

Raimund Ditter* & Alexander Siegmund**

Lernen mit digitalen Satellitenbildern – eine genderspezifische Analyse

* ditter@ph-heidelberg.de, Pädagogische Hochschule Heidelberg, Abteilung Geographie – Research Group for Earth Observation (rgeo)

** siegmund@ph-heidelberg.de, Pädagogische Hochschule Heidelberg, Abteilung Geographie – Research Group for Earth Observation (rgeo), Universität Heidelberg, Heidelberg Center for the Environment & Geographisches Institut

eingereicht am: 08.02.2016, akzeptiert am: 25.04.2016

Die Ergebnisse der PISA-Studie 2009 (vgl. OECD 2011) offenbaren beim Lernen mit digitalen Medien auffällige Genderunterschiede deutscher Schüler/innen. Daher sollen am Beispiel des Einsatzes digitaler Satellitenbilder die geschlechtsspezifischen Unterschiede näher untersucht werden. Dazu wurde im Rahmen einer empirischen Studie mit 322 Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe im Alter von 12 bis 17 Jahren neben der Lernmotivation und dem akademischen Selbstkonzept als die zentralen Prädiktoren der Erhebung auch die Computer und Satellitenbild bezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen zu verschiedenen Messzeitpunkten erfasst und deren Veränderung im Laufe der Erhebungsphase analysiert. Gerade in Hinblick auf genderspezifische Unterschiede zeigt die Studie auffällige Besonderheiten.

Keywords: Fernerkundung, Gender, Lernen

Gender-specific aspects of learning with remote sensing data

The results of the PISA 2009 study (see OECD 2011) reveals conspicuous gender differences among German students in learning with digital media. Therefore the use of digital satellite images has to be examined in more detail in terms of gender differences. 322 students between the ages of 12 and 17 were monitored for their studying motivation and sense of academic self-concept as a central predictor of this investigation. In addition, their expectations of self-efficacy in the use of computers and satellite images were recorded at different measurement intervals to point out relevant changes during the inquiry. Focussing on gender-specific differences, this study features remarkable peculiarities.

Keywords: remote sensing, gender, learning

1 Einleitung und Zielsetzung

Im Zeitalter von „Google Earth“ und Co. ist es inzwischen annähernd jeder/m möglich, einen fesselnden Blick auf die Erde „von oben“ zu werfen. Eingebunden in den Unterricht ermöglicht die aktivierende Auseinandersetzung mit Satellitenbildern vielfältige raumbezogene Fragestellungen zu untersuchen (Ditter et al. 2015; Ditter 2014; Ditter & Siegmund 2012). Das vielfach bescheinigte Lernpotenzial im Umgang mit dem Geomedium „Satellitenbild“ differenziert zu untersuchen, stellt ein zentrales Anliegen dieser Studie dar. Ein besonderer Blick gilt hierbei den geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern. Nicht zuletzt die

PISA-Studie aus dem Jahre 2009 offenbarte sowohl im Umgang mit digitalen Medien als auch in der Grundeinstellung ihnen gegenüber erhebliche Genderunterschiede. Gerade in den MINT¹-Fächern entbrennen zum Teil didaktische Grundsatzdiskussionen, ob Monoedukation, Koedukation oder entsprechende Hybridmodelle für die Angleichung der auffallenden Genderunterschiede am effizientesten erscheinen (vgl. Herwartz-Emden et al. 2010; Kessels 2002). Ob eine empirische Evidenz für die geschlechtsspezifischen Unterschiede beim Lernen mit digitalen Geomedien (am Beispiel der Auseinandersetzung mit digitalen Sa-

¹ MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik

tellitenbildern) nachweislich ist und ob diese durch entsprechende digitale Lernsettings angeglichen werden kann, soll diese Untersuchung eruieren.

2 Stand der Forschung bezüglich der Lernwirksamkeit Digitaler (Geo-)Medien

Auch wenn man von keiner flächendeckenden und homogenen Digitalisierung deutscher Klassenzimmer sprechen kann, so zeigt sich dennoch vielerorts eine sukzessive Einbindung digitaler Medien in den Unterrichtsalltag (Ditter et al. 2012, 215; Siegmund 2011). Der unterrichtliche Wandel „vom Lernen mit Neuen Medien zum Neuen Lernen mit Medien“ (Herzig & Grafe 2006, 15) spiegelt sich auch in einer breiten didaktischen Forschung zur unterrichtlichen Nutzung Digitaler Medien wieder. Neben explorativen Fragestellungen zum Einsatz digitaler Medien in Lernsettings, wird zunehmend auch die Wirkung selbiger in Lernwirksamkeitsstudien erforscht (vgl. Herzig 2014).

Trotz einer langsam zunehmenden Digitalisierung an deutschen Schulen mangelt es nach Ansicht der Lehrkräfte nach wie vor an entsprechender IT-Grundausstattung und entsprechenden Weiterbildungsangeboten für Lehrende. Zu diesem Ergebnis kommt eine repräsentative Befragung von 505 Lehrerinnen und Lehrern der Sekundarstufe I, die im Auftrag des Verbands Bitkom, des „Verbands Bildung und Erziehung“ (VBE) und der von der Karlsruher Messe- und Kongress-GmbH (KMK) veranstalteten „LEARNTEC –

Internationale Fachmesse und Kongress für das Lernen mit IT“ durchgeführt wurde. 28 % der Lehrkräfte attestieren ihrer Schule, dass die Verfügbarkeit von Computern in Relation zur Anzahl der Schüler/innen „sehr gut“ oder „gut“ sei. 37 % der Unterrichtenden bewertet die Ausstattung als „befriedigend“ oder „ausreichend“, fast ebenso viele (34 %) geben die Note „mangelhaft“ oder „ungenügend“ (Bitkom 2015). Die PISA-Erhebung aus dem Jahr 2009 bestätigt die vielerorts als defizitär wahrgenommenen technischen Voraussetzungen zur Nutzung digitaler Medien im Unterricht. Deutschland liegt der PISA-Studie zufolge mit 0,09 Computern pro Schüler/in deutlich unter dem OECD Durchschnitt von 0,13 liegt und hatte im Jahr 2009 damit eine Computerverfügbarkeit, die mit den Ländern Mexico (0,09), Thailand oder Rumänien (jeweils 0,08) zu vergleichen war. Bei der Nutzung des Computers zeigen sich zudem deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede. Den Computer als Medium der Freizeitgestaltung verwenden in allen OECD Staaten die männlichen Teilnehmer intensiver als die Probandinnen. Im Ranking der Geschlechterdifferenzen aller OECD-Staaten liegt Deutschland mit Platz sieben in der Gruppe der Länder, die auffällige Nutzungsunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Jugendlichen aufzeigen. Andererseits nutzen Schülerinnen den privaten PC im OECD-Mittel geringfügig häufiger als ihre männlichen Mitschüler, um Schulaufgaben damit zu erledigen. Die Genderunterschiede bei deutschen Schülerinnen und Schülern sind hier jedoch so geringfügig, so dass die Differenzen als nicht signifikant zu werten sind. Damit

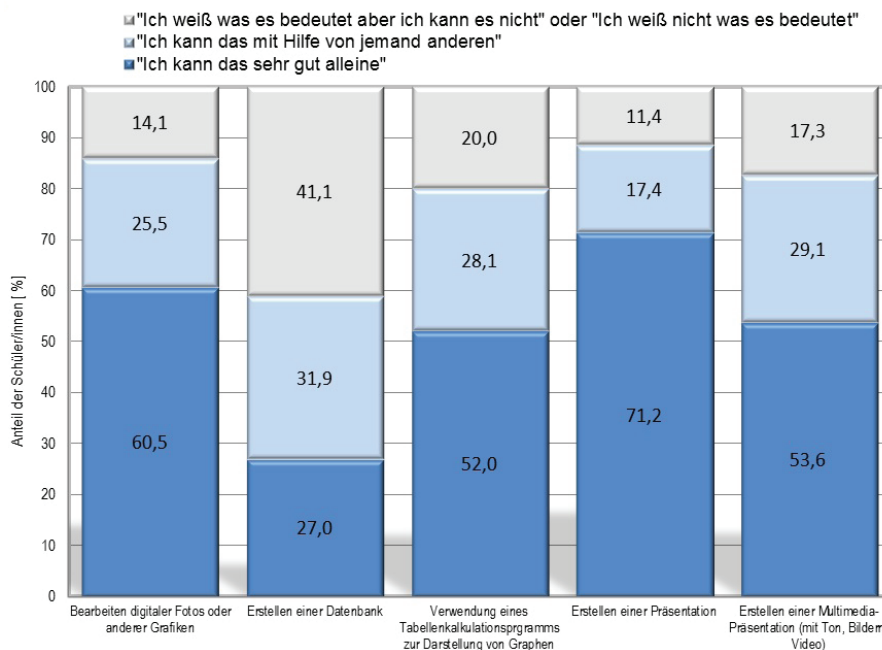


Abb.1: Anteil an Schüler/innen, die sich zutrauen eine der folgenden computerbasierten Herausforderungen eigenständig oder mit Hilfe eines anderen zu lösen. (Quelle: OECD, PISA 2009 Database, Table VI.5.26).

