

Wissensvermittlung aus der Vogelperspektive – Fernerkundung und Raumfahrt in Schulen

ANDREAS RIENOW¹, HENRYK HODAM¹, GUNTER MENZ¹ & KERSTIN VOß²

Zusammenfassung: Nicht erst der Langzeitaufenthalt von Alexander Gerst auf der Internationalen Raumstation (ISS) hat die Themenkomplexe „Raumfahrt“ und „Fernerkundung“ mehr in das Bewusstsein der deutschen Öffentlichkeit gerückt. Schon lange vor Gersts faszinierenden Twitter-Posts sind erdbeobachtende Bilder Teil des Alltags geworden und lassen sich im Wetterbericht der Nachrichten oder in Geoinformationsapplikationen wie Google Earth wiederfinden. Die beiden didaktischen und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) geförderten Projekte „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) und „Columbus Eye – Live-Bilder von der ISS im Schulunterricht“ der Arbeitsgruppe Fernerkundung an der Universität Bonn verfolgen das Ziel, die Erdbeobachtung aus dem All nachhaltig und umfassend in den Schulunterricht zu integrieren. Columbus Eye wird in enger Kooperation mit NASA, ESA und dem DLR durchgeführt und begleitet Gersts Raumflug mit Videos von vier am Columbus Labor befestigten HD-Kameras. Die handelsüblichen Aufnahmegерäte decken drei Perspektiven ab und sollen die Schüler über das europäische Engagement in Raumfahrt und Erdbeobachtung informieren. Unter www.columbuseye.uni-bonn.de ist nicht nur ein Archiv zu den Videos und Bildern von der ISS zu finden, sondern auch ein „Observatorium“, das Schülern die Möglichkeit bietet, eigenständig mit den ISS-Bildern zu arbeiten. Das didaktische Konzept orientiert sich dabei am moderaten Konstruktivismus, welcher auch die Grundlage für die Entwicklung der FIS-Materialien bildet. Während sich „Columbus Eye“ auf die ISS-Kameras fokussiert, nutzt das FIS-Projekt die ganze Bandbreite von Fernerkundungssensoren wie Landsat, RapidEye, Meteosat oder TerraSAR-X. Das FIS-Lernportal (www.fis.uni-bonn.de) stellt die Unterrichtsmaterialien online zur Verfügung und bietet Lehrern die Möglichkeit, den Lernfortschritt ihrer Schüler nachzuvollziehen und zu bewerten. Der Beitrag erläutert die Ziele, Mittel und Perspektiven von „FIS“ und „Columbus Eye“ und zeigt auf, wie aus dem Zusammenspiel von Arbeitsanweisungen und anschaulich aufbereiteten Hintergrundinformationen Lernkomplexe gebildet werden können, welche die Medien- und Methodenkompetenz sowie das eigenständige Arbeiten der Schüler fördern. So führt der Beitrag in die drei Säulen des FIS-Projektes ein und legt dar, wie sich die ISS-Bilder im Rahmen der „Columbus Eye“-Road Show bei Schulbesuchen mit interaktiven Tools analysieren lassen. Schlussendlich dient die Wissensvermittlung aus der Vogelperspektive schließlich dazu, die Kinder auf anschauliche Weise für die Implikationen des gekoppelten Mensch-Umwelt Systems zu sensibilisieren und ihnen Werkzeuge an die Hand zu geben, mit denen sie den Titel von Gersts Mission „Blue Dot – Shaping the Future“ selbst erleben können.

