

## Das Format „Make@thon“ als Enrichment für den fächerübergreifenden MINT-Unterricht



### Lernende entwickeln mit 3D-Druck und Co. – Wege aus der Corona-Krise

LARS OTTE – JOHANN SCHMIDT – JANET LUSMÖLLER – DIRK BERBEN – MARCO BEEKEN

**Make@thons** stellen ein digitales Format dar, welches in Zeiten von MINT-Distanzunterricht von der FH Südwestfalen und der Uni Osnabrück entwickelt wurde. In digitalen Wettbewerben lösen Schüler/innen Probleme der Corona-Pandemie durch von ihnen mithilfe von 3D-Druckern entwickelte informatisch-technische Prototypen. Eine Evaluation des Wettbewerbes zeigt, dass **Make@thons** Schüler/innen motivieren und ein selbstständiges und individuelles Arbeiten an für sie relevanten Problemen ermöglichen.

#### 1 Einleitung

Die andauernde Corona-Pandemie stellt insbesondere für Schulen eine große Herausforderung dar. Schulschließungen erforderten in vielen Regionen der Republik einen Wechsel vom Regelunterricht zum Unterricht auf Distanz. Besonders betroffen sind dabei die MINT-Fächer, da in diesen das praktische Arbeiten sowie das Erleben naturwissenschaftlicher Phänomene und das Erlernen fachspezifischer Arbeitsweisen im Mittelpunkt stehen. Um MINT-Unterricht weiterhin erfolgreich umsetzen zu können, bedarf es demnach der Entwicklung neuer Methoden und Lernformate, die im Unterricht auf Distanz eingesetzt werden oder diesen ergänzen können.

Mit dem hier vorgestellten *Make@thon*-Konzept wird ein Format eingeführt, welches als Ergänzung beziehungsweise Erweiterung zum Unterricht auf Distanz verstanden werden kann. Das Format verspricht ein hohes Motivationspotential und ermöglicht, neue Technologien, wie den 3D-Druck, in die Unterrichtspraxis zu implementieren. Ursprünglich wurde das Format für interessierte Bürger/innen jeder Altersklasse konzipiert, für die Ausrichtung auf Schüler/innen waren daher einige Anpassungen nötig (Kapitel 2).

Am ursprünglichen Wettbewerbs-Format nahmen vor allem sogenannte Maker teil. Als Maker werden Personen bezeichnet, welche eigenständig Produkte und Bauteile entwickeln oder aber bereits Vorhandenes an den Stand der Technik oder veränderte Rahmenbedingungen anpassen (DOUGHERTY & CONRAD, 2016). Dabei hat diese Szene durchaus Überschneidungen mit der Hack-Szene, welche hauptsächlich digitale Produkte erstellt. Ein wichtiges Arbeitswerkzeug der Maker stellt unter anderem der 3D-Drucker dar, mit dem sich Bauteile aus Kunststoff nach dem Do-it-Yourself-Gedanken zu Hause fertigen lassen (BMBF, 2020). Während der Corona-Krise kam der Make-Szene eine besondere Rolle zu. Zu Anfang der Pandemie wurde die Schutzausrüstung für medizinisches Fachpersonal knapp. Maker aus ganz Deutschland organisierten sich daraufhin unter dem Motto *Maker vs. Virus* und druckten Türöffner und Gesichtsschilde auf ihren privaten 3D-Druckern. Gerade letztere Face-Shields waren unter medizinischem Personal sehr gefragt, da sie als zusätzlicher Schutz vor der direkten Tröpf-

cheninfektion dienten. Die so entstanden Produkte wurden kostenfrei an medizinische Einrichtungen verteilt. (KLARMANN, 2020)

Maker organisieren sich bereits seit den 2000er-Jahren in eigens für sie kreierte Wettbewerben, sogenannten Makeathons. Zu Beginn fanden diese Formate vor allem in Form von Hackathons statt, bei denen sich die Teilnehmer/innen mit der Entwicklung von Softwareprodukten unter Einsatz innovativer Technologien beschäftigten (SOARES, SILVA & SILVA, 2020). Der Begriff Makeathon setzt sich aus dem englischen „make“ (dt. „machen“) und dem Wort „Marathon“ zusammen. Dies verrät bereits viel über den Charakter der Wettbewerbe. Im Kern geht es darum, in Zusammenarbeit mit anderen Makern in einem Team innerhalb eines definierten Zeitfensters, meist eines Wochenendes, konkrete Lösungen für vorgegebene Problemstellungen zu finden und diese umzusetzen. In aktuell stattfindenden Veranstaltungen wird in der Regel sowohl Soft- als auch Hardware entwickelt, die besten Produkte werden zum Ende des Wettbewerbs mit Preisen ausgezeichnet. (KNOLL, 2018)

