahr) entwickelt.

### MINT

Gleichzeitig engagiert sich das Goethe-Institut Italien seit 2004 im MINT-Bereich. Wir gehen hierbei davon aus, dass „die heutige Wissensgesellschaft [...] eine anspruchsvolle mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung als Teil der Allgemeinbildung vermitteln sowie kontinuierlich Nachwuchs

für mathematisch-naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Berufe hervorbringen“ muss, wie es in einem unveröffentlichten Positionspapier der Zentrale des Goethe-Instituts aus dem Jahre 2013 zum Thema „MINT“ heißt.

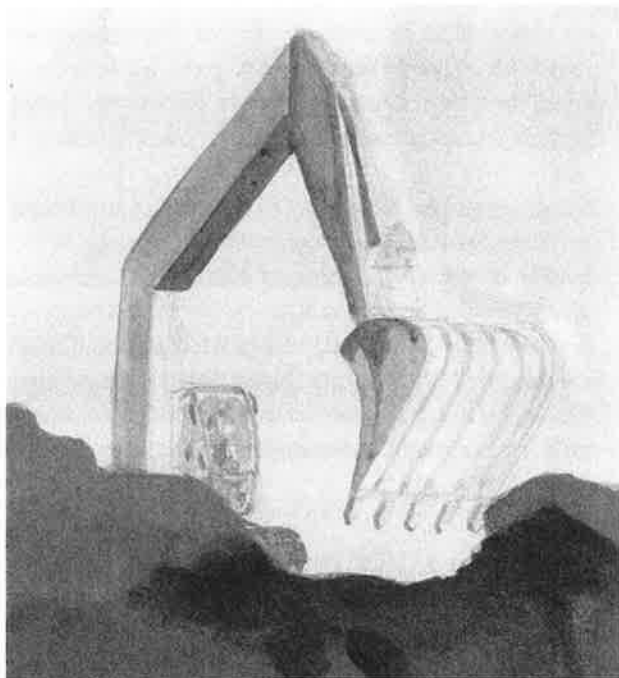
Dieses Engagement führte von einer Tagung mit internationalen Fachdidaktikern für Mathematik 2004 über die Mitwirkung an der römischen Tagung der International Commission of Mathematical Instruction 2008 und der Durchführung von Schulworkshops und einer Fachtagung mit Albrecht Beutel-spacher vom Mathematikum Gießen 2009 bis hin zur Organisation der Ausstellung des Mathematikums Gießen „Mathematik zum Anfassen“ an verschiedenen Standorten in Italien 2014.

### CLIL- und MINT-Projekte in Italien

So entstand langsam der naheliegende Gedanke, die beiden thematischen Bereiche CLIL und MINT in neue Projekte zusammenzuführen. Zunächst geschah dies 2009/2010 im trinationalen (deutsch-französisch-italienischen) Projekt „Scienze e Lingue“ („Naturwissenschaften und Sprachen“), in dessen Rahmen binationale Schulpartnerschaften selbst gewählte Themen wie „Ökosystem Fluss“, „Wasserkreislauf“ oder „Ernährung und Verdauung“ bearbeiteten. Eine wesentliche Erkenntnis aus diesem Projekt betraf die Tatsache, dass die Dynamik handlungsorientierten Sprachunterrichts mit seinen lebensweltnahen Kommunikationsprozessen modernem naturwissenschaftlichem Unterricht strukturell homolog ist, da beide auf einem empirisch-experimentellen Ansatz beruhen. Überdies beginnen die Lernenden bereits auf niedrigem Sprachniveau, für ihre Beschreibungen eine einfache, aber naturwissenschaftlich adäquate Ausdrucksweise zu entwickeln.

Die positiven Erfahrungen, die wir hierbei gemacht hatten, ermutigten uns, 2012 ein Bionik-Projekt durchzuführen. Dass wir hierbei einen aktuellen Nerv getroffen hatten, beweist allein schon die Vielzahl der Partner – hier vor allem Bionik-Sigma Education –, die wir neu gewinnen konnten. Bereits die Formel von der „Natur als Erfinderin und Ideengeberin“ (Sigrid Belzer) verfehlt ihre Wirkung nicht auf das jugendliche Publikum. Hinzu kommt die große Attraktivität eines entdeckenden Lernens. Aber auch die Lehrenden genießen es, sich in einer offenen, experimentellen Situation zu befinden.

