

Bernadette Schorn  
Stephan Baja (geb. Fraß)  
Leonard Büsch  
Heidrun Heinke

RWTH Aachen

## Einsatz von Smartpens in fachdidaktischer Forschung und Entwicklung

Smartpens eröffnen mit ihrem Funktionsumfang sowohl neue Optionen für fachdidaktische Entwicklungsarbeiten als auch den Zugang zu neuen Forschungsfragen. Dabei wird ausgenutzt, dass mit Smartpens handschriftliche Aufzeichnungen einschließlich einer synchronen Audioaufnahme als Funktion der Zeit erfasst werden können. Damit stehen die handschriftlichen Aufzeichnungen als ein digitalisiertes Schriftstück mit einer damit kombinierten Zeit- und Tonspur zur Verfügung. Dies bietet Einblicke in den Entstehungsprozess von Dokumenten, die bisher nur als Produkt analysierbar waren. In vielen Fällen liefert bereits die Analyse der Schriftdaten in Kombination mit der Zeitachse neue, bisher nicht oder nur unter großem Aufwand zu gewinnende Erkenntnisse. Zusätzliche Forschungsoptionen werden durch die Möglichkeit zugänglich, relevante Audiodaten anhand des Schriftbildes zielgenau auszuwählen, was z.B. für detaillierte, effektive Untersuchungen auch größerer Stichproben nutzbar ist. Als nützliches Werkzeug für die Diagnostik von Lernprozessen können Smartpens zudem in der Lehre sinnvoll eingesetzt werden.

### Aufbau und Funktionsweise des Smartpens

Ein Smartpen ist ein Stift, der neben einer herkömmlichen Kugelschreibermine auch eine Infrarotkamera, einen internen Speicher, einen Lautsprecher, ein Mikrofon und einen Micro-USB-Anschluss<sup>1</sup> enthält (siehe Abb. 1 (links)<sup>2,3</sup>). Mithilfe der Infrarotkamera werden handschriftliche Notizen sowohl positionsgenau als auch zeitabhängig erfasst und auf dem Stift gespeichert.

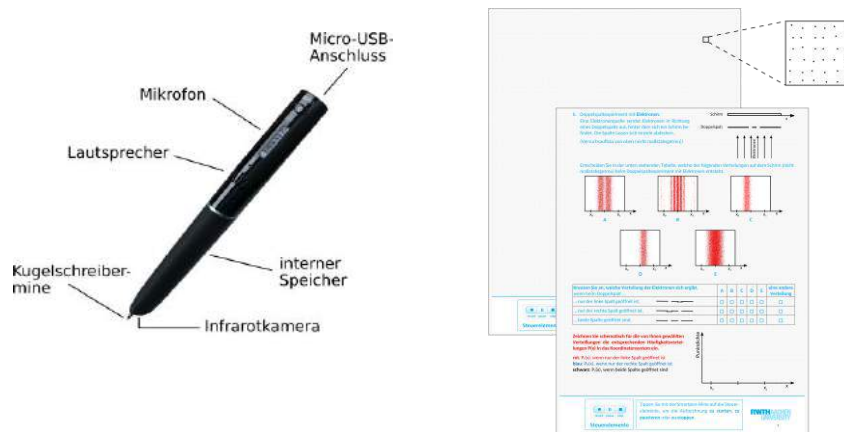


Abb. 1: links: Smartpen echo™ von Livescribe, rechts: Papier mit Punktemuster und Steuerelemente als Blankopapier oder individuell bedrucktes Papier

<sup>1</sup> Bei einigen Modellen ist eine Bluetooth-Schnittstelle vorhanden.

<sup>2</sup> <http://www.livescribe.com/site/livescribe-2/echo/>

<sup>3</sup> Quelle: in Anlehnung an [https://s.gravis.de/p/z1/livescribe-echo-smartpen-4-gb-inkl.-notebook-block-black-friday-special\\_z1.jpg](https://s.gravis.de/p/z1/livescribe-echo-smartpen-4-gb-inkl.-notebook-block-black-friday-special_z1.jpg)

Zur Aufzeichnung der handschriftlichen Notizen wird spezielles Papier benötigt, das im Hintergrund ein Punktemuster aufweist (vgl. Burjan et al. 2018, S. 31–33). Mithilfe von zusätzlich aufgedruckten Steuerelementen kann die Aufzeichnung des Schriftbildes u.a. gestartet und gestoppt werden. Das Spezialpapier ist in Form von Schreibblöcken verfügbar. Zudem besteht die Möglichkeit, selbst Papier mit dem Punktemuster und den Steuerelementen zu bedrucken, auf das dann auch weitere Elemente wie z.B. Texte oder Abbildungen aufgedruckt werden können (siehe Abb. 1 (rechts)). Damit lassen sich z.B. individuelle Arbeitsblätter, Fragebögen, Lückentexte oder auch spezielle Protokollformate erstellen (vgl. Fraß & Heinke 2017, Joußen et al. 2018). Mithilfe des Mikrofons und Lautsprechers eines Smartpens können Audioaufnahmen aufgezeichnet bzw. abgespielt werden. Über einen Micro-USB-Anschluss (oder auch versionsabhängig per Bluetooth) können die Daten auf einen Computer oder ein Tablet übertragen werden. Somit lassen sich mit Smartpens digitalisierte schriftliche Aufzeichnungen, die mit einer Zeitskala sowie einem Audiosignal verknüpft sind, gewinnen.

