



iPads an Kölner Schulen

Prof. Dr. André Bresges, Sandra Heine, Lina Franke, Christoph Wollny, Fabian Regel und Dorothee Firmenich



Universität zu Köln
Institut für Physik und ihre Didaktik

Vorwort

Die Unternehmensberaterin Jackie Fenn prägte 1995 ein Bild, das auf die Einführung von Innovationen heute noch zutreffend ist: Auf den Gipfel der überzogenen Erwartungen folgt ein Weg durch das Tal der Enttäuschungen bis – häufig erst nach Jahren – die Ebene der Produktivität erreicht ist. Nicht jeder kommt dort an. Erst auf dieser Ebene der Realität, mit den auf dem Weg dahin gewachsenen Erfahrungen, ist jedoch eine wirklich produktive und nachhaltige Arbeit möglich. Die Innovation ist in der Praxis angekommen.



In der Stadt Köln, initiiert vom Amt für Schulentwicklung und wissenschaftlich begleitet von der Universität zu Köln haben sich acht Schulen – eine interessante Mischung aus Grundschulen, Gymnasien, Gesamtschulen und Berufskollegs – auf diesen Weg gemacht. Dieser Bericht ist gleichzeitig ein Reise- und ein Ergebnisbericht. In der wissenschaftlichen Literatur herrscht noch Unklarheit über die tatsächlichen Lerneffekte, die mit der Nutzung von Tablets im Unterricht verbunden ist. In 5 Unterrichtsprojekten aus dem Sachunterricht und den MINT-Fächern haben sich Lehrerinnen und Lehrer¹ der Projektschulen zusammen mit Studierenden und Wissenschaftlern der Universität bemüht, hier für etwas Klarheit zu sorgen.

Das Bild von Alexander Gerl aus dem Österreichischen Zillertal gibt dem Betrachter noch mehr Möglichkeit zur Assoziation. Manche der aktiven TeilnehmerInnen werden beim Abstieg vom Gipfel durch den Wald der Benutzerordnungen, Finanzierungsmodelle und Netzwerkprobleme gelegentlich ein Gefühl der Orientierungslosigkeit empfunden haben. Im tiefsten Tal finden wir

¹ Im Folgenden: LuL

aber zum Glück andere Menschen, die mit ähnlichen Problemen zu tun haben und eine „Community of Practice“ bilden. An so einem Ort erreicht einen auch Hilfe von Außen; neue Wege sind erkennbar. Nach einem halben Jahr Projektlaufzeit haben 6 von 8 Schulen die Ebene der Produktivität erreicht, und konnten dies im Rahmen einer Begehung durch guten, Tablet-gestützten Unterricht vorführen. Die weiteren Schulen werden nicht alleine gelassen, sondern befinden sich in der Community of Practice und werden weiter auf ihrem Weg unterstützt.

Inhalt

Vorwort.....	2
1. Ziel des Projektes.....	5
2. Ein Blick auf den Stand der Forschung.....	6
3. Forschungsmethodik	8
3.1 Leitfragengestützte Interviews	9
3.2 Begleitung und Durchführung von Projekten durch Studentinnen und Studenten der Universität zu Köln	9
3.3 Abschlussbegehungen und Fitnesstest.....	12
4. Beschreibung und Ergebnisse der von Studentinnen und Studenten der Universität zu Köln begleiteten Projekte.....	14
5. Ergebnisse aus den Abschlussbegehungen	17
5.1 Ergebnisse der Fitnesstests	17
5.2 Lehrer- und Schülerinterviews.....	19
6. Erfahrungen / Gelingensbedingungen	22
6.1 Der Einführungsprozess:.....	22
6.2 Im Unterricht:	24
6.3 Lehreraus- und Lehrerfortbildung:.....	24
6.4 Schlussgedanken.....	26
7. Literatur	28

1. Ziel des Projektes

Der folgende Bericht soll einen Überblick über das Projekt „iPads an Kölner Schulen“ verschaffen.

Dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit mit dem Amt für Schulentwicklung der Stadt Köln, dem Institut für Physik und ihre Didaktik der Universität zu Köln sowie acht teilnehmenden Schulen durchgeführt. Zu den an diesem Projekt beteiligten Schulformen zählten eine Grundschule, Berufsschulen, Gesamtschulen und Gymnasien.

Die acht teilnehmenden Schulen dienten als Pilotschulen für die Einführung von Tablet-Klassen.

Für die Stadt Köln, als Schulträger der Kölner Schulen, ist es eine Selbstverständlichkeit, Investitionen in Wissen und Bildung proaktiv zu tätigen und die erforderlichen Rahmenbedingungen für einen guten und modernen Unterricht zu schaffen. Der Einsatz von neuen Technologien und digitalen Medien soll systematisch in den Lernprozess integriert werden, so dass die Schülerinnen und Schüler² damit Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben, um den Herausforderungen in einer von Medien beeinflussten „Schul- und Berufswelt“ gerecht zu werden. Aufgrund von endlichen Haushaltsmitteln ist die Stadt Köln gehalten, ihre Ressourcen möglichst effizient, sparsam und zielführend einzusetzen. Von der wissenschaftlichen Begleitung erhofft sich die Stadt Köln, verallgemeinerungsfähige und übertragbare Erkenntnisse zu gewinnen, von denen nachfolgende Schulen im Stadtgebiet bei der Einführung von Tablet-Klassen profitieren können. Zentrale Fragen dabei sind beispielsweise, welche Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, um einen neuen Lernprozess zu erreichen und ob mit dem Einsatz neuer Medien andere, vielleicht sogar bessere Lernergebnisse erzielt werden können.

Die Universität zu Köln erhofft sich Erkenntnisse über aktuelle Entwicklungen und Problemstellungen im System Schule, die von Bedeutung für die universitäre Ausbildung zukünftiger LuL und die Fortbildung von bereits im Beruf stehendem Lehrpersonal sind. Dies war von besonderem Interesse vor dem Hintergrund des im Wintersemester 2014/15 beginnenden „Praxissemesters“, eines neuen gesetzlich vorgeschriebenen Bestandteils der Lehrerbildung in Nordrhein-Westfalen, bei dem Studierende nach ihrem Bachelor-Abschluss 6 Monate unter Begleitung der Hochschule in Schulen der Ausbildungsregion arbeiten und dort kleinere Forschungsprojekte durchführen sollen. Die gewählten Erhebungsinstrumente sind so ausgewählt, dass Studierende der Universität zu Köln interessante Aspekte, die aus diesem Projekt hervorgehen, im Rahmen ihres Praxissemesters mit vergleichbaren Methoden weiter verfolgen können. Vor diesem Hintergrund vereinbarten die Stadt Köln, vertreten durch das Amt für Schulentwicklung und die Universität zu Köln, vertreten durch das Institut für Physik und Ihre Didaktik, die Durchführung einer Forschungs- und Entwicklungskooperation zum gegenseitigen Nutzen.

² Im Folgenden: SuS

2. Ein Blick auf den Stand der Forschung

Stefan Aufenanger von der Universität Mainz hat im März 2014 einen Bericht über die wissenschaftliche Begleitung von vier Gymnasien bei der Einführung von Tablet - Klassen in Baden-Württemberg vorgelegt. Ein Schwerpunkt lag auf dem Vergleich der verschiedenen Fabrikate. Entsprechend waren zwei Schulen mit Apple iPads ausgestattet, eine Schule mit Samsung - Fabrikaten und eine Schule mit Windows 8 Tablets.

SuS aus iPad-Klassen äußern, dass der Unterricht mit der Einführung abwechslungsreicher geworden ist. SuS aus Schulen die mit anderen Tablets ausgestattet wurden äußern, dass der Unterricht weniger abwechslungsreich geworden ist. Gleichzeitig äußern die SuS dieser Schulen, dass die Tablets bevorzugt für die Einzelarbeit verwendet werden, während in den iPad-Schulen Gruppen- oder Partnerarbeit die bevorzugte Arbeitsform ist. Aufenanger vermutet, dass technische Probleme bei der Einführung der Geräte die LuL dazu geführt haben, die Tablets bevorzugt für die Einzelarbeit einsetzen zu lassen, und dass sich diese Arbeitsform damit etabliert hat. Aus den Beobachtungen Aufenangers lässt sich ableiten, dass die technische Einführung mit großer Sorgfalt zu erfolgen hat, da die Rückwirkung technischer Störung auf die pädagogische Arbeit der LuL erheblich und nachhaltig sein kann. Gegebenenfalls sollte mit der Aufnahme der pädagogischen Arbeit auf breiter Basis im Lehrerkollegium gewartet werden bis die technische Grundlagen zweifelsfrei geschaffen sind.

Beat Honegger und Christian Neff haben 17 SuS einer Grundschulklasse, die mit iPhone 3G ausgestattet waren, von 2009 bis 2011 im Rahmen einer Längsschnittstudie begleitet. Sie haben als wichtigstes Ergebnis festgehalten: die Annahme, dass persönliche Smartphones den Unterricht unmöglich machen, sei widerlegt. Im Verlauf der Projektlaufzeit entwickelten sich die Geräte mehr als Ergänzung der Unterrichtsgestaltung denn als Ersatz für Bewährtes. Sie seien auch ohne spezifische Lernprogramme vielseitig und sinnvoll nutzbar.

Der Einsatz der Smartphones lag vorwiegend in der Kürzestnutzung, z. B. Kurzrecherche bei Wikipedia. Die Vorteile seien in der Individualisierung des Unterrichts zu sehen: Die SuS arbeiten in eigenem Tempo, und trafen bei der Erledigung der Aufgaben entsprechend besser ihr eigenes Leistungsniveau. Die Geräte wurden auch in der Freizeit zu Lernzwecken genutzt. Honegger und Neff beobachteten eine Zunahme der direkten Kommunikation zwischen den SuS, aber auch mit den Lehrpersonen.

Michael Münzer berichtet von Leitfragengestützten Interviews während der Durchführung eines iPad-Konzeptes im Unterricht von zwei 7. Klassen einer Hauptschule.

Viele der SuS haben besondere Förderbedarfe. Eine Verbesserung der jeweiligen persönlichen Schwachpunkte steht im Vordergrund.

