

Peter Brockhaus

Schülerexperimente mit dem Digitalspeicheroszilloskop

Schulexperimente mit dem DSO - Ist das eine gute Idee?

1970 entwickelt Walter LeCroy mit seinem Team in früher Zusammenarbeit mit CERN einen Vorläufer des Digitalspeicheroszilloskops, den Digitizer, um schnelle Ereignisse in der Teilchenphysik zu erfassen und zu speichern. Inzwischen hat sich das Digitalspeicheroszilloskop (DSO) in den Laboren der Experimentalphysik und der Elektrotechnik sowie in der Industrie, Nachrichtentechnik, Medizin und auf Ausbildungsplätzen etabliert.

An vielen Schulen waren Jahrzehnte lang Analogoszilloskope fester Bestandteil der Physiksammlung. Heute werden diese Geräte kaum noch im Handel angeboten. Dagegen gibt es ein vielfältiges Angebot an preisgünstigen Digitalspeicheroszilloskopen.

Es drängen sich Fragen auf:

Frage 1: Kann ein DSO ein Analogoszilloskop im Unterricht ersetzen?

Frage 2: Kann man die besonderen Eigenschaften eines DSO in der Schule sinnvoll nutzen?

Frage 3: Sind Schülerinnen und Schüler im Umgang mit dem DSO überfordert?

Antwort zu Frage 1:

Ein Analogoszilloskop kann - sogar mit Vorteil! - fast immer durch ein Digitalspeicheroszilloskop ersetzt werden.

Begründung:

- Ein DSO kann einmalige Spannungsverläufe aufzeichnen und auch speichern.
- (Ein Analogoszilloskop kann i.a. nur schnelle Spannungsverläufe aufzeichnen, die sich auch noch periodisch wiederholen müssen.)
- Die Aufzeichnung langsamer Spannungsverläufe kann in Echtzeit beobachtet werden (Beispiele: Laden eines Kondensators, Schwingkreis, Franck-Hertz-Versuch)
- Mit entsprechenden Sensoren kann der zeitliche Verlauf beliebiger physikalischer Größen aufgezeichnet werden
- Einmalige Vorgänge (z.B. das Ein- und Ausschalten einer Spule) müssen nicht (mit Hilfe eines Rechteckgenerators) periodisch wiederholt werden, damit sie sichtbar werden. (Für Schüler/innen unnötig kompliziert.)
- Umfangreiche Messmöglichkeiten. Nützlich: Der Cursor
- Viele hilfreiche Zusatzfunktionen (Einfache Reset-Funktion, Auto-Funktion, Mittelwertbildung, Triggerarten, Mathematik, segmentierbarer Speicher, ...)
- Ein DSO eignet sich hervorragend als universelle Stoppuhr mit genauer Zeitbasis
- (Wenn es sein muss, mit einer Auflösung im Sub-Nanosekundenbereich.)
- Ein DSO hat eine übersichtlichere Oberfläche als ein Analogoszilloskop

Bericht über ein Schulprojekt „Experimente mit dem Digitalspeicheroszilloskop“

Ausführlicher Projektbericht mit Versuchsanleitungen: (Brockhaus, 2018)

Im Schuljahr 2016/17 soll an der Wilhelm-von-Oranien-Schule in Dillenburg ein Wahlkurs „Experimentelle Physik“ für die Jahrgangsstufe 10 (G8) eingerichtet werden. Es fällt die Entscheidung für ein Unterrichtsprojekt „Experimente mit dem DSO“. Am Kurs nehmen 6 Schülerinnen und 11 Schüler teil. Dank großzügiger Unterstützung durch das gemeinsame Förderprogramm „Physik für Schüler und Schülerinnen“ der DPG und der WE Heraeus-

Stiftung und durch die Schulleitung können 8 Digitalspeicheroszilloskope (70MHz, 1GS/s) angeschafft werden.

Konzept: Nach einer Einführungsphase führen Schüler/innen in 2er Teams selbständig Experimente mit dem DSO durch. Zur Verfügung steht ein „Pool“ mit (inzwischen etwa 30) Experimenten aus allen Gebieten der Schulphysik. Entsprechend ihren Interessen können die Teams Experimente selbst auswählen. Zu diesem Zweck mussten vorher geeignete Experimente entwickelt werden sowie Versuchsanleitungen und Materialien erstellt werden.

