

THE4BEES – Energieverständnis durch smarte Gebäude

THE4BEES – Better Understanding of Energy Consumption by Using Smart Buildings

Bernhard Vockner¹, Robert Vogler², Caroline Atzl¹, Manfred Mittlböck¹

¹RSA iSPACE, Salzburg · bernhard.vockner@researchstudio.at

²PLUS School of Education, Salzburg

Zusammenfassung: Dieser Artikel stellt einen interaktiven Lehransatz zur Schaffung eines besseren Energieverständnisses durch den Einsatz von Echtzeitsensorik im Schulunterricht vor und beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie SchülerInnen das Thema Energiesparen möglichst anschaulich und nachhaltig nähergebracht werden kann. Dazu werden im Zuge des Interreg Alpine Space Projektes THE4BEES SchülerInnen von drei Schulen im Bundesland Salzburg im Rahmen von projektgebundenen Unterrichtsmodulen aktiv in Forschungstätigkeiten rund um das Thema Energiesparen eingebunden. Die SchülerInnen sind dabei im gesamten Bogen der Forschungsarbeiten von der Datenerfassung, über die Analyse bis hin zur Ergebnisvisualisierung involviert. Aufbauend auf den lokal gewonnenen Erkenntnissen werden Lernmodule für eine überregionale/internationale Anwendbarkeit konzipiert.

Schlüsselwörter: Energie, Sensoren, Schulunterricht

Abstract: *This article presents an interactive teaching approach to create a better understanding about energy usage by utilizing real time sensors in schools. It tackles the research question on how to give students a clear and sustainable understanding about the topic of energy saving. To achieve this, we directly involve students of three schools from the federal state of Salzburg in our research work about energy saving. The students participate in the whole process of research work starting with data collection, doing analysis and finally do the visualisation of the results. Based on the insights we will conceptualize learning modules for supraregional/international application.*

Keywords: *Energy, sensors, school teaching*

1 Einleitung

Weltweit zeichnet sich seit Jahren ein Anstieg des Energie- und Ressourcenverbrauchs ab. Die Organisation erdölexportierender Länder prognostiziert einen weiteren Anstieg des Energiekonsums bis 2040 um 35 Prozent bezogen auf das für die Berechnung herangezogene Basisjahr 2015 (OPEC, 2017). Mit dem steigenden Energiekonsum sind neben höheren Kosten auch höhere Schadstoffkonzentrationen verbunden, da ein Großteil der Energie nach wie vor durch die Verbrennung fossiler Energieträger gewonnen wird (OPEC, 2017).

Um gemäß den Zielen des Masterplan Klima + Energie 2020 im Rahmen der Klima- und Energiestrategie SALZBURG 2050 (Land Salzburg, 2015) dem weiteren Anstieg des Energiekonsums sowie dem Anstieg von Emissionen entgegenzuwirken, haben wir uns im Rahmen des Interreg Alpine Space Projektes THE4BEES das Ziel gesetzt, die Bewusstseinsbildung hinsichtlich Energiekonsum an Schulen zu initiieren, ähnlich jener Bestrebungen zur

effizienten Mülltrennung der letzten Jahrzehnte. Hierzu arbeiten RSA iSPACE, die PLUS School of Education der Universität Salzburg und drei Schulen im Bundesland Salzburg intensiv zusammen, um mithilfe von interaktiven Workshops das Thema Energiesparen anschaulich anhand von Live-Sensormessungen, deren Analyse in den Schulen selbst, sowie durch das „Geschichten erzählen“ in Form von Storytelling Maps einem breiteren Publikum z. B. im Rahmen von „Tag der offenen Tür“-Veranstaltungen näherzubringen. Basierend auf den Ergebnissen und des Feedbacks der lokal im Bundesland Salzburg durchgeführten Workshops werden final Lerninhalte erstellt, die für eine überregionale und internationale Anwendung im Schulunterricht konzipiert werden. Damit wird gewährleistet, dass die Inhalte der konzipierten Lernmodule über den Projektrahmen von THE4BEES hinausgehend nachhaltig Anwendung finden können.