SuS mit weniger Organisationstalent geben in den Interviews an, ihre Fähigkeiten diesbezüglich verbessern zu können. Bei SuS mit durchschnittlichen Leistungen stehe das vereinfachte Zugreifen auf Informationen oder Arbeitsblätter im Vordergrund. Begabte SuS schätzen dagegen die *„Möglichkeit, Inhalte tiefergehend erarbeiten und Zusatzaufgaben lösen zu können.“*

In den Interviews gibt das Lehrpersonal als positive Wirkung an, schneller und tiefergehend auf Wünsche und Fragestellungen von SuS reagieren zu können. Eine wichtige

Gelingensbedingung ist für Münzer das frühzeitige Einsetzen von Kompetenzteams die sich innerhalb der Schule ausbilden.

Bresges, Schmoock, Quast et al. haben eine kontrollierte Studie im Pre/Post/Follow-up Design mit zwei Klassen der Jahrgangsstufe 9 an der Gesamtschule Reichshof durchgeführt. Ihr Interesse war die Wirkung des Einsatzes von iPads als Werkzeug zur Dokumentation von Experimenten zum Auftrieb und zum freien Fall. Die Versuchsgruppen erzielten keinen höheren Lernzuwachs als die Kontrollgruppen; in der Teilnehmenden Beobachtung fiel eine deutlich längere (etwa 30%) und intensivere Gruppenarbeit auf. Die Verteilung der Ergebnisse war in der Versuchsgruppe nach dem durch iPads unterstützten Experimentieren deutlich homogener als in der Kontrollgruppe.

Insgesamt sind in der Literatur noch wenige Studien zu finden, die den stattgefundenen Leistungszuwachs von SuS im kognitiven Bereich messen und bewerten. Hier soll die Studie weitere Informationen erheben.

3. Forschungsmethodik

Die Untersuchung gliedert sich in drei Teile.

- Im ersten Teil des Projekts wurden die Schulen einzeln besucht und durch ein leitfragengestütztes Interview mit Vertretern der Schulleitung und den für die Einführung verantwortlichen LuL der Ist-Stand zum Zeitpunkt der Einführung erhoben.
- Im Anschluss wurden durch Studierende der Universität zu Köln Pilotprojekte an vier Schulen durchgeführt. Ziel der Pilotprojekte war es zu erfassen, ob durch die neuen technischen und organisatorischen Voraussetzungen:
 - Innovationen im Unterricht gefördert werden,
 - neue pädagogische Freiräume geschaffen werden,
 - eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Schule und Hochschule ermöglicht wird.
- Zum Abschluss des Projekts wurde in allen beteiligten Schulen ein so genannter „Fitnessstest“ durchgeführt. Dieser sollte zum einen den aktuellen Stand der jeweiligen Schule abfragen. Zum anderen sollte er durch leitfragengestützte Interviews mit LuL sowie mit SuS einen Überblick über die verschiedenen Einsatzgebiete der iPads an dieser Schule verschaffen.

Ablauf des iPad-Projektes

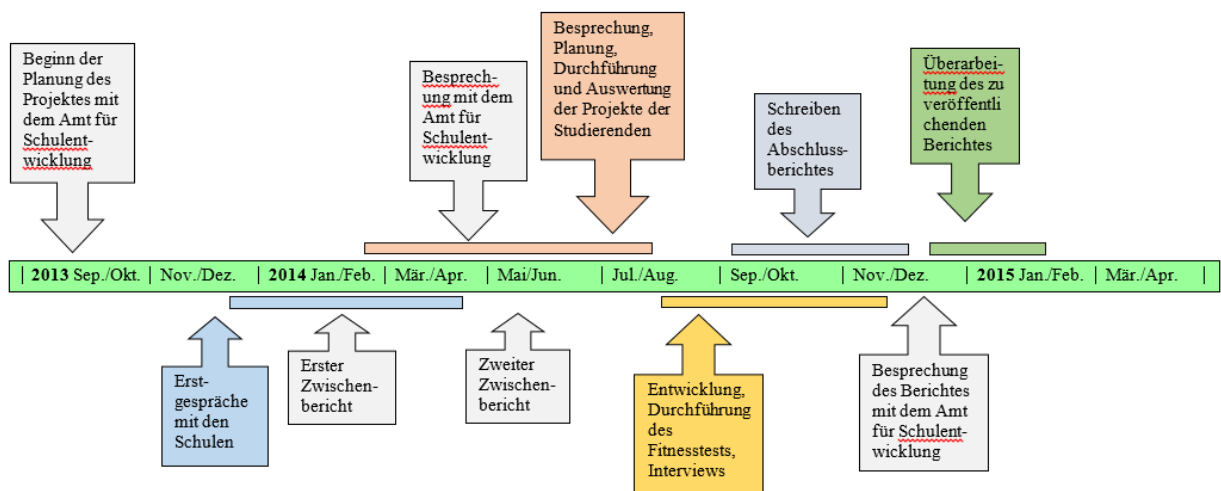


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf des iPad-Projektes

Die Ergebnisse aus den drei Datenquellen

- Leitfragengestützte Interviews,
- Teilnehmende Beobachtung in den Projekten,
- Fitnessstests

werden in Kapitel 4 zusammengefasst.

Zunächst soll aber genauer auf die jeweiligen Forschungsmethoden eingegangen werden.

3.1 Leitfragengestützte Interviews

Im ersten Teil des Projekts wurden die Schulen einzeln besucht und durch ein leitfragengestütztes Interview mit Vertretern der Schulleitung und den für die Einführung verantwortlichen LuL der Ist-Stand zum Zeitpunkt der Einführung erhoben. Die Interviews fanden in Kleingruppen mit Vertretern der Schulleitung und den Fachlehrern, die den Einsatz der iPads im Unterricht planen, statt. Vor den Interviews wurden die antragsbegründenden Medienkonzepte ausgewertet, mit denen sich die Schulen auf die Ausstattung mit iPads beworben haben. Deren Auswertung bildete eine wichtige Grundlage für die Entwicklung der Leitfragen, mit denen der tatsächliche Ist-Stand der Schule zum Besuchszeitpunkt erhoben werden sollte.

Die Leitfragen berührten folgende Themen:

- Gestaltung des Einführungsprozesses;
- Ausstattung der Schule (WLAN, Selbstlernzentrum, Tablets) zum Besuchszeitpunkt;
- Kriterien für die Auswahl der Versuchsklassen;
- Planungen zur Individualisierung des Lernprozesses;
- Planungen zum Einsatz kooperativer Lernformen;
- Planungen zur individuellen Förderung;
- Planungen zum Einsatz in Inklusionsklassen;
- Umgang mit privaten Daten der SuS;
- Vorhandene fächerübergreifende Projekte;
- Integration in Lernplattformen.

Auch die bisher geleisteten Arbeiten, zum Beispiel notwendig gewordene Veränderungen der Schulordnung oder didaktische Planungen, wurden erhoben. Bereits auffällige technische Probleme, die Einfluss auf die Unterrichtsqualität und den Projekterfolg der Schule haben könnten, wurden in einer Übersicht erfasst. Diese Übersicht wurde dem Schulträger in einem Zwischenbericht zur Einsicht gegeben und mit Vertretern der Schule diskutiert.

Sie bildete eine wesentliche Grundlage bei der Planung der experimentellen Unterrichtsprojekte durch die Studierenden der Universität zu Köln.

3.2 Begleitung und Durchführung von Projekten durch Studierenden der Universität zu Köln

In vier der teilnehmenden Schulen wurden Projekte von Studierenden der Universität zu Köln begleitet.

Hierzu wurde in zwei Fällen ein zu der jeweiligen Unterrichtsreihe passendes iBook von dem zuständigen Studenten entwickelt. Das eine sollte den SuS Wissen zum Thema Kongruenz von Dreiecken vermitteln, das andere befasste sich mit der mathematischen Behandlung von Zufallsexperimenten. Die iBooks sollten die LuL zum einen entlasten und zum anderen sollten die SuS eine neue Dimension des Lernens erfahren. Zu diesem Zweck wurde auch das Projekt „Planetenforschung“ an einer Schule von drei Studierenden durchgeführt.

In der letzten Schule, die von einer Studentin begleitet wurde, dienten die iPads als Recherchewerkzeug. Die SuS sollten dabei Informationen zu ihren Lieblingstieren zusammentragen. Das iPad stand hierbei nur als eine der vielen Möglichkeiten (neben

Büchern und anderen Quellen) für die Recherche und in Folge zur Präsentation der Ergebnisse zur Verfügung.

Welchem Zweck diese Projekte dienten und welche Methoden zur Evaluation der Durchführungen herangezogen wurden, soll weiter unten erläutert werden.

Die Projekte wurden in der Katholischen Grundschule Mainzer Straße, dem Montessori-Gymnasium, dem Heinrich-Heine-Gymnasium, sowie der Lise-Meitner-Gesamtschule durchgeführt. Anders als bei den anderen drei Projekten wurde in der letztgenannten Schule keine Unterrichtsreihe begleitet, in der das iPad eingesetzt wurde. Stattdessen wurde einem Lehrer der Schule das Projekt „Planetenforschung“ vorgestellt, das ebenfalls ein iBook zur Grundlage hat, welches von einem Studenten entwickelt wurde. Die Kontaktzeit der Studenten, die dieses Projekt durchführten betrug daher in dieser Schule nur zwei Unterrichtsstunden, wohingegen die anderen Projekte über ca. acht bis zehn Unterrichtsstunden begleitet wurden.

Das hier verwendete Format des „Design Based Research“³ sollte klären:

- ob die Einführung von iPads an Kölner Schulen die Innovationsfähigkeit der Schulen stärkt oder, z.B. durch technische Probleme, behindert;
- ob das Vorhandensein einer gemeinsamen technischen Plattform (Tablet-PC und Learning Management System) geeignet ist, die Zusammenarbeit von Schule und Hochschule zu stärken;
- welche Anforderungen an die Lehrerfortbildung gestellt werden müssen, um von der Einführung einer technischen Plattform zu einer tatsächlichen Innovation des Unterrichts zu kommen.

Die Forschungs- und Entwicklungsexperimente der Studierenden folgten dem Ansatz des DBR, wie sie im Artikel des Design Based Research Collective im Überblick zusammengestellt und begründet werden.

DBR versucht einen Beitrag zur Lösung der „Glaubwürdigkeitskrise“ der Fachdidaktik zu leisten. Die klassische *Empirische Bildungsforschung* verlangt nach hoher wissenschaftlicher Rigidität. Die zu untersuchenden Variablen sollen möglichst genau kontrolliert, Kontexteinflüsse minimiert werden. Unterrichtsgeschehen ist aber komplex, dynamisch und kreativ; die individuelle Persönlichkeit der Lehrperson sowie die konkrete Unterrichtsorganisation vor Ort sind dominante Faktoren für den Lernerfolg und können für praxistaugliche Erkenntnisse schlecht ignoriert oder eliminiert werden. Dies ist auch eine Folgerung aus der Metastudie von Hattie.

