

Themenspezial MINT



André Bresges, Andreas Pallack und Laura Mähler (Hrsg.)

Unterricht mit Tablet-Computern lebendig gestalten

Unterricht mit Tablet-Computern lebendig gestalten

André Bresges, Laura Mähler, Andreas Pallack (Hrsg.)

	1		١.
In	h	9	Ιt
	11	α	ı

Einleitung: Unterricht mit Tablet-Computern lebendig gestalten	4
Standpunkte zu Tablet-Computern:	
Laura Mähler: Nicht ohne mein iPad? Der Mehrwert einer Technik nach der Schulzeit	
Technik und Apps für den Unterricht	10
Mathe auf Samsung-Tablets Mathe-Apps auf Android FreeGeo – Ein Interview mit Entwickler Lennart Kleinwort Maths 42 GeoGebra Die Elemente – Bausteine unserer Welt 3D Cell Simulation and Stain Tool CircuitLab	26 28
Tablet-Computer in der schulischen Praxis	31
Warum setzen Lehrkräfte digitale Medien ein?	34
Weiterbildung für das Unterrichten mit iPads: Was bringt Schulen das Modell APD – Apple Professional Development? Der Mathe-Spezialist Selbstreguliertes Experimentieren mit dem Tablet	38 41 43
Das Tablet-Projekt der Diesterwegschule Osnabrück: Eine umfassende Eingliederung des Tablet-Computers in den Unterricht Mit dem Tablet Geometrie entdecken! Tablet-Computer als Mess- und Experimentiermittel im Physikunterricht Projekt: Planetenforschung Der etwas andere Chemie-Unterricht: Siebte Klasse erprobt den Einsatz von Android-Tablets Gestaltung problembasierter Lernumgebungen mit Mobile Augmented Reality Eigenverantwortliches Arbeiten mit digitalen Medien als Grundlage zur Erziehung	52 59 66 79 86 92
zu eigenverantwortlichen SchülerniPad-Halterung "Marke Eigenbau" –	105
Wie ein Tablet mit wenigen Handgriffen zur Dokumentenkamera wird	119

Selbstreguliertes Experimentieren mit dem Tablet

Till Bruckermann, Ellen Aschermann, André Bresges und Kirsten Schlüter

Zusammenfassung

Das Experiment ist von großer Bedeutung für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Schülerinnen und Schüler lernen Fachinhalte, indem sie durch gut vorbereitetes Experimentieren selbst Zusammenhänge entdecken oder vorgegebene Aussagen überprüfen. Dass auch Lehrkräfte grundlegende Kenntnisse in den Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung besitzen müssen, steht damit außer Frage und wird auch von der Kultusministerkonferenz gefordert (KMK, 2010).

Die Förderung der Experimentierfähigkeit ist das Ziel eines Anfängerpraktikums zur Allgemeinen Biologie in der Lehramtsausbildung an der Universität zu Köln. Dafür wird zur Zeit ein innovatives Lehr-Lernkonzept entwickelt, das im Sommersemester 2014 implementiert werden soll. Das Lehr-Lernkonzept soll die Experimentierfähigkeit durch den Einsatz a) des Kölner Handlungskreismodells und b) durch Tablets steigern.

Das Kölner Handlungskreismodell ist ein Modell zur Handlungs- und Emotionsregulation in Lernsituationen. Ziel ist, den Lehrenden und den Lernenden Möglichkeiten zur Beeinflussung des Lernprozesses zu geben und so die Selbstregulation in Lernhandlungen zu stärken. Auch das Experimentieren im Unterricht stellt eine komplexe Lernhandlung dar, die durch Fördermaßnahmen zur Selbstregulation unterstützt werden kann.

Tablets können als innovative Medien Unterstützer des Experimentierens sein, indem sie innerhalb eines Gerätes viele Funktionen bereitstellen. Jede Phase des Experiments kann durch das Tablet begleitet werden, sodass das Tablet als Kommunikationsinstrument den Experimentierprozess abbilden kann. In Verbindung mit dem Kölner Handlungskreismodell soll das Tablet zur Förderung der Experimentierfähigkeiten eingesetzt werden.