Entsprechend dem Untersuchungsgegenstand können bei der Auswertung drei Datentypen genutzt werden (vgl. auch Tab. 1). Der Auswertungsaufwand steigt von Typ 1 zu Typ 3; sollen Audiodaten (bei Typ 3) Berücksichtigung finden, muss ggfs. auf geeignete Rahmenbedingungen bei der Aufnahme geachtet werden.

#### **Digitalisierte schriftliche Aufzeichnungen**

In fachdidaktischen Studien und/oder in Situationen in der Lehre bearbeiten Probandinnen und Probanden oder Lernende häufig fachliche Fragestellungen oder führen ein Experiment durch und erzeugen dabei handschriftliche Aufzeichnungen. Durch den Einsatz von Smartpens stehen solche Schriftstücke am Ende der Bearbeitung zum einen den Probandinnen und Probanden bzw. Lernenden in Papierform und zum anderen gleichzeitig dem Studienleiter bzw. der Lehrkraft als digitalisierte schriftliche Aufzeichnung direkt zur weiteren Nutzung zur Verfügung, ohne dass eine Digitalisierung in Form von Kopieren oder Scannen notwendig ist. Dies spart nicht nur Arbeitsaufwand, sondern verhindert auch eine ungewünschte Beeinflussung des Lernprozesses. Diese zwanglose Digitalisierung von handschriftlichen Aufzeichnungen ist völlig unabhängig von der Größe der Lern- bzw. Probandengruppen und kann z.B. für die Optimierung von Lehr-Lern-Materialien im *design-based-research* Ansatz (vgl. z.B. Wilhelm & Hopf, 2014), für Fragebogenstudien oder auch zur Diagnose von Kleingruppen-Arbeitsphasen genutzt werden (vgl. Fraß et al. 2014).

#### **Digitalisiertes Schriftbild, verknüpft mit Zeitskala**

Da die digitalisierte schriftliche Aufzeichnung der Smartpens zusätzlich mit einer Zeitskala verknüpft ist, wird durch diese Daten auch der Entstehungsprozess der Aufzeichnungen zugänglich. Dieser birgt oftmals interessante Informationen z.B. über die Reihenfolge und Dauer verschiedener Arbeitsschritte bei der Bearbeitung einer Aufgabenstellung oder eines Experiments oder auch über aufgetretene, eventuell später revidierte fehlerhafte Bearbeitungsschritte. Diese in der Einfachheit ihrer Beschaffung bisher nicht zugänglichen Prozessinformationen können sowohl in fachdidaktischen Studien als auch in der Diagnostik von Lernprozessen großen Nutzen entfalten (vgl. Büsch et al. 2017).

#### **Zeitabhängiges digitalisiertes Schriftbild, verknüpft mit Audiosignal**

Durch die Kombination eines zeitabhängigen digitalen Schriftbildes mit einem Audiosignal ist es möglich, aus den Tonaufnahmen weitergehende Informationen über die Prozesse zu erhalten. Dies gilt insbesondere für Situationen, in denen Probandinnen und Probanden oder Lernende in Paaren oder kleinen Gruppen zusammenarbeiten und dabei üblicherweise miteinander kommunizieren. Durch diese Kommunikation werden beispielsweise die Gründe für eine gewählte Reihenfolge von Arbeitsschritten bei der Lösung einer Aufgabe oder der Durchführung eines Experiments ebenso zugänglich wie Schwierigkeiten bei der Bearbeitung von

(experimentellen) Aufgaben (vgl. Büsch & Heinke 2015). Besonders nützlich beim Erschließen dieser zusätzlichen Prozessinformationen ist der Umstand, dass die Smartpen-Software auf einfache Weise ein selektives Vorgehen bei der Auswertung der Audioaufnahmen ermöglicht, indem relevante Passagen des typischerweise umfangreichen Audiomaterials durch An-tippen der interessierenden Stellen in der schriftlichen Aufzeichnung ausgewählt werden. Diese Funktionalität ermöglicht eine zeiteffiziente Identifizierung prozessrelevanter Situationen und macht somit Audioaufzeichnungen auch bei großen Probandenzahlen einfach verwertbar.

Unsere Erfahrungen zeigen, dass der Smartpen-Einsatz mit niedrigen Einsatzschwellen verbunden ist und auf eine hohe Akzeptanz bei bislang allen bei uns adressierten Probandengruppen (Schülerinnen und Schüler sowie Studierende unterschiedlicher Studiengänge) trifft.

