

Augmented Reality für gedruckte Schulatlanten

Raimund Schnürer

Gastvortrag für die DGfK, Sektion Dresden
13. April 2021



Schulunterricht in Zeiten von Corona



Realität

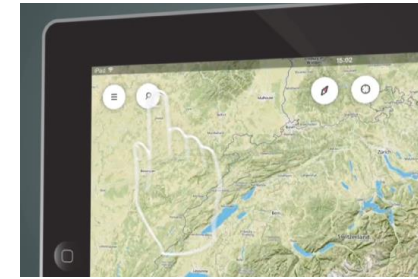


Wunschvorstellung

Mobiles Lernen



Institut für Kartografie und Geoinformation (Professur für Kartografie)



Kartografische Produktionstechnologien

Interaktions- design



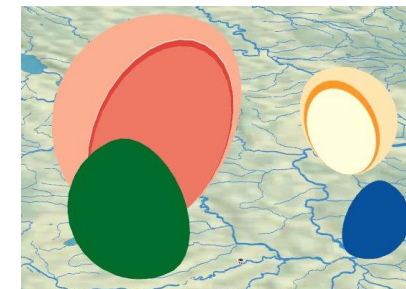
Geodatenextraktion und -verwaltung

Kartografische Visualisierungen



```

<gmd:geographicElement>
-<gmd:EX_GeographicBoundingBox>
  <gmd:westBoundLongitude>
    <gco:Decimal>5.91270649666</gco:Decimal>
  <gmd:westBoundLongitude>
    <gco:Decimal>10.5223730341</gco:Decimal>
  <gmd:eastBoundLongitude>
    <gco:Decimal>2.51952</gco:Decimal>
  <gmd:eastBoundLongitude>
    <gco:Decimal>76.51953</gco:Decimal>
  <gmd:southBoundLatitude>
    <gco:Decimal>45.7911166136</gco:Decimal>
  <gmd:southBoundLatitude>
    <gco:Decimal>47.7955618593</gco:Decimal>
  <gmd:northBoundLatitude>
    <gco:Decimal>47.7955618593</gco:Decimal>
  <gmd:northBoundLatitude>
    <gco:Decimal>16.51952</gco:Decimal>
</gmd:EX_GeographicBoundingBox>
</gmd:geographicElement>
  
```



Projektarbeit: Augmented Reality für gedruckte Schulatlanten



Cédric
Dind



Stefan
Schalcher



Raimund
Schnürer



Pascal
Tschudi



Prof. Lorenz
Hurni



Dr. Mattia
Ryffel

- Idee
- Verwandte Arbeiten
- Implementierung
- Auswertung
- Zusammenfassung und Ausblick



Mini-Podcast

Geografieunterricht der Zukunft

Rahmenbedingungen in der Schweiz



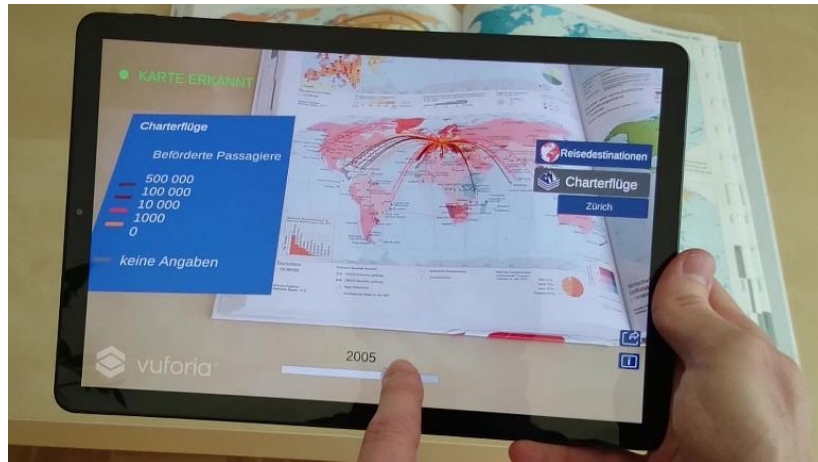
Die Idee



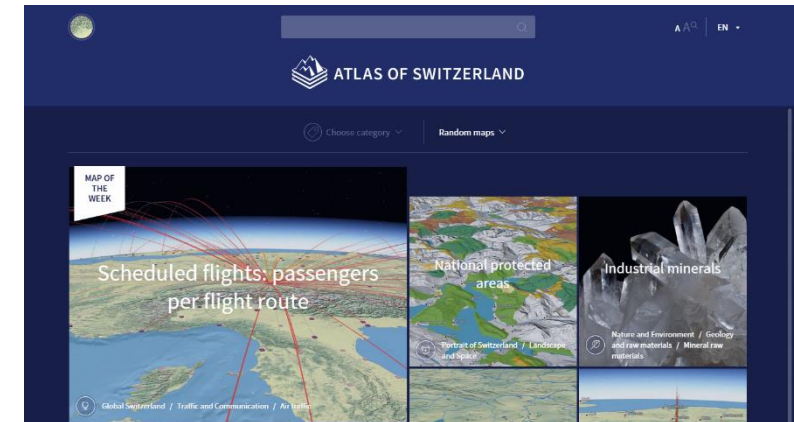
Gedruckter Schulatlas



Mobiles Gerät

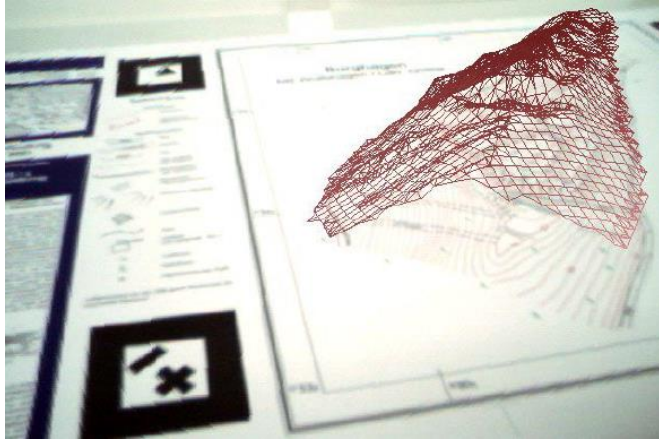


Augmented Reality Atlas



Digitaler Nationalatlas

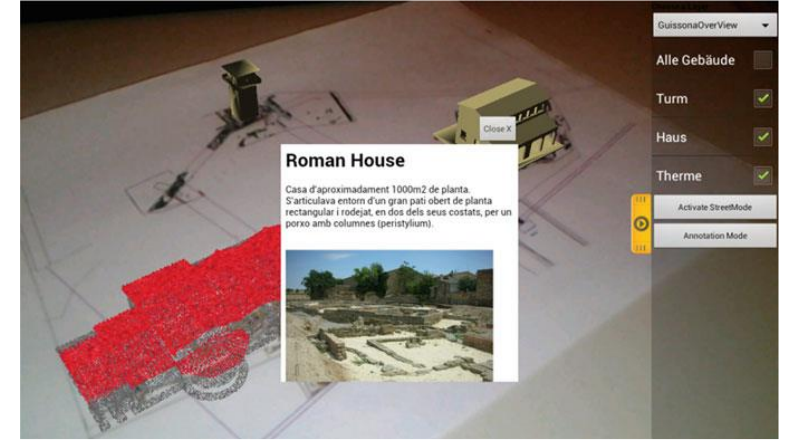
Verwandte Arbeiten



[Bobrich & Otto 2002]



[Bergig et al. 2011]



[Eggert et al. 2014]

Zusätzliche Codes
als Referenzmarker

Hybride Ansätze

Vorhandene Strukturen
als Referenzmarker

Verwandte Arbeiten



Zoom App
[Westermann-Gruppe 2015]



Livemap Switzerland
[Wüest & Nebiker 2017]