2 Herausforderung und didaktisches Potenzial

Die thematische Herausforderung des Projekts ist die Frage, wie SchülerInnen (im Alter von 15-19 Jahren) das Thema Energiesparen möglichst anschaulich und auch nachhaltig nähergebracht werden kann. Hierzu wurden in einem ersten Schritt interaktive Workshops geplant und an den Schulen durchgeführt, die in weiterer Folge dazu genutzt werden, didaktisch aufbereitetes Material für eine überregionale/internationale Nutzung an weiteren Schulen zur Verfügung zu stellen.

Mit der Thematisierung eines bewussten Energiekonsums werden nicht nur die Sustainable Development Goals der UNO (bzw. deren Bewusstmachung) adressiert, sondern zudem auch direkte Bildungsanliegen und -aufgaben angesprochen und erfüllt. Dies beschränkt sich nicht nur auf geographische Bildung in der Auseinandersetzung mit den Basiskonzepten „Mensch-Umwelt-Beziehungen“, „Nachhaltigkeit und Lebensqualität“ oder „Arbeit, Produktion und Konsum“ (vgl. Hinsch et al., 2014). Vor allem wird hier das generelle Bildungsanliegen¹ „Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ und die quer zu den Unterrichtsgegenständen liegenden überfachlichen Kompetenzen² „Globales Lernen“, „VerbraucherInnenbildung“ und „Umweltbildung“ gefördert.

Das Design dieser Schul-Workshops ist dabei interaktiv und ergebnisoffen. Das heißt, dass den SchülerInnen nicht etwa „richtige“ Verhaltensweisen „beigebracht“ werden. Vielmehr geht es darum, dass die SchülerInnen anhand von erhobenen und archivierten Sensordaten forschend lernen, welche Auswirkungen bestimmte Verhaltensweisen auf die Energieeffizienz haben und welche – an sich völlig wertfreien, da objektiven – Schlüsse daraus gezogen werden können. Durch diesen forschungsgeleiteten Lernansatz kann zudem sichergestellt werden, dass die SchülerInnen nicht indoktriniert werden, sondern auf Basis der vorliegenden Daten ein eigenes Urteil fällen.

Die Durchführung dieser Workshops geschieht technologiegestützt (siehe folgendes Kapitel). Einerseits werden die Informationen durch vernetzte Sensoren in Echtzeit erhoben und archiviert. Andererseits – und dies ist aus didaktischer Perspektive eher zentral – werden sämtliche Informationen kartographisch in 3D visualisiert. Damit werden nicht nur moderne

¹ <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/ba/index.html>

² <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/uek/index.html>

kartographische Paradigmen (Karten als Interfaces) angewandt (vgl. Traun et al. 2013), sondern zudem neueste Lernansätze implementiert, die einen Mehrwert in der Kontextualisierung von Lerninhalten über digitale Geomedien adressieren (Vogler et al. 2015; Kanwischer 2016). Darüber hinaus werden subkutan obendrein technische Kompetenzen im Umgang mit Geoinformation geschult.

3 Gestaltung der interaktiven Workshops

Interaktives und forschendes Lernen unterstützt SchülerInnen dabei, sich Fähigkeiten hinsichtlich der eigenständigen Formulierung von Fragen sowie Herangehensweisen zur Beantwortung dieser Fragen anzueignen (Lembens, 2016). Im Zuge des Projektes THE4BEES wurden drei interaktive Workshops mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Aufgaben zusammengestellt, welche darauf abzielen, die Eigenständigkeit und das kritische Denken hinsichtlich des Energiekonsums und dessen beeinflussbarer Faktoren anzuregen. Zum einen geht es in den interaktiven Workshops darum, ein Verständnis für aktuelle Technologien, welche für das Messen des Energieverbrauchs eingesetzt werden können, zu entwickeln und zum anderen, um die Kommunikation energierelevanter Aspekte in modernen Webkartenanwendungen. Aktuelle Methoden und Ansätze der Kartographie finden oft nur sehr langsam Einzug in den Schulunterricht, obwohl mit modernen Karten Kompetenzen, die über die reine Darstellung von Information und Orientierung hinausgehen vermittelt werden können (Traun et al., 2013). Daher widmet sich einer der interaktiven Workshops mit der Präsentation der Messwerte in Form von 3D Storytelling Kartentemplates, welche über einfache grafische Benutzeroberflächen (GUIs) von den SchülerInnen mit eigenen Texten, Bildern, Videos etc. befüllt werden können.