¹ Geographisches Institut der Universität Bonn, Meckenheimer Allee 166, 53115 Bonn;
E-Mail: [a.rienow, h.hodam, g.menz]@geographie.uni-bonn.de

² Hochschule Koblenz, RheinMoselCampus, Hochschulentwicklung und Qualitätsmanagement,
Konrad-Zuse-Str. 1, 56075 Koblenz; E-Mail: voss@hs-koblenz.de

1 Einleitung

Der ESA Astronaut Alexander Gerst lebte und arbeitete von Mai bis November 2014 im Rahmen der ISS Expedition 40/41 auf der Internationalen Raumstation (ISS). Seine Tweets aus dem All, darunter ein sogenanntes Selfie bei seinem Außenbordeinsatz am 7. Oktober 2014 mit der Erde im Hintergrund, erreichten eine große Öffentlichkeit in Deutschland. Das an der Universität Bonn durchgeführte und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, FKZ 50JR307) geförderte Projekt „Columbus Eye – Live-Bilder von der ISS im Schulunterricht“ begleitete den Raumflug vom Boden aus und versucht auch nach seiner Mission Schüler in die Lage zu versetzen, die Welt mit den Augen eines Astronauten sehen zu können. Die Faszination Raumfahrt wird dazu genutzt, die Erdbeobachtung aus dem All in den Schulunterricht zu bringen und aufzuzeigen, welche Möglichkeiten die Fernerkundung bei der Analyse von Mustern und Prozessen des gekoppelten Mensch-Umwelt Systems bietet. Die Bild- und Videodatenbasis bilden hierfür Aufnahmen von vier am ISS Columbus Labor der ESA installierte Kameras. Columbus Eye ist der einzige europäische Partner der NASA-Mission High Definition Earth Viewing (HDEV) (NASA 2014) und nicht nur am Empfang und der Aufbereitung der Payload, sondern auch an der Steuerung der Kameras beteiligt.

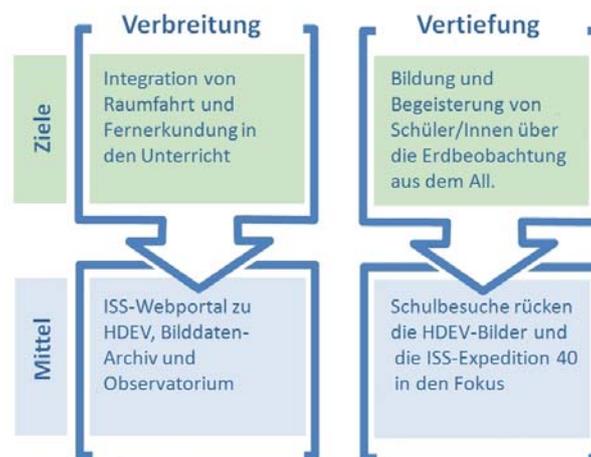


Abb. 1: Ziele und Mittel zur Umsetzung von „Columbus Eye – Live-Bilder von der ISS im Schulunterricht“

Abbildung 1 stellt die beiden Hauptziele des Projektes im Detail dar. Das erste Ziel von Columbus Eye ist die Verbreitung von Wissen über Raumfahrt und Fernerkundung mittels eines Webportals (www.columbuseye.uni-bonn.de). Dieses macht den Live-Stream des HDEV für Jedermann zugänglich. Darüber hinaus bietet es Hintergrundinformationen zu Fernerkundung und Raumfahrt sowie ein GIS-basiertes Video-Archiv. Das Hauptaugenmerk des Portals liegt jedoch auf dem sogenannten „Observatorium“. Dieses beinhaltet interaktive Lerntools zu den HDEV-Bilddaten und ermuntert Schüler eigene Analysen zur Erdbeobachtung von der ISS anzustellen. Das zweite Ziel ist die punktuelle Vertiefung des Wissens über und des Arbeitens mit HDEV. Eine im September gestartete Road Show bringt das Video- und Bildmaterial direkt in die Schulen. Die Schüler werden über Alexander Gerst und seine Mission „Blue Dot“ informiert und durch den Umgang mit einfachen Bildanalysewerkzeugen für den globalen Landschaftswandel sensibilisiert. Bevor HDEV und die dazugehörigen Arbeiten des Columbus

Eye Projektes vorgestellt werden, wird zunächst beleuchtet, wie ein anderes Projekt – „Fernerkundung in Schulen“ – die didaktische und technische Grundlage für das komplementäre ISS-Projekt gelegt hat.