Im Zusammenhang mit der Thematik „Bionik und CLIL“ kam uns sofort die Idee, das o. g. analogische Prinzip durch Bildkarten zu illustrieren, wo durch die Zuordnung der passenden Paare wie beim Memory©-Spiel auf vergnügliche Weise Erkenntnisprozesse ausgelöst werden. Dabei ist festzuhalten, dass diese Zuordnungen erst einmal nur Analogien identifi-



Wurde die Baggerschaufel von der „Schaufel“ des Maulwurfs inspiriert? – Vgl. auch andere farbige Bionik-Memorykarten in der Mitte dieses Heftes.  
Illustrationen von Valentina Cardenali

zieren, nicht jedoch (oder nur in Ausnahmefällen) die Nachahmung der Natur durch Ingenieure. So kann man nicht im Ernst behaupten, die Baggerschaufel sei den Pfoten des Maulwurfs nachkonstruiert.

Wohl aber wird einem Kind anschaulich, also vorbegrifflich deutlich, dass beide auf demselben Funktionsprinzip beruhen (vgl. hierzu den Stundenentwurf von Ulrike Tietze auf S. 17). Einige ausgewählte Analogiebildkarten in der Heftmitte geben eine Vorstellung davon, wie im Unterrichtsgeschehen spielerisch zum Thema Bionik hingeführt werden kann.

## Projektbeschreibung

Unser Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, CLIL (Content and Language Integrated Learning) mit dem thematischen Bereich Bionik zu verknüpfen. Das Thema Bionik fasziniert Kinder und Jugendliche ganz besonders, nimmt die Scheu vor naturwissenschaftlichen Themen und ist deshalb hervorragend für den fächerübergreifenden Unterricht geeignet. Deutschland als Wissenschaftsstandort ist auch auf dem Gebiet der Bionik weltweit eine der führenden Nationen. Insgesamt 14 deutsche Universitäten und Fachhochschulen bieten einen Studiengang Bionik an. Es gibt also viele gute Gründe, Schülerinnen und Schüler mit diesem Thema bekannt zu machen und ihnen die entsprechende Fachsprache zu vermitteln.

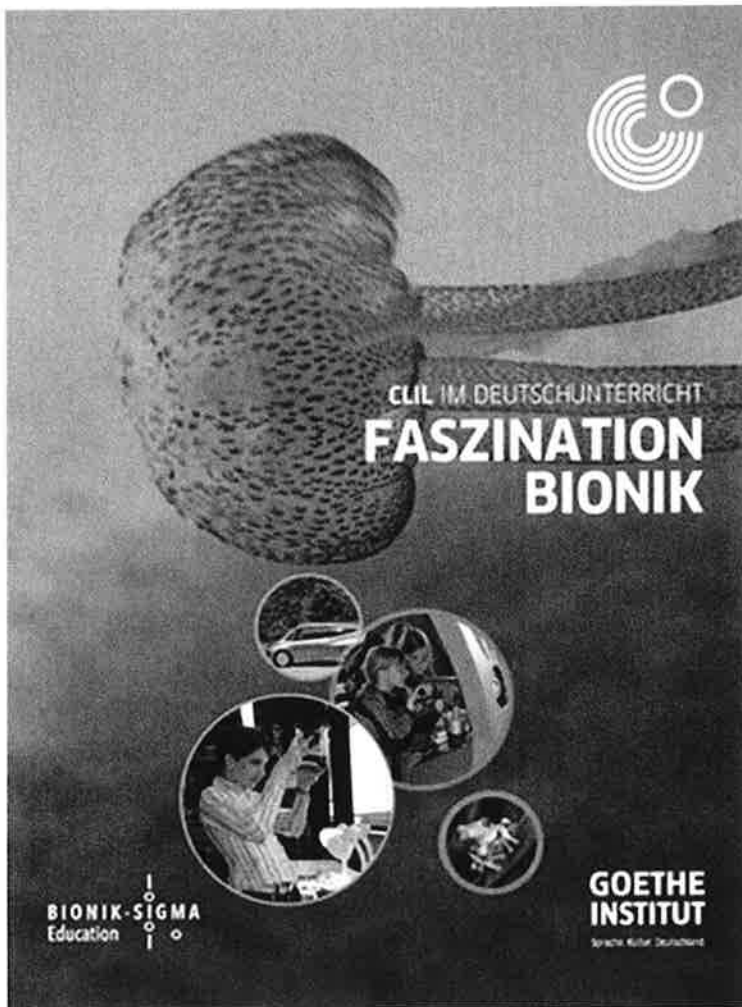
Im Einzelnen verfolgen wir dabei folgende Ziele:

- Förderung von CLILiG (CLIL in German) und MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik)
- Sichtbarkeit des Unterrichts Deutsch als Fremdsprache über das Fach Deutsch und den Schulunterricht hinaus
- Sympathiewerbung für Deutsch an italienischen Schulen durch ein attraktives Zusatzangebot
- Sensibilisierung und Förderung des Nachwuchses in innovativen und zukunftsfähigen Bereichen

## Projektverlauf

Zur Einführung in das Thema Bionik veranstaltete das Goethe-Institut Rom ein Seminar für Deutsch- und Naturkundelehrer von acht ausgewählten Schulen. Aus einigen Teilnehmern bildete sich eine Arbeitsgruppe, die von Februar bis zum September 2012 Materialien zu CLIL und Bionik für die teilnehmenden Schulen entwickelte. Danach wurden durch die Referenten von Bionik-Sigma an sieben italienischen Schulen und der Deutschen Schule Rom Workshops für Schüler in deutscher Sprache durchgeführt.

Hierauf folgte die Veröffentlichung von Faszination Bionik – CLIL im Deutschunterricht in Zusammenarbeit mit Bionik-Sigma, der Deutschen Schule Rom, dem römischen Kindermuseum Explora und der Daimler AG, der die DVD „Patente Natur – Wie die Umwelt von der Bionik profitiert“ des baden-württembergischen Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft beigelegt ist.



*„Das Experimentieren hatte den größten Erfolg. Sprachlich war der Workshop auch sehr gut, die Schüler konnten viel verstehen oder aus der Situation erschließen. Die Naturwissenschaftskollegin war begeistert.“*

Diese deutsch-italienische zweisprachige Veröffentlichung enthält – neben Beiträgen zur Einführung in das Thema – Bausteine für den CLIL-Bionik-Unterricht sowie Erfahrungsberichte aus der Schulpraxis. Die Veröffentlichung kann zusammen mit den Analogbildkarten über das Goethe-Institut Rom bezogen werden.

Wie eine Lehrerin einen Workshop mit Bionik-Sigma Education resümiert:

Auf dem Internationalen Deutschlehrtag IDT 2013 in Bozen wurde das Projekt ebenfalls vorgestellt. Seit Herbst 2013 ist die Ausstellung „Abgucken erlaubt!“ am Kindermuseum Explora in Zusammenarbeit mit der Daimler AG, Rom zu sehen. Die Einführung der Museumsmitarbeiter erfolgte durch Bionik-Sigma. Seitdem finden dort zahlreiche didaktische Workshops und Führungen für Schulklassen und Familien statt. Das Goethe-Institut Rom hat in der Folgezeit weitere Fortbildungsseminare und Workshops zur Thematik MINT organisiert und zu diesem Zweck auch italienische Lehrer als Fortbilder weitergebildet.

## Literatur

- Belzer, Sigrid (2010): Die genialsten Erfindungen der Natur – Bionik für Kinder. 4. überarb. Aufl. Frankfurt am Main.
- Goethe-Institut Italien (2013): Faszination Bionik – CLIL im Deutschunterricht. Rom.
- Goethe-Institut Italien; MIUR – Direzione Generale per gli Affari Internazionali (2011): Il CLIL in Tedesco nella Scuola Secondaria Superiore – La risposta a sei domande chiave. Rom.
- Hofmann, Jacqueline (2011): Lernen von Mathematik über Analogien. Bamberg.
- MIUR – Direzione Generale per gli Affari Internazionali; Ambassade de France en Italie – BCLA; Goethe-Institut Italien (2010): Scienze e Lingue – Percorsi di apprendimento integrato nelle scuole italiane, francesi e tedesche. Rom.
- Reeves, Lauretta M.; Weisberg, Robert W. (1994): The Role of Content and Abstract Information in Analogical Transfer. In: Psychological Bulletin 115, S. 381–400.
- Wolff, Dieter; Quartapelle, Franca (2011): CLIL in deutscher Sprache – Ein Leitfaden. Mailand.