Die wesentlichen Leitlinien für ein DBR Projekt lauten demgegenüber:

- Das Design von Lernumgebungen muss verknüpft sein mit der Weiterentwicklung von Theorien des Lernens.
- Es findet ein Kreislauf von Design, Durchführung, Analyse und Redesign statt.
- Das Ziel sind übertragbare Theorien, die zwischen Forschung und Praxis ausgetauscht werden. Diese Theorien werden je nach Autor als „Prototheorien“ (Hoadley), „Mikrotheorien“ (diSessa) oder „lokale Theorien“ (Prediger et al.) bezeichnet und sollen sowohl Einsichten in die realen Lehr-Lernprozesse in Schulen ermöglichen, als auch Prognosen und echte Handlungsleitlinien für das Lehrpersonal vor Ort bieten.

³ Im Folgenden: DBR

- Die Forschung soll untersuchen, wie sich bestimmte „Designs“, also klar definierte und mit brauchbaren Materialien ausgestattete Unterrichtsgänge, in echten Unterrichtssituationen bewähren. Die Reaktion aller Prozessbeteiligten - Schüler, Lehrer, Schulleitung und Eltern - auf die neuen Konzepte ist Gegenstand des Forschungsinteresses. Der Kontext „Schule“ wird nicht eliminiert, sondern mit einbezogen und soll die Erkenntnisse für die eigene Weiterentwicklung nutzen können.
- Entsprechend müssen die Forschungsmethoden so integrativ gewählt werden, dass sie den Verlauf des Unterrichtsversuches und die Interaktionen der Betroffenen dokumentieren und Ursache/Wirkungszusammenhänge aufklären.

Der Kreislauf von Design, Durchführung, Analyse und Redesign für diesen Versuch ist in Abbildung X dargestellt. Die Zielsetzung des Versuches wird von Studierenden, Lehrerinnen und Lehrern gemeinsam erarbeitet.

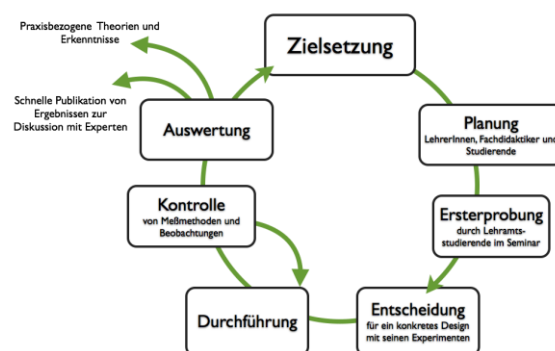


Abbildung 2: Ein Kreislauf von Zielsetzung, Planung, Durchführung, Auswertung und neuer Zielsetzung (Re-Design) ist typisch für DBR

Umgang mit quantitativen Daten:

Zur Erkenntnisgewinnung im Rahmen dieser Begleituntersuchung wurde ein Verfahren genutzt, das eine Umkehrung des in der Hattie-Studie beschrittenen Weges darstellt. Die Arbeitsgruppe um Hattie hat zur Auswertung einer Vielzahl von Studien und Meta-Studien mit statistischen Verfahren nachträglich ein gemeinsames Effektmaß definiert, mit dem die Studienergebnisse vergleichbar gemacht werden sollen. Demgegenüber wurden die Studierenden bei der Planung ihrer Versuche im Vorhinein darum gebeten, die Ergebnisse ihrer kontrollierten Vorher-Nachher (pre-post) Studien erstens in einem sogenannten Boxplot oder "Box-Whisker-Diagrammen" darzustellen, und zweitens mit einem für alle Studien gemeinsamen Maß **g** den normalisierten Lernzuwachs von pre-test zu post-test darzustellen.

Der g Faktor wurde zuerst 1972 von Gery eingeführt. Er misst den Lernzuwachs der SuS, indem die Ergebnisse (Scores) nach der Unterrichtsreihe (Posttest Score) mit den Ergebnissen vor der Unterrichtsreihe (Pretest Score) verglichen werden.

Nun passiert es regelmäßig, dass stärkere Unterrichtsgruppen schon im Pretest ein sehr hohes Ergebnis erreichen, sich also kaum noch verbessern können. Bei einem einfachen Vergleich der Lernzuwächse sieht eine schwächere Unterrichtsgruppe dann möglicherweise besser aus, da sie die Chance hat mehr Zuwachs zu erzielen. Sie haben, bildlich aber treffend formuliert, einfach mehr *"Luft nach oben"*.

Dies wird bei der Bildung des g-Faktors mit einbezogen, indem der tatsächlich vorgefundene Lernzuwachs durch den maximal möglichen Lernzuwachs (eben die „Luft nach oben“) geteilt wird. Verfährt man so mit den Ergebnissen ganzer Schulklassen, ist das Ergebnis der

$$g = \frac{\text{Posttest Score} - \text{Pretest Score}}{\text{Maximum Score} - \text{Pretest Score}}$$

normalisierte Lernzuwachs (average normalized gain **g**):

Der normalized g oder „Hake g“ ist im deutschen Bildungsraum noch nicht sehr bekannt, in der amerikanischen Physics Education Research aber durch die fachdidaktischen Arbeiten von Richard Hake äußerst populär geworden. Er ermöglicht es auch, Lernzuwächse von Tests mit ganz unterschiedlichen Punktskalen miteinander zu vergleichen, was bei den vorliegenden voneinander unabhängigen Teilstudien bedeutsam ist, und einem wesentlichen Kritikpunkt der Hattie-Studie, den *post hoc* gebildeten Effektstärkemaßen, entgegentritt. Gegenüber den bei anderen Studien verwendeten Effektmaß Cohens d ist Hake g robuster gegenüber dem „Deckeneffekt“ vieler Unterrichts-Tests: Mehr als 100% kann ein Schüler im Test nicht erzielen, was Ergebnisse systematisch verzerrt.

Richard Hake definiert nach der Auswertung der Ergebnisse von 6500 Studierenden in 62 Physikkursen einen Zuwachs von $g = 0.0$ bis $g = 0.3$ als „gering“, einen Zuwachs von $g = 0.3$ bis $g = 0.7$ als „mittel“, und einen Zuwachs von 0.7 bis 1.0 als „hoch“. Dabei erzielten die traditionellen Physikkurse Zuwächse von maximal $g = 0.3$, die in der Studie schwerpunktmäßig betrachteten reformierten Physikkurse mit hoher Lerneraktivierung einen Zuwachs von maximal 0.7 . Keine der von Hake betrachteten Kurse erzielte einen „hohen“ g-Faktor von mehr als 0.7 . Bemerkenswerterweise ist einem iPad – gestützten Kurs des Montessori-Gymnasiums in dieser Studie genau dies gelungen (Kongruenzsätze im Montessori-Gymnasium, $g = 0.75$).

3.3 Abschlussbegehungen und Fitnessstest

Im letzten Teil des Projekts wurden an fünf der begleiteten iPad-Schulen und an einer Vergleichsschule, die überwiegend mit Microsoft-basierten Tablets arbeitet, Unterrichtshospitationen und leitfragengestützte Interviews mit LuL und SuS durchgeführt.

Während der Hospitationen wurde mit Hilfe eines „Fitnessstests“ evaluiert, wie gut die Schulen in der Arbeit mit iPads aufgestellt sind. Der Fitnessstest wurde in der Regel von zwei bis drei BegeherInnen der Universität zu Köln ausgeführt, die alle mit dem iPad-Projekt vertraut sind. Die BeobachterInnen hatten Erfahrung in der Durchführung von iPad-Projekten an Schulen, waren jedoch grundsätzlich einer anderen Schule zugeordnet, so dass sie die besuchte Schule und die LuL nicht kannten. Die Beobachter bewerteten die Stunde unabhängig voneinander; die Bewertungen wurden zum ersten Mal in der Nachbesprechung mit den Lehrkräften verglichen.

Begleitet wurden eine oder zwei Unterrichtsstunden, in denen die iPads zum Einsatz kamen. Es wurde unter anderem darauf geachtet, ob Verzögerungen oder Probleme beim Gebrauch des iPads auftraten oder ob die SuS und LuL bereits eine gewisse Routine im Umgang mit den iPads entwickelt haben. Die genauen Beobachtungspunkte können den einzelnen Berichten und auch dem Fitnessstest selbst entnommen werden. Entwickelt wurde dieser in Zusammenarbeit mit dem Gymnasium Köln-Pesch, das sich zu einer Erstbegehung und einer ausführlichen Nachbesprechung im Anschluss bereit erklärte.

Die Termine für die Begehungen wurden jeweils im Vorhinein mit den beteiligten LuL

abgesprochen. Zudem wurde ihnen, bis auf das Gymnasium Köln-Pesch, eine Informationsemail zugesendet, durch die die LuL vorab über die Beobachtungspunkte des Fitnesstests, die Interviewfragen, sowie einen Beispielbericht in Kenntnis gesetzt wurden.

Fragen

1. Ist das technische Equipment ohne Verzögerungen einsatzbereit?
2. Ist das Verteilen/Einsammeln der iPads (Tablets) ritualisiert?
3. Kann sich die Lehrkraft auf Steuerungsaufgaben konzentrieren?
4. Können sich SuS die Aufgabe (Ziele) selbst definieren oder wird diese vorgegeben? (offene Aufgabenstellung = 1; geschlossene Aufgabestellung = 6)
5. Falls 4 geschlossen: Geht die Aufgabenstellung aus dem Medium (iPad) hervor? Falls 4 offen: Sind Informationen aus dem iPad zur Recherche verfügbar?
6. Welche Apps, Medien (Internet, iBook o. ä.) und Funktionen kommen zum Einsatz?
7. Wie lange dauert der Datenaustausch zwischen den SuS mit den iPads?
8. Wenn via Apple-TV über den Beamer projiziert wird: Wie lange dauert es bis der Zugriff möglich ist (s)
9. Lenken sich SuS durch Apps, Spiele, Internet o.ä. ab?
10. Beherrschen die SuS den Umgang mit dem iPad?
11. Welche Ziele werden in der Arbeitsphase verfolgt?
12. Verfügen die SuS über die Kompetenz, Informationen mit dem iPad zu recherchieren?
13. Kann die Lehrperson Hilfestellungen im Umgang mit dem iPad geben?
14. Können die SuS sich gegenseitig helfen?
15. Ist eine Rollenaufteilung (unter den SuS) während der Arbeit sichtbar?
16. Welche Sozialform(en)/Ansätze des kooperativen Lernens sind in der Arbeitsphase sichtbar?
17. Gibt es einen Abschluss im Plenum?
18. Wie geschieht die Ergebnissicherung?
19. Wird das iPad zur Ergebnissicherung verwendet?
20. Wie viel Zeit benötigt das Wegräumen der iPads?
21. Wie lange werden die iPads insgesamt in der Stunde genutzt? (Minuten : Gesamtzeit)
22. Gibt es insgesamt Unregelmäßigkeiten/zeitliche Verzögerungen durch das Arbeiten mit den iPads?
23. Wie unterstützen die iPads den Gruppenprozess in heterogenen Gruppen?
24. Wie unterstützen die iPads das individuelle Lernen (z.B. verschiedene Schwierigkeitsgrade)?