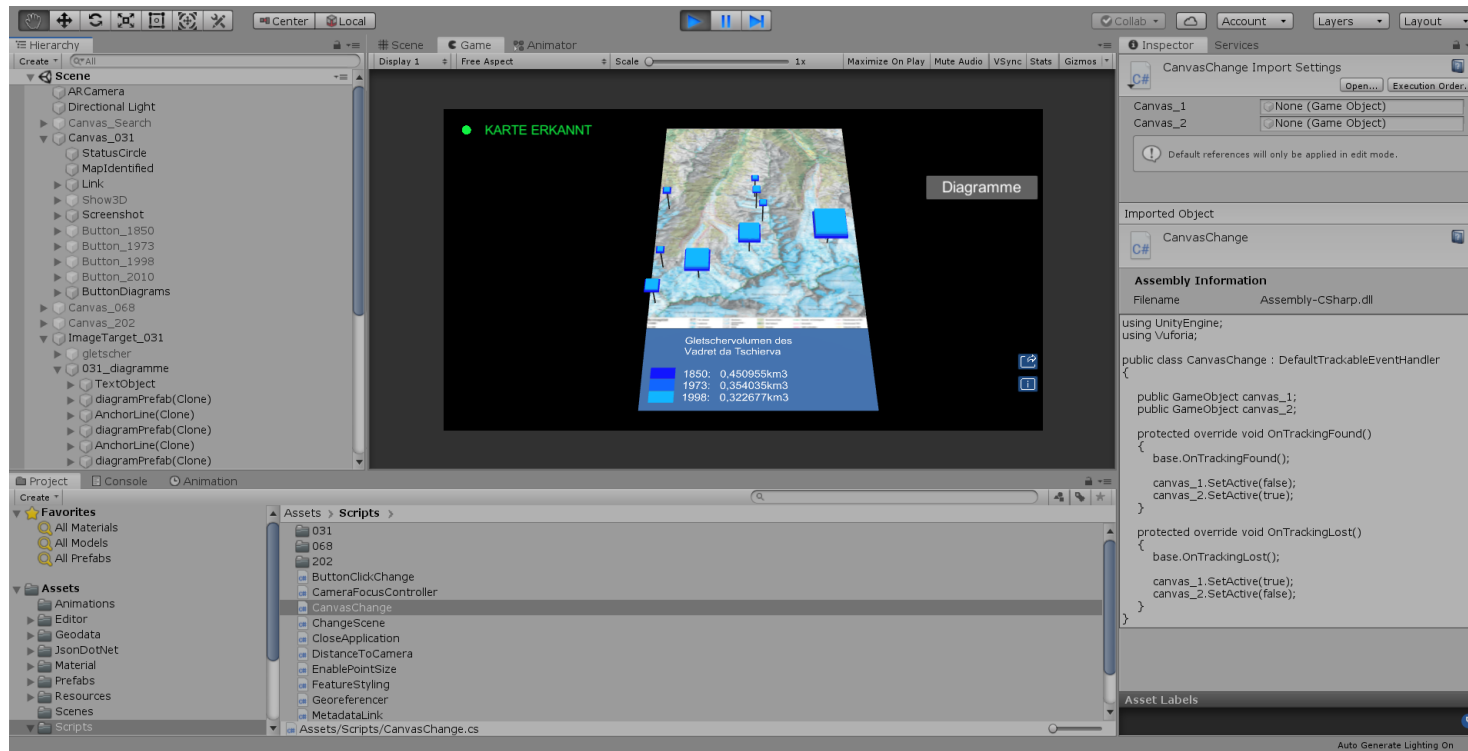
Bulgarischer Schulatlas
[Yonov 2019]

Bisherige Arbeiten konzentrierten sich auf topografische 3D Elemente und Multimediainhalte.

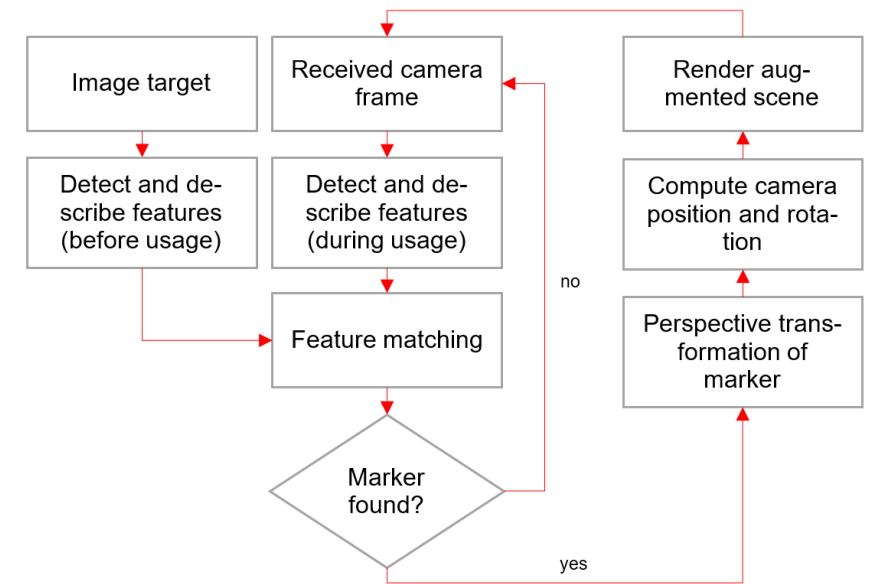


Wir möchten Karten mit thematischen 3D Elementen erweitern.

Implementierung: Erkennung



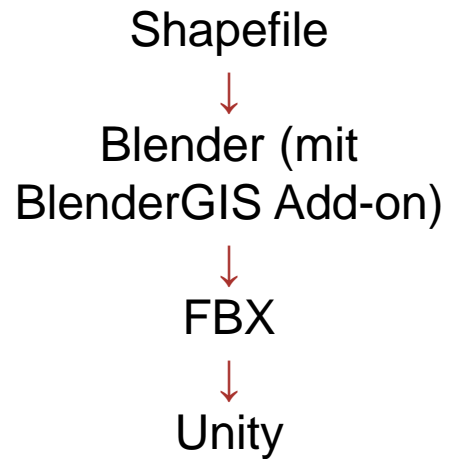
Unity mit Vuforia Engine



Erkennungsablauf

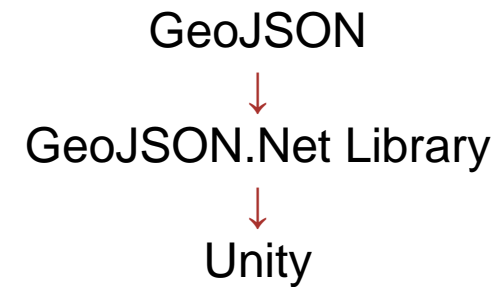
Implementierung: Geodatenimport

1. Versuch



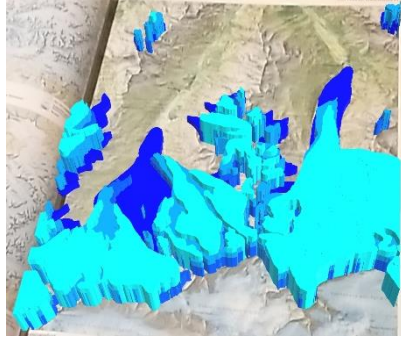
Skalierungs- und Verschiebungsfehler

2. Versuch



Alles bestens

Implementierung: 3D Visualisierungen



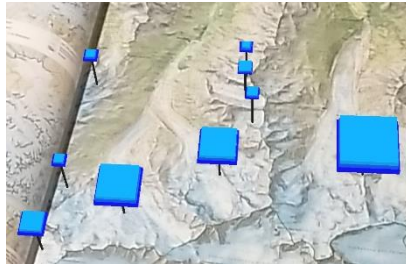
Meshes^{1,2} mit Versatz für extrudierte Polygone