2 Wissensvermittlung aus der Vogelperspektive

Die Fernerkundung als Methodenweig der Geographie bezeichnet die kontaktlose Beobachtung der Erdoberfläche mit Hilfe spektraler Informationen (ALBERTZ 2009). Die Produkte von ihren Sensoren sind Luft- und Satellitenbilder. Sie ermöglichen es, die Erforschung eben jener räumlichen Muster aus der Größenordnung des für das menschliche Auge Überschaubaren herauszuheben und auf das Globale und Unsichtbare auszuweiten. In diesem Sinne werden der Einsatz von und das Arbeiten mit Luft- und Satellitenbildern explizit in den Bildungsstandards zur Geographie in den Kompetenzbereichen „Erkenntnisgewinnung/ Methoden“, „Kommunikation“ und „Beurteilen/ Bewerten“ genannt und gefordert (DGfG 2014). Allerdings findet ein umfassender Umgang mit fernerkundlichen Geodaten nur schwerlich den Eingang in die alltägliche Schulpraxis. Es ist vielmehr festzustellen, dass die Beschäftigung mit diesen Bildmaterialien oftmals auf eine kurze Betrachtung reduziert und lediglich zur additiven Veranschaulichung lehrplanrelevanter Sachverhalte des Erdkundeunterrichts genutzt wird (VOß 2011). Es gilt jedoch das „Bild“ als „Bilddaten“ zu vermitteln, um den Wert der Hochtechnologie „Fernerkundung“ für unsere Gesellschaft verstehen zu können. Genau dieses Ziel verfolgt das Projekt „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) der Universität Bonn. Das Paradigma des Projektes ist es integrative und interdisziplinäre Lernumgebungen zu schaffen, die den Lernenden eine intensive, aktive und selbst gesteuerte Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand ermöglichen und eine permanente Selbstkontrolle durch soziale Interaktion beinhalten (NUNES & MCPHERSON 2003). Hierzu wurde im Rahmen des FIS-Projektes ein umfassendes Lernportal zur Fernerkundung entwickelt (www.fis.uni-bonn.de/) (Abb. 2).



Abb. 2: Beispiele für das Einführungsmodul, die Info-Box, den MeteoViewer und einer Unterrichtseinheit zum Thema Geomethoden im FIS-Lernportal

Das Herzstück des Lernportals bilden die Lernmodule, die Schülern aller Klassen lehrplanrelevante Fernerkundungsthemen näherbringen. Das Design der Lernmodule ermöglicht es den Nutzern, durch interaktive Werkzeuge Methoden wie Klassifikation oder Change Detection selbst anzuwenden. Die Komplexität der Analyse ist auf mehrere Grundfunktionen reduziert und durch die Flash-Umsetzung nahezu auf allen Geräten anwendbar (GOETZKE et al. 2014). Lernmodule samt Klassenmanagement bilden aber nur eine Säule. So steht mit dem Recherchetooll „Info-Box“ ein Nachschlagewerk der Fernerkundung zur Verfügung, das Fachbegriffe und Methoden anhand von eigenen Illustrationen, interaktiven Animationen und kurzen Flash-Filmen erläutert (VOß et al. 2009). Von der Theorie zur Anwendung wiederum geht es in den „Analysetools“. Wie die Lernumgebungen des Projektes, enthalten auch sie Werkzeuge von gängigen Bildbearbeitungsumgebungen. Allerdings ohne, dass sie sich auf ein konkretes Thema des Schulcurriculums beziehen. Der „MeteoViewer“ zeigt aktuelle Bilder des europäischen Wettersatelliten Meteosat-10 an. Im FIS-Tool zum NDVI kann der User eigenständig den bekannten Vegetationsindex aus Satellitenbildern berechnen. Mit dem RGB-Klassifikator wiederum lässt sich auf einfache Weise ein Satellitenbild in eine thematische Karte verwandeln.