Die innovativen Veranstaltungsformate werden inzwischen in verschiedenen Branchen und Fachgebieten durchgeführt. So werden in Deutschland beispielsweise seit 2017 in drei verschiedenen Städten sogenannte Healthcare Hackathons veranstaltet, deren Zielsetzung beinhaltet, „*Visionen für eine digitale Zukunft zu erarbeiten*“ (Universitätsmedizin Mainz, 2020). Die im Rahmen der Wettbewerbe zu lösenden Problemaufwürfe stammen häufig von Firmen oder Organisationen, immer häufiger werden jedoch auch gesellschaftliche und soziale Themen behandelt. Die Arbeit an den Problemstellungen ist aufgrund der knappen Zeitvorgabe sehr intensiv, eine gute und ausgeglichene Teamarbeit, in der jede/r Einzelne seine individuellen Stärken einbringen kann, ist aus diesem Grund besonders wichtig. (KNOLL, 2018)

Auf diesen Erfahrungen basierend wurde das ursprüngliche Konzept der *Make@thons* im Rahmen des Vorhabens *Open Photonik Pro* von der Fachhochschule Südwestfalen in Kooperation mit der Universität Osnabrück entwickelt. Im Gegensatz zu üblichen Makeathons fand die Veranstaltung ausschließlich in digitaler Form statt. Das Format diente dazu, Ärzt/innen, Pflegekräfte oder Lehrkräfte mit der Make-Szene zu vernetzen.

Dabei wurde den teilnehmenden Makern von Fachleuten ein Problem aus der Praxis geschildert. So wurde beispielsweise nach einer 3D-druckbaren Hilfe gesucht, die das Beschlagen von Brillen beim Tragen eines Mund-Nase-Schutzes verhindert. In einem weiteren *Make@thon* galt es, wiederverwendbare Trinkhilfen zu entwickeln, die den erhöhten Hygieneanforderungen in der Corona-Pandemie gerecht werden (Universität Osnabrück, 2020a, 2020b). Alle Ideen und entwickelten Prototypen wurden öffentlich zur Verfügung gestellt (abrufbar unter [www.makeathons.de](http://www.makeathons.de)).

## 2 *Make@thons* an Schulen

Die Durchführung der *Make@thons* erwies sich als sehr erfolgreich. In insgesamt sechs Wettbewerben entstanden zum Beispiel Optimierungen des Mund-Nase-Schutzes, Face-Shield-Anpassungen für Operationslampen und Hilfsmittel für infektionsschutzgerechtes Einkaufen (Universität Osnabrück, 2020a, 2020b).



Abb. 1. Ergebnisse einiger *Make@thons*. Verbesserter Mund-Nase-Schutz und Anpassung von Face-Shields an OP-Lampen. Fotos: Uni Osnabrück und HNO Zentrum Oldenburger Münsterland.

Sowohl Teilnehmer/innen als auch die Fachleute aus der Praxis zeigten sich mit dem Format sehr zufrieden. Die Maker profitierten vorrangig durch eine gelungene Vernetzung und Kommunikation untereinander und mit der Praxis. Sie zeigten eine hohe Motivation, Hilfe leisten zu können und ein Produkt zu entwickeln, welches tatsächlich in der Praxis angewendet wird. (LUSMÖLLER, 2021)

Die durchgeführten *Make@thons* verzeichneten deutlich wachsende Teilnahmezahlen. Unter den Interessierten fanden sich auch immer mehr Schüler/innen. Aufgrund dieser Tatsache entstand die Idee, ein Wettbewerbsformat eigens für Schulen zu