Meshes mit eigenem Shader für Punktwolke



Cube^{1,2} für 3D Stäbe



Cube² für gestapelte Quader

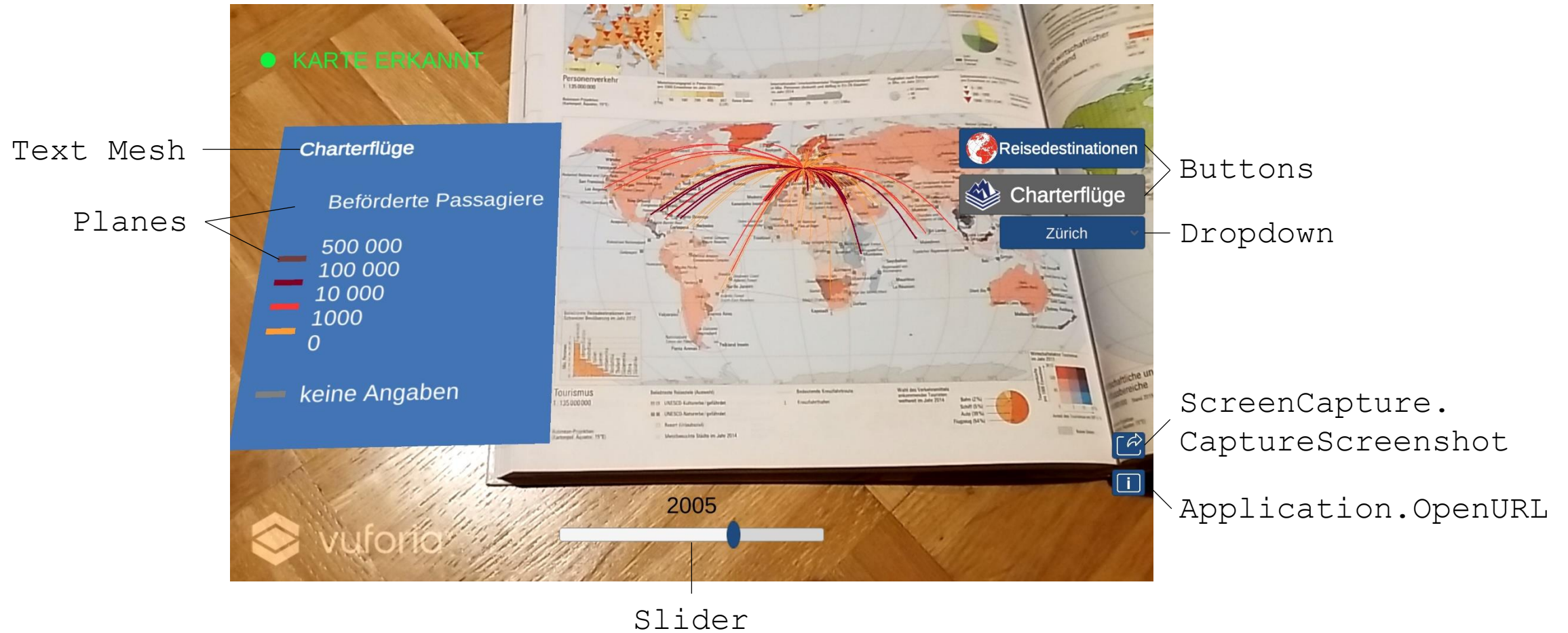


Images² für Kreisdiagramme, Cylinders für Verbindungslinien



LineRenderer für gekrümmte Linien

Implementierung: Benutzeroberfläche



● KARTE ERKANNT



Auswertung: Ausgangslage



Unser Stand bei einer Geomatikmesse

Teilnehmer:

- 56 Sekundarschüler
- Durchschnittsalter: 15,6 Jahre
- 37 männlich, 19 weiblich, 0 divers

Materialien:

- 2x3 gedruckte Atlaskarten
- 2 Tablets (für AR)
- 2 Smartphones (für die Umfrage)

Auswertung: Hypothesen

H1: Die Orientierungskompetenz wird durch AR verbessert.

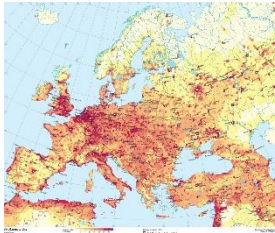
H2: Das Interesse sich mit einem geografischen Thema auseinanderzusetzen wird durch AR gesteigert.

H3: Nachhaltige Werte und Normen werden besser durch AR vermittelt.

Auswertung: Ablauf



oder



oder



Orientierungskompetenz (H1):
Aufgabenstellung &
Reflexionsfrage

Thematisches Interesse (H2):
Aufgabenstellung &
Reflexionsfrage

oder

Nachhaltige Werte (H3):
Aufgabenstellung &
Reflexionsfrage

Teil I: Gedruckte Karte
Teil II: AR Karte

oder

Teil I: AR Karte
Teil II: Gedruckte Karte

Teil I

Teil II

Reihenfolge

Auswertung: Beispiel für Teil I



AR Karte:
Bevölkerungsdichte

Aufgabenstellung zur Orientierungskompetenz (H1)

Nenne je ein dünn und ein dicht besiedeltes Gebiet in Europa:

- (a) Südpolen und Island
- (b) England und Poebene
- (c) Lappland und Pyrenäen

Reflexionsfrage zur Orientierungskompetenz (H1)

Wie einfach oder schwer war es, dich räumlich zu orientieren?

- (a) sehr einfach
- (b) einfach
- (c) mittelschwer
- (d) schwer
- (e) sehr schwer

Auswertung: Beispiel für Teil II

Aufgabenstellung zum thematischen Interesse (H2):

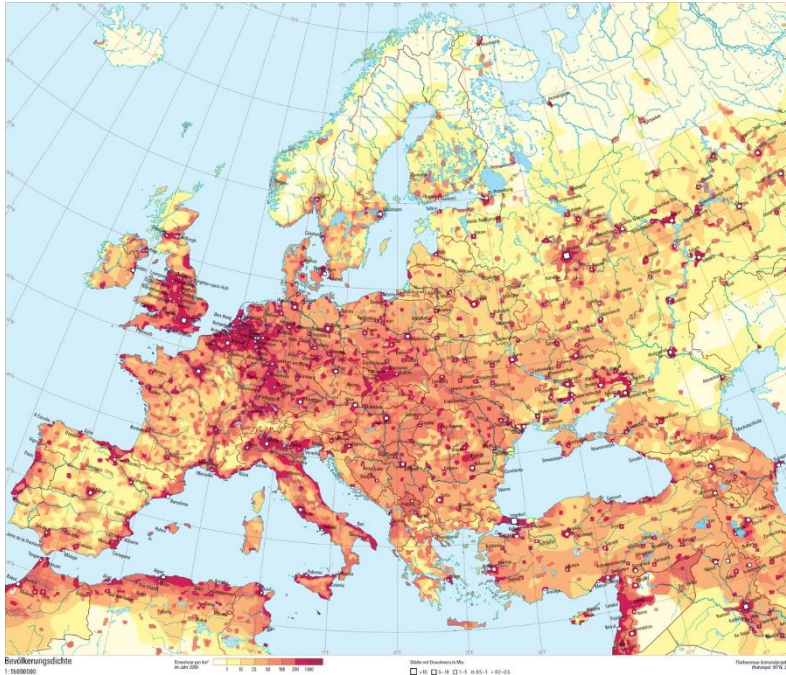
Wodurch lässt sich der Bevölkerungsunterschied zwischen Skandinavien und Zentraleuropa erklären:

- (a) hohe Auswanderungsrate
- (b) geringe Geburtenrate
- (c) **späte Industrialisierung**

Reflexionsfrage zum thematischen Interesse (H2):

Wie interessant oder langweilig war die bearbeitete Themenstellung für dich?