Bei der Konzeption und Umsetzung des Portals waren drei Entwicklungsprinzipien maßgeblich:

- **Interaktivität:** Die Lernenden setzen sich selbstständig mit dem digitalen Geomedium auseinander und werden durch handlungssteuernde Strukturen (Hintergrundinformationen, Werkzeuge, Feedback, interaktive Animationen usw.) unterstützt.
- **Intermedialität:** Die Lernumgebung wird mit weiteren Vermittlungsmöglichkeiten (klassische Aufgabenblätter oder Folien, Internet, [digitale] Spiele, Kombination von Fernerkundung mit weiteren Geomedien, unvermittelte Sinneswahrnehmung) gekoppelt, um eine eindimensionale Wissensvermittlung zu vermeiden.
- **Interdisziplinarität:** Die Fernerkundung arbeitet transdisziplinär, bietet sich also *eo ipso* für einen fächerübergreifenden Unterricht an. Die technischen und physikalischen Grundlagen der Fernerkundung werden in den Fächern Mathematik, Physik und Informatik thematisiert. Die Verarbeitung und Analyse von Fernerkundungsdaten sind Gegenstand der anwendungsnahen Fächer Geografie und Biologie.

Besonders die Punkte 1 und 2 sind diejenigen, die auch dem Portal zu den ISS Kameras zugrunde liegen und bei der Entwicklung von Lernmaterialien im Columbus Eye Projekt rundum die HDEV-Mission berücksichtigt werden. Die Kopplung von Raumfahrt und Erdbeobachtung ermöglicht es Columbus Eye einen Schritt über den FIS-Ansatz hinauszugehen. Die objektive Betrachtungsweise, die Satellitensensoren innewohnt, wird mit der subjektiven Wahrnehmung von Astronauten der ISS gepaart.

3 Die Erde mit dem „Auge des Columbus“ beobachten

3.1 Aufnahme und Empfang der HDEV-Payload

Bei den HDEV-Kameras handelt es sich um vier handelsübliche HD-Videokameras. Alle vier besitzen eine vertikale Auflösung von 720p und sind damit im untersten Bereich der HD-Wiedergabe einzuordnen. Die Kameras sind statisch in einer temperaturgeschützten Box

angebracht und decken insgesamt drei Blickrichtungen ab: Die *Aft* (Panasonic[®], Sony[®]) *Forward* (Hitachi[®]) und *Nadir View* (Toshiba[®]) (Abb. 3).

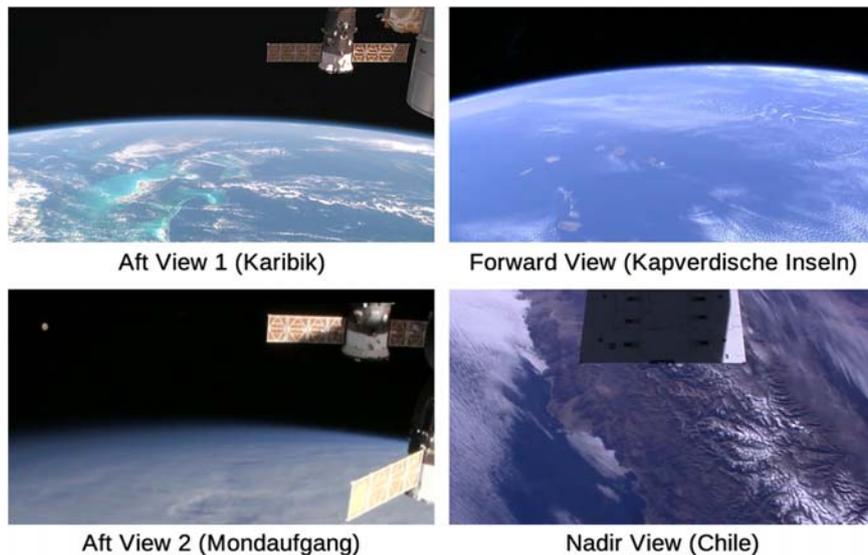


Abb. 3 Beispielbilder der HDEV Kameras und ihrer Perspektiven (Quelle: NASA)