Abbildung 3: Fragenkatalog aus dem Fitnesstest

Neben dem Fitnesstest gehörte auch die Durchführung von leitfragengestützten Interviews mit den teilnehmenden LuL, sowie einigen SuS zu den Aufgaben der BegeherInnen. Diese fanden zum einen während und zum anderen nach der jeweiligen Unterrichtseinheit statt. Die Ergebnisse dieser Interviews sind ebenfalls in die Berichte über die einzelnen Schulen eingeflossen, wodurch eine Triangulation aus den drei Bezugspunkten gewährleistet wurde.

Den Schulen wurden die individuellen Begehrungsberichte zugestellt. Diese sind nicht Teil dieses Dokumentes.

Die Fragebögen wurden mit Hilfe des Programmes SPSS ausgewertet. Alle Namen werden dabei entfernt; es besteht keine Möglichkeit, von außen Rückschluss auf einzelne LuL oder SuS zu nehmen. Lediglich der Name der Schule wird im Datensatz weitergeführt. Zur Bestimmung der Inter-coder-Reliabilität wurde mit Krippendorffs Alpha gearbeitet. Dies liefert einen Wert zwischen Null und Eins. Ein sehr guter Fragebogen mit klar zu beantwortenden Fragen erzeugt einen Wert, der nahe bei der Eins liegt. Statistische Sozialforscher sehen Aussagen mit einem Krippendorffs Alpha von mehr als 0.8 als brauchbar an, Aussagen mit Reliabilitäten zwischen 0.8 und 0.6 können für vorsichtige Schlüsse und Tendenzen herangezogen werden. Daten mit einer Qualität von Alpha < 0.6 sollten verworfen werden. Die Triangulation gibt darüber hinaus jeweils einen Bericht über die beobachtete Unterrichtseinheit an, sodass ein besserer Einblick in die Möglichkeit des Einsatzes der iPads im Unterricht gegeben werden kann.

4. Beschreibung und Ergebnisse der von Studentinnen und Studenten der Universität zu Köln begleiteten Projekte

Es folgen die Ergebnisse aus den von den Studentinnen und Studenten begleiteten Projekten, die an vier Kölner Schulen durchgeführt wurden.

Für die Studierendenprojekte wurden Einzelgutachten erstellt und mit den Schulen diskutiert. Die Gutachten kennzeichnen die individuellen Vorzüge und Nachteile der Unterrichtsreihen und bemessen den im Unterrichtsverlauf erzielten mittleren Leistungszuwachs (Hake g). Die Einzelgutachten liegen den Schulen vor und wurden zum Teil bereits in Elterninformationsabenden präsentiert. Aus Datenschutzgründen können sie nicht an dieser Stelle veröffentlicht werden.

Stattdessen sollen in diesem Abschnitt die grundsätzliche Idee der Unterrichtsreihe, ihre wesentlichen Autoren und die gewonnenen Erkenntnisse positiv gewürdigt werden.

Die Erstklässler der **Katholischen Grundschule Mainzer Straße** zeigten bei den zum Teil ersten Präsentationen in ihrem Leben einen sicheren Umgang mit iPads und der Mind-Map Software Popplet. Wie Lina Franke (Studentin) und Christina Otto (Lehrerin) in ihrer Studie ebenfalls notierten, zeigte die Kontrollgruppe, die mit Hilfe eines Posters vortragen musste, auch die typischen Schwächen eines Erwachsenen-Vortrages, insbesondere das Vortragen zum Poster hin gewandt anstatt zu den Zuschauern.

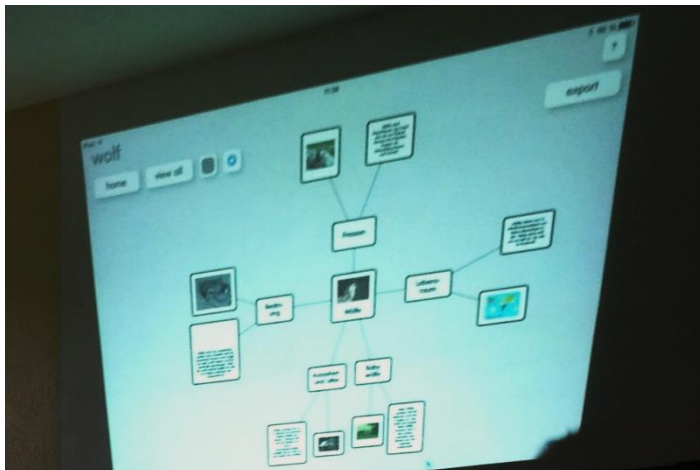


Abbildung 4: Mind-Map Präsentation mit dem iPad



Abbildung 5: SuS halten Vortrag mit dem iPad

Am **Heinrich Heine-Gymnasium** wurden mit einem mustergültig entwickelten DBR Projekt nicht nur zahlreiche Erkenntnisse über Werkzeuge, Methoden und Möglichkeiten gesammelt, wie man mit Unterstützung von iPads einen selbstgesteuerten Mathematikunterricht entwickelt, der ohne Notendruck respektable Lernerfolge im Themenbereich Wahrscheinlichkeitsrechnung bei den SuS bewirkt. Fabian Regel (Student) und Michael Kowalski (Lehrer) haben diese Kenntnisse auch mit einer sehr aufschlussreichen Schülerbefragung verbunden, die einen tiefen Einblick in die Akzeptanz bei SuS und die Ursache-Wirkungszusammenhänge beim Tablet-gestützten Unterrichten gewährleistet. Forschungsprojekte dieser Art, vorangetrieben von erfahrenen LuL, Studierenden und Referendaren und publiziert auf einer entsprechenden Internetplattform können wesentlich

zur zukünftigen Erkenntnisgewinnung und Weiterentwicklung im Bildungsraum der Stadt Köln, und darüber hinaus, beitragen.

Lina Pahl (Lehrerin) vom **Gymnasium Pesch** zeigt sowohl in ihrem Projekt als auch in ihrer Unterrichtsstunde ein hohes Maß an Perfektion in der Planung, Gestaltung und Durchführung von iPad-gestütztem Unterricht. Dieses Maß an Perfektion wächst in einer Umgebung, in der die Technik schon einen hohen Reifegrad erreicht hat. Am Gymnasium Pesch können sich Frau Pahl und ihre Kolleginnen und Kollegen auf den Kern ihrer pädagogischen Arbeit konzentrieren. Es wäre wünschenswert, wenn wir viele Schulen in Köln zu dieser Reife entwickeln könnten.



Abbildung 7: Arbeitsergebnis wird am Monitor präsentiert

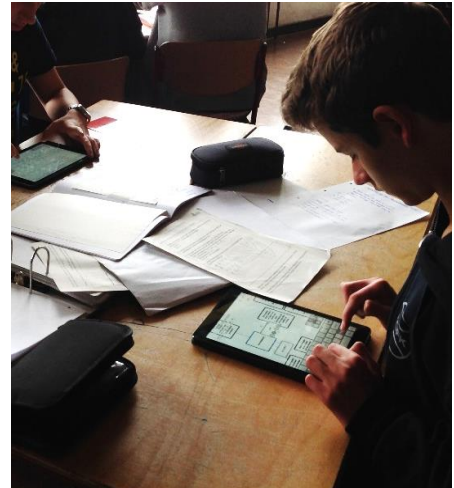


Abbildung 6: Mind-Map erstellen am iPad

Oliver Zinn (Lehrer), Sandra Heine (Studentin) und Benjamin Niehs (Student) demonstrierten an der **Lise-Meitner-Gesamtschule** einen anderen Vorteil digitaler Medien: Des leichten Austausches von Verfahren und Konzepten über Systemgrenzen hinweg. Das an der Universität zu Köln entwickelte Konzept „Planetenforschung mit dem iPad“ funktionierte und motivierte die SuS der 8. Klasse so weit zur aktiven Forschungstätigkeit, dass der betreuende Fachlehrer erstaunen äußerte. Zwei Wochen später wurde „Planetenforschung mit dem iPad“ von den gleichen Studierenden an der Waddell Language Academy in North Carolina (USA) aufgeführt. Hierzu war die Übersetzung der deutschen Texte des iBooks ins Englische nötig, was vor Ort mit Hilfe der dortigen Fachlehrer gelang.



Abbildung 8: Konstruktionsbeschreibung eines Fallschirms am eBook (North Carolina (USA))



Abbildung 9: Berichterstattung vom Planeten (North Carolina (USA))

Im **Montessori-Gymnasium** gelang es Sara Kascherus (Lehrerin) und Sandra Heine (Studentin), mit einem iBook einen der höchsten jemals dokumentierten Lernzuwächse (Hake's $g = 0.75$) im Bereich der Kongruenzsatzbildung der Mathematik zu erreichen. Das mit Kreativität und Leidenschaft entwickelte Design war so gut, dass auch die Kontrollgruppe, nur mit Hilfe der ausgedruckten PDF-Datei, sehr gute Lernerfolge erzielt hat.



Abbildung 11: Schülerinnen in der Diskussion über das Thema



Abbildung 10: Schülerinnen in der Diskussion über das Thema

Das **Erich-Gutenberg-Berufskolleg** diente als Vergleichsschule während des iPad-Projektes.

Zu Beginn des iPad-Projektes stellte uns Detlef Steppuhn (Lehrer) ein fertig entwickeltes und für diese Schulform sehr gut geeignetes Projekt vor. Die SuS des Berufskollegs nutzen sowohl Windows-, Apple- und Android-Tablets, um damit die Funktionen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede verschiedener Betriebssysteme zu recherchieren und zu dokumentieren. Im Rahmen des Projektes werden Video-Tutorials und Dokumentationen erstellt, diese werden von den SuS elektronisch nach Office 365 (das Schulportal) eingereicht und von den Lehrkräften begutachtet. Insgesamt zeigte sich in diesem Projekt ein hoher Berufsbezug.