Tab. 1: Mehrwert und Einsatzbeispiele für Smartpendaten unterschiedlichen Typs

<b>Datentyp</b>	<b>Vorteile/Mehrwert</b>	<b>Einsatzbeispiele</b>
1. Digitalisierte schriftliche Aufzeichnungen (Produkt)	Schriftstück steht ProbandInnen/Lernenden für weitere Nutzung zur Verfügung (z.B. im Lernprozess) und Studienleiter/Lehrkraft hat gleichzeitig Zugriff auf digitalisierte schriftliche Aufzeichnung (z.B. für Diagnose- oder Analyse-zwecke); auch bei großen Teilnehmendenzahlen einsetzbar	Optimierung von Lehr-Lern-Materialien im <i>design-based-research</i> Ansatz (z. B. Arbeitsblätter, Versuchsanleitungen für Schülerexperimente); Fragebögen; Diagnostik von Gruppenarbeitsphasen aller Art in Forschung und Lehre
2. Digitalisiertes Schriftbild, verknüpft mit Zeitskala (Prozessdaten)	Mit der Entstehung der Schriftstücke verknüpfte Prozesse können rekonstruiert werden (z.B. Reihenfolge und Dauer einzelner Phasen bei der Aufgabenbearbeitung)	Siehe Typ 1 und zusätzlich: fachdidaktische Studien und Diagnostik von Lernprozessen, bei denen Prozessaspekte relevant sind
3. Zeitabhängiges digitalisiertes Schriftbild, verknüpft mit Audiosignal	Verknüpfung von Schriftbild und Tonspur macht z.B. Diskussionen der ProbandInnen/Lernenden in Gruppenarbeitsphasen durch selektives Anhören einzelner (relevanter) Passagen oder des Kontextes solcher Passagen bei hoher Auswertungseffizienz einfach zugänglich; analog einsetzbar in Think-aloud-Studien; niederschwelliger Zugang zu Analyse von Lehr-Lern-Prozessen	Siehe Typ 2 und zusätzlich: Peerdiskussionen; Diagnostik der Interaktion zwischen Lehrkraft und Lernenden im Lehr-Lern-Labor

### **Zusammenfassung und Fazit**

Smartpens bieten einen Funktionsumfang, der neue Optionen für fachdidaktische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie auch interessante Einsatzmöglichkeiten in der Lehre eröffnet. Bereits die zwanglose Digitalisierung von handschriftlichen Notizen aller Art ist mit großen Vorteilen in fachdidaktischen Entwicklungs- und Forschungsarbeiten verbunden. Die zeitaufgelöste Dokumentation der Aufzeichnungen eröffnet neue Wege zu Prozessanalysen für fachdidaktische Studien und Diagnosezwecke in Lernprozessen und wird durch die zielgenaue und damit sehr effiziente Analyse der Kommunikation der Probandinnen und Probanden bzw. Lernenden weiter bereichert. Dabei zeichnet sich der Einsatz von Smartpens durch eine hohe Akzeptanz bei allen bislang durch uns adressierten Probandengruppen aus.

**Literatur**

- Burjan, V., Kohler, K., Kettenring, J., Tekinbas, C. & Volz, C. (2018). Physical to Digital – Best-Practice-Gestaltungslösungen am physikalisch-digitalen Übergang. Berichte aus dem Karl-Steinbuch-Forschungsprogramm Nr. 9.
- Büsch, L. & Heinke, H. (2015). Towards Attractive Interactive Instructions for Practical Physics Laboratories, Proceedings of the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, p. 161, [https://epub.ub.uni-muenchen.de/29030/7/MPTL20\\_Proceedings.pdf](https://epub.ub.uni-muenchen.de/29030/7/MPTL20_Proceedings.pdf)
- Büsch, L., Schöneberg, M. & Heinke, H. (2017). Einblick in Prozesse im Realexperiment: Chancen für Forschung und Lehre. In: C. Maurer (Hrsg.), Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016. (S. 456). Universität Regensburg.
- Fraß, S., Lammertz, I., Magdans, U. & Heinke, H. (2014). Erhebung von Daten für IBE mit Smartpens. In S. Bernholt (Hrsg.), Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in München 2013 (S. 579–581). Kiel: IPN.
- Fraß, S. & Heinke, H. (2017). Auf der Suche nach Strategien bei der Manipulation von Experimenten. In: C. Maurer (Hrsg.), Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016. (S. 312). Universität Regensburg.
- Joußen, N., Fraß, S. & Heinke, H. (2018). Prozessorientierte Instrumente zur Erhebung experimenteller Strategien. In: C. Maurer (Hrsg.), Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017. (S. 844). Universität Regensburg.
- Wilhelm, T., & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In: D. Krüger, I. Parchmann, H. Schecker (Hrsg.), Methoden in der naturwissenschaftlichen Forschung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 31–42.