- (a) sehr interessant
- (b) interessant
- (c) mittelmäßig interessant
- (d) langweilig
- (e) sehr langweilig



Gedruckte Karte:
Bevölkerungsdichte

Auswertung: Beispiel für Teil II

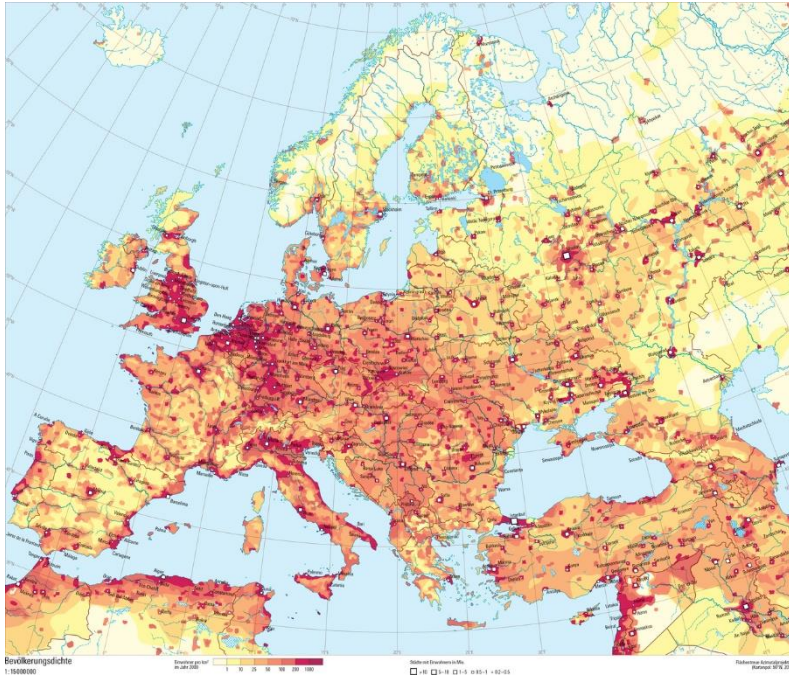
Aufgabenstellung zu nachhaltigen Werten (H3):

Beurteile die Aussage des schwedischen Integrationsministers Johansson anhand der Bevölkerungsdichtekarte „Man kann auch Asyl in Deutschland oder Dänemark beantragen. Europa ist größer als Schweden.“:

(a) Ich stimme der Aussage anhand der Bevölkerungsverteilung in Europe zu.

(b) Meiner Meinung sollte die Bevölkerungsanzahl nicht der einzige entscheidende Faktor für die Verteilung von Asylsuchenden sein.

(c) Schweden sollte mehr Leuten Asyl gewähren, da das Land gering besiedelt ist.



Gedruckte Karte:
Bevölkerungsdichte

Reflexionsfrage zu nachhaltigen Werten (H3):

Wie veränderte sich deine Meinung während der Kartenarbeit?

(a) viel weniger nachhaltiger

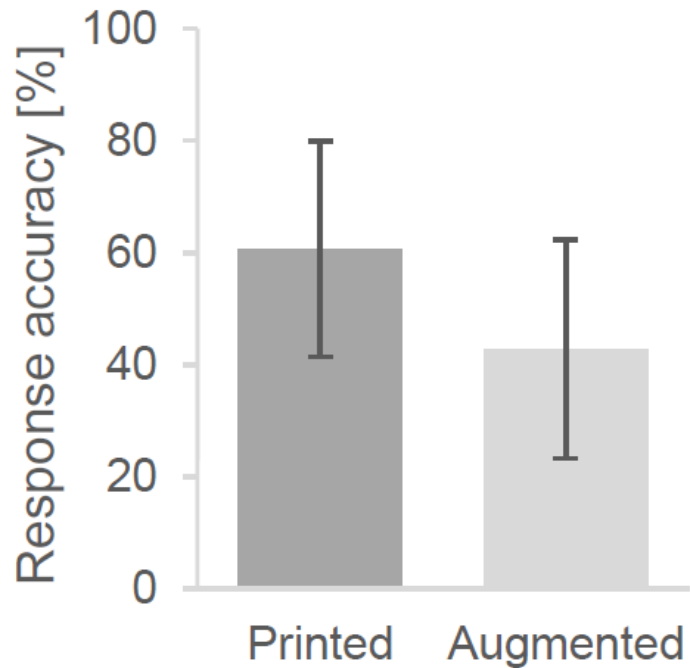
(b) weniger nachhaltiger

(c) gleichermaßen nachhaltig

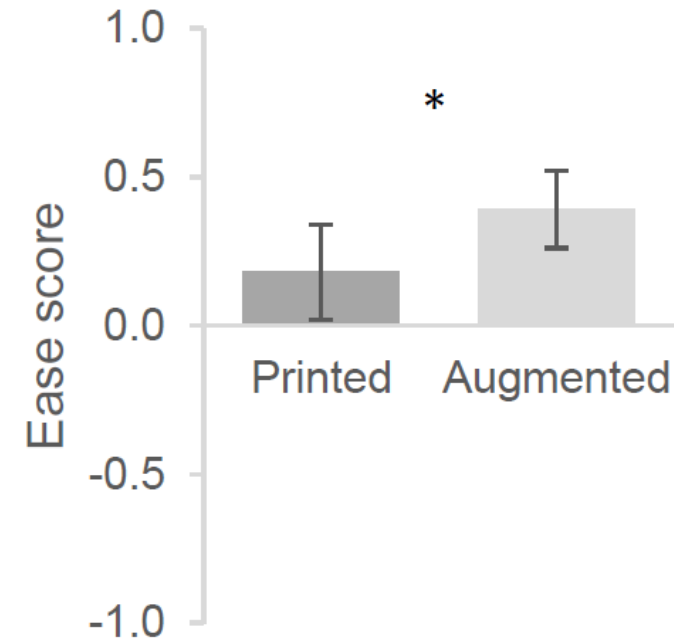
(d) mehr nachhaltiger

(e) viel mehr nachhaltiger

Auswertung: Orientierungskompetenz (H1)



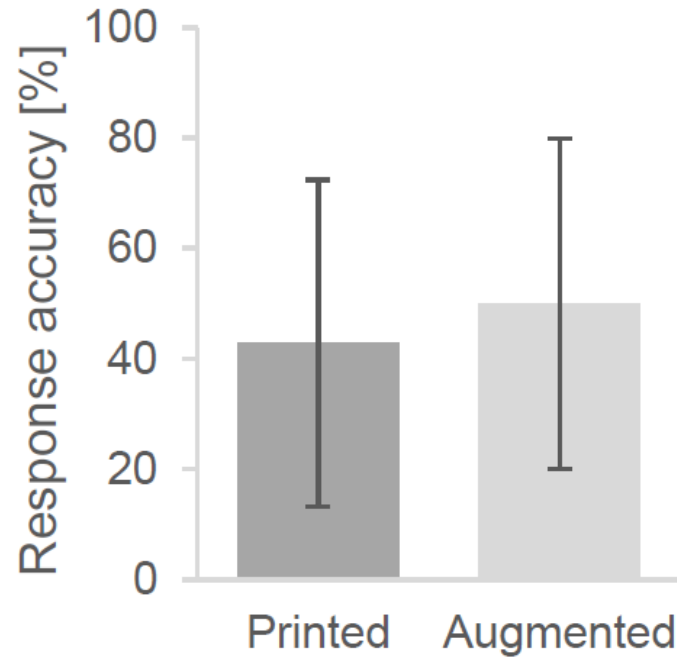
Effektivität der Kartenanalyse
(objektive Beobachtung)



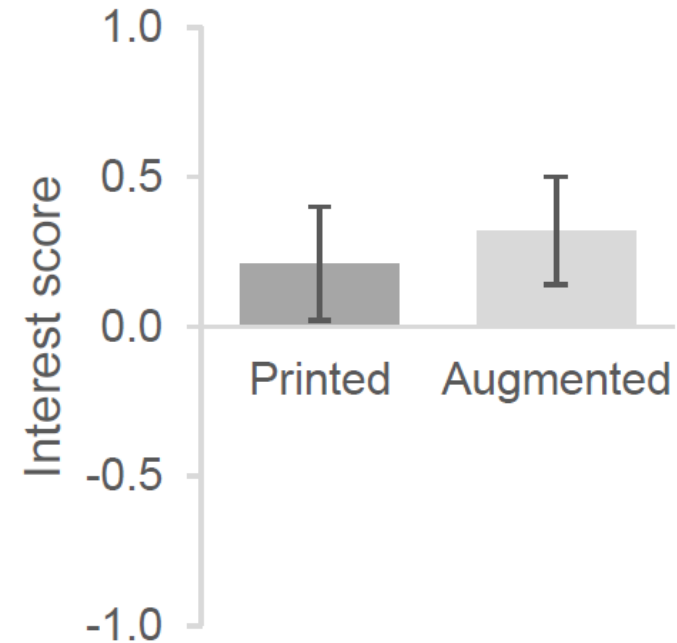
Einfachheit der räumlichen Orientierung
(subjektive Einschätzung)

