

Dietmar Block¹
Christian Schulze¹
Jasmin Andersen¹

¹Christian Albrechts Universität zu Kiel

Laborino – Das smarte Taschenlabor

Die Digitalisierung ist seit einigen Jahren in aller Munde und ist eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Während die Industrie bereits im großen Umfang digitalisiert ist, gibt es andere Bereiche, die bei der Digitalisierung noch ganz am Anfang stehen. Insbesondere im Bildungssystem kommt die Digitalisierung nur sehr schleppend voran. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Während in der Industrie der Motor der Digitalisierung eine Steigerung der Produktivität und Produktqualität sowie erhebliche Einsparpotentiale waren und sind, die die Investitionen in die Digitalisierung finanzieren, sieht dies im Bildungssystem grundlegend anders aus. Zum einen ist die Zielrichtung der Digitalisierung nur recht grob umrissen. Ein digitalisiertes Bildungssystem hat sicherlich, das Ziel, die Absolvent*innen in Bezug auf ihre spätere Tätigkeit mit den erforderlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen auszustatten. Aber bereits bei der konkreten Festlegung dieser wird es schwierig und damit gestaltet sich auch die konkrete Umsetzung schwierig. Hinzu kommt, dass die benötigten Investitionen sich nicht durch Einsparungen oder höhere Umsätze/Gewinne refinanzieren. Damit steht eine Digitalisierung in Zeiten knapper öffentlicher Gelder quasi immer unter einem Spardiktat. Auf der anderen Seite benötigen Lernende aber für den Erwerb der gewünschten Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen entsprechende Lerngelegenheiten und damit implizit ausreichende technische Ressourcen. Diese Forderungen widersprechen sich augenscheinlich und es sind daher kreative Lösungen gefordert, um mit geringen finanziellen Ressourcen trotzdem ausreichende Lerngelegenheit zu schaffen.

In diesem Beitrag möchten wir ein konkretes Beispiel für eine kostengünstige digitale Lerngelegenheit vorstellen: den Laborino. Der Laborino ist technisch gesehen eine digitale Sensorbox, die basierend auf dem Mikrocontroller *Arduino Nano BLE Sense* (Arduino, 2023), Messdaten verschiedener physikalischer Größen via Bluetooth an ein Smartdevice schicken kann. Auf dem Smartdevice sorgt dann die App *Phyphox* (phyphox, 2023) für eine Visualisierung und eine erste Analyse der Daten. Der grundsätzliche Aufbau des Laborinos ist in Abbildung 1 dargestellt. Wesentliche Design Kriterien für den Laborino waren ein möglichst einfacher Nachbau für Nutzende, geringes Gewicht und kompakte und robuste Bauform, Zugriff auf alle Ports des Arduinos und eine lange Akkulaufzeit. Mit knapp 60g Gewicht und einem Volumen von 60ccm ist der Laborino in eine Vielzahl von Experimenten leicht integrierbar. Insbesondere für Messungen in bewegten Bezugssystemen ist der Laborino sehr gut geeignet. Zudem bieten seine zahlreichen Sensoren Zugriff auf viele physikalische Größen. Die Beschleunigung, Rotationsgeschwindigkeit und Magnetfeldstärke sind jeweils durch 3-Achssensoren sowohl in Stärke als auch Richtung messbar. Ferner liefern ein Mikrofon, ein Lichtsensor, ein Thermometer, ein Drucksensor und ein Sensor für Luftfeuchtigkeit weitere Größen, die für verschiedene, teils fächerübergreifende Messzwecke gewinnbringend eingesetzt werden können. Grundsätzlich sind diese Sensoren auch parallel auslesbar, so dass auch Kombinationen der Messgrößen ausgewertet werden können.