5 Leitfragen hinsichtlich der Auswahl / Gestaltung der Experimente und Materialien

- 1. Sind alle Teilgebiete der Schulphysik vertreten?*
- 2. Führt das Experiment zu tieferen physikalischen Einsichten?*
- 3. Kann das Experiment Interesse an Physik oder Technik wecken?*
- 4. Können Schüler/innen das Experiment mit Hilfe der Versuchsanleitung selbständig durchführen?*
- 5. Welche Aufgabenstellungen und Zusatzmaterialien sind geeignet, das Gelernte zu vertiefen?*

Schülerinnen und Schüler sollen außerdem

- aktuelle Labor-Messtechnik spielerisch kennenlernen*
- für zeitliche Abläufe im Bereich von Millisekunden, Mikrosekunden, Nanosekunden sensibilisiert werden*
- zu wissenschaftlichem Arbeiten angeleitet werden*
- zu eigenen Projektideen angeregt werden*
- für die Teilnahme an Wettbewerben wie „Jugend forscht“ motiviert werden*

Einige Versuchsbeispiele: Empfang von Morsesignalen / Ein schwebender Ton / Eine Spule wird ein- und ausgeschaltet / Schwingkreis / Wir zeichnen ein EKG auf / Free Fall Tower und Wirbelstrombremse / Das Federpendel / Untersuchung von Lärmquellen / Wie weit kommt ein Geräusch in einer Sekunde? / Temperaturmessung mit Schall / Wie weit kommt das Licht in einer Nanosekunde? (Luft, Wasser) / Ein Fidget-Spinner wird zum Wechselspannungsgenerator / Der Sekundentakt einer Armbanduhr / Brennt die Fahrradlampe durch, wenn man zu schnell fährt? / Leuchtturmsignale / Wir zerlegen Licht in seine Spektralfarben / Ein Sonnenbrand unter dem T-Shirt – kann das sein? / Sabotage / Myonen aus dem Weltall / Handysignale

Ein Auszug aus der Evaluation zum Abschluss des Projekts (Brockhaus, 2018, S. 4-5):

Am liebsten experimentiere ich mit

Materialien aus dem Alltag (8)

Schülerübungsgeräten (aus den Schränken) (0)

Geräten (z.B. Messgeräten), die auch in einem Labor verwendet werden (7)

Ich fand es gut, dass es ein Angebot gab, aus dem wir Versuche auswählen konnten.

Trifft (eher) zu (12) Trifft (eher) nicht zu (2)

Besonders gern baue ich Experimente auf, die ich mir selbst ausgedacht habe.

Trifft (eher) zu (11) Trifft (eher) nicht zu (1)

Es macht nichts, wenn ein Versuch erst nach einigem Herumprobieren gelingt.

Trifft (eher) zu (15) Trifft (eher) nicht zu (0)

Ich finde, dass die Experimente mit dem Digitalspeicheroszilloskop zu kompliziert sind.

Trifft (eher) zu (3) Trifft (eher) nicht zu (11)

Ebenfalls erprobt werden einige der Experimente in einem weiteren Wahlkursunterricht, in einem Physik-Leistungskurs, in der Sekundarstufe I und in einer Arbeitsgemeinschaft. Ein Teil der ausgearbeiteten Experimente geht in den Bestand des Schülerlabors der Schule über.

Beispiele für den Einsatz von DSOs im Wettbewerb Jugend forscht

- 1998 Messung der Laufzeit von Laserimpulsen, C. Müller (Freiherr-vom-Stein-Schule Frankfurt a.M.), Bundeswettbewerb Physik 2.Platz
- 2011 Schallpyrometrie im Raumtemperaturbereich, N. Hofeditz, J. Kölzer (Wilhelm-von-Oranien-Schule Dillenburg), Bundeswettbewerb Physik 3.Platz
- 2019 Knall und Schall, J. Möhr, M. Starzecki (Dillenburg), Regionalwettbewerb Physik 3.Platz)
- 2020 Reaktionszeitstudie, J. Küster, A. Nöh (Dillenburg), Regionalwettbewerb Schüler experimentieren Biologie 3.Platz

Weitere Beispiele für den Einsatz des DSOs in der Schule

(Brockhaus, 1998, 2001-3): Messung der Lichtgeschwindigkeit

(Brockhaus, 2001-4, 2001-5): Messung der Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Gasen

(Brockhaus & Lewinsky, 2001): Experimente zur Ermittlung der Impulsbreite eines Selbstbau-Stickstofflasers (Wöste & Kühn, 1993)