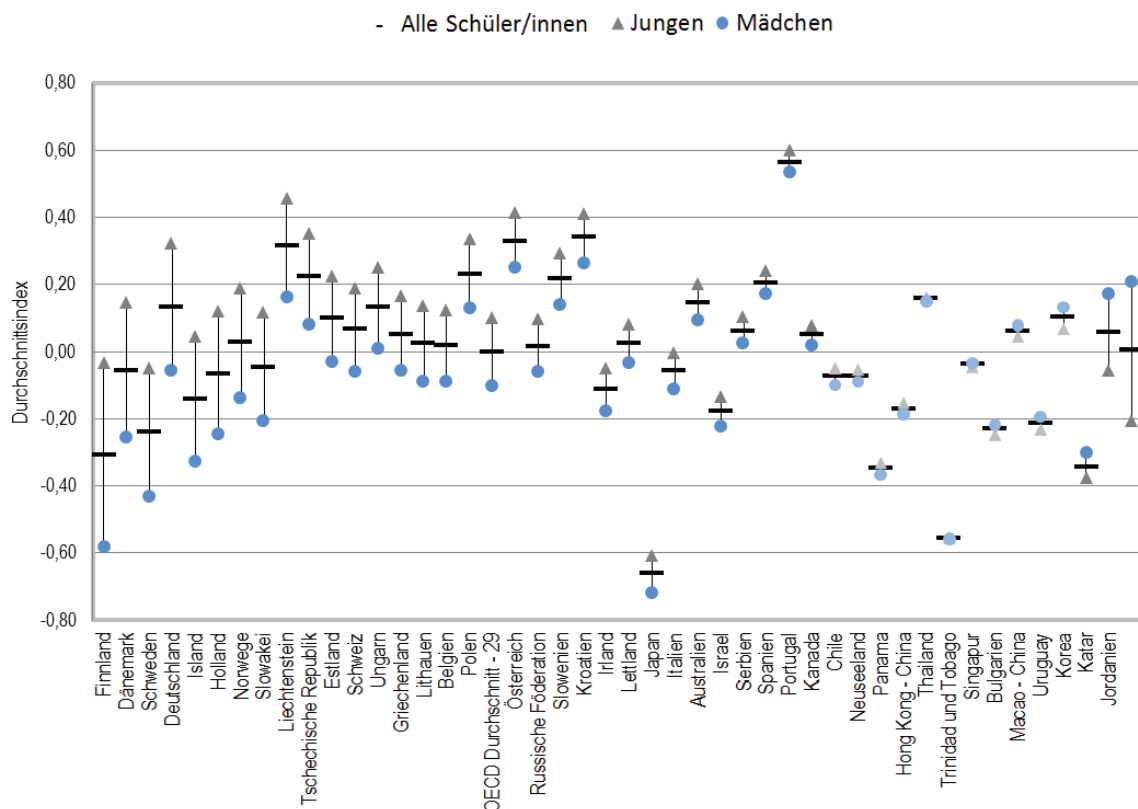


Abb. 2: Index zur computerbezogenen Selbsteinschätzung, differenziert nach Geschlecht. (Quelle: OECD, PISA 2009 Database, Table VI.5.27).

zeigt sich, dass die Einbindung digitaler Medien in den Unterricht an deutschen Schulen noch deutlich ausbaufähig erscheint und mit der privaten Nutzung nur ansatzweise Schritt halten kann.

Hinzukommt, dass die Einstellung und Motivation der Lernenden in Bezug auf den Umgang mit dem Medium Computer als sehr positiv und damit lernfördernd einzuschätzen sind. 76 % aller befragten Schüler/innen gaben im OECD-Durchschnitt an, dass sie Computer nutzen, da sie daran interessiert sind und 83 % bescheinigten der Beschäftigung mit dem PC eine sehr hohe Bedeutung (OECD 2011, 168 f.). Aus den subjektiven Selbsteinschätzungen der Lernenden wurde ein Index zur Erfassung der generellen Einstellung im Umgang mit dem Computer generiert. Die entsprechend geringe Varianz des Index quer durch das OECD-Gebiet repräsentiert die positive Grundeinstellung und das hohe Interesse seitens der Schüler/innen im Umgang mit dem Computer. Dabei liegen deutsche Schüler/innen sogar deutlich über dem OECD-Mittel, bei jedoch auffallend ausgeprägten Geschlechtsunterschieden. Männliche Schüler zeigen in diesem Bereich eine signifikant positivere Grundeinstellung im Umgang mit dem Computer als die Schülerinnen (OECD 2011, 169).

Eine zweite im Rahmen der PISA-Studie 2009 erhobene Selbsteinschätzung beschäftigte sich mit dem Zutrauen der Schüler/innen im Umgang mit dem

Computer. Hierzu wurden fünf computerspezifische Aufgaben erfragt: die digitale Bildbearbeitung, das Erstellen von Datenbanken, das Anfertigen von Graphen aus Tabellenkalkulationsprogrammen, das Erstellen von Präsentationen sowie das Gestalten von Multimedia-Präsentationen. Dabei zeigte sich im OECD-Mittel, dass Schüler/innen vor allem beim „Bearbeiten digitaler Photographien und sonstiger grafischer Darstellungen“, wozu Satellitenbilder zu zählen sind, sowie beim „Erstellen von multimedialen Präsentationen“ ein sehr hohes Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten haben. Ein hoher Anteil der Befragten traut sich zu, die digitalen Herausforderungen eigenständig zu bewältigen (vgl. Abb. 1).

Aus den einzelnen Einschätzungen wurde ein entsprechender Index generiert. Das daraus ermittelte Ranking der teilnehmenden Nationen attestiert den deutschen Schülerinnen und Schülern ein überdurchschnittlich hohes Selbstvertrauen, potentielle computerbasierte Aufgaben mit höherem Anforderungsniveau zu lösen.

Die geschlechtsdifferenzierte Abfrage zeigt, dass die Selbsteinschätzung von männlichen Schülern in diesem Bereich signifikant höher als die der Schülerinnen ist (OECD 2011, 170). In der Rangliste der Länder mit den größten Geschlechtsunterschieden belegt Deutschland den vierten Platz und bestätigt damit, dass gerade hierzulande nicht unerhebliche

genderspezifische Unterschiede bestehen. Diese nationalen Differenzen beruhen jedoch nicht auf einer auffälligen Geringschätzung der Fähigkeiten der Teilnehmerinnen, sondern vielmehr auf dem überdurchschnittlich hohen Zutrauen in die eigenen computerbasierten Kompetenzen der männlichen Probanden (vgl. Abb. 2).

In Bezug auf die Lernwirksamkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht bestätigt eine qualitative Studie in 224 skandinavischen Schulen positive Auswirkungen auf die unterrichtlichen Lernprozesse. Die befragten Lehrkräfte, Eltern und Schüler/innen attestierten digitalen Lernsettings positive Effekte auf die Lernfaktoren: Selbsttätigkeit, Engagement der Schüler/innen, Binnendifferenzierung, Kreativität der Lernenden und Unterrichtseffektivität (vgl. Gertsen et al. 2006).

Die Forschungsarbeit von Herzig & Grafe aus dem Jahre 2006 bestätigt den didaktischen Mehrwert des Einsatzes neuer Medien. Nach Herzig & Grafe ist hierfür die Passung des Mediums an die Lernvoraussetzungen der Schüler/innen eine wichtige Stellgröße für den Lernerfolg. Dem Einsatz von digitalen Medien im Unterricht wird auf Seiten der Lernenden erkennbare „positive Veränderungen [...] im Bereich des selbstständigen und selbst gesteuerten Arbeitens, der Kooperation und der Medienkompetenz [...]“ attestiert (Herzig & Grafe 2006, 92; Schulz-Zander 2003, 26). Diese Wirkung ist dabei zum Teil auf computerbasierte Lernsituationen beschränkt. Herzig & Grafe bestätigt dabei die zum Teil deutlichen geschlechtsspezifischen Unterschiede und weist auf die zu Gunsten der männlichen Schüler ausgeprägten computerbezogenen überfachlichen Kompetenzen hin.