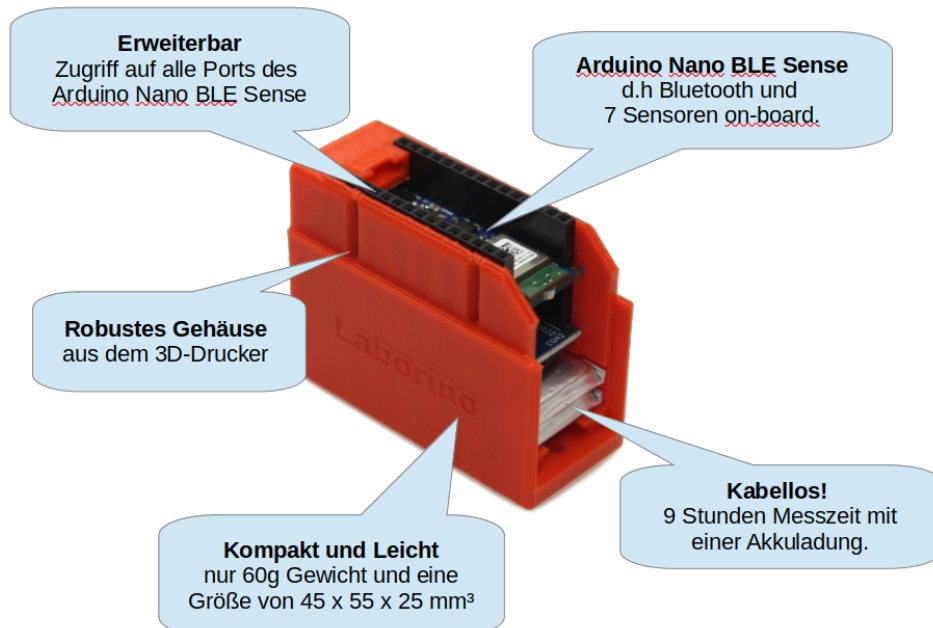


Abb. 1: Aufbau des Laborinos. In einem 3D-Druck Gehäuse sind ein Lithium-Ionen-Akku, eine Ladekontrollplatine Platine (in der Mitte) und der Arduino Nano BLE Sense (obere Platine) untergebracht. Über die Pfostenleiste besteht auch im geschlossenen Zustand des Gehäuses der Zugriff auf alle Ports des Arduinos.

Wem dies noch nicht genügt, der hat ferner die Möglichkeit auch noch weitere externe Sensoren an den Laborino anzuschließen. Das modulare Steckkonzept des Arduinos liefert den Zugriff auf alle Ports des Arduinos und erlaubt damit analoge sowie digitale Signale zur Steuerung und Kommunikation mit externen Sensoren auszugeben bzw. einzulesen. Zwei typische Beispiele sind in Abbildung 2 dargestellt. Hier sind eine Lichtschranke und ein wasserdichter Temperatursensor mit dem Laborino verbunden.

Eine Besonderheit dieser Messbox liegt in ihrem Charakter als Open Educational Ressource. Die gesamte Software und Hardware des Laborinos ist frei verfügbar (Laborino,2023), so dass sowohl ein Eigenbau als auch eine Weiterentwicklung für die Nutzenden möglich ist. Zudem senkt dieses Konzept die Kosten für den Laborino auf ca. 60€ pro Messbox, so dass ein Klassensatz unter 1000€ kostet. Hieraus ergeben sich einige wichtige Konsequenzen:

1. der Laborino ist keine „Blackbox“, d.h. Lernende haben die Möglichkeit die Funktionsweise der Messbox zu verstehen und ihre Funktionen zu erweitern bzw. eigenen Bedürfnissen anzupassen. Die weite Verbreitung der Mikrocontrollerfamilie von Arduino und ihre einfache Programmierung ist hierfür entscheidend.
2. Für den Erwerb experimenteller Kompetenzen sind Experimente, die von den Lernenden selber durchgeführt werden unverzichtbar. Klassische und auch ganz