N = 2 x 28

Auswertung: Thematisches Interesse (H2)



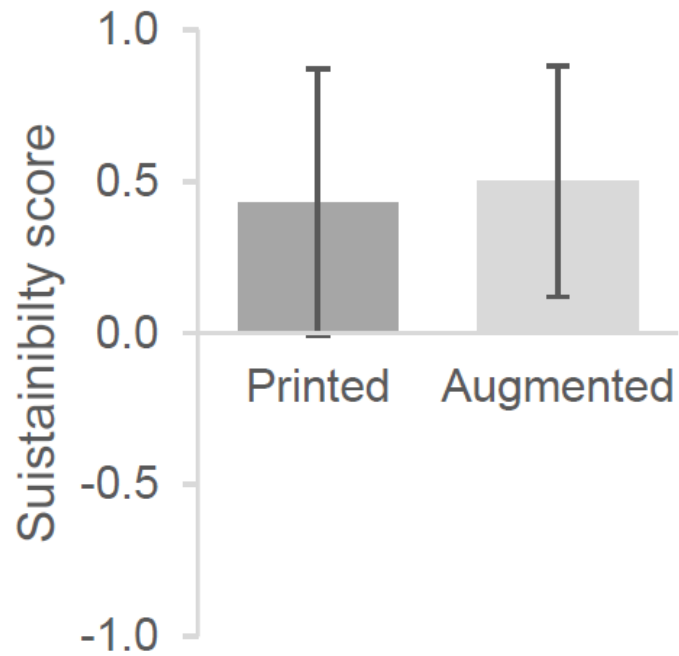
Effektivität der Karteninterpretation
(objektive Feststellung)



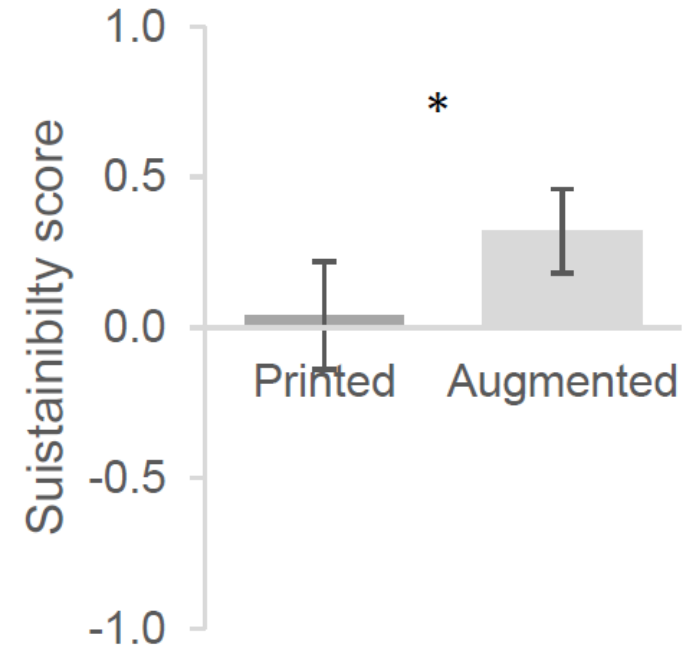
Interesse am Kartenthema
(subjektive Einschätzung)

N = 2 x 14

Auswertung: Nachhaltige Werte



Verhalten mit Kartenbeurteilung
(objektive Feststellung)



Verhaltensänderung
(subjektive Einschätzung)

N = 2 x 14

Zusammenfassung

- Wir konnten erfolgreich einen funktionalen Prototypen erstellen.
- Die Ergebnisse von allen Aufgabenstellungen (d.h. Analyse, Interpretation und Beurteilung) sowie des subjektiv eingeschätzten Interesse an einem geografischen Thema unterschieden sich nicht signifikant zwischen gedruckten und AR Karten.
- Die Schüler gaben ab, dass sie sich in AR Karten einfacher räumlich orientieren konnten und dass ihr Verhalten in eine nachhaltigere Richtung gelenkt wurde.
- Alle Hypothesen müssen verworfen werden, obwohl sich ein positiver Trend bezüglich AR feststellen lässt.

Herausforderungen



Problem	Mögliche Lösungen
Gebogene Atlasseiten	Gekrümmtes Oberflächenmodell nutzen [Martedi 2011]
Begrenzter Gerätespeicher	Geodaten von einem Server downloaden
Manuelles Hochladen von Zielbildern zur Erstellung der Referenzmarker	Offerte für dieses Feature anfragen, andere Softwarelösung ausprobieren
Legendenplatzierung	Innerhalb der Benutzeroberfläche, mithilfe von Bezugsrahmen [Bleisch 2011]
Müdigkeit der Benutzer	Nur kurze Aufgaben stellen
Digitalen Objekte wackeln bei sehr spitzen Winkeln	Genauigkeit mit Convolutional Neural Networks verbessern [Akgul et al. 2016]

Ausblick

- Aufmachung der Inhalte
- Kohärentes Design
- Kartografische Verfeinerungen
- Erweiterte Funktionalitäten
- Didaktische Konzepte
- Weitere Benutzerstudien
- Andere Betriebssysteme

Forschungsergebnisse



Article

Augmenting Printed School Atlases with Thematic 3D Maps

Raimund Schnürer[✉], Cédric Dind, Stefan Schälcher, Pascal Tschudi and Lorenz Hurmi^{*}

Institute of Cartography and Geoinformation, ETH Zurich, 8093 Zurich, Switzerland; schnurer@ethz.ch (R.S.); dindc@student.ethz.ch (C.D.); schalste@student.ethz.ch (S.S.); tschudip@ethz.ch (P.T.)

* Correspondence: lhurmi@ethz.ch; Tel.: +41-44-633-3033

Received: 17 April 2020; Accepted: 20 May 2020; Published: 27 May 2020



Abstract: Digitalization in schools requires a rethinking of teaching materials and methods in all subjects. This upheaval also concerns traditional print media, like school atlases used in geography classes. In this work, we examine the cartographic technological feasibility of extending a printed school atlas with digital content by augmented reality (AR). While previous research rather focused on topographic three-dimensional (3D) maps, our prototypical application for Android tablets complements map sheets of the Swiss World Atlas with thematically related data. We follow a natural marker approach using the AR engine Vuforia and the game engine Unity. We compare two workflows to insert geo-data, being correctly aligned with the map images, into the game engine. Next, the imported data are transformed into partly animated 3D visualizations, such as a dot distribution map, curved lines, pie chart billboards, stacked cuboids, extruded bars, and polygons. Additionally, we implemented legends, elements for temporal and thematic navigation, a screen capture function, and a touch-based feature query for the user interface. We evaluated our prototype in a usability experiment, which showed that secondary school students are as effective, interested, and sustainable with printed as with augmented maps when solving geographic tasks.

Keywords: augmented reality; atlases; 3D cartography; thematic maps; education; usability

<https://doi.org/10.3390/mti4020023>

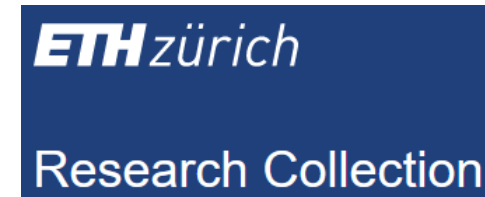
Central European Cartographic Conference