Die in Zusammenarbeit von RSA iSPACE, PLUS School of Education und drei Salzburger Schulen konzipierten und bereits durchgeführten interaktiven Workshops gliedern sich in drei Teile (vgl. Atzl et al., 2017 und Abb. 1):

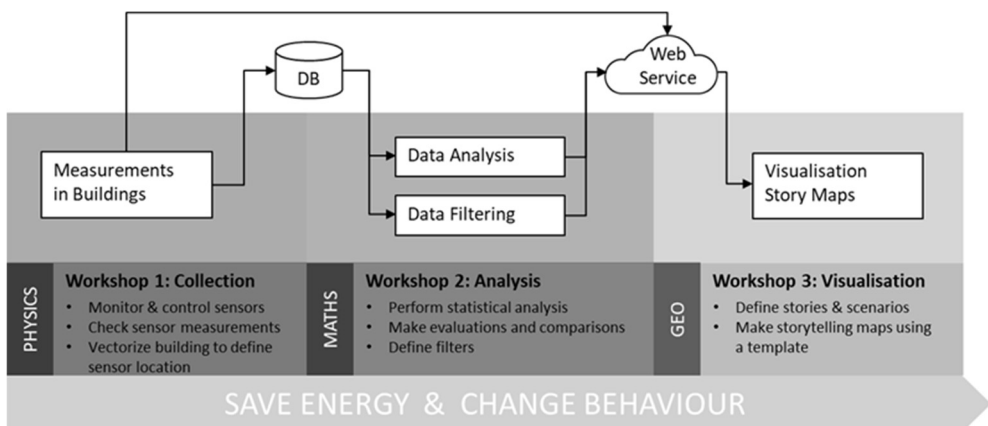


Abb. 1: Übersicht zu den interaktiven Workshops (nach Atzl et al., 2017)

- a) Erfassung: Interaktiver Workshop zum Thema Energiesparen mithilfe von smarten Gebäuden mit den Kernkomponenten Sensorik zur physikalischen Messung von u. a. Temperatur, Luftfeuchte, Luftqualität, Fensterstatus inkl. deren Platzierung, Wärmebildkameras zur Veranschaulichung von Wärmeverlusten und Messungen und (Indoor-)Gebäudemodellierung zur Verortung und Visualisierung der Sensoren in Karten im dritten Workshopblock
- b) Analyse: Interaktiver Workshop zur detaillierten Analyse der Sensormessungen (u. a. mit Tableau Software, ESRI Insights for ArcGIS) sowie die Erklärung von Min./Max.-Werten, Umgang mit Datenlücken, wie lässt sich das Lüftungsverhalten mit der Luftqualität korrelieren etc.
- c) Visualisierung/Storytelling: Interaktiver Workshop, in dem SchülerInnen gezielt ihre eigenen Geschichten basierend auf den Erkenntnissen des interaktiven Analyseworkshops zum Thema Energiesparen anhand von sogenannten Storytelling Maps erzählen können

Die interaktiven Workshops beinhalten zahlreiche technische Komponenten. Zur Gebäudemodellierung wurden gezielt Open-Source-Tools wie JOSM (Java Open Street Map Editor) eingesetzt. Die SchülerInnen starteten mit der Vermessung ihrer Klassenräume und des Schulgebäudes unter Zuhilfenahme von PDF-Plänen, die vorab mithilfe von GI-Software (im vorliegenden Fall ESRI ArcMap) georeferenziert wurden, die sie dann im nächsten Schritt in JOSM vektorisierten. Neben den Geometrien wurden zusätzliche Attribute wie z. B. die Bezeichnung des Objektes (z. B. Tür, Wand, Fenster) sowie die Höhe des Objektes (z. B. Wandhöhe) in einem eigens definierten JOSM-Present festgehalten. Die von den SchülerInnen vektorisierten Schulgebäude dienten als Grundlage für die Modellierung als 3D-Gebäude in Anlehnung an IFC Building Models (Geiger et al., 2015). Die Aufbereitung der JOSM-Inhalte für die 3D-Darstellung in Storytelling-Maps erfolgte mittels automatisierter Geoprocessing in ESRI ArcMap (vgl. Abb. 2). Die detaillierte Beschreibung der Transformationsschritte findet sich in Knoth et al. (2017).