Dabei scheint es ersten Studien zufolge möglich, dass über den kontinuierlichen Einsatz digitaler Medien eine „Angleichung der Fähigkeiten beider Geschlechter“ erreicht werden kann (Herzig & Grafe 2006, 92). Da jedoch keine repräsentativen Untersuchungen diesbezüglich vorliegen, fehlt es an eindeutigen Befunden in Hinblick auf mögliche Gendereffekte. Vorliegende Studien bestätigen lediglich, dass die ritualisierte Arbeit mit digitaler Medien im Unterricht Veränderungen, bezogen auf „mehr – und teilweise qualitativ verbesserte – Gruppenarbeit, eine höhere Anschaulichkeit des Unterrichts, einen höheren Grad an Schülerzentrierung, z.B. durch eigenständige Bearbeitung von Aufgaben, eine verbesserte Aufmerksamkeit und deutlich mehr Motivation und Freude am Unterricht“ bewirken können (Herzig & Grafe 2006, 93).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Reihe an Studien den didaktischen Mehrwert des Einsatzes von digitalen Medien im Unterricht (Herzig 2014) gerade im Medienverbund (Ditter et al. 2012) als lernwirksam beschreibt. Bei

geschlechtsdifferenzierter Betrachtung zeigen die Untersuchungen, dass sich männliche Schüler in digitalen Lernsituationen eine deutlich positivere Selbsteinschätzung attestieren als ihre Mitschülerinnen. Die Vermutung liegt nahe, dass dies auch im Umgang digitalen Geomedien, einer Sonderform digitaler Medien, der Fall zu sein zu scheint. Digitale Geomedien, die sich als „digitale Rauminformation und die Werkzeuge zu ihrer Erschließung“ definieren lassen (Michel et al. 2011, 5) und deren Aufgabe darin liegt, „raumbezogene Daten und Informationen über geo-relevante Sachverhalte [zu] erfassen und bereit[zu]stellen“ (Frödert 2011, 37).

Gemäß dieser Annahme sind die vorrangigen Ziele der Studie zu untersuchen, ob sich in der aktiven Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern (als einem Geomedium) geschlechtsspezifische Unterschiede im Hinblick auf die Lernwirksamkeit zeigen und ob diese Unterschiede durch eine intensive Beschäftigung mit dem Medium angeglichen werden können.

3 Methodologie der Untersuchung

Die empirische Untersuchung wurde als hypothesenprüfende Follow-Up-Studie mit zwei bzw. drei Messzeitpunkten (t_0 , t_1 und t_2) konzipiert (vgl. Abb. 3). Als Messinstrumente für die jeweiligen Erhebungen kam ein analoger Fragebogen zum Einsatz.

Vor dem Beginn der Hauptuntersuchung wurden sowohl die Testinstrumente als auch die Arbeitsmaterialien der Treatments ausführlich getestet. Dabei wurden im Rahmen einer vorgeschalteten Pilotstudie neben den Arbeitsmaterialien insbesondere die adaptierten Skalentests auf ihre Eignung hin überprüft.

An der Hauptuntersuchung nahmen 322 Schüler/innen aus 14 Experimentalklassen teil, die jeweils die GIS-Station, das Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien aufsuchten, um dort einen Vormittag lang (9 bis 13 Uhr) unter Verwendung ausgewählter Arbeitsmaterialien als Forscher/innen auf dem Gebiet der Fernerkundung zu agieren (Treatments T₁).

Die Schüler/innen erhielten hierzu, eingebunden in eine thematische Fragestellung, eine kurze methodische Einführung in die Arbeit mit digitalen Fernerkundungsdaten und bearbeiteten im Anschluss daran selbstständig ein bildungsplankonformes Themenbeispiel. Im Zentrum dieser primär computerbasierten Lerneinheit stand die Auseinandersetzung mit der für Schüler/innen konzipierten, webbasierten Fernerkundungssoftware „BLIF2“. In arbeitsteiliger Teamarbeit

² BLIF = Blickpunkt Fernerkundung (s. <http://www.rgeo.de/de/p/blif/>)

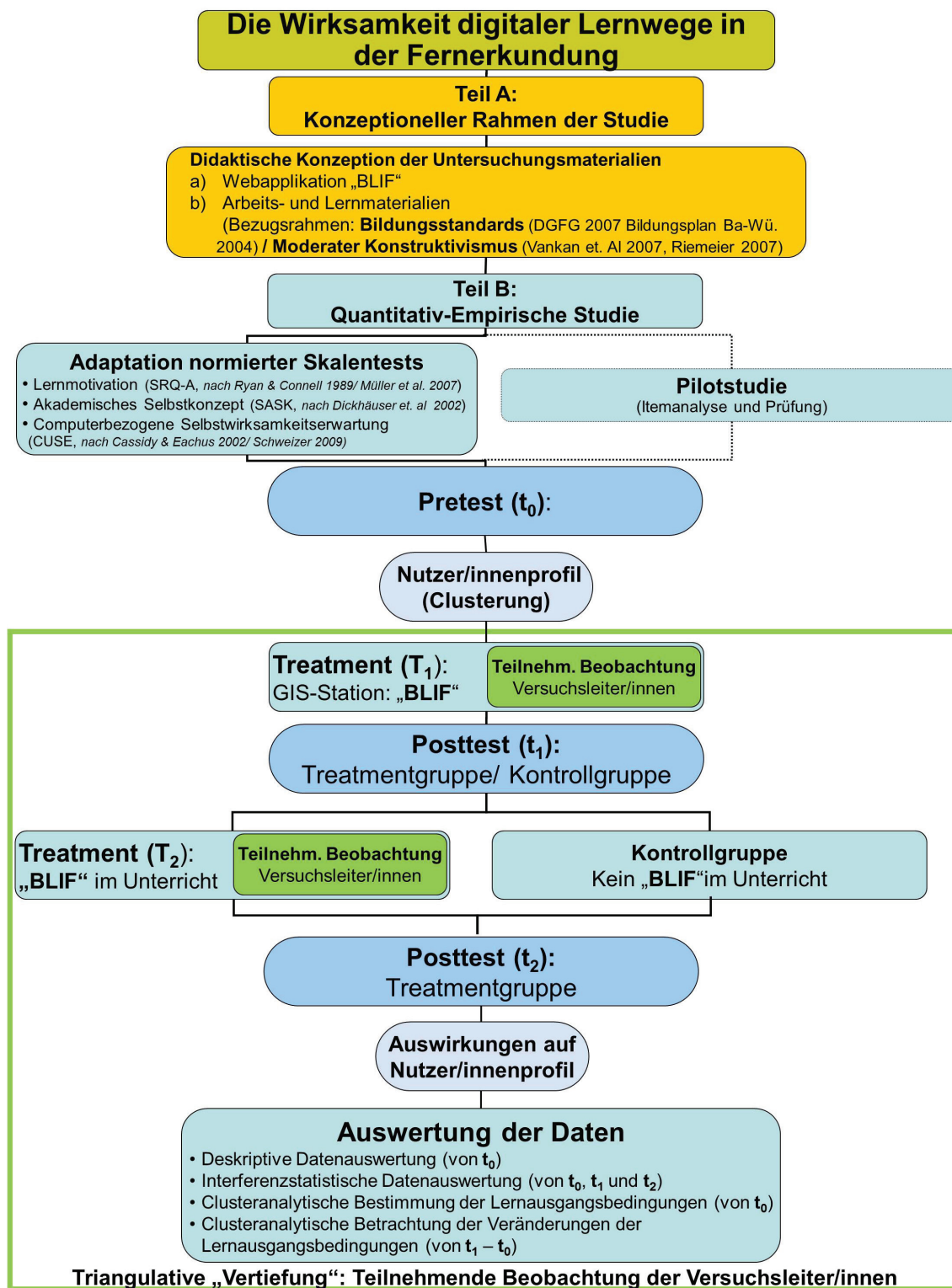


Abb. 3: Organigramm zum Untersuchungsdesign (nach Ditter 2014)

haben die Schüler/innen dabei mit originalen LANDSAT-Daten gearbeitet und diese im Hinblick auf spezifische geographische Fragestellungen hin untersucht (vgl. Ditter & Siegmund, 2012). Mittels der Verwendung entsprechender Arbeitsmaterialien wurden die Schülerinnen und Schüler im Sinne eines gelenkt entdeckenden Lernens (vgl. Wichmann 2010) Schritt für Schritt an die Möglichkeiten der Satellitenbildtechnik

und deren geographische Auswertung herangeführt (vgl. Ditter 2014).