EuroCarto 2020



Vienna, 21-25 September 2020

<https://ucloud.univie.ac.at/index.php/s/ArzVWXfmOqhq93M/download>

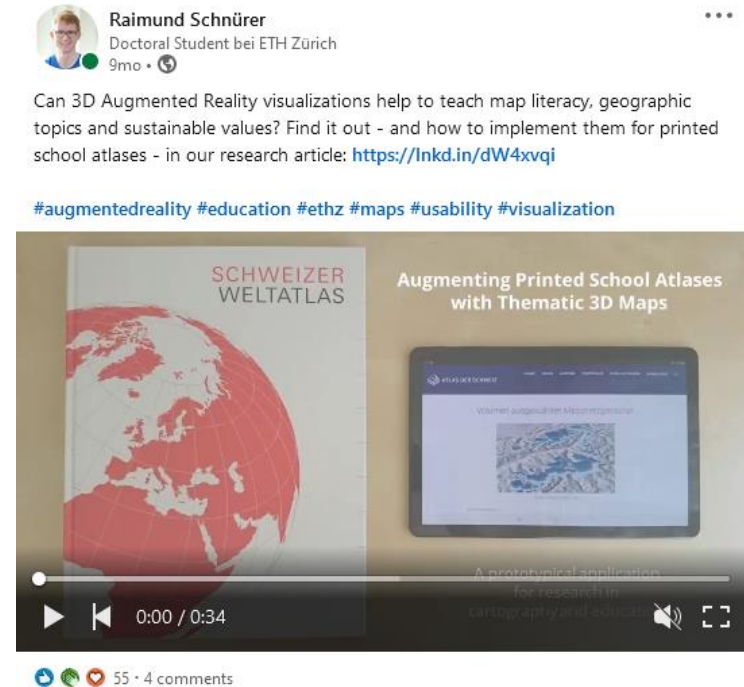


<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000408647>

Medienresonanz



Tagesschaubeitrag (Hauptausgabe)
vom 26.10.2019



Persönlicher LinkedIn Post
vom 25.06.2020

Geografieunterricht der Zukunft



Mini-Podcast

Digital vs. Print

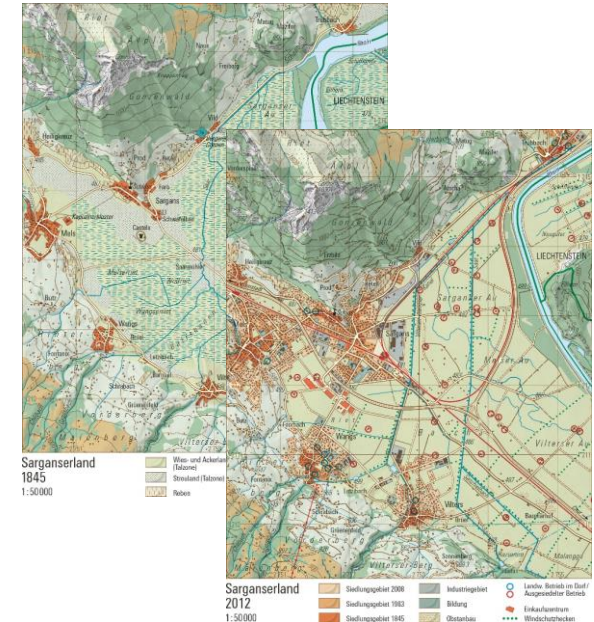


Photo by [Jessica Lewis](#) on [Unsplash](#)

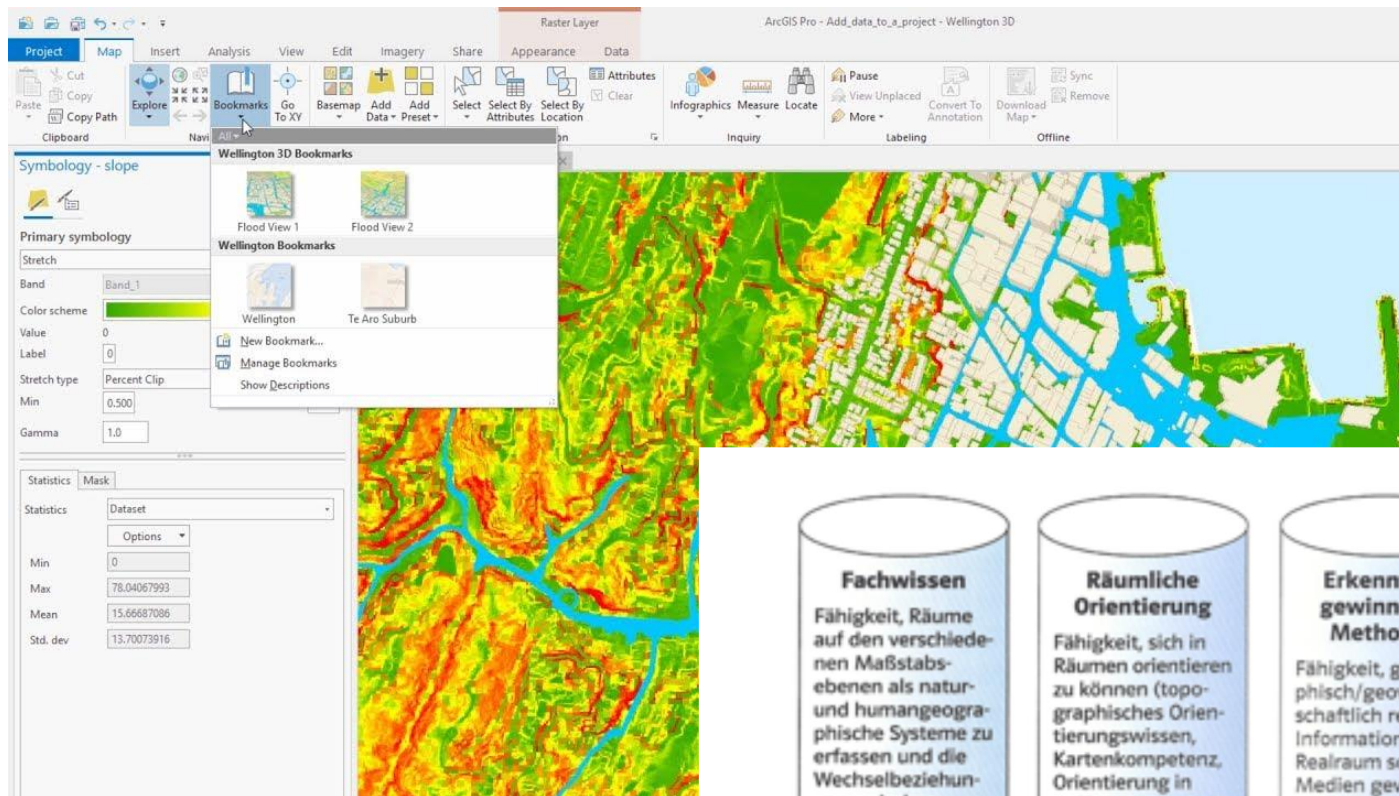
Vorteile gedruckte Karten

- Einfache Benutzbarkeit
- Gemeinsames Arbeiten
- Greif-/Fassbarkeit

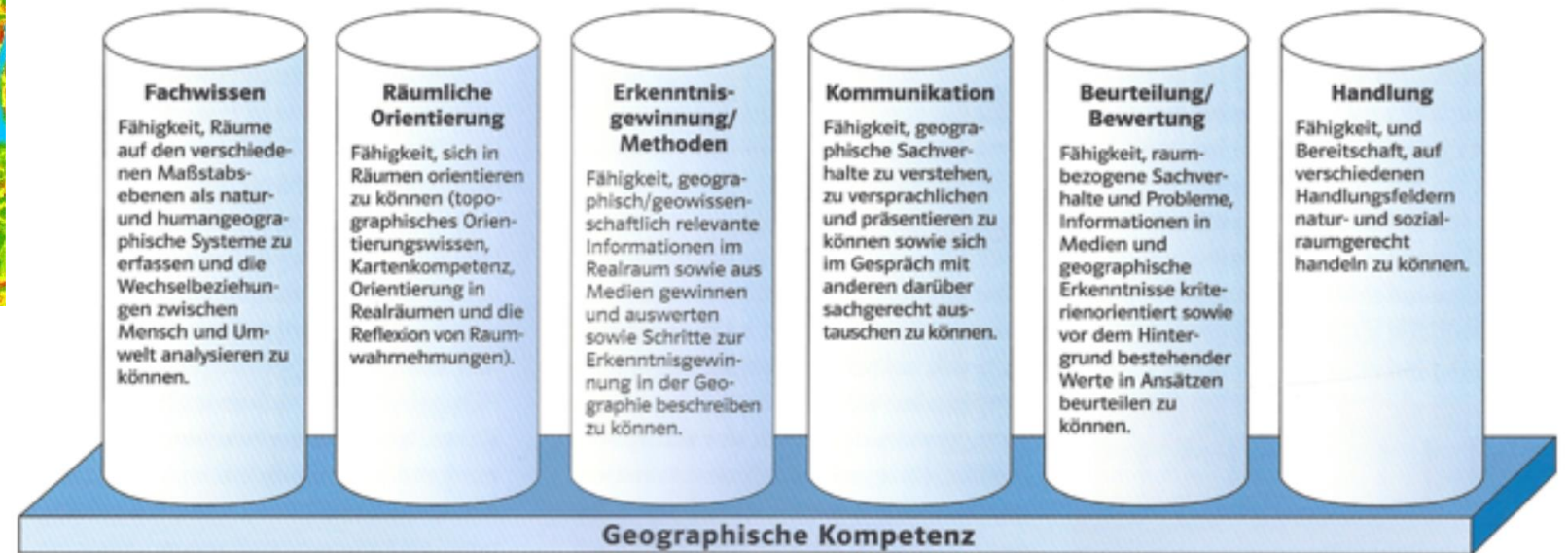
[Hurst & Clough 2013]