Vorerfahrungen zum Einsatz von Tablets beim Experimentieren im Naturwissenschaftlichen Unterricht

von André Bresges und Dorothee Firmenich

Durch eine Gruppe von Studierenden und Dozierenden der Universität zu Köln und Lehrkräften der Gesamtschule Reichshof wurde untersucht, was sich grundsätzlich ändert, wenn Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit erhalten, Experimente mit der Unterstützung von Tablet-PC zu bearbeiten. Im Rahmen eines Design Based Research Projektes (DBR, 2003) gestaltete die Gruppe Lernstationen mit Versuchen zum "Freien Fall" (erste Phase) und zum "Auftrieb" (zweite Phase), die entweder mit Tablet-PC oder mit papierbasierten Protokollen dokumentiert werden sollen.

Über die Ergebnisse mit dem "Reichshofer Experimentierdesign" in der ersten Phase wurde im MNU-Themenheft spezial "Lernen mit Tablets" bereits berichtet. In der zweiten Phase wurden Testgruppe und Kontrollgruppe getauscht. Außerdem konnten Ergebnisse eines Lesekompetenz- und eines Motivationsverlaufstests einbezogen werden.

Nach der dritten Phase stehen Ergebnisse eines Post-2 Tests zum Stand des Fachwissens zwei Monate nach dem Experiment zur Verfügung, so dass die langfristigen Auswirkungen des Experimentierens mit Tablet-PC untersucht und mit den Ergebnissen der Kontrollgruppe verglichen werden können.

Die Ergebnisse im Kompetenzbereich "Fachwissen" für die erste und zweite Phase mit vertauschten Gruppen sind in der Abbildung I dargestellt. Erkennbar ist, dass im Post-Test die Ergebnisse der Versuchsgruppen (jeweils 2. von links) deutlich näher zusammenliegen als die Ergebnisse der Kontrollgruppe zum gleichen Zeitpunkt (jeweils 5. von links). Der Effekt tritt in beiden Unterrichtsreihen ("Freier Fall" und "Auftrieb") in ähnlicher Stärke auf, obwohl Kontrollgruppe und Versuchsgruppe in beiden Unterrichtsreihen getauscht sind.

Wir gehen davon aus, dass es sich hier um einen personenunabhängigen Effekt handelt, der auf die Nutzung der iPads zur Aufzeichnung und Dokumentation der Unterrichtsversuche zurückzuführen ist.

In Versuchsgruppe und Kontrollgruppe ergab sich kein Zusammenhang zwischen dem Abschneiden im Post-Test und der Lesekompetenz. Der Motivationsverlaufstests zeigt, dass die Motivation der meisten Schülerinnen und Schüler steigt, wenn sie mit iPads arbeiten.

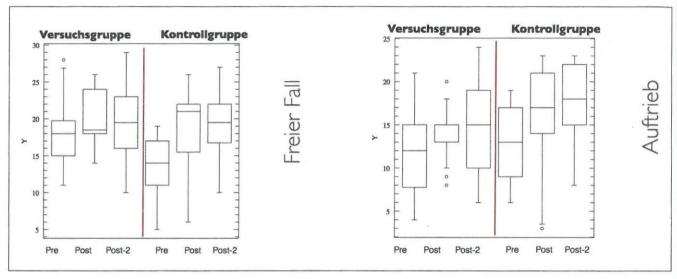


Abb. I: Ergebnisse im Kompetenzbereich "Fachwissen" für die erste und zweite Phase. Die Kontrollgruppen zeigen sich in beiden Phasen als deutlich leistungsbezogener, auch schwächere Schülerinnen und Schüler finden den Anschluss. Der Unterschied im mittleren Leistungszuwachs bleibt aber marginal. Hier soll das Projekt ansetzen.

Schüler berichten in Interviews, der Unterricht würde mehr Spaß machen. Genannte Ursachen dafür sind, dass die Stunden sich von Regel-Unterricht unterscheiden, abwechslungsreicher sind, man spielerisch lernen kann und Ergebnisse vor Augen hat. Die Lehrer finden, dass die Stunden "insgesamt rund laufen". Während der Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern konnten die Studierenden beobachten, dass sich die Schülerinnen und Schüler intensiver mit Experimenten beschäftigen, sich längere Zeit mit dem Unterrichtsproblem auseinandersetzen und sowohl über die Dokumentation als auch über fachliche Inhalte diskutieren. Auch war es im Vergleich zum Erstellen von papierbasierten Unterrichtsprotokollen seltener der Fall, dass nur ein Schüler oder eine Schülerin arbeitet und die anderen geistig abwesend sind.