entwickeln, welches die bereits erfolgreich erprobten *Make@thons* zur Grundlage hat. Hierfür war eine Anpassung des bisherigen Formates auf die neue Zielgruppe erforderlich. Zentrales Ziel eines Schul-*Make@thons* sollten weiterhin möglichst kreative und vielfältige Lösungen sein, die sich bewusst an den unterschiedlichen Voraussetzungen und Vorkenntnissen der teilnehmenden Schüler/innen orientieren. Gleichzeitig sollen die Kriterien zur Entwicklung von Motivation nach DECI und RYAN (1993, 2000) berücksichtigt werden. Dabei handelt es sich um das Erleben von Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit. Um individuelles Arbeiten und somit Motivation durch Autonomieerleben zu ermöglichen, wurden die Schüler/innen dazu angehalten, Informationen eigenständig zu recherchieren, eigene zeitliche Abläufe zu strukturieren und eigenverantwortlich in Gruppen zu arbeiten. Grundlage dafür sind die im Vorfeld noch ungelösten Probleme, die durch offene Aufgabenstellungen an die Schüler/innen herangetragen wurden. Hierdurch wurden zahlreiche, grundsätzlich unterschiedliche Lösungen erreicht, die einen potentiellen gesellschaftlichen Mehrwert abbilden können. Dieser Mehrwert führt zu einem Gefühl der sozialen Eingebundenheit und wirkt somit motivierend. Den Schüler/innen standen studentische Betreuer/innen oder ihre Lehrkräfte als Ansprechpartner/innen und Expert/innen zur Verfügung. Sie unterstützten adressatengerecht bei der Informationsbeschaffung oder technischen Umsetzung. Auf diesem Wege wird garantiert, dass individuelle Anforderungen berücksichtigt werden, ohne dass Lösungsstrategien a priori vorgegeben werden. Dieses Vorgehen sichert somit das Kompetenzerleben und wirkt letztlich erneut motivierend.

Zur ersten Erprobung richtete sich die Veranstaltung zunächst an ältere, MINT-Interessierte Schüler/innen und stellt somit eher eine Enrichment-Maßnahme im MINT-Bereich dar. In der Diskussion wird ein Ausblick auf Möglichkeiten gegeben, die Zielgruppe zu erweitern.

*Make@thons* sollen Lösungen erzielen, welche zum Beispiel mithilfe von 3D-Druck, Mikrocontrollern oder Sensoren umgesetzt werden können. Auch wenn zunächst lediglich interessierte Schüler/innen angesprochen wurden, musste somit ein gewisses technisches Vorwissen vorausgesetzt werden. Dabei wurde versucht, das Einstiegslevel möglichst niedrig zu halten, indem auf Nachfrage einfache Anleitungen oder Baupläne zur Verfügung gestellt sowie den betroffenen Teilnehmenden Hilfe per Videokonferenz angeboten wurde. Darüber hinaus wurde empfohlen, im Team zu arbeiten, sodass eine gegenseitige Unterstützung erfolgen konnte. Um davon abgesehen allen eine Teilnahme zu ermöglichen, wurden jedem Team die oben genannten Hardwarekomponenten kostenfrei bereitgestellt. Dabei wurde darauf geachtet, sowohl einfache Komponenten als auch kompliziertere Bauteile zur Verfügung zu stellen, um dem Leistungsniveau aller gerecht zu werden – oder anders gesagt: Die offene Aufgabenstellung erforderte auch eine offene Technikauswahl.

Außerdem wurde die Dauer der Veranstaltung auf mehrere Wochen ausgedehnt. Hierdurch soll neben der Förderung der Individualität gewährleistet werden, dass eine Teilnahme trotz aller häuslichen oder schulischen Umstände möglich ist. Des Weiteren fand nur punktuell synchrone Kommunikation statt.

Die Betreuenden der Teams standen den Teilnehmenden asynchron per Mail zur Verfügung und kommunizierten in der Regel lediglich auf Verabredung synchron mit den Teilnehmenden. Da die *Make@thons* in der Regel an medizinisch-technischen Problemen orientiert sind, erfahren diese eine automatische Angliederung an die MINT-Fächer in Schulen. Durch die aktive Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Publikationen, der Recherche im Internet sowie der Anwendung naturwissenschaftlicher Kompetenz, stellt die Scientific Literacy eine wichtige Basis für die erfolgreiche Teilnahme am *Make@thon* dar (KMK, 2009). Neben einem naturwissenschaftlichen Schwerpunkt sind auch die MINT-Fächer Informatik und Technik für das Konzept *Make@thon* von Bedeutung. Für die Erstellung eines Prototyps können die Schüler/innen auf Kompetenzen im Bereich des 3D-Drucks, der Holz-, Metall- und Kunststoffverarbeitung, der Elektrotechnik und des Programmierens von Einplatinencomputern wie Arduino zurückgreifen. Die hier angesprochenen Kompetenzen stellen einen wesentlichen Bestandteil des technisch-informatischen Arbeitens dar (Niedersächsisches Kultusministerium, 2014).

Der aus diesen Überlegungen entwickelte Ablauf des durchgeführten *Make@thons* wird im Folgenden konkret dargestellt.