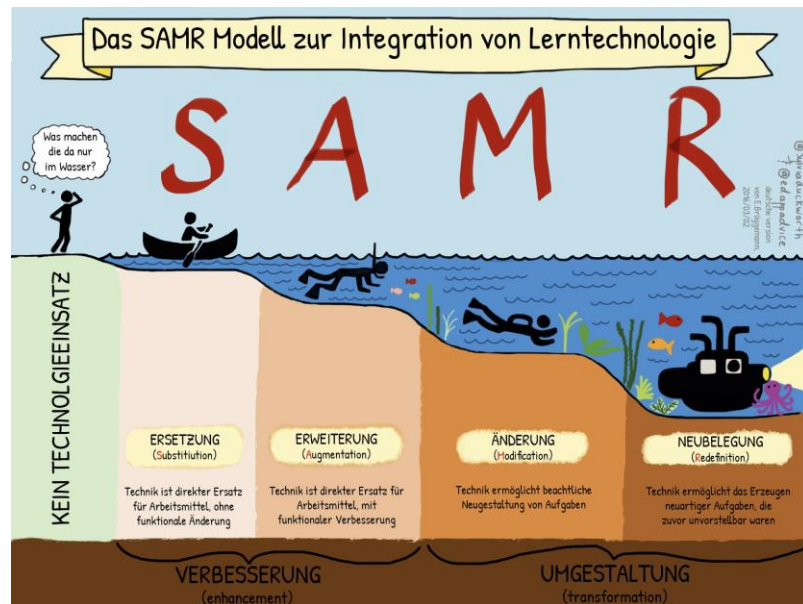
Kompetenzen



<https://pro.arcgis.com/de/pro-app/latest/get-started/add-data-to-your-project.htm>



DGfK, 2019, Bildungsstandards Geographie

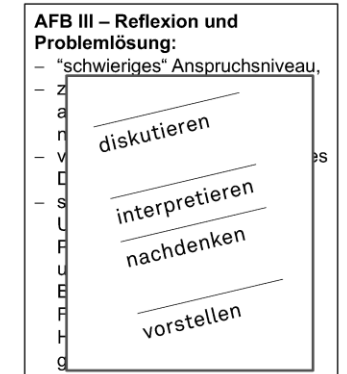
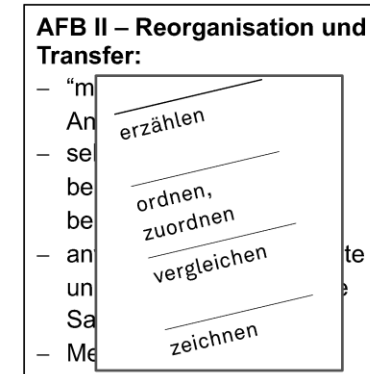
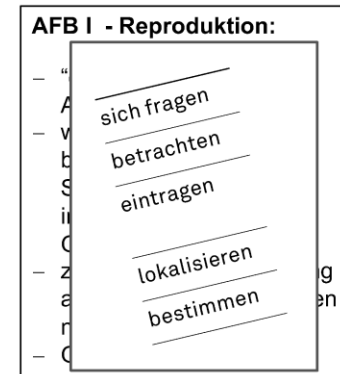


<https://www.igesonline.net/wp-content/uploads/2020/05/2-2.png>

Operatoren

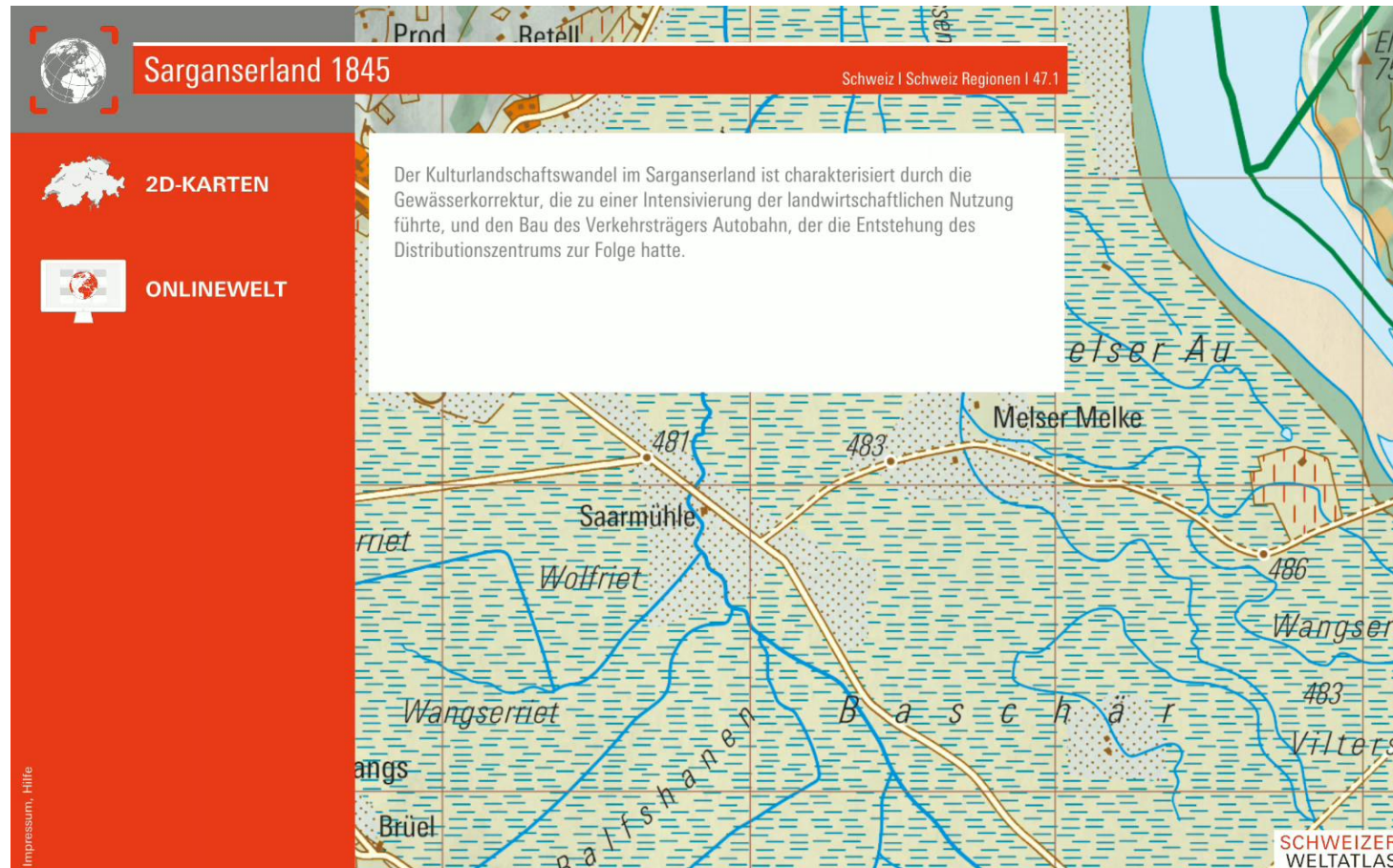
- keine Fragenstellungen (?)
- konkrete, präzise & handlungsleitende Aufgabenstellungen

Anforderungsbereiche



Beispiel

Beschreibe, das Abflussregime der Bergbäche im Sarganserland im Jahre 1845.