Über mehrere Erhebungszeitpunkte hinweg wurde mit Hilfe der überwiegend skalentestbasierten Fragebögen der Verlauf der Lernprozess-Faktoren Lernmotivation, akademisches Selbstkonzept sowie satellitenbild- und computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung diagnostiziert. Die Untersuchung

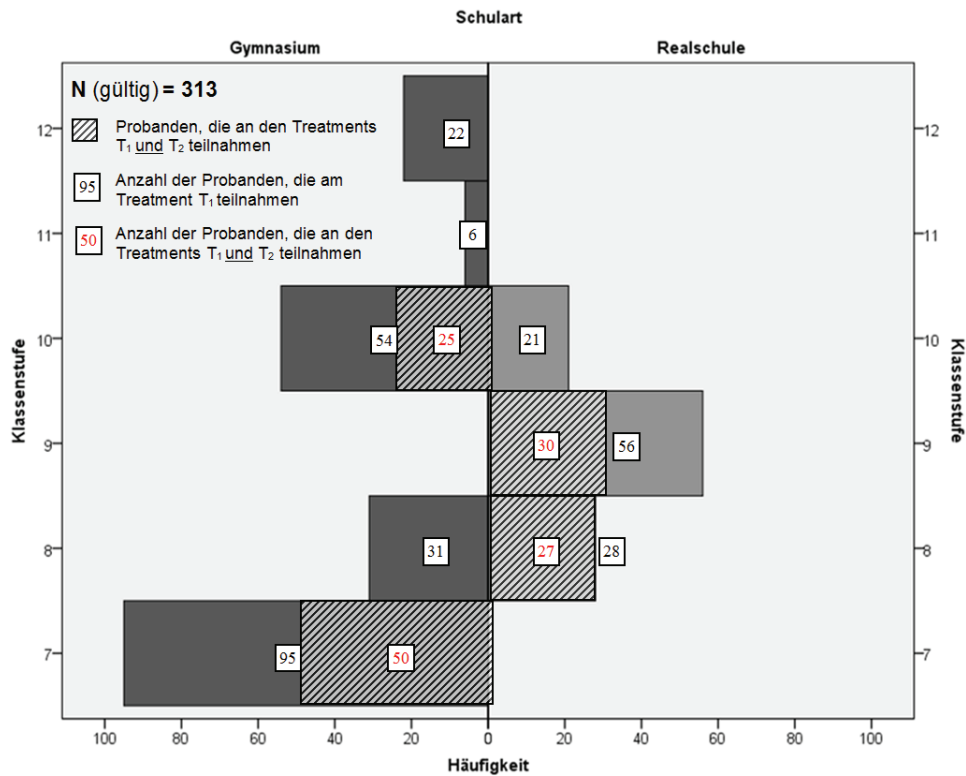


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsteilnehmer/innen nach Klassenstufe (schulartendifferenziert) (nach Ditter 2014).

wurde für einen Teil der Schüler/innen um ein zweites Treatment (Treatments T₂) im gewohnten, schulischen Umfeld erweitert, da durch das Aufsuchen externer Lernangebote (hier des Klaus-Tschira-Kompetenzzentrums für digitale Geomedien), verbunden mit der multimedialen Arbeit im Bereich der Fernerkundung, meist mit kurzzeitigen Veränderungen in untersuchten Bereichen zu rechnen war. Im Rahmen des Treatments T₂ setzen 132 Schüler/innen aus insgesamt fünf Untersuchungsgruppen die Fernerkundungssoftware „BLIF“, unter Verwendung bestimmter vorgegebener Arbeitsmaterialien, im gewohnten schulischen Umfeld, ein zweites Mal ein. Die Kontrollgruppe hingegen verwendete das Softwareangebot kein weiteres Mal im Unterricht. Über den Vergleich der Treatmentgruppe mit der Kontrollgruppe (kein zweites Treatment) werden somit aufschlussreiche Erkenntnisse über die nachhaltige Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung im Besonderen im Hinblick auf genderspezifische Unterschiede erwartet.

4 Ergebnisse der Datenauswertung

4.1 Allgemeine Merkmale der Untersuchungsteilnehmer

Insgesamt nahmen 322 Schüler/innen im Alter von 11 bis 18 Jahren an der Untersuchung teil. Von den 322 Versuchsprobandinnen und -probanden haben

132 Schüler/innen auch an dem folgenden zweiten Treatment partizipiert. Dementsprechend haben 41,0 % der Untersuchungsteilnehmer/innen an zwei Treatments (davon eines in der eigenen Schule) mitgewirkt, wohingegen 59,0 % der Probandinnen und Probanden lediglich am ersten, außerschulischen Treatment mitgewirkt haben und für das zweite Treatment als Kontrollgruppe fungierten. Die Geschlechterverteilung lässt sich als weitgehend gleichverteilt beschreiben. Mit einem Anteil von 52,8 % liegt ein leichter Überhang männlicher Teilnehmer vor.

Die Abb. 4 stellt die Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsteilnehmer/innen, gruppiert nach der jeweiligen Klassenstufe und Schulart dar. Dabei zeigt sich die heterogene Verteilung der Klassen über die einzelnen Schularten. Dies war durch zahlreiche Absagen und daraus bedingtes Umschichten ganzen Versuchspersonengruppen bedingt. Die am stärksten repräsentierte Subgruppe der Untersuchung (7. Klasse) setzt sich ausnahmslos aus Schüler/innen des Gymnasiums zusammen. Wohingegen die Schüler/innen der 9. Klasse allesamt aus der Realschule stammten. Die Klassenstufe 8 setzte sich paritätisch aus je einer Lerngruppe der Realschule sowie des Gymnasiums zusammen. Die 10. Klasse wird wiederum durch zwei gymnasiale Gruppen und eine Realschulklasse vertreten. An dem zweiten Treatment im schulischen Umfeld haben sich zwei 7. Klassen sowie eine 10. Klasse des Gymnasiums beteiligt. Die Realschule wurde durch eine 8. Klasse sowie eine 9. Klasse vertreten.

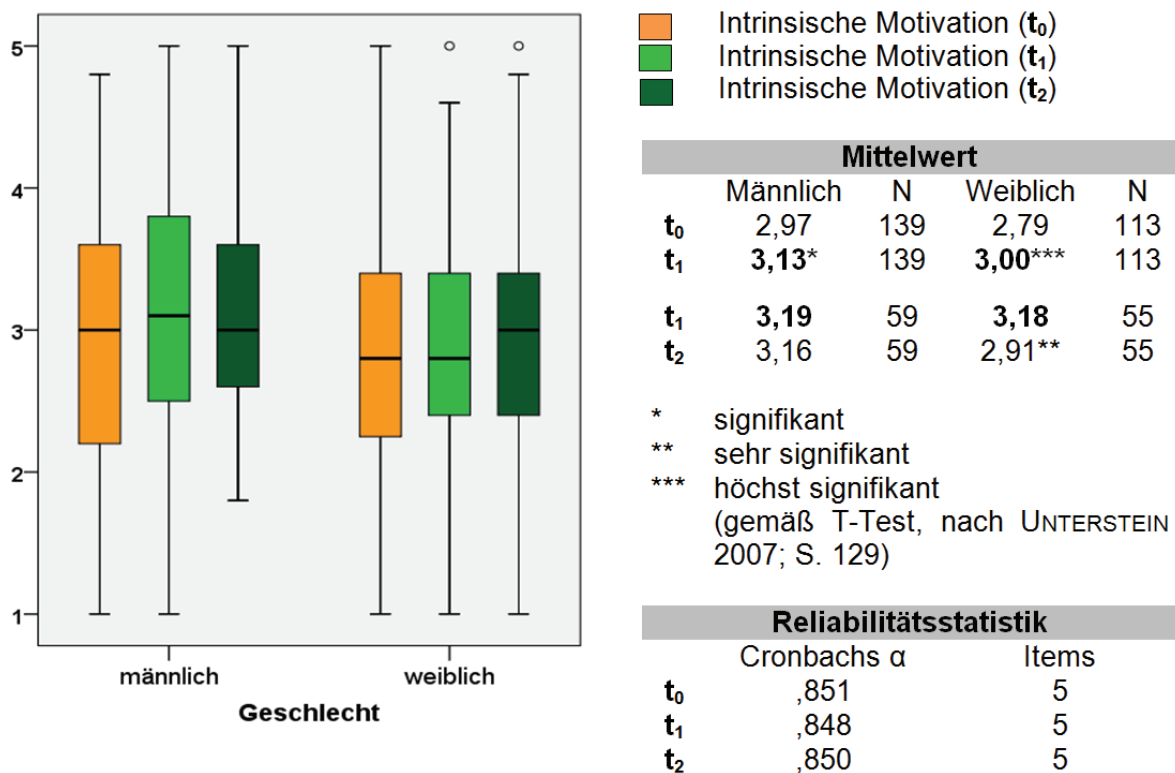


Abb.5: Veränderung der intrinsisch-motivationalen Regulationsstile bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung (Ditter 2014, 104).