Die Box wurde im April 2014 von dem kanadischen Roboterarm der ISS am Columbus External Payload Adapter (CEPA) befestigt. Der automatische Ablauf wurde zum ersten Mal durchgeführt. Die HDEV Kameras testen neben der robotischen Installation auch die Einsetzbarkeit von handelsüblichen Kameras für zukünftige Raumflüge zum Mond oder zum Mars. Aus diesem Grunde sind sie permanent der extraterrestrischen Strahlung ausgesetzt. Die für die Erdbeobachtung relevante Kamera ist diejenige in Nadir-Position. Sie ist mit einem 1/3“ CMOS-Sensor ausgestattet und weist eine Bildauflösung von 2,1 Megapixel auf. Im Zusammenspiel mit der Flughöhe der ISS (~400 km) liegt eine räumliche Bodenauflösung von ca. 500 m je Pixel vor. Die Funktionsbreite der Kameras ist sehr stark limitiert und auf das Ein- und Ausschalten beschränkt. Es kann immer nur eine Kamera gleichzeitig ausgewählt werden und eine Zoom-, Kipp- oder Schwenkoption ist nicht gegeben. Der Empfang der ISS-Bilddaten erfolgt in Kooperation mit der NASA in der Arbeitsgruppe Fernerkundung des Geographischen Instituts der Universität Bonn im Projekt Columbus Eye. Das elektronische Signal der HDEV-Payload wird von der ISS über das Tracking and Data Relay Satellite System nach White Sands (New Mexico, USA) gesendet und von dort aus zum Payload Operations Integration Center am Marshall Space Flight Centre in Huntsville (Alabama, USA) weitergeleitet. Die weitere Übertragung und finale Speicherung in Bonn (Deutschland) erfolgt mit Hilfe des Telescience Resource Kit (TReK) (SCHNEIDER & LAPENTA 2001). Zur Entfernung des CCSDS-Headers und der damit verbundeneren Konvertierung des Datenpaketes ins gebräuchliche MPEG-4-Format wird der am Johnson Space Center in Houston (Texas, USA) entwickelte HDEV Raw Video Redirector benutzt. Zur weiteren bildbearbeitenden Analyse können einzelne Szenen aus dem Videostream extrahiert werden. Die kostenlose Bereitstellung ausgewählter Videosequenzen im Portal erfolgt mit Hilfe eines Web GIS, welches auf der Drupal CMS kompatiblen Open Source Bibliothek OpenLayers basiert und mit einer PostgreSQL-Datenbank organisiert wird.

3.2 Das Columbus Eye Portal

3.2.1 HDEV-Archiv

Auf der Startseite des Columbus Eye Web Portals zur HDEV Mission und den ISS-Videos ist direkt der Live-Stream zu finden. Er wird von der NASA und der Broadcasting-Plattform UStream bereitgestellt. Einige ausgewählte Videosequenzen sind im „Archiv“-Bereich des Portals zu sehen. Bei der Abfassung dieses Beitrages handelt es sich noch um eine einfache Auflistung des vorhandenen Materials nach Datum und Ort des ISS-Überfluges. Es wird von einem Web GIS abgelöst werden, bei dem der User die Möglichkeit hat, selbst Zeiträume zu bestimmen und sich die Shapefiles der Überflüge als Footprint auf einer Weltkarte anzeigen zu lassen. Abbildung 4 zeigt einen Überflug der ISS über Australien am 29.9.2014 aus der Perspektive der Hitachi-Frontalkamera. Man erkennt die vom Eisenoxid rotgefärbten Gesteine des kleinsten Kontinents der Welt. Über die große Sandwüste fliegt die ISS von Nordwesten kommend südwärts über die silbergrau erscheinenden Creeks. Hier wechselt die Kamera in die Toshiba-Nadir Perspektive. Entlang der Küste tritt am Ende des Videos deutlich sichtbar der Sun glint hervor. Das Video ist mit einer vertikalen Auflösung von 480p (SD) und 720p (HD) herunterzuladen.