## Bausteine für den CLIL-Bionik-Unterricht

Baustein 1: *Wir lernen von der Natur – was ist Bionik?*

### Arbeitsblatt

Name und Vorname:

---

#### Teil 1:

Was ist das Vorbild für die Technik? Schreibt bitte vollständige Sätze nach dem Schema und verwendet die Wörter aus der folgenden Liste:

der Krebs – der Vogel – der Saugnapf – der Maulwurf – die Pinzette – das Chamäleon – die Baggerschaufel – der Tintenfisch – die Schere – der Entenfuß – der Fliegenfänger – die Schwimmlösse (alle Abbildungen hierzu finden Sie in diesem Heft auf S. 33–36)

		Präposition	+ Akkusativ
Der Entenfuß	ist das Vorbild	für	die Flosse

Biologie

+

Technik

= B \_ \_ \_ \_ k

#### Teil 2

### Arbeitsauftrag

1. Welche weiteren Analogien zwischen Biologie und Technik kennt ihr? Formuliert sie bitte in ganzen Sätzen.


2. Wie funktionieren diese Analogien? Diskutiert! (Ggf. in der Muttersprache)

**Baustein 1 für den CLIL-Bionik-Unterricht: wir lernen von der Natur – was ist Bionik?**

Zeit	Phase	Kompetenz	Inhalt/Methode/Aufgaben- und Fragestellung	Sozialform	Material	LZK
0-5	Einstieg	Erkennen von Analogien zwischen Biologie und Technik	Abbildungen von Entenfuß und Schwimmflosse werden an die Wandtafel gehängt oder projiziert F: Was seht ihr? Was haben Entenfuß und Schwimmflosse gemeinsam?		Tafel, Bildkarten oder Whiteboard	
5-20	Motivation	Kennenlernen weiterer Analogien zwischen Biologie und Technik, Erarbeiten des neuen Wortschatzes, Bilden von Hypothesen über Zusammenhang zwischen Biologie und Technik	Bildkarten mit Begriffen aus Biologie und Technik werden an Schüler verteilt. AA: Steht auf und sucht euren Partner mit dem analogen Kärtchen. Anschließend: F: Warum gehören eure Karten zusammen? Die Partner schreiben zu den Analogien vollständige Sätze nach dem Modell „Der Entenfuß ist das Vorbild für die Schwimmflosse.“ in das Arbeitsblatt, Teil 1. Anschließend lesen die Schüler ihre Sätze vor, die Klasse bestätigt das Ergebnis oder verbessert es.		Bildkarten (in diesem Heft zum Teil abgedruckt, Originale zu beziehen über das Goethe-Institut Rom!)	Vergleich der Partnerergebnisse, Hypothesenbildung im Plenum
20-40	Vertiefung	Festigen der Ergebnisse, Festigen des Wortschatzes, Schreiben von Sätzen nach Schema		o-o	Arbeitsblatt Teil 1	Ausfüllen des Arbeitsblatts
40-45	Begriffsentwicklung Bionik und Analogie	Entwickeln und Erlernen von neuen Begriffen	Tafelbild: Bild 1 Entenfuß + Biologie Schwimmflosse + Technik Bionik Analogien zwischen Biologie und Technik		Tafel oder Whiteboard	Kontrolle durch Schüler im Plenum
45-60	Transfer	Finden weiterer bionischer Anwendungen, Schreiben und Sprechen von vollständigen Sätzen nach Vorbild, Grobverstehen eines Kurzfilms	Eventuell mit einem Kurzfilm der Deutschen Welle: <i>Bionik: Wie aus Geckofüßen Hightech wird,</i> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=K8NdBSBrXpY">www.youtube.com/watch?v=K8NdBSBrXpY</a> AA: 1. Welche weiteren Analogien zwischen Biologie und Technik seht ihr? Formuliert sie bitte in ganzen Sätzen. 2. Wie funktionieren diese Analogien?	o-o-o	Kurzfilm 5:46 Minuten Arbeitsblatt Teil 2	Vergleich der Ergebnisse im Plenum

**Abkürzungen:**

AA	Arbeitsauftrag		Frontalunterricht
AB	Arbeitsblatt	o	Einzelarbeit
AC	Arbeitsgruppe	o-o	Partnerarbeit
F	Frage	o-o-o	Gruppenarbeit
PPT	PowerPoint		
TA	Tafelanschrieb		
LZK	Lernzielkontrolle		Plenum

**Symbole für Sozialformen im Unterricht:**

	Frontalunterricht
	Lehrer-Schüler-Gespräch
	Plenum

Unterrichtsskizze: Ulrike Tietze