Ein Problem, dass sowohl in der teilnehmenden Beobachtung als auch in den Lernzuwächsen (vgl. Abbildung I) erkennbar ist, ist die fehlende Förderung der Spitzenschüler. Insgesamt rückt das Feld enger zusammen, was auf die verbesserte Schüler-Schüler-Kommunikation zurückgeführt werden kann. Aus beiden Sachverhalten zusammen lässt sich die Hypothese ableiten, dass das

Leistungsvermögen der gesamten Gruppe gesteigert werden kann, wenn man die leistungsfähigen Schülerinnen und Schüler gezielt fördert und ihnen Möglichkeiten bietet, ihre Kompetenzen mit anderen Schülerinnen und Schülern zu teilen. Ein weiteres, bei der teilnehmenden Beobachtung und in den Interviews wahrgenommenes Problem ist die Gefahr der Ablenkung. Schülerinnen und Schüler, auch und gerade aus der Spitzengruppe, brauchen insbesondere in der Anfangsphase viel Selbstdisziplin, um sich nicht ablenken zu lassen.

Im Folgenden soll eine Vorgehensweise vorgestellt werden, mit der an der Universität zu Köln Ansätze zur Lösung der vorgefundenen Probleme entwickelt werden sollen.

1 Einleitung

Das Experiment ist aus der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nicht wegzudenken. Schülerinnen und Schüler lernen naturwissenschaftliche Inhalte, indem sie selber handelnd Erfahrungen sammeln, wenn sie an Fragestellungen arbeiten und

diese im Experiment beantworten (Köhler, 2004). Die Lehrkraft schafft so eine Lernumgebung, die den Schülerinnen und Schülern das selbstständige Erarbeiten eines Fachinhaltes ermöglicht.

Voraussetzung ist, dass die Lehrkraft Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Experimentieren beherrscht. Dazu fordert die KMK (2010, S. 18) im fachspezifischen Kompetenzprofil Biologie, dass Absolvierende des Lehramtsstudiums "vertraut mit basalen Arbeits- und Erkenntnismethoden der Biologie" sind und "Kenntnisse und Fertigkeiten [...] im hypothesengeleiteten Experimentieren [...] sowie im Handhaben von (schulrelevanten) Geräten" besitzen. Der Erwerb von Experimentierfähigkeit muss somit ein zentrales Ziel im Lehramtsstudium Biologie sein.

2 Kölner Handlungskreismodell und Tablets zur Förderung der Experimentierfertigkeit

Um die Experimentierfähigkeit von Lehramtsstudierenden im Fach Biologie zu fördern, soll das bestehende Anfängerpraktikum um zwei neue Elemente ergänzt werden: den Einsatz von Tablets und des Kölner Handlungskreismodells. Beide Elemente sollen auf den Experimentierzyklus – Fragestellung formulieren, Hypothesen formulieren, Untersuchungen planen, Untersuchungen durchführen und Ergebnisse deuten (Meier & Mayer, 2012) – bezogen und mit diesem verschränkt werden.

Das Kölner Handlungskreismodell ist ein pädagogisch-psychologischer Ansatz zum selbstregulierten Lernen. Es beruht auf Heckhausens Modell der Handlungsregulation (Heckhausen & Heckhausen, 2010), das für pädagogische Situationen adaptiert wurde. Selbstreguliertes Lernen beschreibt die Komplexität und Eigenverantwortlichkeit des Lerners in der Lernhandlung (vgl. Armbrüster, 2013, S. 27). Diese beiden Kriterien sind auch beim Experimentieren bzw. beim Durchlaufen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses von zentraler Bedeutung. Ziel des Handlungskreismodells ist, in einer komplexen Tätigkeit (hier: beim Experimentieren) Möglichkeiten zur Handlungs- und Emotionsregulation bereitzustellen (vgl. ebd., S. 69). Dazu zeigt das Kölner Handlungskreismodell neben den Handlungsregulationsphasen Zielfindung, Planung,

Handlung und Evaluation auch die Emotionsregulationsphasen Fokussierung, Bahnung, Rezentrierung und Selbstbezug auf (s. Abb. 1). Eine vertiefende Darstellung der Phasen zur Emotionsregulation findet sich in Armbrüster (2013, S. 79ff).