5. Ergebnisse aus den Abschlussbegehungen

Im Folgenden sind die Ergebnisse aus dem Fitnesstest und den Schüler- und Lehrerinterviews dargestellt.

5.1 Ergebnisse der Fitnesstests

Die Reliabilität (siehe Methodenteil im Kapitel 2) lag bei den einzelnen Begehungen zwischen 0,48 und 0,90, im Durchschnitt bei 0,69. Die Daten können also insgesamt für vorsichtige Schlüsse und Tendenzen herangezogen werden.

Insgesamt zeichnen sich bei dem Fitnesstest deutliche Tendenzen ab. Die an den Schulen durchgeführten Beobachtungen stimmen in vielen Punkten überein oder tendieren in die gleiche Richtung.

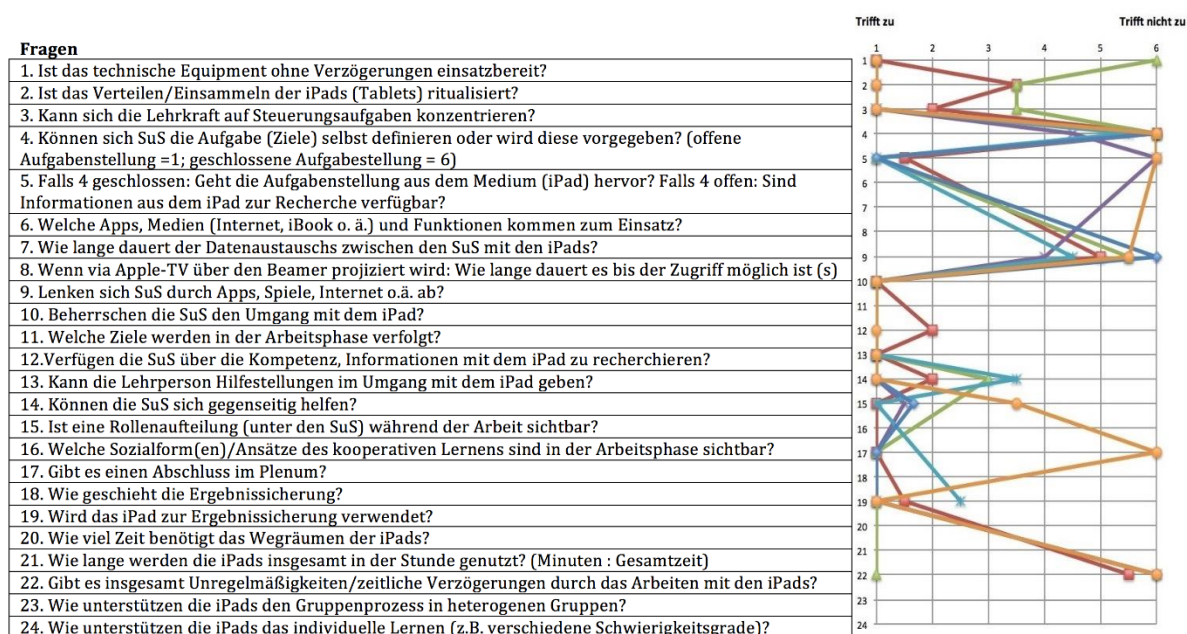


Abbildung 12: Die Bewertungen der einzelnen Schulen im Vergleich

Von einer Ausnahme abgesehen begann der Unterricht pünktlich, und es gab keine Verzögerung durch den Einsatz der Tablets (Frage 1). Beim Umgang mit Leihgeräten zeigten sich die SuS mit der Prozedur des Ausleihens und Zurückgebens vertraut (Frage 2 und 20).

Bei den Begehungen dominierten geschlossene Aufgabenstellungen (Frage 4), die in vier von sechs Fällen aus dem Tablet hervorgingen. Die auf dem Tablet oder in der uCloud vorgehaltenen Informationen dienten also sowohl der Information der SuS als auch der Steuerung des Lernprozesses. Bei der uCloud handelt es sich um einen Online-Datenspeicher, der für die Schulen der Stadt Köln zur Verfügung gestellt wurde (stadtwolke.de). Dies ist für eine einzelne Begehungsstunde eine vernünftige Entscheidung; bei den gemeinsamen Unterrichtsprojekten (siehe vorhergehendes Kapitel) wurde eine wesentlich größere Bandbreite mit mehr Offenheit in der Aufgabenstellung sichtbar. Entsprechend waren die meisten Lehrkräfte von der Informationsvermittlung entlastet und

konnten sich im Sinne des „Classroom Management“ auf die Steuerung des Unterrichtes konzentrieren.

Jedoch konnten nicht alle LuL diesen Vorteil für sich nutzen (Frage 3). Hier zeigte sich besonders eine Schwierigkeit: Bei kurzfristigen Ausfall des WLANs an der Schule kann es passieren, dass der komplette Unterricht binnen kürzester Zeit umstrukturiert werden muss. Aufgrund der starken Abhängigkeit vom Netzwerk scheint es also notwendig zu sein, im Falle eines Ausfalls des WLANs einen „Plan B“ in der Tasche zu haben.

Vereinzelte gab es Probleme, Materialien von einer bestimmten Lernplattform (z.B. Ucloud) herunterzuladen. Bei zwei Gruppen wurde daher beobachtet (Frage 8), dass einzelne SuS Dateien per AirDrop (Dauer: wenige Sekunden) oder per Email austauschen (Dauer: ca. 1 Minute). In insgesamt drei Stunden wurde Apple-TV eingesetzt.

Die Ablenkungsgefahr bei den SuS wurde von den Lehrkräften im Vorfeld als hoch eingeschätzt. Dies stellte sich bei den Beobachtungen als untergeordnetes Problem heraus (Frage 9). In zwei Schulen wurde eine geringe Ablenkung erkennbar. In den anderen Schulen war keine nennenswerte Ablenkung zu beobachten. Die Beobachter schätzen es als vergleichsweise einfach ein, die Ablenkung durch Apps, Spiele oder das Internet auf den leuchtenden Displays der Tablets zu erkennen; die bisher typischen Ablenkungen wie Träumen oder Zettel schreiben seien weniger leicht festzustellen.

Eindeutig positiv sind die Beobachtungen zur Sicherheit der SuS im Umgang mit den Geräten (Frage 10). Alle Beobachter notierten übereinstimmend bei allen Begehungen, dass die SuS den Umgang mit den Geräten beherrschen und keine Fragen auftraten. Wurde im Unterricht im Internet recherchiert, so konnte festgestellt werden, dass die SuS sich auch mit der Internetrecherche schon sehr gut auskannten und genau wussten, wo sie etwas finden (Frage 12).

Wie nachträglich erklärt werden konnte, ist der sichere Umgang mit den Geräten die Ursache für die indifferente Bewertung der Frage 14: „können sich die SuS gegenseitig helfen“ durch die Beobachter. Wenn kaum Fragen auftreten, haben die SuS wenig Gelegenheit sich gegenseitig zu helfen, was von den BewerterInnen im Bogen unterschiedlich notiert wurde. Eine eindeutig sehr hohe Kompetenz im Umgang mit den Geräten wird auch den beobachteten LuL testiert (Frage 13). Die LuL kannten sich mit „ihren Geräten“ hervorragend aus.

Interessant waren die Ergebnisse zu Frage 6 nach den genutzten Apps, Medien und Funktionen.

In drei von sechs Unterrichtseinheiten wurde das Internet als Informationsquelle verwendet, in einer Einheit wurde mit Feedbacksystemen (Moodle, Abfrager.de) gearbeitet. Die Verwaltung von Arbeitsblättern oder das Einsammeln von Schülerergebnissen wurde an zwei Schulen mit Ucloud und an jeweils einer Schule mit Moodle und Office 365 erledigt. Seitens der Schülerschaft wurden im Unterricht auch gezielt diverse Apps verwendet, die das fachliche Arbeiten (Quick Graph, E-Lab: Exploring Graphs of Equations, Fotobooth) oder die Strukturierung von Informationen (Notability, MyPopplet, Book Creator, Keynote, Videos mit der Kamera-App oder Explain Everything) unterstützt oder sogar erst ermöglicht haben. Auch die LuL verwendeten während des Unterrichts diverse Apps als Hilfsmittel für die Unterrichtsorganisation: neben Ucloud, Moodle oder Office sind hier auch der Timer, TeachersPick oder Teachertool zu erwähnen.

Die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten erlauben es auch, dass die iPads fast durchgängig sinnvoll genutzt werden können, was sich in den beobachteten Stunden deutlich niederschlug. So lagen die Nutzungszeit einmal bei 33 Minuten, ansonsten zwischen 40 und 45 Minuten pro

Stunde (Frage 21).

Die Nutzung der Funktionen war eng verknüpft mit den jeweiligen Zielen, die in den Arbeitsphasen verfolgt wurden (Frage 11).

So sollten in vier der sechs Einheiten fachliche Sachverhalte erforscht oder recherchiert werden. Dies geschah zweimal durch Internetrecherche, einmal durch eine spezielle App und einmal ohne Vorgabe der Methode. In einer Einheit wurde das iPad genutzt, um Fachkenntnisse mit interaktiven Feedbacksystemen (Multiple-Choice-Tests in Moodle und auf Abfrager.de) zu wiederholen und zu festigen. Ein weiteres Ziel war das Sammeln von selbstgemachten Fotos für ein Fotobuch.

Neben den bereits beschriebenen Zielen wurden in fünf der sechs beobachteten Unterrichtseinheiten auch echte Lernprodukte erstellt, z.B. Filme, Mindmaps, Keynotes, Fotobücher, Dokumentationen. Diese wurden in der gezeigten oder nach Aussage der Lehrkraft in einer der kommenden Einheit präsentiert.

Neben den Lernprodukten gab es als Ergebnissicherung bis auf eine Ausnahme einen Abschluss im Plenum (Frage 17,18), in dem die erarbeiteten Lernprodukte präsentiert und diskutiert (2 Mal), bisherige Ergebnisse und das weitere Vorgehen besprochen (2 Mal) oder Fragen aus den Multiple-Choice-Übungen erörtert wurden (1 Mal). Einmal wurde die Ergebnissicherung um einen Tafelanschrieb ergänzt, der von den SuS in das Heft übertragen werden sollte.