### 3 Exemplarischer Ablauf

Die nach dem konzipierten Ablauf (Abb. 2) geplante Veranstaltung fand vom 19.12.2020 bis 09.01.2021 statt (Weihnachtsferienzeitraum). Insgesamt nahmen 36 Schüler/innen in sechs selbstständig gebildeten Teams von fünf Gymnasien und Oberschulen aktiv teil. In der Veranstaltung entwickelten die Schüler/innen eine innovative und möglichst vernetzte Kohlenstoffdioxid-Ampel, welche als indirektes Aerosol-Warnsystem für Klassenräume fungiert. Grundlage der Problemstellung ist das in Schulen als grundsätzlich hoch angesehene Infektionsrisiko durch Aerosole (KRIEGEL & HARTMANN, 2021). Eine Studie des Hermann-Rietschel-Institutes legt nahe, dass die Kohlenstoffdioxid-Konzentration in geschlossenen Räumen mit dem Gehalt potentiell infektiöser Aerosole korreliert (HARTMANN & KRIEGEL, 2020). Die offene Aufgabenstellung lautete daher: „Entwickelt und innoviert eine Kohlenstoffdioxid-Ampel für Klassenräume“. Jedes Team erhielt vorab Kohlenstoffdioxid-Sensoren, Arduino-Mikrocontroller, LEDs, Kommunikationsmodule für die Sensoren sowie weiteres Zubehör wie Kabel oder Steckbretter in ausreichender Stückzahl. Mit der digitalen Auftaktveranstaltung startete die Initiativphase: Den Schüler/innen wurde die Problemstellung von Betroffenen aus der Praxis erläutert. Sie hatten die Möglichkeit, erste Fragen zu stellen und sich anschließend untereinander sowie mit Lehrkräften und Student/innen zu vernetzen. Im Anschluss folgte die eigenverantwortliche Planungsphase. Die Schüler/innen setzten sich zunächst eigene Ziele. Hierzu

recherchierten sie die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Kohlenstoffdioxid- und Aerosol-Zusammenhänge. Hieraus resultierten erste Lösungsideen, welche durch das Experimentieren mit Programmier-, Elektro- oder Konstruktionstechnik zu ersten Entwürfen wurden. Mithilfe der 3D-Druck-Technik konnten vor Ort oder durch die Betreuer/innen erste Prototypen erstellt und mit den versandten Bauteilen bestückt werden. Diese Lösungen wurden in einer Zwischenstand-Präsentation den Lehrkräften und studentischen Betreuer/innen vorgestellt und erstmalig verifiziert. Es wurde Feedback ausgetauscht und gemeinsam das weitere Vorgehen erarbeitet. Dies stellte den Übergang in die finale Produktionsphase dar. Die Schüler/innen verbesserten ihre Entwürfe und erarbeiteten eine Präsentation ihrer Idee. Diese Präsentation musste in Form eines Videos erfolgen. Nach Sichtung aller eingereichten Ergebnisse gab eine fachkundige Jury im Rahmen einer digitalen Abschlussveranstaltung eine Bewertung der Prototypen ab und prämierte besonders innovative Leistungen. Eine dieser Lösungen stellt beispielsweise das Kohlenstoffdioxid-Monitoring-System des Evangelischen Gymnasiums Nordhorn dar, das sowohl mit als auch ohne WLAN betrieben werden kann. Das Gehäuse der Messstationen wurde mithilfe von 3D-Druckern hergestellt. Das Design umfasst dabei mehrere Aussparungen für integrierte Bauteile wie das Display, zudem wurde auf eine ausreichende Belüftung der verbauten Elektrik, insbesondere des Sensors geachtet. Die entwickelten Ampeln können mithilfe einer App gesteuert und eingestellt werden, hierzu wurde zusätzlich die Anzeige eines QR-Codes auf dem integrierten Display realisiert. Durch die Einbindung eines Einplatinencomputers können zudem an den Fenstern angebrachte Motoren angesteuert werden, so dass diese bei einer zu hohen Kohlenstoffdioxidkonzentration vom System selbstständig geöffnet werden (Abb. 3).