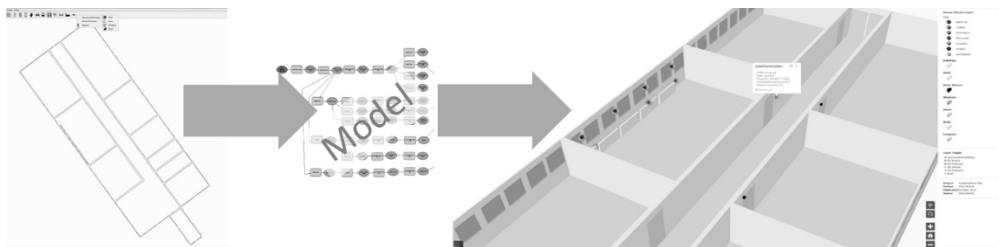


Abb. 2: Transformationsworkflow von JOSM zu 3D im Web

Zur Integration von Sensoren unterschiedlichster Hersteller, die unterschiedliche Daten (wie z. B. Temperatur/Luftfeuchte, Bewegung, Fensterstatus, Luftqualität) als Basis für den nachhaltigen Umgang mit Energie messen und dokumentieren, wurde den SchülerInnen das Konzept der Standardisierung/Harmonisierung unter Zuhilfenahme von OGC SOS, OGC SensorThingsAPI sowie openHAB als technische Lösung zur semantischen Anreicherung der Sensormessungen mit Metadaten (z. B. Sensorhersteller, Sensorposition) zum übergreifenden Datenaustausch über Dienste vermittelt. Innerhalb der Workshops an den Schulen wurden dann entsprechende Verhaltensweisen für bestimmte Situationen in Form von einfachen

Regeln definiert. Ein Beispiel hierfür wäre: wenn die Luftqualität einen bestimmten Schwellwert überschreitet, sollte für einen definierten Zeitraum stoßgelüftet werden. Die dazu gemessenen Sensordaten werden archiviert und stehen den SchülerInnen in naher Echtzeit zur Statusanzeige und für Auswertungen z. B. mit Tableau Software oder ESRI Insights for ArcGIS zur Verfügung. Dies ermöglicht es ihnen weiters, ihre erlangten Erkenntnisse zur Energienutzung in Form von Storytelling-Maps (z. B. ESRI Storytelling Maps, uMap) zu kommunizieren und letztlich ihre aktuelle Energienutzung kritisch zu hinterfragen.

4 Nächste Schritte: Didaktische Aufbereitung der Lehrmaterialien

Im Anschluss an die Durchführung der Workshops wurde das Feedback von 93 SchülerInnen erhoben, die hierzu an einer Umfrage zur Teilnahme am Forschungsprojekt THE4BEES, zu ihrem eigenen Energieverständnis, zu Veränderungen ihres Verhaltens bezüglich Energiesparen sowie zu den interaktiven Workshops und Storytelling Maps teilnahmen. In den Ergebnissen zeigt sich ein eindeutiger Trend, dass die SchülerInnen der Idee, aktiver Teil eines Forschungsprojektes zum Thema Energiesparen zu sein, sehr positiv gegenüberstehen und dass sich zudem durch die Workshops eine Verhaltensänderung hinsichtlich Energiekonsum im Laufe des Projektes feststellen lässt. Das ist für uns ein eindeutiges Signal, die Inhalte der Workshops einem breiteren Publikum an Lehrkräften und SchülerInnen zur Verfügung zu stellen.

Dazu werden in der letzten Projektphase auf Basis dieser Feedbacks in Kombination mit den Workshop-Erfahrungen und Gesprächen mit teilnehmenden LehrerInnen adaptierbare Unterrichtssequenzen entwickelt und publiziert, sodass diese auch für andere Lehrkräfte zur Verfügung stehen werden. Diese werden einerseits aus technischen Kurzanleitungen und andererseits aus einzelnen (didaktisch hinsichtlich Lernzielorientierung, Methoden, Material etc. aufgearbeiteten) Lernmodulen bestehen, die die Workshops transferierbar machen. Die Modularisierung bietet zudem den Vorteil, dass etwaige Adaptionen flexibel gehalten werden: von der Verwendung einzelner Module im Rahmen einer Stunde im Regelunterricht bis hin zur kompletten Durchführung in Form eines Projekttages.