2.1 Das Kölner Handlungskreismodell im Experiment

Die Tabelle (Abb. 2) verdeutlicht, dass die Phasen der Handlungsregulation auch durch den Lerner beim Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht durchlaufen werden. Sie zeigt auch pädagogische Anknüpfungspunkte auf, die der Lehrkraft bei der Begleitung des Lernprozesses zur Verfügung stehen.

In der Phase der Zielfindung unterstützt das Arbeitsmaterial zum Experimentieren die Lerner, wenn es an ihre Vorerfahrungen anknüpft (vgl. Armbrüster, 2013, S. 72). Das kann ein Experiment, das ein Alltagsphänomen untersucht, oder aber auch die Vertiefung zuvor gelernter Inhalte sein. Die Verknüpfung zum Vorwissen erleichtert die Formulie-



Abb. 1: Kölner Handlungskreismodell (Aschermann & Armbrüster, 2011).

Phase des HKM	Phase im Experiment (nach Meier & Mayer, 2012)	Pädagogischer Anknüpfungspunkt (vgl. Armbrüster, 2013, S. 71ff.)	
Zielfindung	Fragestellung formulieren	An Vorerfahrungen anknüpfen, eigenes Interesse aktivieren, Aufgabenschwierigkeit anpassen	
	Hypothesen generieren		
Planung	Untersuchungen planen	Schwierigkeiten bedenken und aufzeigen, Teilziele finden und definieren, Aufgaben in der Lerngruppe verteilen	
Handlung	Untersuchungen durchführen	Ablenkungen von Handlung vermeiden und beseitigen, Routinen zum konzentrierten Arbeiten einüben	
Evaluation	Ergebnisse deuten	Förderung der Eigenbewertung, Methodenkritik, Ausblick	

Abb. 2: Der Einsatz des Kölner Handlungskreises im Experiment.

rung einer Fragestellung und Hypothese. Neben der Anknüpfung an Vorerfahrungen sollten den Lernern die Möglichkeit geboten werden, an ihre Interessen anzuknüpfen (vgl. Armbrüster, 2013, S. 72). Beispielsweise können die Lernenden zu einem The-

Beispielsweise können die Lernenden zu einem Themenkomplex eigene Fragestellungen entwickeln und dazu passende Experimente auswählen. So wird das Vorwissen aufgegriffen und die Möglichkeit zum Einbezug der eigenen Interessen gewährleistet.

In der Planungsphase wird es nun wichtig, Aufgaben zu verteilen. Kooperative Lernformen schaffen die Grundlage, Verantwortungen in der Gruppe zu teilen und so den Einzelnen zu entlasten. Beim Experimentieren können verschiedene Aufgaben, wie z. B. Materialbeschaffung, Protokollführung und einzelne Schritte beim experimentellen Aufbau und der Datenerhebung verteilt werden. Neben der Aufgabenteilung muss auch die Durchführung geplant werden. In der Planung müssen Teilziele und die notwendigen Schritte dorthin definiert werden (z. B. Zusammenstellung des Versuchsmaterials, Aufbau der Versuchsapparatur, ...).

In der Durchführung des Experiments (Handlungsphase) zahlt sich eine gute Planung aus. Eine ordentlich gegliederte Vorgehensweise und Aufgabenteilung hilft Ablenkungen von der Handlung zu vermeiden, da jeder Schritt geplant ist. Dies führt

im besten Fall zu einer unterbrechungsfreien Durchführung, die den Lernern in der Reflektion die Angemessenheit ihrer Strategie aufzeigt. Das Experiment "glückt". Das ist vor allem dann möglich, wenn der Lerner bereits Routinen entwickelt hat (vgl. Armbrüster, 2013, S. 77), die seine Arbeit entlasten. Im Experiment können das die Vorgehensweise (Fragestellung, Hypothese, Planung, Durchführung, Deutung) oder auch immer wiederkehrende Fertigkeiten sein (Gasbrenner entzünden, Lösungen ansetzen, …).