4.2 Veränderungen der motivationalen Regulation während des Untersuchungszeitraums

In Anlehnung an Deci & Ryan (2002, 16) und Müller et al. (2007, 4) wurden im Kontext der Studie faktorenanalytisch drei motivationale Regulationstypinnen und -typen extrahiert. Hierbei lassen sich die folgenden Lerntypinnen und -typen im Umgang mit digitalen Satellitenbildern unterscheiden – der Grad an wahrgenommener Selbstbestimmung nimmt dabei von oben nach unten ab:

1. **Intrinsisch regulierende/r Lerntypin/ -typ** (Cronbachs $\alpha_{t_0}=0,85$; Cronbachs $\alpha_{t_1}=0,85$; Cronbachs $\alpha_{t_2}=0,85$)
2. **Identifiziert regulierende/r Lerntypin/-typ** (Cronbachs $\alpha_{t_0}=0,74$; Cronbachs $\alpha_{t_1}=0,85$; Cronbachs $\alpha_{t_2}=0,82$)
3. **Introjiert/externalisiert regulierende/r Lerntypin/-typ** (Cronbachs $\alpha_{t_0}=0,76$; Cronbachs $\alpha_{t_1}=0,80$; Cronbachs $\alpha_{t_2}=0,84$)

Die Ausprägung an selbstbestimmt motiviertem Lernen kann als Prädiktor für die Qualität von Bildungsprozessen und den daraus resultierenden Lerneffekten betrachtet werden (Müller et al. 2010). Intrinsisch motivierte Schüler weisen „besonders langfristig bessere Lernleistungen [auf] und nehmen sich als kompetenter wahr als Lernende, die eher external regulieren“ (ebd., 6).

Der/m „intrinsisch regulierenden Lerntypin/-typ“ wird analytisch eine hohe Relevanz beigemessen, da

ihm eine bedeutende Ausgangsbedingung für den intendierten Lernfortschritt der Untersuchungsteilnehmer/innen zugesprochen wird (vgl. Ditter 2014).

Die folgende Darstellung zeigt die Veränderung dieses Prädiktors über die drei Messzeitpunkte t_0 (Prätest), t_1 (Posttest 1) und t_2 (Posttest 2).

Bei geschlechtsübergreifender Betrachtung (vgl. Abb.5) zeigt sich, dass die Mittelwerte vom Prätest zum Posttest hin ansteigen, um dann bei den männlichen Teilnehmern im Post-Posttest nach dem Treatment im schulischen Umfeld auf höherem Niveau zu konsolidieren. Die auftretenden Mittelwertunterschiede (t_0-t_1) sind gemäß der Signifikanzprüfung der Stichproben bei den männlichen Probanden signifikant (infolge T-Test bei gepaarten Stichproben (t_0-t_1): $p=0,012$; $T=-2,554$; Effektstärke Cohens ($d = m_{t_1} - m_{t_2}/s$) = 0,217).

Bei den Versuchsteilnehmerinnen sind die Mittelwertunterschiede als höchst signifikant zu beurteilen (infolge T-Test bei gepaarten Stichproben (t_0-t_1): $p = 0,001$; $T=-3,34$; Cohens $d=0,314$; (t_1-t_2): $p = 0,007$; $T=-2,779$). Die Veränderung des Median (vgl. *Boxplots*) bestätigt als nichtparametrisches Verfahren diese Entwicklung bzw. Konsolidierung auf etwas erhöhtem Niveau.

Betrachtet man die *Box-Whisker-Plots* der jeweiligen Untersuchungsgruppen erscheint auffällig, dass sich die unteren Quartile der *Boxplots* während der drei Untersuchungszeitpunkte (t_0 , t_1 und t_2) sowohl für die männlichen, als auch die weiblichen Proban-

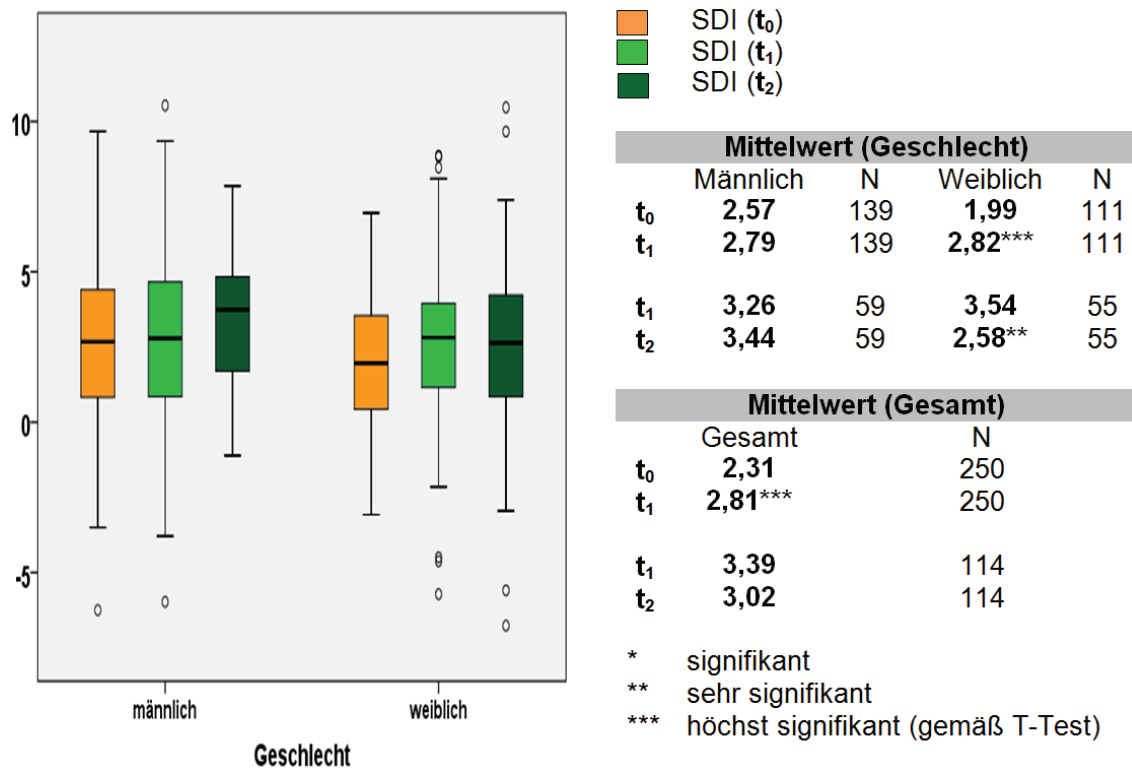


Abb. 6: Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) bei geschlechtsdifferenzierter und geschlechtsübergreifender Betrachtung (Ditter 2014, 109).

den und Probandinnen nach oben verschieben. Dabei verringert sich der Interquartilsabstand zwischen unterem und oberem Quartil bei beiden Geschlechtern von t_0 zu t_1 geringfügig und damit der Varianzbereich innerhalb dessen sich die mittleren 50 % der Antwortspektren befinden. Dabei zeigen die männlichen Untersuchungsteilnehmer eine deutlichere Verschiebung der unteren Antennen und somit des niedrigsten (internalisierten) Motivationswertes.