### 4 Diskussion und Ausblick

Eine begleitende Evaluation des vorgestellten Wettbewerbs hat gezeigt, dass das Format *Make@thon* eine hohe Motivation bei den Teilnehmer/innen hervorruft (SCHMIDT, 2021). Sie genießen die Möglichkeit des freien Arbeitens und nutzen die Chance, Herausforderungen nicht nur theoretisch zu denken, sondern auch praktisch umzusetzen. Die Zeit lässt sich frei einteilen und eine Teilnahme ist so nicht durch andere Aktivitäten ausgeschlossen. Die Motivation erwächst daraus, etwas Nützliches zu

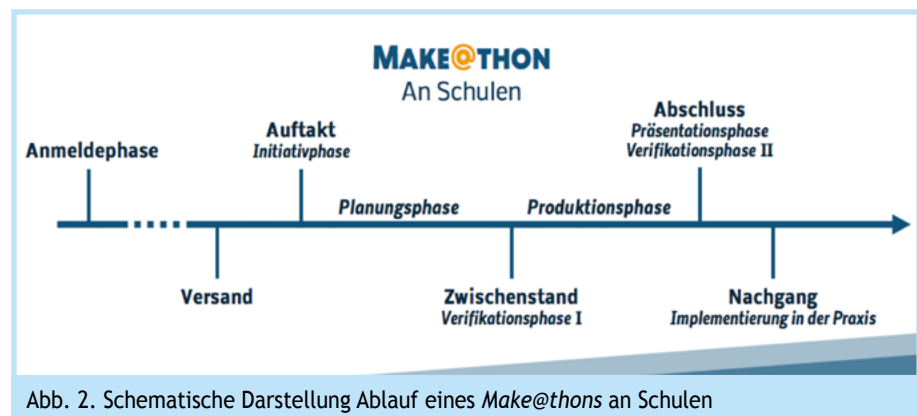


Abb. 2. Schematische Darstellung Ablauf eines *Make@thons* an Schulen



tun und den Fokus auf ein tatsächliches Produkt zu richten. Dieses Arbeiten führt, wie die Ergebnisse der durchgeführten Erhebung zeigen, zu einem hohen Maß an selbstständiger Arbeit. Nötige Informationen werden eigenständig über digitale Netzwerke gesucht und die Organisation der Arbeit verstärkt unabhängig von Lehrpersonen oder anderen Betreuer/innen statt. In vielen Fällen findet eine selbst wahrgenommene Kompetenzsteigerung in den vom *Make@thon* abgedeckten Bereichen statt. Sie ist dabei unabhängig vom Vorwissen oder von der Schulstufe. Das Konzept ermöglicht somit individuelles Lernen, bei dem Schüler/innen entsprechend ihrer jeweiligen Niveaustufe auf ihr Vorwissen aufbauen können.

Dabei wurden auch Entwicklungsfelder und weitere Forschungsfragen durch die Befragung im Anschluss an die Veranstaltung aufgedeckt. Auch wenn im Großen und Ganzen individuelles Lernen ermöglicht wurde, gab es Ausnahmen. Gerade im Bereich der Informatik wurde verstärkt Hilfe von Lehrkräften gesucht. Dabei gilt zu beachten, dass bei dieser Durchführung vorrangig interessierte Schüler/innen teilgenommen haben. Sollte das Format auch im Regelunterricht Anwendung finden, bedarf es weiterer Anpassungen. Um die Einsteigerfreundlichkeit zu erhöhen, könnte man für komplizierte Bereiche zu Beginn Basic-Workshops und Vorträge anbieten, welche nötige Grundlagen vermitteln und vor allem Möglichkeiten aufzeigen, wie und wo sich selbstständig nötiges Wissen angeeignet werden kann. Zudem ist eine Betreuung durch ältere Schüler/innen, welche als Expert/innen fungieren, denkbar. Zudem ließen sich außerschulische Kooperationspartner/innen heranziehen, welche bei der finalen Umsetzung der Ideen helfen. Ebenfalls denkbar wäre das Hinzuziehen regionaler Maker-Hubs, welche z. B. 3D-Drucker bereitstellen sowie mit ihrer Expertise beratend tätig sein könnten.

Aus der Evaluation ergeben sich darüber hinaus wichtige Erkenntnisse in Bezug auf Digitalisierung. Schüler/innen sehen hierbei auch Vorteile unabhängig von der Corona-Situation.

Gerade das individuelle Arbeiten wird durch digitale Medien erst möglich - durch Unabhängigkeit von Ort und Zeit und einen großen Informationszugang im Internet. Allerdings werden auch Nachteile erkannt. Zum einen ist die Grundvoraussetzung für die Durchführung ausschließlich digitaler Formate eine ausreichende digitale Infrastruktur. Zum anderen fehlt den Schüler/innen der tatsächliche physische Kontakt zu ihren Mitlernenden. Perspektivisch für die kommende Zeit wäre deshalb eine Hybridform der Veranstaltung denkbar, die Präsenz sinnvoll um Digitales ergänzt.