Unabhängig vom Ausgang des Experiments steht in der Evaluationsphase die Reflektion über der Zielerreichung. Neben einer Bewertung des Ergebnisses durch die Lehrkraft ist im Kölner Handlungskreismodell die Selbsteinschätzung von großer Bedeutung. Die Lerner sollen einschätzen, was sie erreicht haben, was sie erreichen wollten und welche Fehler und Erfolge sie gemacht haben. Daraus können sie für das nächste Experiment schlussfolgern, wie sie die Durchführung oder auch ihr Ziel modifizieren müssen.

Setzt die Lehrkraft den Handlungskreis auf metakognitiver Ebene ein, um den Prozess des Experimentierens zu strukturieren, kann der Handlungskreis den Schülerinnen und Schülern als Übersicht angeboten werden. Die Lernenden werden zu selbstreguliertem Lernen befähigt, wenn sie die Anforderungen der Phasen bewältigen können. Die Übersicht des Handlungskreises hilft die Anforderungen einer komplexen Tätigkeit zu visualisieren und der Reflektion zugänglich zu machen.

2.2 Das Tablet zum Experimentieren einsetzen

Wie das Handlungskreismodell vereint auch das Tablet viele Funktionen. Die folgende Tabelle zeigt Anwendungsmöglichkeiten des Tablets beim Experimentieren auf, wie sie im Rahmen des neuen Lehr-Lernkonzept für biologische Praktika eingesetzt werden sollen.

Die Abbildung 3 verdeutlicht, dass in jeder Phase des Handlungskreises das Experimentieren der Lerner durch den Einsatz von Tablets unterstützt werden kann.

Besonders hervorzuheben ist der Einsatz von Videoprotokollen. Diese ermöglichen in der Phase der Evaluation eine videobasierte und damit sehr anschauliche und detaillierte Reflektion des Experi-

Phase im Experiment (nach Meier & Mayer, 2012)	Anwendungsmöglichkeiten des Tablets	
Fragestellung formulieren	 Internetrecherchen Dokumentation mit Textverarbeitungsprogrammen (z. B. Notability, SmartOffice, Keynote) und Videoaufnahmen (z. B. iMovie) 	
Hypothesen generieren	 Antestate (E-Learning-Plattform mit Safari) und Bereitstellung von Arbeitsmaterialien auf E-Learning-Plattformen (z. B. webDAV in Keynote, iBook) oder Onlinespeichern (z. B. Dropbox) 	
Untersuchungen planen	Dokumentation der Planungsschritte mit Textverarbeitungsprogrammen Recherche nach geeigneten Versuchsanleitungen	
Untersuchung durchführen	 Nutzung der Messeinrichtungen im Tablet Verwendung externer Sonden (CO₂, O₂, Temperatur, pH-Wert) und Messprogrammen (z. B. SparkVue) Dokumentation der Durchführung und der Ergebnisse durch Foto- und Videoaufnahmen (z. B. iMovie) Zeitrafferaufnahmen bei Langzeitexperimenten (z. B. iMotion HD) 	
Ergebnisse deuten	 Erklärungsansätze recherchieren mit Internetbrowser od. Bereitstellung von Literatur Verarbeiten der Ergebnisse mit Textverarbeitungsprogrammen (z. B. SmartOffice) Kommunikation des Experiments mit Präsentationsprogrammen (z. B. Keynote, SmartOffice) Aufbereiten der videografischen Dokumentation mit Schnittprogrammen (z. B. iMovie) Bereitstellung auf E-Learning-Plattformen oder Onlinespeichern (z. B. Dropbox) 	

mentierprozesses. Videoprotokolle sind das multimediale Pendant zu den traditionellen schriftlichen Protokollen. An das Videoprotokoll werden dieselben Anforderungen wie an ein schriftliches Protokoll gestellt. Dabei profitiert es von den Möglichkeiten des Tablets, Beobachtungen durch Sonden und Kamera direkt auf dem Gerät abrufen zu können und in anschaulicher Form im Video einzubinden. Wie von Bresges et al. (2013) beschrieben, erfüllt das Tablet vor allem eine Kommunikationsfunktion. Das Videoprotokoll ist die Form, in der die zu kommunizierenden Inhalte gesammelt werden. Das Tablet stellt den Lernern die dazu nötigen Funktionen zur Verfügung.