Als zweite wichtige Bestimmungsgröße zur Entwicklung der motivationalen Disposition der Probandinnen und Probanden wird der Selbstbestimmungsindex SDI herangezogen. Über dessen Ausprägung und die Entwicklung im Verlauf der Erhebung lassen sich zudem positive Rückschlüsse auf die „wahrgenommene eigene Selbstbestimmung“ der Versuchsteilnehmer/innen vermuten (Müller et al. 2007, 7).

Die folgende Darstellung (Abb. 6) stellt zusammenfassend den in Anlehnung an Müller et al. (2007) mathematisch ermittelten Selbstbestimmungsindex (SDI) (= 2 x intrinsische Regulation + identifizierte Regulation – 3 x extrinsische/introjizierte Regulation) sowie seine Entwicklung während des Untersuchungszeitraums dar.

Gemäß Abb. 6 lässt sich erkennen, dass sich der SDI für beide Geschlechter (männliche Versuchspersonen: 2,57 bis 3,44; Versuchspersonen: 1,99 bis 3,54) im deutlich positiven Bereich bewegt. Auffallend ist weiterhin, dass die Versuchsteilnehmerin-

nen in der Baselinemessung (t_0) einen vergleichsweise niedrigeren Selbstbestimmungsindex aufweisen. Die Entwicklung des SDI in der Gesamtbetrachtung zeigt eine als höchst signifikant zu wertende Zunahme von t_0 zu t_1 ($p=0,001$; $T=-3,527$). Die Effektstärke (Cohens $d=0,22$) attestiert dem Anstieg jedoch nur einen „kleinen Effekt“ (Rost 2007, 218). Betrachtet man jedoch nur die Entwicklung des SDI von t_0 nach t_1 bei den Schülerinnen, so fällt hier die Effektstärke deutlicher aus ($p < 0,001$; $T=-4,241$; Cohens $d = 0,43$). Die in den *Boxplots* dargestellten Mediane stellen ebenfalls den tendenziellen Anstieg des SDI im Rahmen der Untersuchung wider. Die Abb. 7 stellt die Veränderung des SDI für alle Versuchsteilnehmer/innen von t_0 nach t_1 in differenzierter Form dar. Rechnerisch wird dabei die Veränderung des SDI durch die Differenzbildung $SDI\ t_1 - SDI\ t_0$ operationalisiert.

In der Gesamtbetrachtung (vgl. Abb. 7 und Tab. 1) zeigt sich für aller Schüler/innen eine gemittelte Zunahme des SDI um 0,495 Skaleneinheiten (bei $N_{\text{gültig}}=250$; visualisiert durch die horizontal verlaufende rote Linie) (vgl. Tab. 1). Bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung fallen zunächst die unterschiedlichen „Maximal-Peaks“ der Probandinnen und Probanden auf. Der Maximalausschlag der männlichen Probanden liegt im Bereich 0 bis +0,4 (Intervallbreite=0,4 Skaleneinheiten). Der der weiblichen Versuchspersonen ist bei +0,4 bis +0,8, was einer höheren Zunahme des SDI entspricht. 33 Schülerinnen (29,7 %) zeigen eine

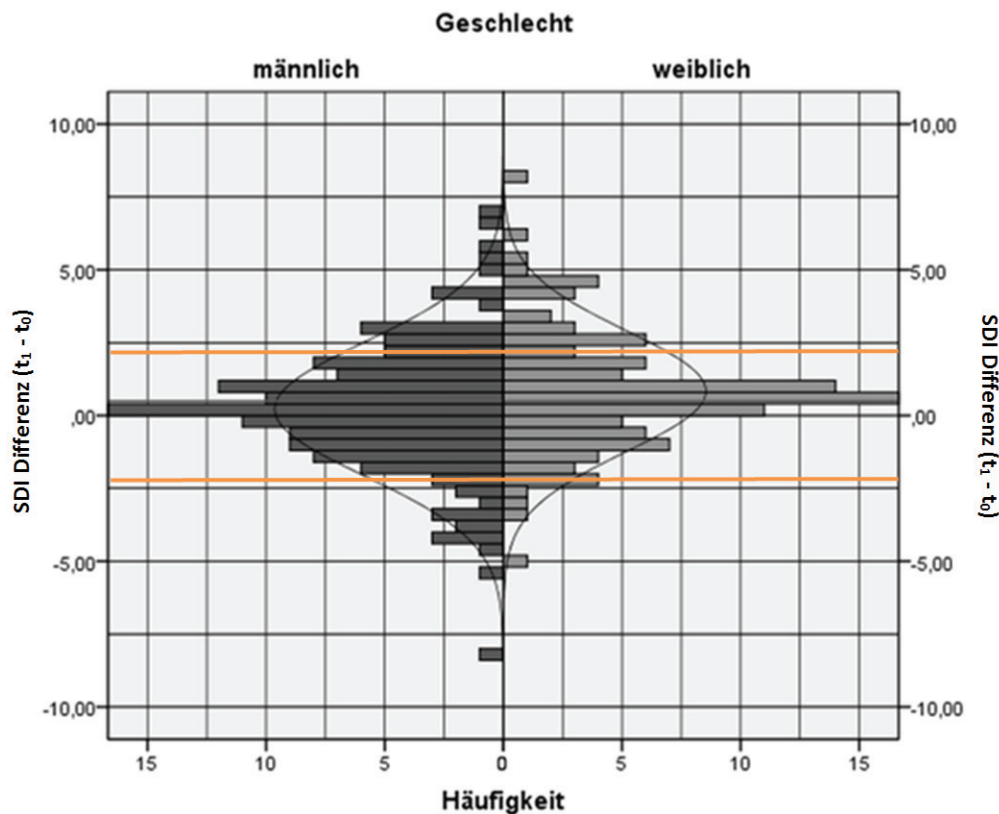


Abb. 7: Geschlechtsdifferenzierte Häufigkeitsverteilung der Veränderung des Selbstbestimmungsindex von t_0 zu t_1 (die beiden orangenen horizontalen Linien markieren die Abweichung um eine Standardabweichung; $s_{gesamt} = 2,22$) (nach Ditter 2014).

Abnahme des SDI. Bei 78 Schülerinnen (70,3 %) besteht eine Zunahme des SDI. Diese ist bei 22 Schülerinnen (19,8 %) mit einer Steigerung um mehr als 2,4 Skalenwerte als sehr deutlich zu werten. 60 männliche Probanden (43,1 %) lassen demgegenüber eine negative SDI-Differenz erkennen. 79 Probandinnen und Probanden (57,9 %) zeigen eine positive SDI Differenz auf. Hiervon zeigen 20 Schüler/innen (14,4 %) einen Anstieg um mehr als 2,4 Skalenwerte. Zusammenfassend scheint also die Zunahme der wahrgenommenen eigenen Selbstbestimmung (repräsentiert durch den SDI) bei den Teilnehmerinnen deutlicher auszufallen.

4.3 Interpretation und Bewertung der Ergebnisse

Auf Grundlage der Mittelwertvergleiche zeigen sich zum Teil deutliche Unterschiede in der Ausprägung der motivationalen Regulationstypen und -typen zwischen den Probandinnen und Probanden. Zu allen Messzeitpunkten zeigen die Schülerinnen niedrige Mittelwerte. Die Unterschiede zu den männlichen Probanden erweisen sich jedoch nicht als statistisch signifikant. Bei der Signifikanzprüfung der Veränderung der motivationalen Regulationsstile im Lauf der Untersuchung (vgl. Abb. 5) erweisen sich die Zunahmen als statistisch signifikant. Den männlichen Schülern ist eine signifikante Zunahme der intrinsischen

Motivation zu attestieren ($m_{t_1-t_0} = 0,16$; $p = 0,012$; $p_{Cohens\ d} = 0,22$, gemäß T-Test). Die Teilnehmerinnen zeigen eine höchst signifikante Steigerung von t_0 nach t_1 ($m_{t_1-t_0} = 0,21$; $p = 0,001$; $p_{Cohens\ d} = 0,31$, gemäß T-Test).

Die Entwicklung des Selbstbestimmungsindex (SDI) (vgl. Abb. 6) zeigt im Mittel der Gesamtpopulation eine höchst signifikante Zunahme von t_0 nach t_1 ($m_{t_0} = 2,31$; $m_{t_1} = 2,81$; $p = 0,001$; $p_{Cohens\ d} = 0,22$, gemäß T-Test). Dieser Anstieg wird maßgeblich von den Schülerinnen bewirkt, die im Vergleich zu männlichen Probanden durch einen niedrigen SDI in der Baselinemessung auffallen, allerdings eine höchst signifikante Zunahme des Index im Rahmen des ersten Treatments aufweisen ($m_{t_0} = 1,99$; $m_{t_1} = 2,82$; $p < 0,001$; $p_{Cohens\ d} = 0,43$, gemäß T-Test).