Beispiel

Vergleiche die Nutzung der Schwemmebene durch den Menschen im Verlaufe der Zeit.

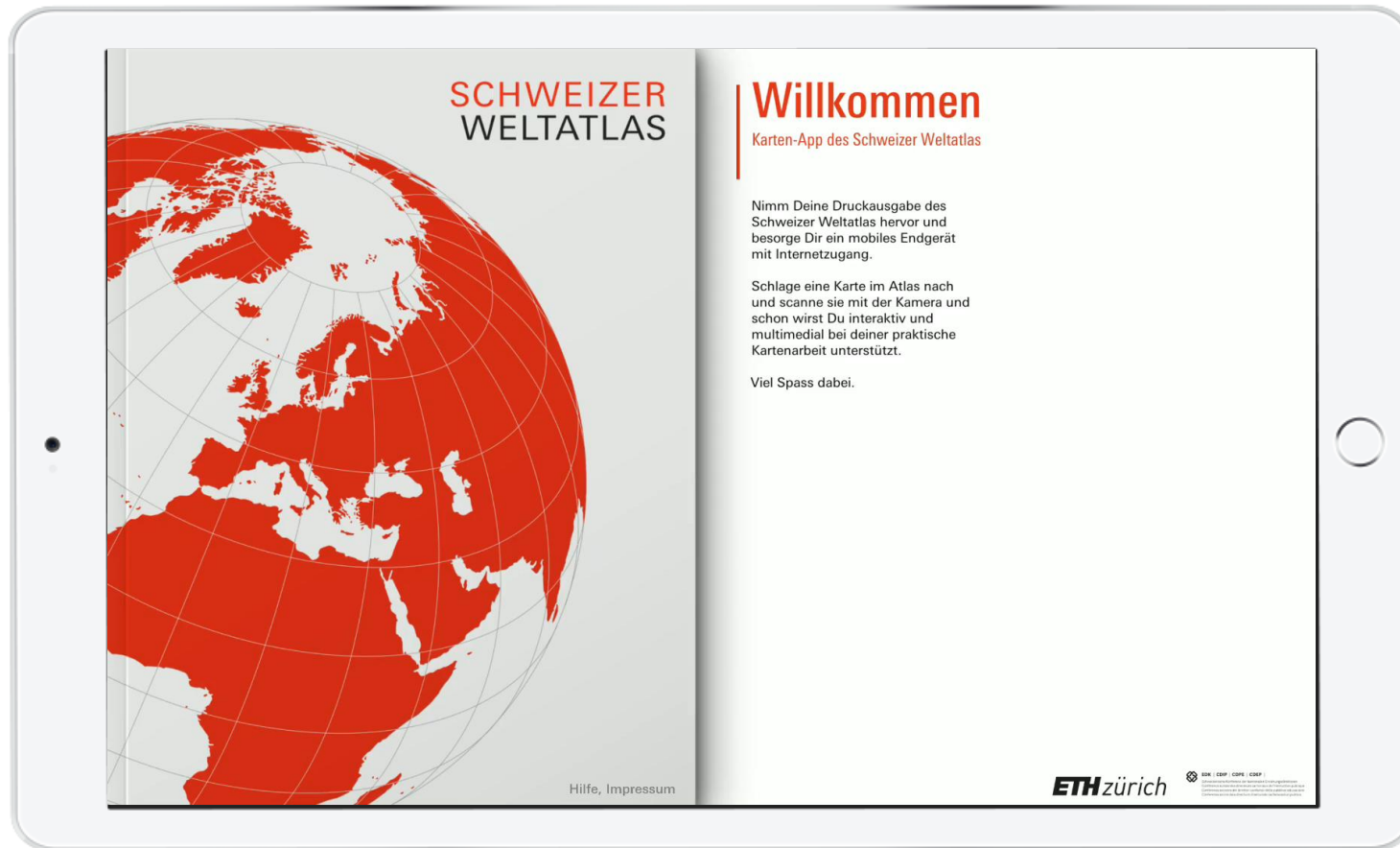
Sarganserland 1845 Schweiz | Schweiz Regionen | 47.1

Der Kulturlandschaftswandel im Sarganserland ist charakterisiert durch die Gewässerkorrektur, die zu einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung führte, und den Bau des Verkehrsträgers Autobahn, der die Entstehung des Distributionszentrums zur Folge hatte.

Map labels: Saarmühle, Wolfriet, Wangserriet, Wangser, Viltets, Melser Melke, elser Au, B a s e h ä r, Brül, B a l f s h a n e n, 481, 483, 486, 75.2, SCHWEIZER WELTATLAS

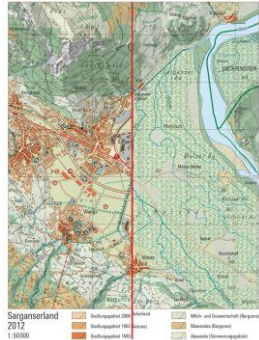
Impressum, Hilfe

Schweizer Weltatlas App Prototyp



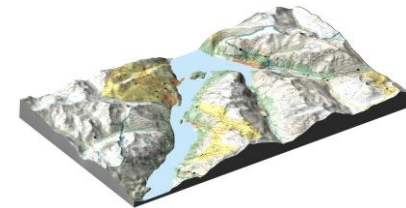
2D-Karten

- Digitales Kartenbild
- Zeichnen & Projizieren
- Navigation
- Ebenen Ansicht
- **Kartenvergleich**



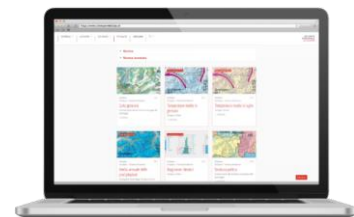
3D-Karten

- **Blockbilder**
- Virtueller Globus



Onlinewelt

- Zugang **Zusatzmaterialien**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Raimund Schnürer schnuerer@ethz.ch
Pascal Tschudi tschudip@ethz.ch



<http://studymaps.ethz.ch/augmented-reality-school-atlases/>

Literaturverzeichnis

- Akgul, O.; Penekli, H. I.; Genc, Y. (2016) Applying Deep Learning in Augmented Reality Tracking, *Proceedings of the 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)*, Naples, pp. 47-54
- Bergig, O.; Hagbi, N.; El-Sana, J.; Kedem, K.; Billingham, M. (2011) In-Place Augmented Reality. *Virtual Reality*, 15, pp. 201–212
- Bleisch, S. (2011) Toward appropriate representations of quantitative data in virtual environments. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 46, pp. 252–261
- Bobrich, J.; Otto, S. (2002) Augmented maps. *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 34, pp. 502–505
- Eggert, D.; Hücker, D.; Paelke, V. (2014) Augmented Reality Visualization of Archeological Data. In: Buchroithner, M., Prechtel, N., Burghardt, D. (Eds.) *Cartography from Pole to Pole: Selected Contributions to the XXVIth International Conference of the ICA, Dresden 2013, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, pp. 203–216
- Hurst, P.; Clough, P. (2013) Will we be lost without paper maps in the digital age? *Journal of Information Science*, 39, pp. 48-60
- Martedi, S.; Saito, H. (2011) Towards bendable augmented maps. *Proceedings of the 12th IAPR Conference on Machine Vision Applications*, pp. 566–569
- Westermann-Gruppe (2015) Zoom-App. <http://www.zoom-app.de>
- Wüest, R.; Nebiker, S. (2017) Geospatial Augmented Reality for the interactive exploitation of large-scale walkable orthoimage maps in museums. *Proceedings of the 28th International Cartographic Conference*, Washington D.C.
- Yonov N. (2019) School Atlas with Augmented Reality, *Proceedings of the 29th International Cartographic Conference*, Tokyo