In einem Fall gab es keinen Abschluss im Plenum. Dies ist darauf zurückzuführen, dass eine Präsentation über mehrere Stunden erarbeitet und erst später in einer der Folgestunden im Plenum präsentiert werden sollte.

Als Sozialform wurde in vier der sechs Einheiten Partnerarbeit beobachtet, in der die SuS die Aufgaben selbst verteilen konnten. Einmal wurde eine Gruppenarbeit mit festgelegten Rollen und einmal die Methode des Gruppenpuzzles beobachtet (Frage 15, 16). Die iPads haben den Gruppenprozess dabei eher indirekt unterstützt. Dadurch, dass in einer Partnerarbeit nur ein iPad zur Verfügung stand, mussten die einzelnen SuS der Gruppe miteinander arbeiten und diskutieren (Frage 23). In größeren Gruppen konnten auch schnell Dateien oder bisherige Ergebnisse hin- und hergeschickt werden, was von den SuS in Interviews auch immer wieder als Vorteil hervorgehoben wurde.

Das individuelle Lernen kann dabei vor allem durch das eigene Arbeitstempo, schnell verfügbare Recherchiemöglichkeiten und Feedbacksysteme unterstützt werden (Frage 24).

5.2 Lehrer- und Schülerinterviews

Während die Fitnesstests eher einzelne Stunden abbildeten und zeigen sollten, wie gut die Schulen beim Lernen mit iPads aufgestellt sind, gewährten die Interviews mit den Lehrkräften einen guten Einblick in die Erfahrungen mit der Arbeit mit iPads. Die Interviews wurden mit insgesamt fünf Lehrkräften durchgeführt. An fünf Schulen wurden zudem Interviews mit je zwei Schülergruppen (2 bis 3 SuS) durchgeführt.

Im Gespräch mit den LuL und SuS wurden vor allem Vor- und Nachteile des Einsatzes von iPads deutlich.

- Bei der Frage, ob die iPads eine Erleichterung oder zusätzlicher Aufwand seien, gab es ein gemischtes Bild. Vier LuL gaben an, dass es zunächst ein zusätzlicher Aufwand sei, weil die Tablets z.B. administriert und transportiert werden müssten. Für zwei LuL

sei der Einsatz von iPads jedoch eine Erleichterung, wenn sich die Prozeduren einmal eingespielt hätten. Mehrere LuL sehen hier deutliche Vorteile im BYOD⁴-Konzept, da die SuS mehr Verantwortung für die Geräte übernehmen müssten, gleichzeitig nehme der Administrationsaufwand für die Schulen ab und das Speichern von Schülerergebnissen sei nicht so problematisch.

- Drei LuL haben angegeben, dass die Mobilität ein großer Vorteil sei. Man könne mit ihnen im Klassenraum unterrichten, was nicht so störend sei wie der Umzug in einen Computerraum. Die iPads seien leicht zu tragen, so ein Schüler bei der Frage nach Vorteilen der iPads.
- Alle LuL haben angegeben, dass der Unterricht und das Lernen mehr Spaß mache. Dies wird von den befragten SuS bestätigt. Vier LuL gaben zudem an, dass die Motivation der SuS höher sei.
- Von den LuL wurde hervorgehoben, dass die Nutzungsmöglichkeiten sehr vielfältig seien (z.B. schnelle Internetrecherche, schnelles Zeigen eines Films, Feedbacksysteme, besondere Apps zum Lernen und Forschen) und somit auch sehr vielfältig und selbstständig gearbeitet werden kann. So sahen die SuS die erweiterten Möglichkeiten der schnellen Internetrecherche, den schnellen Zugriff auf elektronische Bücher und Apps, die beim Lernen helfen würden, als Gewinn für den Unterricht an. Spiele mit denen man lernen könne, würden als angenehme Auflockerung des Unterrichts erachtet. Eine Schülerin gab an, dass das iPad helfe, kreativer zu arbeiten.
- Da die SuS viel Erfahrung mit mobilen Endgeräten mitbringen würden, würde ihnen die Arbeit mit Apps oder dem Internet sehr einfach fallen, so eine Lehrperson.
- Ein vielfach genannter Punkt war die Erstellung und Durchführung von Präsentationen. Diese seien zum einen einfach zu erstellen, zum anderen gäben sich die SuS sehr viel Mühe bei der Erstellung. Die Präsentationen würden im Laufe der Zeit auch an Qualität gewinnen und die SuS freuten sich im Allgemeinen mehr, ihre Ergebnisse zu präsentieren. Die befragten SuS gaben an, dass durch die Einführung der iPads mehr Präsentationen durchgeführt werden würden als vorher. Dies wird als positiv angesehen, da Präsentationen schnell und leicht zu erstellen seien und man dadurch die Inhalte besser lerne, so die SuS. Die meisten SuS gaben auch an, dass sich ihre Präsentationskompetenz im Laufe der Zeit verbessert habe. Eine Lehrperson gab an, dass auch schüchterne Kinder eher präsentieren würden als vorher. Eine andere Lehrperson gab an, dass besonders für männliche Schüler Präsentationen im Gegensatz zu Plakaten o.ä. erleichternd seien.
- Eine Lehrperson sagte, dass die hohe Eigenaktivität der SuS „überzeugend“ sei. Zudem sei bei der Arbeit mit Feedbacksystemen die Konzentration der SuS besonders hoch. Auch Seitens der SuS wurde genannt, dass es bei der Arbeit mit iPads im Klassenraum leiser sei als ohne.
- Für die SuS sei es aber nicht zwangsläufig einfacher selbstständig mit Angeboten wie iBooks (interaktive Bücher) zu arbeiten, weil sie häufig einen linearen lehrgangsmäßigen Unterricht gewohnt seien, so ein Lehrer.
- Ein weiterer genannter Punkt betrifft die Kommunikation der SuS untereinander. Zum einen werde die Kommunikation gefördert, wenn zwei SuS an einem iPad arbeiten, so eine Lehrperson. Zum anderen gäbe eine bessere Vernetzung und Erleichterung der Kommunikation untereinander, z.B. durch die Möglichkeiten, sich gegenseitig Nachrichten oder Materialien schicken zu können. Auch seitens der Schülerschaft wurde die bessere Zusammenarbeit in Gruppen mehrmals als positiver Punkt gewertet.

⁴ BYOD = Bring Your Own Device.

In den Begehungen wurde beobachtet, dass aus didaktischen und organisatorischen Gründen meistens Partnerarbeit durchgeführt wurde, wenn mit iPads gearbeitet wurde.

- Ein großes Problem sei jeder Ausfall der Technik. Diese Meinung wurde von 3 LuL geäußert und auch in einer Begehung spürbar. Während die iPads bei allen Begehungen sehr gut funktionierten und der Ausfall eines Gerätes keine drastischen Folgen für den Unterricht hat, ist ein Ausfall des WLAN sehr problematisch. Bei einem Ausfall kann weder auf Plattformen, über die das Unterrichtsmaterial verteilt wird, noch auf das Internet zugegriffen werden.
- Das Thema Ablenkung wurde von den LuL nicht als Nachteil benannt. Interessanterweise nannte aber eine Schülerin die Gefahr der Ablenkung.
- Bei den befragten LuL hat sich nach eigenen Angaben die Einstellung zum Einsatz von iPads im Unterricht positiv entwickelt, wenn sie nicht schon von vornherein positiv war.
- Beim Thema Schreiben/ Tippen waren sich die SuS uneinig. Einige SuS gaben an, dass es leichter wäre, auf dem iPad zu tippen. Andere SuS gaben an, dass sie es schwierig fänden und lieber mit der Hand schreiben würden.
- Drei der befragten Schülergruppen gaben an, dass das iPad helfe Inhalte leichter zu verstehen. Andere SuS sahen die iPads erst nach einer gewissen Zeit als Erleichterung an. Einige Schülergruppen gaben kritisch zu bedenken, dass die iPads nicht zwangsläufig zu einem besseren Verständnis der Inhalte führen würden und man teilweise sogar weniger lerne. Eine Schülerin äußerte dazu, dass die Vorbereitung auf eine Klassenarbeit einfacher sei, wenn man im eigenen Heft nachschlagen könne.

Seitens der Lehrerschaft wurden zusätzlich einige zentrale Punkte angesprochen, die es bei einem Einsatz von iPads zu bedenken gilt. So brauche die Schule ein gutes Konzept, bevor sie iPads einführe. Zudem müssten die Eltern an den Entscheidungen bezüglich der Einführung mit beteiligt sein.

So seien fachspezifische Fortbildungen nötig, die im Moment noch fehlen würden. Versicherungsrechtliche Fragen seien oft noch nicht ausreichend geklärt.

6. Erfahrungen / Gelingensbedingungen

Die folgenden Erfahrungen der Projektschulen sollten andere Schulen berücksichtigen, um eine erfolgreiche Einführung von Tablets an der eigenen Schule zu erreichen. Die Gelingensbedingungen beruhen auf den Ergebnissen aus den ersten Interviews, und die bei den Unterrichtsprojekten und Begehungen beobachteten Entwicklungen in den Schulen.