Abb. 4 Video des ISS-Überfluges über Australien vom 29.9.2014 im Columbus Eye Archiv

3.2.2 Observatorium

Die multimediale Wissensvermittlung und der aktive Umgang mit geographischen Methoden zur Erkenntnisgewinnung ist fest in den Bildungsstandards des Faches Geographie verankert. Das Observatorium des Columbus Eye Portals enthält daher kleine Bildbearbeitungswerkzeuge, die auf Basis des FIS-Entwicklungsparadigmas beruhen. Gemäß den Prinzipien des moderaten Konstruktivismus sollen sie einen aktiven Lernprozess initiieren, im Zuge dessen Schüler durch selbstständiges Handeln Erkenntnisse generieren, diese ihrem Vorwissen addieren und somit neue Denk- und Handlungsmuster etablieren. Das bloße Sehen der HDEV-Videos ist faszinierend und erzeugt Eindrücke von den Landschaftsmustern der Erde, jedoch kein nachhaltiges Wissen. Die online ausführbaren Werkzeuge im Observatorium versuchen die Schüler zwei Schritte weiter zu bringen: zur Information und zur Interaktion.



Abb. 5 Panorama eines ISS-Überfluges über Nordwestafrika. Die Schüler können sich über lokale Prozesse und Phänomene informieren (links) und eigenständig das Bild klassifizieren (rechts).

Abbildung 5 präsentiert ein Beispiel für ein Lerntool des Columbus Eye Observatoriums. Es handelt sich um einen Nadir-Überflug über die westafrikanische Sahara von Norden nach Süden. Aus dem ursprünglich etwa 7 Minuten langen Video wurde ein einziges Panorama erzeugt. Der Einfachheit halber ist dieses Bild nicht georeferenziert worden. An charakteristischen Stellen enthält das Bild gelbe Punkte. Fährt man mit der Maus darüber erscheint ein Fenster mit Hintergrundinformationen des Objektes auf der Erdoberfläche. In diesem Fall handelt es sich um die schneckenhausförmige Struktur des Guelb er Richat, einem Krater in der Sahara, der, aufgrund seiner Größe, auch „das Auge Afrikas“ genannt wird. Die Schüler entdecken so die Region des Überfluges mitsamt ihren geökologischen und sozioökonomischen Prozessen und Phänomenen. Darüber hinaus können sie aber auch das Panorama bearbeiten, indem sie es einer Klassifikation unterziehen. Für jede Landbedeckungsklasse, die sie in einer Karte enthalten haben wollen, wählen sie einfach eine typische Fläche für diese Klasse in einem Bildausschnitt aus. Dies geschieht mit einem Kreis, innerhalb dessen alle Pixel mit ähnlichen Farbinformationen zusammengefasst werden. Sobald sie mindestens zwei Klassen ausgesucht, benannt und mit Trainingsgebieten versehen haben, können sie die Karte erzeugen lassen. Im Hintergrund läuft hierzu eine Minimum-Distance Klassifikation ab. Der klassifizierte Ausschnitt gibt nun auch Informationen über die Ausdehnung der jeweiligen Klasse wieder. Die Schüler können sich einen weiteren Ausschnitt suchen und klassifizieren. Sie lernen, dass unterschiedliche Landbedeckungen unterschiedlich reflektieren und jeder Bildpunkt einen winzigen Teil der Landoberfläche widerspiegelt. Die Schüler erfahren wie sie diese Farbinformationen nutzen können, um aus einem HDEV-Bild eine thematische Karte abzuleiten.