5 Fazit und Ausblick

Dieser Artikel widmete sich der Fragestellung, wie SchülerInnen das Thema des Energiesparens im Rahmen des Schulunterrichts möglichst anschaulich nähergebracht werden kann. Hierzu wurden jeweils drei interaktiven Workshops an drei Salzburger Schulen abgehalten. Dabei war es Ziel, die SchülerInnen aktiv in jeden der im Rahmen des Forschungsprojektes THE4BEES durchgeführten Schritte einzubinden. Die durch das Feedback der Lehrkräfte und SchülerInnen gewonnenen Erkenntnisse werden im nächsten Schritt dazu genutzt, Lernmodule für eine überregionale/internationale Verwendung zu konzipieren. Damit wird es interessierten LehrerInnen ermöglicht, die im Projekt durchgeführten Workshops komplett oder nur in Teilen in den eigenen Unterricht zu integrieren.

6 Danksagung

Die in diesem Beitrag angeführten Forschungsarbeiten entstanden im Rahmen des Interreg Alpine Space Projektes THE4BEES. Unser bester Dank gilt den Lehrkräften und SchülerInnen des BORG Oberndorf, der HBLA Ursprung und der HTL Salzburg, die durch ihre Mitwirkung wesentlich dazu beigetragen haben, diese Ergebnisse einem breiten Fachpublikum zur Verfügung zu stellen.

Literatur

- Atzl, C., Vockner, B., & Mittlböck M. (2017). Kids Love Stories: New Ways of Saving Energy. In: A. Car, T. Jekel, J. Strobl, & G. Griesebner G. (Eds.), *GI_Forum – Journal for Geographic Information Science*, 1-2017 (pp. 260–269). Austrian Academy of Sciences Press.
- Geiger A., Benner J., & Haefele K. H. (2015). Generalization of 3D IFC Building Models. In: M. Breunig, M. Al-Doori, E. Butwilowski, P. V. Kuper, J. Benner, & K. H. Haefele (Eds.), *3D Geoinformation Science: The Selected Papers of the 3D GeoInfo 2014* (pp. 19–35). Cham: Springer International Publishing.
- Hinsch, S., Pichler, H., Jekel, T., Keller, L., & Baier, F. (2014). Semestrierter Lehrplan AHS, Sekundarstufe II. Ergebnis der ministeriellen Arbeitsgruppe. *GW-Unterricht*, 136(4), 51–61.
- Kanwischer, D. (2016). Arbeiten mit Geoweb-Karten – Multimediale Gestaltungsgrundsätze am Beispiel von Story Maps. In: I. Gryl (Ed.), *Reflexive Kartenarbeit. Methoden und Aufgaben* (pp. 80–88). Braunschweig.
- Knoth, L., Mittlboeck, M., & Vockner, B. (2017). 3D Building Maps for Everyone – Mapping Buildings Using VGI. In: A. Bregt, T. Sarjakoski, R. van Lammeren, & F. Rip (Eds.), *Societal Geo-innovation*. GIScience 2017, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Cham: Springer.
- Land Salzburg (2015). *Masterplan Klima + Energie 2020 im Rahmen der Klima- und Energiestrategie SALZBURG 2050*. Retrieved April 10, 2018, from https://www.salzburg.gv.at/umweltnaturwasser_/Documents/masterplan_2020_broschüre.pdf.
- Lembens, A. (2016). *Forschung in der Schule. Forschungsnewsletter der Universität Wien*. Retrieved April 10, 2018, from <https://medienportal.univie.ac.at/uniview/forschung/detailansicht/artikel/forschung-in-der-schule>.
- OPEC (2017). *World Oil Outlook 2017*. Retrieved April 10, 2018, from <https://woo.opec.org>.
- Traun, C., Jekel, T., Loidl, M., Vogler, R., Ferber, N., & Gryl, I. (2013). Neue Forschungsansätze der Kartographie und ihr Potential für den Unterricht. *GW-Unterricht*, 129(1), 5–17.
- Vogler, R., Hennig, S., & Lindner-Fally, M. (2015). Shrinking technical Challenges – Zur strukturierten Erstellung digitaler Karten im Unterricht. *GW-Unterricht*, 137(1), 49–60.