Ergänzend hierzu wurden sieben Items zur Selbsteinschätzung der Schüler/innen im Umgang mit dem Computer erhoben. Diese Items wurden einer faktoranalytischen Prüfung unterzogen um daraus latente Variablen ableiten zu können. Dieser Faktor erhält die Bezeichnung „Selbstkonzept Computer“ (kurz: SK_{PC}) und weist zu allen Erhebungspunkten durchgehend hohe Einschätzungswerte auf. Bei geschlechtsspezifischer Betrachtung des SK_{PC} weisen die männlichen Probanden eine höchst signifikant bessere Einschätzung als ihre Mitschülerinnen auf. Dies gilt sowohl für den Prätest ($m_{SK(PC)\ weibl.} = 3,95$; $m_{SK(PC)\ männl.} = 4,19$; $p = 0,001$; $T = 3,219$) als auch für den Posttest

Tab. 1: Statistische Kennzahlen zur Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) von t_0 zu t_1 (in Abhängigkeit vom Geschlecht) (nach Ditter 2014).

SDI Differenz (t_1-t_0) in Abhängigkeit vom Geschlecht					
Geschlecht	Mittelwert	N	Standardabweichung	Gruppiertes Median	Varianz
männlich	0,22	139	2,30	0,18	5,29
weiblich	0,83	111	2,076	0,70	4,31
Insgesamt	0,50	250	2,22	0,43	4,93

($m_{SK(PC) \text{ weibl.}} = 3,93$; $m_{SK(PC) \text{ männl.}} = 4,26$; $p < 0,001$; $T = 3,219$).

Analog zur Genese des Faktors „Selbstkonzept Computer“ (SK_{PC}) wurde die Erstellung eines zweiten Faktor „Selbstkonzept Satellitenbild“ ($SK_{Sat.bild}$) geprüft. Die auf den Umgang mit Satellitenbildern adaptierten Items zur „Computer user self-efficacy (CUSE) scale“ von Cassidy & Eachus (2002) erweisen sich nach faktorenanalytischer Prüfung ebenso als intern konsistent. Im Kontext einer Dimensionsreduzierung lassen sich die sechs adaptierten Items zu einem verlässlichen Faktor mit der Benennung „Selbstkonzept Satellitenbild“ ($SK_{Sat.bild}$) zusammenfassen.

Die Analyse der geschlechtsspezifischen Unterschiede des $SK_{Sat.bild}$ zeigen höchst signifikante Differenzen. Sowohl in der Baselinemessung t_0 ($m_{SK(Sat.bild) \text{ weibl.}} = 2,97$; $m_{SK(Sat.bild) \text{ männl.}} = 3,47$; $p < 0,001$; $T = 6,199$) als auch im Posttest t_1 ($m_{SK(Sat.bild) \text{ weibl.}} = 3,28$; $m_{SK(Sat.bild) \text{ männl.}} = 3,56$; $p = 0,002$; $T = 3,088$) zeigen die männlichen Teilnehmer eine auffällig höhere Selbsteinschätzung fachlich- methodisch Fragestellungen mit dem Medium Satellitenbild erfolgreich durchführen zu können.

Die Veränderung des $SK_{Sat.bild}$ von t_0 nach t_1 , zeigt sowohl bei geschlechtsübergreifender als auch bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung eine signifikante Zunahme des Faktors gemäß dem T-Test für gepaarte Stichproben. Bei den männlichen Probanden erscheint diese positive Veränderung geringfügig auszufallen ($\Delta m_{SK(Sat.bild) \text{ t1-t0}} = 0,13$; $p = 0,038$; $T = 2,096$; $p_{Cohens \ d} = 0,18$; $N = 135$) als bei den Schülerinnen. Diese weisen eine höchst signifikante Veränderung bei mittlerer Effektstärke auf ($\Delta m_{SK(Sat.bild) \text{ t1-t0}} = 0,33$; $p < 0,001$; $T = 4,688$; $p_{Cohens \ d} = 0,44$; $N = 115$).

5 Fazit und Ausblick

Die dieser Studie zu Grunde liegenden Fragestellungen, ob sich in der aktiven Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern geschlechtsspezifische Unterschiede im Hinblick auf die Lernwirksamkeit zeigen und ob diese Unterschiede durch eine intensive Beschäftigung mit dem Medium angeglichen werden

können, sind durch die Erkenntnisse dieser Studie positiv zu beantworten.

Sowohl bei der Entwicklung der internalisierten Regulation der Motivation als auch beim ermittelten Selbstbestimmungsindex (SDI) zeigen die Schülerinnen deutlichere Zuwächse als ihre männlichen Mitschüler. Diese statistischen Zuwächse werden auch durch die Erkenntnisse der teilnehmenden Beobachtung gestützt. Oft zeigten sich die Schülerinnen zunächst reservierter, was die Beschäftigung mit den digitalen Satellitenbildern mittels des Computers angeht. Im Lauf der Treatments, mit zunehmender technischer Routine und vermehrter Eigenständigkeit im Umgang mit Satellitenbildern zeigten viele Schülerinnen ein wachsendes situatives Interesse daran, die jeweilige geographische Fragestellung selbstständig lösen zu können (vgl. Hemmer & Hemmer 2010; Krapp 2010; Obermaier 1997).

Die computergestützte Form der Beschäftigung mit Satellitenbildern scheint demnach ein lernwirksamer Weg zu sein, selbstbestimmt motiviertes Lernen für beide Geschlechter zu ermöglichen, dadurch die Lernzufriedenheit der Schüler/innen zu steigern und die Aneignungsprozesse von differenziertem und zusammenhängendem Wissen zu fördern (vgl. Müller et al. 2007; Vogt 2007; Herzig & Grafe 2006; Schulz-Zander 2003; Bles 2002; Deci & Ryan 1993).

Da der zu prognostizierende Lernerfolg gemäß der pädagogisch-psychologischen Motivationstheorie in hohem Maße mit dem Grad an erfahrener Selbstbestimmung zusammenhängt (Bles 2002; Deci & Ryan 1993; Deci et al. 1991), ist die deutlich Zunahme des SDI im Rahmen des zentralen ersten Treatments als sehr positiv zu werten. Mit der Zunahme des SDI, als bedeutungsvollem Prädiktor für die Qualität von Bildungsprozessen, kann demnach ein positiver Ausblick auf die Lernleistung der Schüler/innen vorhergesagt werden (Müller et al. 2007). Dies gilt in besonderem Maße für die Schülerinnen, da hier eine deutliche Zunahme erfolgt.

Zudem scheint die digitale Auseinandersetzung mit dem ästhetisch ansprechenden Geomedium „Satellitenbild“ (vgl. Siegmund 2011) geeignet zu sein, sowohl die computerbezogene als auch die satelliten-

bildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung zu fördern und damit ein höheres Zutrauen in die eigenen Kompetenzen in diesem Bereich zu erreichen.

Die Studie bestätigt damit die Ergebnisse der PISA Studie 2009 (vgl. OECD 2011) sowie der genderspezifischen Untersuchungen von Kohlmann et al. (2005), Cassidy & Eachus (2002), Harrison & Rainer (1992) und Miura (1987).

Eine „Angleichung der Fähigkeiten beider Geschlechter“ erscheint in Anlehnung an Herzig & Grafe (2006, 92) schlüssig und wird durch die teilnehmenden Beobachtungen im Rahmen der beiden Treatments erhärtet.

Um die Ursachen dieser geschlechtsspezifischen Unterschiede valide beantworten können, bedarf es jedoch weiterführender Untersuchungen. Dies kann auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht hinreichend beantwortet werden. Gerade die teilnehmende Beobachtung legt nahe, dass neben der differenzierten Betrachtung einer autonomiefördernden Gestaltung von didaktischen Lernsettings auch die vertiefende Analyse monoedukativer im Vergleich zu koedukativen Lernarrangements besonders interessant erscheint.