4 Raumfahrt und Erdbeobachtung in der Lehre

Das Observatorium von „Columbus Eye“ und die HDEV-Videos werden auf einer Road Show direkt in die Schulen gebracht. Diese Veranstaltungen werden zugleich dazu genutzt, um den

Schülern von Alexander Gerst und seiner Mission zu berichten. Die Art und Weise der Vermittlung lassen sich in drei Kategorien unterscheiden:

- 1) Aulavortrag vor etwa 100-400 Schülern
- 2) Unterrichtseinheit im Klassenverband von 1-2 Schulstunden
- 3) Lehrerfortbildung

Bei der ersten Veranstaltungsart geht es vornehmlich darum die Begeisterung der Schüler zu wecken und sie über Alexander Gerst und HDEV zu informieren. Die Verknüpfung zwischen Raumfahrt und Erdbeobachtung findet hierbei über den Namen seiner Mission statt: „Blue Dot – Shaping the Future“. Namensgeber dieser ist das als „Pale Blue Dot“ berühmt gewordene Foto aufgenommen von der Raumsonde Voyager 1 aus ca. 6 Milliarden Kilometer Entfernung. Die Erde ist darauf nur als ein kleiner, blasser blauer Punkt mitten im schwarzen „Nichts“ unseres Sonnensystems zu erkennen (SAGAN 1997). Entsprechend hatte sich die Mission von Alexander Gerst zum Ziel gesetzt, die Öffentlichkeit die Einzigartigkeit und zugleich die Verletzlichkeit unseres Planeten vor Augen zu führen. Die Columbus Eye Road Show nutzt nun die aus 400 km ISS-Entfernung aufgenommenen HDEV-Videos, um daran anzuknüpfen und den Begriff der Nachhaltigkeit im Denken und Handeln einzuführen. Dies geschieht bspw. mit Hilfe von Entwaldungsmustern der Südamerikanischen Tropen. Eine Station war hier das Gymnasium Alleestraße in Siegburg. Von dort aus hat eine Gruppe von zehn Jungen und Mädchen vor 400 Schulkameraden am 1.9. 2014 unter dem Rufzeichen DP0ISS ins All gefunkt. Alexander Gerst stellte sich den Fragen der Schüler und beantwortete auch kritische Fragen, wie „haben Experimente bereits zu Ergebnissen geführt?“ (BEEKES 2014). Während des Funkkontakts waren die HDEV-Videos zu sehen. Der Anruf von unten wurde so mit Bildern von oben begleitet. Die Schüler nahmen die Perspektive des Astronauten ein und tauschten sich gleichzeitig mit ihm aus. Anders als bei der reinen Frontalvermittlung der Aulavorträge, kann man bei den Unterrichtseinheiten im Klassenverband den Vortrag als Einstieg nutzen, um die Schüler anschließend selbst tätig werden zu lassen. So wird das Observatorium angewandt, damit die Schüler in die Rolle des Wissenschaftlers schlüpfend eigenständig analysieren können, wie groß z.B. die Schneemassen der chilenischen Anden im Sommer sind. Die Lehrerfortbildungen wiederum sind darauf ausgerichtet zunächst den Themenkomplex Fernerkundung vorzustellen und zu erläutern, welche Möglichkeiten dieser generell für den alltäglichen Einsatz im Schulunterricht bietet. Anschließend lernen sie die Bandbreite und Anwendungsmöglichkeiten der bisher entwickelten Materialien in FIS und Columbus Eye kennen, indem sie diese selbst ausführen. Denn wie der chinesische Philosoph Konfuzius schon sagte: „Erzähle mir und ich vergesse. Zeige mir und ich erinnere mich. Lass es mich tun und ich verstehe“.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Columbus Eye ist im Vergleich zu FIS ein relativ junges Projekt. Die Materialien des Observatoriums beschränken sich deshalb bisher auf den Einsatz im Erdkundeunterricht. Die Feedbacks von Schülern und Lehrern auf der Road Show zeigten, dass das innovative Element der Kopplung von Raumfahrt und Erdbeobachtung funktioniert. Begriffe wie „Fernerkundung“