Der Fokus des hier durchgeführten *Make@thons* lag themenbedingt nur am Rande auf den Naturwissenschaften. Dies sollte aber eher als Vorteil gesehen werden. Wie didaktische Debatten bereits andeuten, wird ein interdisziplinäres Zusammenarbeiten der unterschiedlichen Fachrichtungen immer mehr in den Fokus rücken (KMK, 2009; RENN et al., 2012). Gerade der Bereich Technik in Verbindung mit den Naturwissenschaften scheint für viele Schüler/innen interessant zu sein. Hierdurch sind perspektivisch auch Veranstaltungen möglich, die im Kerncurriculum wichtige Aspekte der Naturwissenschaften aufgreifen, und in einen interdisziplinären Kontext aus der Lebenswelt der Schüler/innen eingebettet sind. Die Bereiche Nachhaltigkeit und Umweltschutz bieten hierfür sicherlich großes Potential. Bewegungen wie Fridays for Future zeigen, dass die Relevanz von Maßnahmen gegen den Klimawandel den Schüler/innen bewusst ist (HAUNSS & SOMMER, 2020). Wird betrachtet, dass im Rahmen dieser Evaluation als wichtige Motivation insbesondere die Relevanz der Thematik und das praktische Erarbeiten von Lösungen herausgestellt wurden, liegt es nahe, dass *Make@thons* im Bereich Klimawandel, Nachhaltigkeit und Umweltschutz auf großes Interesse stoßen könnten. Ein *Make@thon* kann auch im Regelunterricht oder als Form der Projektarbeit Anwendung finden. Denkbar wäre in diesem Kontext ein Basic-Workshop *Fit4Make@thon*, in dessen Rahmen sich Schüler/innen in Expert/innengruppen mit für den Wettbewerb