6.1 Der Einführungsprozess:

- Eine grundsätzliche Voraussetzung ist, dass die Anschaffung von Tablets für Schulen nur dann sinnvoll sein kann, wenn es **ein pädagogisches Programm zum Einsatz der Tablets** gibt. Bevor die Geräte angeschafft werden, sollte die Schule mit pädagogischen Argumenten begründen können, *warum* sie Tablets anschaffen will (Ziele benennen) und zumindest ein paar Konzepte bekannt geben, *wie* die Geräte eingesetzt werden sollen (Methoden benennen). Dies wird von der Stadt Köln bereits eingefordert und sollte auch in Zukunft beachtet werden. Gegebenenfalls müssen vorhandene Medienkonzepte in Bezug auf den Tablet-Einsatz ergänzt werden. Bei Orientierungsgesprächen mit dem Schulträger sollte dargestellt werden, wie weit die vorhandenen Medienkonzepte an der Schule tatsächlich gelebt werden. Nur bei ausdrücklicher Unterstützung und Förderung durch die Schulleitung und dem erklärten Vorsatz, das Medienkonzept im Kollegium und in der Schule nachhaltig zu etablieren, kann die Investition in Tablets und die notwendige Infrastruktur sinnvoll und lohnend sein.
- Die Einführung von Tablets an einer Schule ist ein Prozess, der etwa ein Jahr Vorlaufzeit in Anspruch nimmt. Der Prozess beginnt mit dem Einbringen der Idee ins Kollegium, gefolgt von einer Definition der Zielsetzung und einem Planungszeitraum, der für eine realistische Zeit- und Budgetplanung genutzt werden sollte. Erst dann kann mit gutem Gewissen eine definitive Entscheidung in der Schulkonferenz angestrebt werden. Die Zeit kann genutzt werden, um den LuL Zeit zu geben, sich mit der mobilen Technologie selbst vertraut zu machen; Vertrautheit und Sachkenntnis wirken sich wiederum positiv auf den fundierten Entscheidungsprozess aus.
- Ein Tablet kann nur bei **funktionierendem WLAN** umfangreich genutzt werden. Dies ist bei Ausleihgeräten schon zur Datenspeicherung notwendig. Sobald entschieden wurde, dass eine Schule mit Tablets ausgestattet werden soll, muss, falls notwendig, sofort der Auf- /Ausbau eines funktionierenden WLAN in Abstimmung mit dem Schulträger initiiert werden.
- Für Schulen, die sich die Einführung von iPads im Rahmen eines BYOD-Konzeptes zum Ziel gesetzt haben, hat Apple die Handreichung „Planung eines 1:1 Programmes“ herausgegeben. Wir empfehlen die Beachtung des Konzeptes vor Beginn des Einführungsprozesses.
- Auch wenn die Anschaffung der Tablets eine Arbeitserleichterung für die LuL bedeuten soll, ist der Einführungsprozess viel Arbeit. Es sollten für die Einführung der Tablets an jeder Schule LuL gefunden werden, die ein **Projektteam** bilden. Sie sollten die verschiedenen Aufgaben der Einführung der Tablets koordinieren, Ansprechpartner

sein und Regelungen überarbeiten. Da sie von anderen LuL regelmäßig um Problemlösungen ersucht werden, ist ein gewisses Maß an technischem Verständnis und Stresstoleranz empfehlenswert. Die Aufgabe ist jedoch nicht mit der Wartung eines Rechnerraums vergleichbar, da wesentliche Funktionen des Netzwerkbetriebes und der Netzwerksicherheit durch den Schulsupport getragen werden. Ein guter Kontakt zwischen Schulsupport und den LuL vor Ort kann aber aus genau diesem Grund über Erfolg und Misserfolg entscheiden.

- In rechtlicher Hinsicht aber auch unter sozialen Aspekten sind verschiedene Situationen **außerhalb des Unterrichts** konfliktbehaftet.
 - o Wie können Leihgeräte außerhalb des Unterrichts eingesetzt werden? Können Leihgeräte für Hausaufgaben auch für mehrere Tage ausgeliehen werden? Wie können SuS einer Berufsschule die Tablets zu einer besseren Verbindung von Schule und Ausbildungsbetrieb nutzen?
 - o Was ist zu beachten, wenn Leihgeräte während der Unterrichtszeit außerhalb des Schulgeländes verwendet werden (z.B. zum Fotografieren von Pflanzen im benachbarten Park im Rahmen des Biologieunterrichts)?
 - o Wie können Leihgeräte z.B. während des Sportunterrichts vor Diebstahl oder Beschädigung geschützt werden?

Für die Schulen in Köln hat das Amt für Schulentwicklung mit Schreiben vom Januar 2014 klare Richtlinien herausgegeben. Diese sollten vor der Anschaffung, spätestens vor der Auslieferung noch einmal deutlich an die Schulen kommuniziert werden.

- Die begrenzten Möglichkeiten der **Versicherung** der Tablets sollte den Schulen übersichtlich an die Hand gegeben werden. Dies ist eine wichtige Frage für die Elternarbeit.
- Nur mit einer **Datenaustauschlösung**, die zuverlässig funktioniert und einfach zu bedienen ist, kann das Tablet sinnvoll genutzt werden. Ist die Sicherung der Ergebnisse zu kompliziert, geht zu viel Unterrichtszeit verloren, der Frust bei SuS und LuL schnell sehr hoch, und der Projekterfolg ist gefährdet. Es sollten bereits zusammen mit der Auslieferung der Tablets bewährte Lösungen vorgestellt und das Kollegium geschult werden. Denn Vorsicht: Ein Tablet als individuelles Gerät im häuslichen Umfeld bedienen zu können bedeutet noch nicht, dass man das Management mehrerer Leih-Geräte im WLAN einer Schule beherrscht. Hier muss jede Lehrerin und jeder Lehrer erst eigene Erfahrungen sammeln.
- Soll über die von der Stadt finanzierten Geräte hinaus elternfinanzierte Ausstattung angeschafft werden, sollte die Stadt als Schulträger **Finanzierungsmodelle** anderer Schulen kommunizieren und/oder den Kontakt zwischen Schulen vermitteln, um soziale Selektion zu vermeiden.
- Bei der Planung der Ausstattung sollte geprüft werden, ob ausreichend große **Projektionsflächen** für einen Beamer zur Verfügung stehen. Dies wird manchmal zunächst übersehen! Die Alternative großer Flachbildfernseher wird bis jetzt in nur einer der beobachteten Schulen genutzt.

- Viele Schulen untersagen im Rahmen der Schulordnung die Nutzung von Mobilgeräten durch SuS im Unterricht. Durch die angeordnete Nutzung von Tablets entsteht nun eine neue Lage an den Schulen.

6.2 Im Unterricht:

- Für die Unterrichtspraxis scheint es ein gutes Modell zu sein, einige SuS über Medien-AGs o.ä. zu Tablet-Experten auszubilden, die im Unterricht bei Problemen der Handhabung wie z.B. beim Abspeichern eines Arbeitsergebnisses auf der jeweiligen Lernplattform ihren SuS (oder auch LuL) helfen können.
- Wenn SuS **Erklärungen in die Kamera sprechen**, empfiehlt es sich (wenn möglich) nicht nur die SuS beim Reden aufzunehmen. Deutlich besser kann erkannt werden, wie gut ein Schüler den Inhalt verstanden hat, wenn er „hands-on“ erklärt. Beispiel: Ein Schüler soll die wirkenden Kräfte bei Ausdehnung der Feder beschreiben (Hook'sches Gesetz). Statt eine Erklärung zum Hook'schen Gesetz abzulesen, sollte er an einer Feder die Zusammenhänge demonstrieren und erklären. Damit die SuS dementsprechende Erklärungen abliefern, muss dies in der Aufgabenstellung deutlich gemacht werden.
- Für den Unterricht an kaufmännischen Berufskollegs hat es sich als sehr geeignet erwiesen, die SuS einzelne Phasen eines Verkaufsgespräches aufzeichnen zu lassen, dies nachträglich zu analysieren und die SuS zur Selbstreflektion zu motivieren.
- Ein Schlüssel für Zuwächse im Kompetenzbereich Fachwissen scheint der Einbau regelmäßiger Selbsttests zu sein. Wirksam sind das zeitnahe Feedback und die Verbindung des erlernten Fachwissens mit weiterführenden Lernhandlungen. Diese Gestaltungsfaktoren kamen in den beiden eBook-Projekten „Kongruenzsätze“ im Montessori-Gymnasium und „relative und absolute Häufigkeit“ im Heinrich-Heine-Gymnasium zur Anwendung und zeigten die hohe Eignung von eBooks zum Aufbau von kontextbezogenen Fachwissen. Auch das bis jetzt erfolgreichste DBR-Projekt unserer Arbeitsgruppe an einer Schule in Augsburg setzte auf die Nutzung eines eBooks mit Fragen zum Selbsttest (<https://itunes.apple.com/de/book/wie-entsteht-ein-bild/id910995109?mt=11>).
- Ideen für den Unterricht können auch den oben dargestellten Praxisprojekten entnommen werden. Innerhalb der Stadt sollte eine Austauschplattform aufgebaut werden, in der bewährte Best-Practice Projekte dargestellt und bezogen werden können. Hierzu sollten regelmäßige Nutzertreffen eingerichtet werden – vergl. hierzu die Beschreibung der „Share-A-Tons“ im folgenden Abschnitt.

6.3 Lehreraus- und Lehrerfortbildung:

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Einführung von iPads als teilweiser Ersatz für Computerräume möglich und sinnvoll ist. Der personelle Aufwand verringert sich offensichtlich nicht: Statt einem oder wenigen Fachlehrern zur Betreuung eines Rechnerraumes sollte eine

Gruppe von LuL ein schulinternes Kompetenznetzwerk zur Betreuung der iPad-Klassen aufbauen.

Auch über die Schule hinaus empfiehlt sich die Bildung und Pflege eines Netzwerkes zum Austausch von Best-Practice. Die Ergebnisse der quantitativen Teilstudien im Bereich des Aufbaus von Fachwissen hatten auf die Beteiligten zunächst eine enttäuschende Wirkung: Im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollgruppen konnte bei keiner Versuchsgruppe eine verbesserte Wiedergabe von Fachwissen nachgewiesen werden. Dies ist jedoch durchaus in Einklang mit dem Literaturstand. Durchgreifende Verbesserungen im Kompetenzbereich Fachwissen werden in der Literatur selten berichtet. Lediglich in einem Projekt in einem Augsburger Gymnasium konnten wir inzwischen durch Einsatz eines eBooks mit zahlreichen versuchsbegleitenden Selbsttests einen eindeutig stärkeren Wissenszuwachs bei der Versuchsgruppe erzielen (Hake $g = 0,65$ im Vergleich zur Kontrollgruppe mit $g = 0,45$; Veröffentlichung in Kürze).

Damit kann man als wichtiges Ergebnis aber auch festhalten, dass der Zuwachs an Fachwissen bei der Nutzung von Tablets nicht geringer wird als in den Kontrollgruppen! Und dies entgegen zahlreicher häufig genannter Erwartungen: Die SuS würden sich durch den Gebrauch der Tablets ablenken, sie würden den Unterricht nicht ernst nehmen oder nur oberflächlich arbeiten. Nichts davon konnte in den 8 beteiligten Schulen wiedergefunden werden; die iPads zeigten sich als solide Lernwerkzeuge die in allen Begehungen auch unter zum Teil widrigen Umständen ihren Zweck erfüllten.

Hinzu kommt, dass der Zuwachs an Fachwissen in der modernen Unterrichtsforschung nicht der einzige, und auch nicht der bedeutendste Kompetenzbereich ist. Die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für den mittleren Schulabschluss, in NRW durch die Kernlehrpläne im Landesgesetz umgesetzt, teilen den Kompetenzerwerb in den Naturwissenschaften in die 4 Bereiche „Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ ein. Eine solide Basis an Fachwissen bildet die Grundlage für den Aufbau von Kompetenzen in den anderen Bereichen.