(Brockhaus & Engelhardt, 2004): Experimente mit einzelnen Photonen. Zum Einsatz kommen Photo-Channel-Multiplier der Fa. Perkin-Elmer mit extrem niedriger Dunkelrate
Ermittlung der Geschwindigkeit kosmischer Myonen mit Hilfe von zwei "Kamiokannen" (Fuidl, 2003) im Abstand von 2,44m und einem Digitalspeicheroszilloskop (Abb.1, Abb.2)

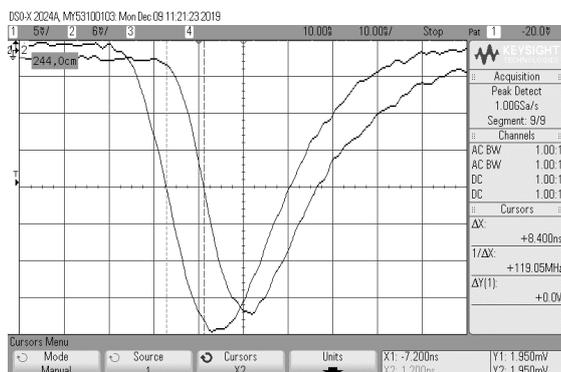


Abb. 1



Abb. 2

Fazit (als Antwort auf die Fragen 2 und 3 sowie die eingangs gestellte Frage)

Ein DSO lässt sich in der Schule vielseitig und mit Gewinn einsetzen:

- Im Fachunterricht, im Projektunterricht, in „Jugend forscht AGs“, im Schülerlabor, an Tagen der Offenen Tür.
- Die speziellen Features eines modernen Digitalspeicheroszilloskops können dabei sehr hilfreich sein.
- Ein geeignetes Arrangement ermöglicht es Schülerinnen und Schülern, selbständig Experimente zu fast allen Teilgebieten der Physik mit dem DSO durchzuführen.
- Das Interesse von Schülerinnen und Schülern an Naturwissenschaft und Technik kann neu geweckt werden.

Literatur

- Basse-Lüsebrink, B. (1987). Bau und Betrieb eines preiswerten EKG-Verstärkers, PdN-Ph.2/36.Jahrgang 1987
- Brockhaus, P. (1998). Laufzeitmessungen von Laserimpulsen; Beiträge zur Unterrichtspraxis; Tagungsband (Didaktik der Physik) zur 62. DPG-Physikertagung Regensburg 1998, 228-233 (Siehe auch Tagungs-CD)
- Brockhaus, P. (2001-2). Der Laser in der S I, Teil 2: Ein Unterrichtskonzept, PdN-PhiS. 1/50 (2001), 15-18
- Brockhaus, P. (2001-3). Messung der Lichtgeschwindigkeit in der Sekundarstufe I, PdN 1/50 (2001), 19-22
- Brockhaus, P. (2001-4). Messung der Schallgeschwindigkeit in der Sekundarstufe I, PdN 2/50 (2001), 30-32
- Brockhaus, P. (2001-5). Messung der Schallgeschwindigkeit. In Materialien-Handbuch Physik Bd.2, Hrsg. H.Schwarze, Aulis Verlag, Köln 2001, 175-178
- Brockhaus, P. (2018). Experimente mit dem Digitalspeicheroszilloskop, S.1-88, <https://www.dpg-physik.de/aktivitaeten-und-programme/programme/physik-fuer-schuelerinnen-und-schueler/projektberichte/experimente-mit-dem-dsofertigkorrigiert2.pdf>
- Brockhaus, P., & Engelhardt, P. (2004). Neue Experimente mit einzelnen Photonen (I), PdN-PhiS.1/53 (2004), 15-19
- Brockhaus, P., & Lewinsky, H.H. (2001). Messung von Laserimpulsen im Nanosekundenbereich, Tagungs-CD der DPG Bremen 2001
- Fuidl, M. (2003). Kosmische Myonen in Schulversuchen. Staatsexamensarbeit, Universität Mainz 2003
- Kamiokane History. <http://kamiokane.uni-goettingen.de/gb/geschichte.htm>
- Lewinsky, H.H. (2001-1). Der Laser in der S I, Teil 1: Laser zum selbst bauen, PdN-PhiS. 1/50 (2001), 11-14
- Lewinsky, H.H. & Brockhaus, P. (2000). Laser mit Kurbelantrieb - Motivation oder Spielerei? Aus: R.Brechel (Hrsg.): Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik / Chemie in Berlin, Sept. 2000, Leuchtturm-Verlag, 135-136
- Wöste, O., & Kühn, C. (1993). Wie baue ich meinen Laser selbst, Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht 8/46 (1993), 471-473