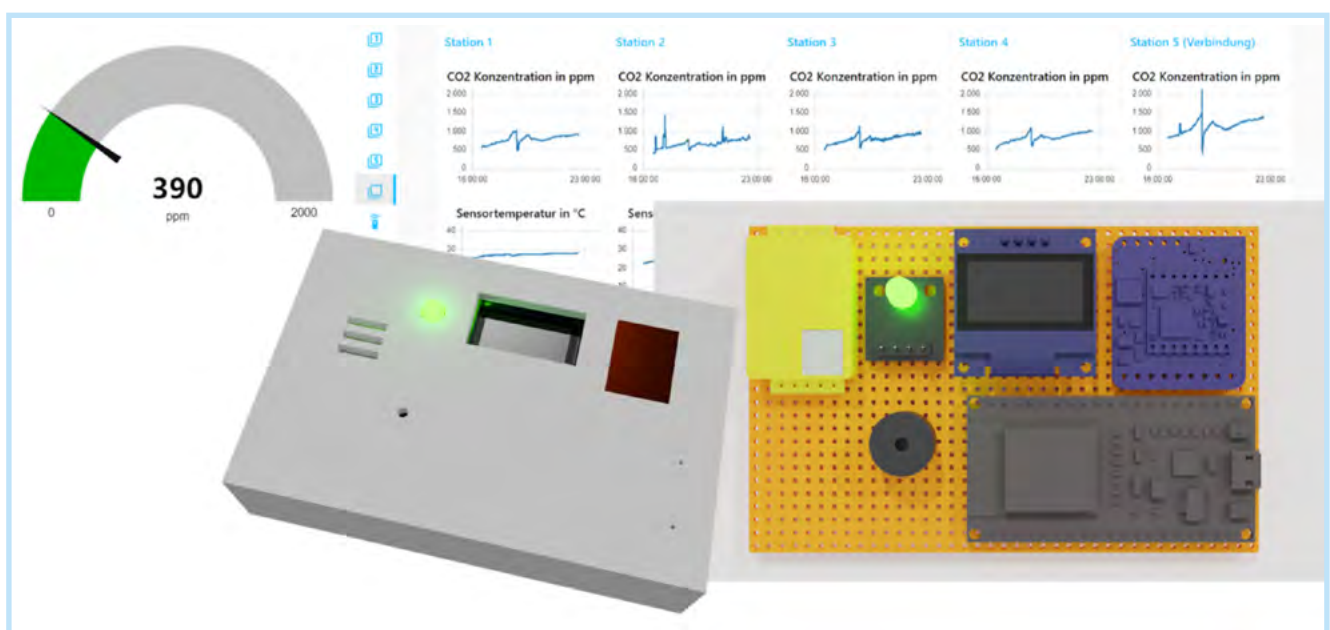


Abb. 3. Beispiel eines Ergebnisentwurfes der Schüler/innen

relevanten Themen wie dem 3D-Druck, dem Programmieren, der Literaturrecherche oder weiteren Inhalten beschäftigen. Die später gebildeten Gruppen setzen sich aus den verschiedenen Expert/innengruppen zusammen und bilden ein multiprofessionelles Team. So erhalten die Schüler/innen zudem einen authentischen Einblick in betriebliche Projektarbeit vor dem Hintergrund einer MINT-Berufsorientierung. Die Durchführung eines *Make@thons* ist demnach sowohl als Enrichment-Maßnahme in Form von überregionalen Wettbewerben als auch im Regelunterricht beziehungsweise im Rahmen einer Projektarbeit vielversprechend und birgt großes Potential.

### Förderung

Die Untersuchung ist Teil des Projekts *Optocubes* und wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Förderungsprogrammes *Photonik Forschung Deutschland* mit den Vertragsnummern 13N15229 und 13N15230. Die Autoren sind verantwortlich für die Inhalte dieser Publikation.

### Literatur

- ANDERSON, C. (2013). *Makers: Das Internet der Dinge: die nächste industrielle Revolution*. München: Hanser.
- BAUER, R. (2003). *Offenes Arbeiten in der Sekundarstufe I*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- BMBF (2020). *Die Maker-Bewegung*. <https://www.bmbf.de/de/maker-szene-2128.html> (17.02.2021).
- DECI, E. L. & RYAN, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 2, 223–238.
- DECI, E. L. & RYAN, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. DOI: 10.1207/S15327965PLI1104\_01.
- DOUGHERTY, D. & CONRAD, A. (2016). *Free to Make: How the Maker Movement is changing our schools, our jobs, and our minds*. Berkeley: North Atlantic Books.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hg.) (2020). *JIM Studie Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger*. [https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2019/JIM\\_2019.pdf](https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2019/JIM_2019.pdf) (22.07.2021).
- HARTMANN, A. & KRIEGEL, M. (2020). *Risikobewertung von viren-beladenen Aerosolen anhand der CO<sub>2</sub>-Konzentration*. Technische Universität Berlin, Hermann-Rietschel-Institut. DOI: 10.14279/depositonce-10362.3.
- HAUNSS, S. & SOMMER, M. (2020). *Fridays for Future – Die Jugend gegen den Klimawandel: Konturen der weltweiten Protestbewegung*. Bielefeld: transcript Verlag.
- KLARMANN, A. (2020). *Maker gegen Corona: 6500 Freiwillige überbrücken bundesweit Engpass an Schutz-Equipment* (Pressemitteilung). <https://www.makervirus.org/press/> (17.02.2021).
- KNOLL, T. (2018). *Veranstaltungsformate im Vergleich – Entscheidungshilfen zum passgenauen Event*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- KRIEGEL, M. & HARTMANN, A. (2021). *Covid-19 Ansteckung über Aerosolpartikel – vergleichende Bewertung von Innenräumen hinsichtlich des situationsbedingten R-Wertes*. Technische Universität Berlin, Hermann-Rietschel-Institut. DOI: 10.14279/depositonce-11387.2.
- KROMMER, A., WAMPFLER, P. & KLEE, W. (2020). *Distanzlernen. Didaktische Hinweise für Lehrerinnen und Lehrer und Seminarausbilderinnen und Seminarausbilder*. [https://www.schulministerium.nrw.de/system/files/media/document/file/impulspapier\\_lernen-auf-distanz.pdf](https://www.schulministerium.nrw.de/system/files/media/document/file/impulspapier_lernen-auf-distanz.pdf) (22.07.2021).
- KMK (2009). *Empfehlungen der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung*, Beschluss vom 07.05.2009. [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2009/2009\\_05\\_07-Empf-MINT.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-Empf-MINT.pdf) (22.07.2021).
- LUSMÖLLER, J. (2021). *Das digitale Wissenschaftskommunikationsformat „Make@thon“ – Entwicklung, Durchführung und Auswertung einer empirischen Studie zur Vernetzung von MakerInnen mit der Praxis* (unveröffentlichte Masterarbeit). Universität Osnabrück.
- MEYER, H. (2007). *Leitfaden Unterrichtsvorbereitung*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Niedersächsisches Kultusministerium (Hg.) (2014). *Kerncurriculum für die Schulformen des Sekundarbereichs I Schuljahrgänge 5–10 Informatik*. <https://cuvo.nibis.de/cuvo.php?p=download&upload=185> (22.07.2021).
- RENN, O., DUDDECK, H., MENZEL, R., HOLTFRERICH, C., LUCAS, K., FISCHER, W., ALLMENDINGER, J., KLOCKE, F. & PFENNIG, U. (2012). *Stellungnahmen und Empfehlungen zur MINT-Bildung in Deutschland auf der Basis einer europäischen Vergleichsstudie. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Interdisziplinäre Arbeitsgruppe EUTENA Working Paper*.
- SCHMIDT, J. (2021). *Naturwissenschaftlicher Unterricht in Corona-Zeiten – Entwicklung, Durchführung und Evaluation digitaler Wissensvermittlungsformate* (unveröffentlichte Masterarbeit). Universität Osnabrück.
- SOARES, M. A. D., SILVA, G. A. & SILVA, T. F. P. (2020). *Make@thon: A blueprint for SDG-driven innovation*. In ISPIIM (Hg.), *ISPIIM Conference Proceedings*. International Society for Professional Innovation Management.