3.1 Tablet und Handlungskreis zum Experimentieren einsetzen

Im Folgenden soll eine Praktikumseinheit zum Thema "Enzymhemmung" im Laborpraktikum der Lehramtsausbildung am Institut für Biologie und ihre Didaktik der Universität zu Köln vorgestellt werden. Die Studierenden arbeiten in Gruppen (im Sinne des kooperatives Lernen) an einer vorgegebenen Fragestellung, zu der eine Hypothese generiert, eine Untersuchung geplant, durchgeführt und ausgewertet werden soll (im Sinne des forschenden Lernens). Die Dokumentation der Untersuchung erfolgt in einem Videoprotokoll.

Zu Beginn einer Sitzung überprüfen die Studierenden ihr Wissen zu den Fachinhalten, die ihnen als Skript auf der E-Learning-Plattform zur Verfügung stehen. Dazu schreiben sie ein Antestat online und nutzen hierfür ein Tablet pro Person. Die sofort zur Verfügung stehenden Ergebnisse helfen den Studierenden bei der Selbsteinschätzung des bereits vorhandenen Fachwissens.

Anschließend nutzt jede Gruppe ein iPad, das ihnen für das Semester zugeordnet ist. Die Gruppen können sich die Fragestellung der Sitzung als Arbeitsblatt (PDF) aus dem E-Learning-System der Uni Köln auf das iPad laden. Eine solche Untersuchungsfrage könnte z. B. lauten: Ist die Hemmung der Amylase von der Menge des Inhibitors abhängig?

In dieser Phase der Zielfindung entwickeln die Studierenden aus der vorgegebenen Fragestellung ihre

Hypothese(n), die sie in der Sitzung überprüfen möchten. Um begründete Hypothesen aufstellen zu können, müssen die Studierenden an ihr Vorwissen anknüpfen. Das Antestat zeigt dabei auf, welche Inhalte durch Recherche noch vertieft werden müssen, bevor eine geeignete Hypothese formuliert werden kann. Anwendungen des iPads, wie z. B. SmartOffice oder Notability, können zur Dokumentation der bisher gemachten Schritte auf dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg (Fragestel-



Abb. 4: Darstellung der Phase der Zielfindung mit dem Tablet: Nennung der Ausgangsfrage



Abb. 5: Darstellung der Planungsphase mit dem Tablet: Dokumentation der Materialien und Chemikalien zur Enzymhemmung



Abb. 6: Darstellung der Handlungsphase mit dem Tablet: Filmausschnitt zur Versuchsbeobachtung: Lugol'sche Lösung färbt je nach Enzymaktivität

lung, Hypothese(n), Begründung der Hypothese(n), Variablen, ...) im Videoprotokoll eingesetzt werden. Dazu lassen sich Screenshots der z. B. in Keynote festgehaltenen Hypothesen leicht als Bild in iMovie einbinden (z. B. Fragestellung in Abb. 4).

Auch in der Planungsphase steht den Studierenden das iPad zu Recherchezwecken zur Verfügung. Inhalte des vorangegangenen Semesters zu Techniken und Nachweismethoden im Labor stehen den Studierenden zur Verfügung (z. B. in iBook) und können bei Bedarf nachgelesen werden. Im Videoprotokoll können in der Planungsphase wichtige Vorbereitungen festgehalten werden: Wie werden die Variablen

gemessen, welche Laborgeräte werden verwendet, welche Chemikalien eingesetzt, welche Sicherheitsvorschriften sind einzuhalten? Laborgeräte können z. B. gefilmt oder fotografiert werden und im Videoprotokoll benannt werden (wie in Abb. 5). Sicherheitsvorschriften werden besonders anschaulich, wenn sie nicht nur benannt, sondern als Sicherheitsvorkehrungen auch gezeigt werden (Tragen einer Schutzbrille und eines Kittels. Zusammenbinden der Haare). Insbesondere aufwendigere Versuchsanordnungen können gefilmt und beschrieben und in das Videoprotokoll eingebunden werden.