Nun müssen Konzepte gefunden werden, die es möglich machen diese Basis zum Ausbau von Kompetenzen in den anderen Bereichen, und ihren Entsprechungen in anderen Schulfächern, zu nutzen. Die in den Pilotschulen durchgeführten Projekte sprechen für die Innovationsfreude der Schulen, und zeigen die kreativen Freiräume, die durch das Werkzeug Tablet-PC eröffnet werden. SuS nutzten das Werkzeug zur Erkenntnisgewinnung außerhalb des Klassenraumes (Projekt „Mathe im Alltag“ des Gymnasium Köln-Pesch).

Aus Sicht einiger befragten Schulen konzentrierte sich der Schulträger im letzten Schuljahr stark auf die Einrichtung der Infrastruktur. Angesichts des zunächst für die Informations- und Kommunikationstechnik schwierigen Umfeldes Schule mit seinen älteren Bestandsbauten ist diese Entscheidung nachvollziehbar. Ein wichtiges Feld bleibt die Schnittstelle zum Abspeichern der von SuS erzeugten Dateien von den Geräten in die ucloud. Es wird empfohlen, ab jetzt zusätzliches Gewicht auf das Angebot fachspezifischer Fortbildungen⁵ für Kolleginnen und Kollegen zu legen. OStR Michael Kowalski äußert sich dazu folgendermaßen: *„es sollte nicht davon ausgegangen werden, dass die Umsetzung innovativer Unterrichtskonzepte alleine durch das Engagement und Mehrarbeit einzelner Kolleginnen und Kollegen garantiert wird. Für die Entwicklung des Schulprofils ist das in vielen Einzelfällen*

⁵ Die Schulaufsicht wird von den Schulaufsichtsbehörden wahrgenommen. (...) Sie fördern die Personalentwicklung und führen Maßnahmen der Lehreraus- und Lehrerfortbildung durch. (...) § 86 Abs. 3 SchulG NRW.

Fortbildungsmaßnahmen, die digitale Medien betreffen, werden dementsprechend grundsätzlich durch die Medienberatung im Kompetenzteam durchgeführt.

möglich und notwendig, für die Etablierung mobiler Endgeräte im Unterricht aber nicht, da der Schulträger wohl an einer flächendeckenden, sogar Schulform übergreifenden Lösung interessiert ist, die den Erfolg garantiert.“

Aus Sicht der wissenschaftlichen Begleitung ist die Fähigkeit und Bereitschaft der SuS, sich gegenseitig bei der Bedienung der Geräte zu unterstützen, eine wesentliche Gelingensbedingung für den Erfolg der im Rahmen der Begehung gezeigten Unterrichtsstunden. Dies gilt sinngemäß auch für die Lehrkräfte, die sich bei einer einheitlichen Hard- und Softwareumgebung innerhalb der Schule gegenseitig sehr unterstützen konnten. Systemgrenzen innerhalb des Klassenzimmers können die Fähigkeit und Bereitschaft zur gegenseitigen Unterstützung erheblich herabsetzen. Aus diesem Grund erfolgt der Rat der wissenschaftlichen Begleitung, für die Phase der Ausbreitung des Unterrichts mit mobilen Geräten für die nächsten Jahre auf die Entwicklung einer möglichst einheitlichen technische Plattform zu setzen und, darauf aufbauend, die Kompetenzen zur Unterrichtsentwicklung mit einem System aus Arbeitskreisen und Fortbildungen weiterzuentwickeln. Im amerikanischen Raum haben sich zu diesem Zweck „Share-A-Tons“ etabliert. Hierbei treffen sich TeilnehmerInnen und präsentieren, welche Ressource (YouTube-Film, eBook, Lernsoftware) sie kürzlich gefunden haben, und wie sie sie im Unterricht erprobt haben oder anwenden möchten.

6.4 Schlussgedanken

Der Beginn der Projektphase war in fast allen Schulen von Verzögerungen gekennzeichnet, die nicht durch die Tablets im engeren Sinne, sondern durch den notwendigen Aufbau der Netzwerkinfrastruktur bedingt waren.

Für viele Schulen wurde die Projektphase dadurch deutlich verkürzt. Das unter diesen Bedingungen 6 von 8 Schulen in den Begehungen und Projekten belastbare Konzepte für den Einsatz der Tablets im Unterricht demonstrieren konnten, ist ein positives und ermutigendes Ergebnis. Wir müssen uns vor Augen halten, dass in diesem Projekt alle Beteiligten Neuland betreten haben. Die Schulen, die sich für das Projekt gemeldet haben, wurden nicht nach ihrer Erfahrung im Informations- und Kommunikationsbereich ausgesucht, sondern nach der Plausibilität ihrer Konzepte und sollten einen Querschnitt durch die Schullandschaft Kölns darstellen. Dies unterstützt die Erwartung, dass sich die Ergebnisse der Pilotstudie auf andere Schulen übertragen lassen.

Es war bemerkenswert, in den Begehungen zu sehen, wie die SuS sich mit ihren Vorkenntnissen in der Bedienung der iPads gegenseitig unterstützten. Dadurch wurde die Lehrkraft wesentlich entlastet und konnte sich auf ihre pädagogische Aufgabe konzentrieren. Bei einer gemischten Ausstattung (verschiedene Betriebssysteme und Endgeräte verschiedener Hersteller) entsteht dieser Vorteil nicht. Im Gegenteil können neue Barrieren innerhalb des Klassenraumes entstehen, wenn SuS bereits die normale gegenseitige Hilfestellung im Unterricht mit dem Argument verweigern, der andere Schüler benutze ein Gerät, mit dem man sich nicht auskennen würde. Dies kam im Verlauf des Projektzeitraumes an keiner Stelle vor. Für die wissenschaftliche Begleitung ist das ein Zustand, der unbedingt erhalten werden sollte. Für berufliche Schulen scheinen Microsoft-basierte Systeme von Vorteil zu sein, da diese Plattform und ihre Office-Anwendungen den kaufmännischen Bereich dominieren. Ein Berufskolleg mit Schwerpunkt im Informations- und Kommunikationsbereich

kann die Microsoft-Plattform ebenfalls nicht ignorieren, muss jedoch ihre SuS auch auf die Vielfalt der anderen Plattformen einstellen. In den beobachteten Grundschulen, Gesamtschulen und Gymnasien zeigte sich die leichte Erlernbarkeit und die Vertrautheit der SuS mit den Apple-Produkten als echter Vorteil, der stark zum Gelingen der gezeigten Unterrichtsstunden beigetragen hat.

Bis sich die Bedienung der Geräte stärker aneinander angleicht, sollten Schulen eine Heterogenität der Geräte nicht von sich aus befördern. Der Aufwand für die Schulung der LuL ist ohnehin hoch; die oben beschriebenen Barrieren im Klassenzimmer, die durch die Nutzung unterschiedlicher Systeme erzeugt werden, können schnell zu einer Überforderung führen. In Folge dessen ist es für viele LuL nachvollziehbar, wenn sie eine Nutzung von mobilen Geräten im Unterricht vollständig untersagen.

Bei der Auswahl des Betriebssystems und der technischen Plattform sollte die Barrierefreiheit der Endgeräte und der auf ihnen darstellbaren Medien mit deutlichem Gewicht einbezogen werden. Andernfalls besteht das Risiko einer negativen Wechselbeziehung zwischen der Einführung mobiler Geräte und dem Ziel der Stadt Köln, bis zum Jahr 2020 eine inklusive Bildungslandschaft gemäß des „Inklusionsplans für Kölner Schulen“ zu schaffen. Wird von vorne herein auf Barrierefreiheit Wert gelegt, so kann die Einführung von Tablets im Unterricht zu einem wichtigen Schrittmotor der Inklusion im Stadtgebiet werden.

Bei den iPad-Projekten, die gemeinsam von Studierenden und Lehrkräften der Projektschulen entwickelt wurden, sind bemerkenswerte Erkenntnisse sichtbar geworden. Die Verbindung von iPads mit dem leicht zu erlernenden und leistungsfähigen Autorensystem iBooks Author hat sich in der Zusammenarbeit von Studierenden und LuL hervorragend bewährt und eine Reihe innovativer Projekte hervorgebracht.

Auf der pädagogischen Seite wurden durch die Einführung von iPads in Kölner Schulen wichtige Impulse ausgelöst und sichtbar gemacht.

Die wissenschaftliche Begleitung empfiehlt daher einer Fortführung des iPad-Projektes an Kölner Schulen. Die Schulen sollten sich im Vorfeld jedoch gut über die Möglichkeiten und Schwierigkeiten der iPad – Einführung informieren. Wir hoffen, durch diesen Bericht einen Beitrag dazu leisten zu können.

7. Literatur

Honegger, B. und Neff, Ch.: *Stell Dir vor es ist Primarschule und alle haben während zwei Jahren Computer und Internet in der Hosentasche*. Pädagogische Hochschule Zentralschweiz, 2011

Münzer, M.: *iPad-Klassen - Lehren und Lernen mit der Wunderflunder: Zum Einsatz von iPads in der Schule*. Medienkompetenz-Netzwerk NRW, www.mekonet.de

Bericht zur wissenschaftlichen Begleitforschung des Projektes "Tablet-PCs im Unterrichtseinsatz" in vier Wiesbadener Schulen im Auftrag des Schulamts der Stadt Wiesbaden, vorgelegt von Prof. Dr. Stefan Aufenanger. (http://pads.wiesan.de/wp-content/uploads/aufenanger_bericht_begleitforschung_projekt_ipads_wiesbaden_0314.pdf (Zuletzt aufgerufen am 06.02.2015))

André Bresges, Ruth Beckmannn, Jörg Schmoock, Andreas Quast, Jens Schunke-Galley, Jeremias Weber, Dorothee Firmenich und Marga Kreiten: *Das „Reichshofer Experimentierdesign“ zur Entwicklung und Überprüfung des Einsatzes von iPad oder anderen Tablet-PC im Physikunterricht*. Phydid B, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, <http://www.phydid.de>

Design-Based Research Collective (2003): *Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry*. Educational Researcher, 32(1), 5-8.

Hattie, J., 2009: *Visible learning: A synthesis of 800+ meta-analyses relating to achievement*. Routledge, London

Hake, R. R.: *Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. Am. J. Phys. 66, 64- 74, 1998.

Bao, L.: *Theoretical comparisons of average normalized gain calculations*. Am. J. Phys., Vol. 74, No. 10, October 2006