und „Nachhaltigkeit“, aber auch die Person Alexander Gerst und seine „Blue Dot“-Mission, waren nach den Besuchen keine Unbekannten mehr. Wie langfristig dieser Lernerfolg ist, muss sich allerdings noch beweisen. Die interaktive Konfrontation mit angewandten Methoden der Erdbeobachtung machte aber deutlich, dass die Schüler kritisch mit neuen Medien im Unterricht umgehen. Sie reflektierten die durch die Klassifikation gewonnenen technischen Kenntnisse und nutzten sie, um kreativ ihre eigenen Hypothesen aufzustellen und zu untersuchen. Von der technischen Seite her ist bei der Transformation der HDEV-Videos in Panoramen für das Observatorium eine Bildvorverarbeitung notwendig, um die Bildqualität zu verbessern. Dies liegt an der deutlichen Übersteuerung des Blaukanals, welche den Farbkontrast der Bilder stark herabsetzt. Die Videos der Panoramen selbst, werden zukünftig ebenfalls als Highlights im Archiv zur Verfügung stehen. Die einfache Liste der vorhandenen HDEV-Aufnahmen wird von einem Web GIS abgelöst werden. Das Potenzial eines reflektierten und kompetenzorientierten Einsatz von Geomedien im Schulunterricht soll so auch für die Anwendung von Geoinformationen außerhalb der Erdbeobachtung genutzt werden.

6 Literaturverzeichnis

- ALBERTZ, J., 2009: Einführung in die Fernerkundung: Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Darmstadt
- BEEKES, A. M., 2014: Schüler sprechen mit Astronaut Alexander Gerst auf der ISS. General-Anzeiger vom 01.09.2014. <http://www.general-anzeiger-bonn.de/region/rhein-sieg-kreis/siegburg/schueler-sprechen-mit-astronaut-alexander-gerst-auf-der-iss-article1439831.html> (zuletzt aufgerufen am 15.01.2015).
- DGfG (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE) (HRSG.) 2014: Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss mit Aufgabenbeispielen. Bonn.
- GOETZKE, R., HODAM, H., RIENOW, A. & VOß, K., 2014: Floods - Dealing with a Constant Thread. Learning and Teaching with Geomedia, Jekel, T., Sanchez, E., Gryl, I., Juneau-Sion, C., and Lyon, J. (Eds.), Cambridge, S. 90-102.
- NUNES, M. B. & MCPHERSON, M., (2003): Constructivism vs. objectivism: where is difference for designers of e-learning environments? Proc. of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies 2003, S. 496-500.
- SAGAN, K., 1997: Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space. New York.
- SCHNEIDER, M. & LAPENTA, C. C., 2001: Payload Operations Integration Center Remote Operations Capabilities. Conference and Exhibit on International Space Station Utilization - 2001, Cape Canaveral, FL, Oct. 15-18, 2001, S. 1-10.
- VOß, K., 2011: Fernerkundung - ein Thema für den modernen Geographieunterricht. Praxis Geographie **11**, S. 14-17.
- VOß, K., GOETZKE, R., HODAM, H. & RIENOW, A., 2009: Fernerkundung verbindet - die "Info-Box" als fächerübergreifendes Nachschlagewerk für den Schulunterricht. Learning with Geoinformation IV - Lernen mit Geoinformation IV, Jekel, T., Koller, A., Donert, K. (Hrsg.), Wichmann, S. 164-173.
- NASA 2014: http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/917.html (zuletzt aufgerufen am 15.01.2015).