In der Durchführung hilft das iPad mit seinen verschiedenen Möglichkeiten, Beobachtungen festzuhalten. Bei qualitativen Experimenten, die Nachweisreaktionen beinhalten (z. B. Hemmung von Amylase und Stärkenachweis mit Lugol'scher Lösung), kann mit der eingebauten Kamera die gestaffelte Färbung der Lösung fotografiert und mit iMovie im Videoprotokoll dokumentiert und beschrieben werden (s. Abb. 6). Besonders anschaulich wird dies auch in einem Experiment zur Spaltung von Fetten durch Lipase. Die zunächst basische Lösung (mit Phenolphthalein eingefärbt) von Natriumcarbonat in Kondensmilch wechselt von ihrer rosa Färbung durch die Enzymaktivität zu farblos. Eine Zeitrafferaufnahme zeigt im Videoprotokoll die "beschleunigte" Reaktion.

Aber auch quantitative Daten lassen sich in Experimenten erheben. Verschiedene Sonden lassen sich über Bluetooth® mit dem iPad verbinden und zeichnen Messdaten in Apps auf (z. B. Atmung bei Erbsen). Meist bereiten die Apps Messdaten grafisch auf und erstellen Diagramme, die sich per Screenshot ebenfalls in Videoprotokolle einbinden lassen (s. Abb. 7).

Die auf dem iPad festgehaltenen experimentellen Daten (qualitativ oder quantitativ) können für die Ergebnisdokumentation mit Textverarbeitungsprogrammen aufbereitet werden, Diagramme können z. B. hinsichtlich der Skalierung angepasst werden (z. B. SmartOffice oder Numbers) und Bilder be-

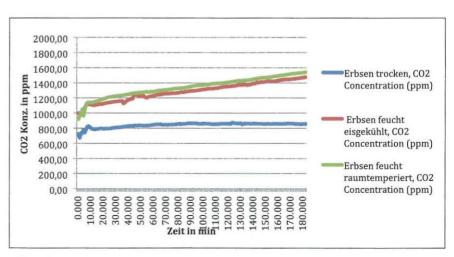


Abb. 7: Darstellung der Ergebnisse mit dem Tablet: Diagramm zur Atmung von Erbsenkeimlingen (gemessen mit SparkVue)

schriftet werden (z. B. Notability). Im Videoprotokoll repräsentieren die Diagramme und Bilder den Ergebnisteil.

Für die Deutung können die Abbildungen und Diagramme mit dem Tablet weiterverarbeitet werden. Sie lassen sich durch Pfeile, schriftliche Kommentare sowie durch Tonaufzeichnungen näher beschreiben und erklären (s. Abb. 8).

Seinen größten Vorteil bietet das Tablet in der Phase der Evaluation. Neben der Deutung der Beobachtungen/Messergebnisse kann die Untersuchung auch auf einer Metaebene reflektiert werden. Im Vordergrund steht die Reflektion über die Durchführung der Untersuchung und den Beitrag des Einzelnen mit Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Gruppenergebnis. Die Beurteilung der einzelnen Beiträge ist durch Aufgabenteilung (kooperatives Lernen) möglich. Die Wiedergabe des Videoprotokolls auf dem Tablet schafft eine Grundlage zur Reflektion auf Individuum- und Gruppenebene und ermöglicht den Studierenden ihre Leistung wiederholt zu betrachten, zu bewerten und mit anderen Videoprotokollen zu vergleichen.

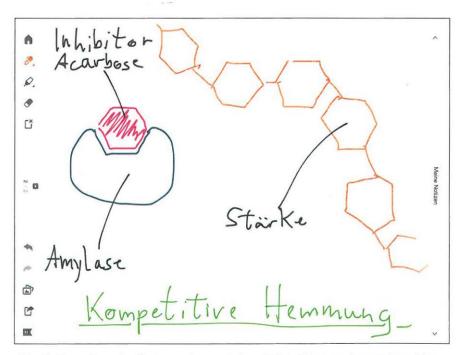


Abb. 8: Darstellung der Deutungsphase mit dem Tablet: Skizze zur kompetitiven Hemmung der Amylase