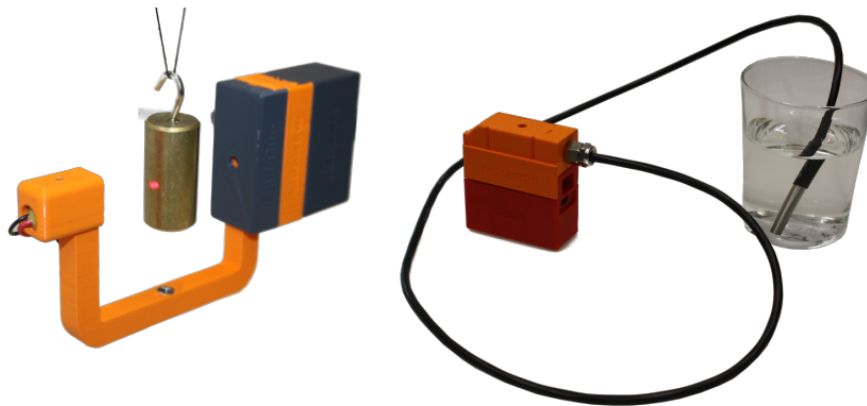


Abb. 2: Externe Sensormodule können auf den Arduino einfach aufgesteckt werden. Hier sind zwei Beispiele abgebildet: eine Lichtschranke (links) und ein wasserdichter Temperatursensor (rechts).

neuartige Schülerexperimente werden durch den Laborino in digitaler Form verfügbar. Dies ermöglicht es insbesondere bzgl. der Auswertung und Analyse von Messdaten neue Wege zu beschreiten und gezielt auch hier digitale Kompetenzen zu vermitteln.

3. Die Verknüpfung von Laborino und Smartdevice via Phypox nutzt das hervorragende und mehrfach ausgezeichnete Konzept von Phypox und kombiniert dies mit externen Sensoren. Hierdurch kann die bei Schüler*innen stark motivierende Nutzung des eignen Smartphones gefahrlos in physikalischen Experimenten erfolgen. Der Laborino als kleine und robuste Sensoreinheit ermöglicht Messungen sogar in extremen Situationen (Wurf- und Fallexperimente).

Bisher haben wir uns in diesem Beispiel im Wesentlichen auf den Einsatz des Laborinos im Physikunterricht beschränkt. Grundsätzlich bieten sich aber zahlreiche andere Möglichkeiten im gesamten Spektrum der MINT-Fächer, auf die wir abschließend noch kurz hinweisen möchten. Die wahrscheinlich offensichtlichste Anwendung ist im Informatikunterricht. Da der Laborino weiterhin den vollen Zugriff auf den Arduino und seine Ports erlaubt, kann dieser frei programmiert werden. Die Laborino-Software zur Kommunikation mit Phypox ist nur eine Möglichkeit der Nutzung. Mit entsprechenden externen Sensoren (CO₂, pH-Wert, Temperatur) bieten sich sofort auch Einsatzmöglichkeiten in Biologie oder Chemie. Auch im Bereich Technik sind z.B. das Design und der Bau von Sensoren und passenden Gehäusen mögliche Themenfelder. Auch das große Gebiet des Messens, Steuerns und Regelns lässt sich mit einfachen Mitteln bearbeiten.

Zusammenfassend hoffen wir, dass der Laborino durch seinen Charakter als Open Educational Ressource und sein großes Leistungspotential bei kleinem Preis dazu beiträgt, dass moderne und spannende Experimente Einzug in den MINT-Unterricht finden und bei Lernenden verstärkt experimentelle Kompetenzen vermittelt werden können. Der Laborino ermöglicht do-it-yourself Experimente mit einem ausgeprägten forschend/explorativen Charakter, der über seine motivierende Wirkung positiv auf die Lernleistung ausstrahlt.

Literatur

Arduino (2023), Webseite des Arduino Nano 33 BLE Sense Rev2, <https://store.arduino.cc/> (abgerufen am 9.11.23)

phyphox (2023), Webseite der App phyphox, <https://phyphox.org/de/> (abgerufen am 9.11.23)

Laborino (2023), Webseite des Laborino Projektes, <https://www.laborino.de> (abgerufen am 9.11.23)