Als Herausforderung in der Forschung zur Lernwirksamkeit digitaler Medien ist die Vielfalt der unterrichtlichen Faktoren bei schulischen und außerschulischen Lernprozessen zu nennen. Als besonders prägender Einflussfaktor erscheint gemäß der teilnehmenden Beobachtung die Lehrkraft. Bei versuchsgruppenspezifischer Betrachtung zeigten häufig die Lerngruppen statistisch deutlichere Lernzuwächse, bei denen auch die Lehrkräfte engagierter und interessierter an der Unterrichtsaktivität ihrer Schüler/innen waren. Die entsprechenden Beobachtungen zur Bedeutung der Lehrkraft finden Bekräftigung in den Metaanalysen von Hattie in Hinsicht auf die lernfördernde Relevanz des Feedbacks durch Lehrer/innen als zentralem Wirkfaktor für erfolgreiches Lernen bei der Geschlechter (Hattie 2012; Hattie 2009).

Geschlechtsübergreifend betrachtet gibt es für den lernfördernden Einsatz digitaler Medien „hinreichende empirische Evidenz“ (Herzig 2014, 6). Die Lernwirkung digitaler Medien kann nach Herzig jedoch nicht losgelöst von den unterrichtlichen Rahmenbedingungen betrachtet werden. Nach Gertsen nehmen in Lernsettings viele sich wechselseitig bedingende Faktoren Einfluss auf Bildungsprozesse und erschweren die singuläre Betrachtung eines Faktors, wie hier die geschlechtsdifferenziert betrachtete Wirksamkeit digitaler Medien (Gertsen et al. 2006, 7).

6 Literatur

- Bitkom (2015): An den Schulen gibt es viel zu wenige Computer, Tablets & Co. Presseausendung vom 16.12.2015. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/An-den-Schulen-gibt-es-viel-zu-wenige-Computer-Tablets-Co.html> (25.01.2016).
- Bles, P. (2002): Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan. In: Frey, D. & M. Irle (Hrsg.) Theorien der Sozialpsychologie, Bd. 3: Motivations-, Selbst- und Informationsverarbeitungstheorien. Bern u. a.: Verlag Hans Huber, 234–256.
- Cassidy, S. & P. Eachus (2002): Developing the Computer User Self-Efficacy (CUSE) Scale. Investigating the Relationship between Computer Self-Efficacy, Gender and Experience with Computers. In: Journal of Educational Computing Research, Vol. 26(2), 133–153.
- Deci, E.L. & R.M. Ryan, (2002): Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. In: Deci, E.L., R.M. Ryan (eds.): Handbook of self-determination research. Rochester N.Y.: The University of Rochester Press, 3–33.
- Deci, E.L. & R.M. Ryan (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 39, 223–228.
- Deci, E.L., R.J. Vallerand, L.G. Pelletier. & R.M. Ryan (1991): Motivation and education: The self-determination perspective. In: Educational Psychologist, 26;325–346.
- Ditter, R., M.J. Haspel, M. Kollar, I. Siegmund, A. (geb. Wolf), K. Viehrig, D. Volz & A. Siegmund (2015): Geo-Spatial Technologies in school – theoretical concept and practical implementation., In: International Journal of Data Mining, Modelling and Management (IJDMMM): FutureGIS: Riding the Wave of a Growing Geospatial Technology Literate Society; Vol. 7, No.1, 3–23
- Ditter, R. (2014): Die Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung, eine empirische Untersuchung zu Lernmotivation und Selbstkonzept bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe. Dissertation, Pädagogische Hochschule Heidelberg, Fakultät für Natur- und Gesellschaftswissenschaften, Abteilung Geographie. <http://opus.ph-heidelberg.de/frontdoor/index/index/docId/45>.
- Ditter, R., U. Michel, & A. Siegmund (2012): Neue Medien - Möglichkeiten und Grenzen. In: Haversath, J.-B. (Hrsg.): Geographiedidaktik: Theorie – Themen – Forschung, Braunschweig, 214–235
- Ditter, R. & A. Siegmund (2012): Der Einsatz von „BLIF“ in einem zeitgemäßen Geographieunterricht oder – ein (Satelliten-) Bild sagt mehr als 1024 Worte. In: Hüttermann, A., P. Kirchner, S. Schuler & K. Drieling (Hrsg.): Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht. Geographiedidaktische Forschungen Bd. 49. Braunschweig: Westermann, 269–280.
- Frödert, D. (2011): Blickpunkt Fernerkundung (BLIF) – Evaluation einer webbasierten Fernerkundungssoftware für den schulischen Einsatz. Bachelorarbeit Pädagogische Hochschule Heidelberg.

- Gertsen Pedersen, S., P. Malmberg, A.J. Christensen, M. Pedersen, S. Nipper, C.D. Græm & J. Norrgård (2006): E-learning Nordic 2006. Impact of ICT on education. Kopenhagen: Ramboll Management.
- Harrison, A.W. & R.K. Rainer (1992): The influence of individual differences on skill in end-user computing. *Journal of Management Information Systems*, 9 (1), 93–111.
- Hattie, J.A.C. (2009): *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Oxon: Routledge.
- Hattie, J.A.C. (2012): *Visible learning for teachers. Maximizing impact on learning*. Oxon: Routledge.
- Hemmer, I. & M.Hemmer (2010): Interesse von Schülerinnen und Schülern an einzelnen Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts., In: Hemmer, I. & M. Hemmer (Hrsg.): *Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts*, Bd. 46, 65–145.
- Herwartz-Emden, L., V. Schurt & W. Waburg (Hrsg.) (2010): *Mädchen in der Schule. Empirische Studien zu Heterogenität in monoedukativen und koedukativen Kontexten*. Opladen: Budrich.
- Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Gütersloh: Bertelsmann.
- Herzig, B. & S. Grafe (2006): *Digitale Medien in der Schule; Standortbestimmungen und Handlungsempfehlungen für die Zukunft*. Bonn: Deutsche Telekom.
- Kessels, U. (2002): *Undoing gender in der Schule. Eine empirische Studie über Koedukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht*. Weinheim: Juventa.
- Kohlmann, C.-W., H. Eschenbeck, U. Heim-Dreger, H. Albrecht, V. Hole & A. Weber (2005): *Entwicklung und Validierung einer Skala zur Erfassung computerbezogener Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE-C)*. In: Renner, K.-H., A. Schütz & F. Machilek (Hrsg.): *Internet und Persönlichkeit*. Göttingen: Hogrefe, 11–23.
- Krapp, A. (2010): *Die Bedeutung von Interesse für die Lernmotivation und das schulische Lernen- eine Einführung.*, In: Hemmer, I. & M. Hemmer (Hrsg.): *Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts*, Bd. 45, 9–26.
- Michel, U., A. Siegmund & D.Volz (2011): *Digitale Revolution im Klassenzimmer?! Potenziale digitaler Geomedien für einen zeitgemäßen Unterricht*. In: *Praxis Geographie*, 11, 4–9.
- Miura, I. T. (1987): *The relationship of computer self-efficacy expectations to computer interest and course enrollment in college*. *Sex Roles*, 16 (5/6), 303–311.
- Müller, F.H. B. Hansstingl & I. Andreitz (2007): *Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern*. In: *Wissenschaftliche Beiträge aus dem Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung (IUS)*.
- Obermaier, G. (1997): *Strukturen und Entwicklung des geographischen Interesses von Gymnasialschülern in der Unterstufe - eine bayernweite Untersuchung*. Münchner Studien zur Didaktik der Geographie 9. München: Lehrstuhl für Geographiedidaktik an der Universität München.
- OECD (2011), *PISA 2009 Results: Students on Line: Digital Technologies and Performance (Vol. VI)*.
- Rost, D. (2007): *Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien*. Weinheim u. a.: Beltz.
- Schulz-Zander, R. (2003): *Nationale Ergebnisse der internationalen IEA-Studie – SITES Modul2*. Dortmund. http://www.ifs-dortmund.de/files/Projekte/sitesm2/sites_m2_national.pdf (25.01.2016).
- Siegmund, A. (geb. Wolf) (2011): *Satellitenbilder im Unterricht - eine Ländervergleichsstudie zur Ableitung fernerkundungsdidaktischer Grundsätze*. Dissertation Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- Unterstein, H. (2007): *Statistik – Datenauswertung mit Excel und SPSS*. Wien: facultas.wuv.
- Vogt, H. (2007): *Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses*. In: Krüger, D. & H. Vogt (Hrsg.): *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin: Springer Verlag 9–20
- Wichmann, J. (Hrsg.) (2010): *Zwölf Unterrichtsmethoden – Vielfalt für die Praxis*. Weinheim u. a.: Beltz.