3.2 Synthese: Kölner Handlungskreismodell und Tablet

Die im Kölner Handlungskreismodell beschriebenen Phasen sowie die Einsatzmöglichkeiten eines Tablets im Experimentierzyklus weisen Überschneidungen auf (s. Abb. 9). Wie bereits gezeigt, kann das Kölner Handlungskreismodell zur Selbstregulation in der hochkomplexen Tätigkeit des Experimentierens eingesetzt werden. Da auch Tablets ihren Einsatz im Experimentierzyklus finden, können sie mit den Phasen des Handlungskreismodells gekoppelt werden. In Abbildung 9 ist jeder Phase des Handlungskreises ein Ausschnitt der möglichen Tätigkeiten mit dem Tablet zugeordnet.

4 Ausblick

Die Förderung der Experimentierfähigkeit durch den Einsatz des Kölner Handlungskreismodells und der Tablets zum Experimentieren sollen in einem Laborpraktikum der Lehramtsausbildung an der Universität zu Köln im Sommersemester 2014 erprobt

werden. Dabei gibt es drei Experimentalgruppen: In der ersten Gruppe wird das Handlungskreismodell zur Förderung der Experimentierfähigkeit eingesetzt, in der zweiten Gruppe die Tablets und in der dritten Gruppe sowohl Handlungskreismodell auch die Tablets. Weiterhin gibt es eine Kontrollgruppe. Diese durchläuft das Laborpraktikum ohne Verwendung des Handlungskreises und der Tablets. Innerhalb des 2x2-Designs wird die Experimentierfähigkeit der Experimental- und Kontrollgruppen in einem Pre- und Posttest erhoben. Die Daten werden im Rahmen einer Dissertation ausgewertet. Die Universität zu Köln fördert das Lehr-Lernkonzept "HEiDi" (Handlungsregulationsgeleitetes Experimentieren mit innovativen Medien in den Didaktiken) als Innovation in der Lehre.

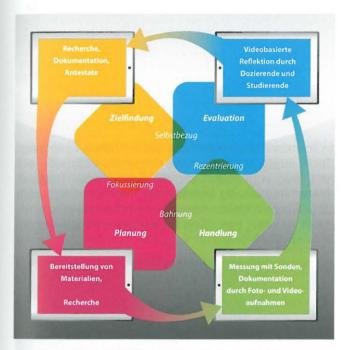


Abb. 9: Tablet- und Handlungskreisgeleitetes Experimentieren

Literatur

ARMBRÜSTER, C. (2013). Lernprozesse vielfältig gestalten: Entwicklung, Durchführung und Evaluation eines Modells zur Förderung des selbstregulierten Lernens. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.

ASCHERMANN, E. & ARMBRÜSTER, C. (2009). get involved – Persönliche Kompetenzen erkennen und fördern. Abschlussbericht des SERGE-Projekts an der Universität zu Köln.

BRESGES, A. et al. (2013). Einfluss des iPads als Lernwerkzeug beim Lernen an Stationen: Erste Zwischenergebnisse mit dem "Reichshofer Experimentierdesign". MNU, Themenspezial MINT, 52-61.

HECKHAUSEN, H. & HECKHAUSEN, J. (2010). *Motivation und Handeln*. Heidelberg: Springer.

KÖHLER, K. (2004). Welche fachgemäßen Arbeitsweisen werden im Biologieunterricht eingesetzt? In: SPÖRHASE-EICHMANN, U. & RUPPERT, W. (Hg.): Biologie-Didaktik, Cornelsen Verlag: Berlin, 146–159.

Kultusministerkonferenz (KMK) (2010): Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die
Fachwissenschaften und die Fachdidaktiken in der
Lehrerbildung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.09.2010.
Online abgerufen unter http://www.akkreditierungsrat.de/fileadmin/Seiteninhalte/KMK/Vorgaben/KMK_Lehrerbildung_inhaltliche_Anforderungen_aktuell.pdf am 22.08.2013.

MEIER, M., & MAYER, J. (2012): Experimentier-kompetenz praktisch erfassen – Entwicklung und Validierung eines anwendungsbezogenen Aufgabendesigns. In HARMS, U. & BOGNER, F. (Hg.): Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidatik, Innsbruck, Bozen, Wien: Studienverlag, Bd. 5, S. 81–99.