Universität Osnabrück. (2020a). *Optimierung des Mund-Nase-Schutzes: Einladung zum Make@thon*. [https://www.uni-osnabrueck.de/kommunikation/kommunikation-und-marketing-angebot-und-aufgaben/pressestelle/archiv-pressemeldungen/monatsarchiv/pressemeldung/news/optimierung-des-mund-nase-schutzes-einladung-zum-makethon/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=e7ef73f780cf6527f121d3bc04a1b48f](https://www.uni-osnabrueck.de/kommunikation/kommunikation-und-marketing-angebot-und-aufgaben/pressestelle/archiv-pressemeldungen/monatsarchiv/pressemeldung/news/optimierung-des-mund-nase-schutzes-einladung-zum-makethon/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=e7ef73f780cf6527f121d3bc04a1b48f) (22.07.2021).

Universität Osnabrück. (2020b). *Unterstützung der Medizin in Corona-Zeiten – Universität Osnabrück Mitveranstalterin von erfolgreichem Make@thon*. [https://www.uni-osnabrueck.de/kommunikation/kommunikation-und-marketing-angebot-und-aufgaben/pressestelle/archiv-pressemeldungen/monatsarchiv/pressemeldung/news/unterstuetzung-der-medizin-in-corona-zeiten-universitaet-osnabrueck-mitveranstalterin-von-erfolgreich/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=45468404b73d762252715df8dee22924](https://www.uni-osnabrueck.de/kommunikation/kommunikation-und-marketing-angebot-und-aufgaben/pressestelle/archiv-pressemeldungen/monatsarchiv/pressemeldung/news/unterstuetzung-der-medizin-in-corona-zeiten-universitaet-osnabrueck-mitveranstalterin-von-erfolgreich/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=45468404b73d762252715df8dee22924) (22.07.2021).

Universitätsmedizin Mainz (2020). *Healthcare Hackathon in Mainz* (Pressemitteilung). <https://www.unimedizin-mainz.de/presse/pressemitteilungen/aktuellemittelungen/newsdetail/article/healthcare-hackathon-in-mainz.html?L=0&cHash=802fcffe09c2591937471630b79dd2bb> (23.07.2021).

LARS OTTE, [lotte@uni-osnabrueck.de](mailto:lotte@uni-osnabrueck.de), M. Ed. (Chemie, Biologie an Gymnasien und Gesamtschulen), Doktorand und wissenschaft-

licher Mitarbeiter (Didaktik der Chemie) an der Universität Osnabrück.

JOHANN SCHMIDT, [johschmidt@uni-osnabrueck.de](mailto:johschmidt@uni-osnabrueck.de), M. Ed. (Chemie, Mathematik an Gymnasien und Gesamtschulen), Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter (Didaktik der Chemie) an der Universität Osnabrück

JANET LUSMÖLLER, [jlusmoeller@uni-osnabrueck.de](mailto:jlusmoeller@uni-osnabrueck.de), M. Ed. (Chemie, Biologie an Gymnasien und Gesamtschulen), Doktorandin und wissenschaftliche Mitarbeiterin (Didaktik der Chemie) an der Universität Osnabrück.

DIRK BERBEN, [berben.dirk@fh-swf.de](mailto:berben.dirk@fh-swf.de), Prof. Dr. rer. nat., Hochschulprofessor für Physik an der Fachhochschule Südwestfalen, operative Projektleitung im vom BMBF geförderten Verbundprojekt „Open Source Systembaukasten für das agile Prototyping laserbasierter Sensoren (Optocubes)“ (Förderkennzeichen 13N15229). Forschungsinteressen: Physik und Lichttechnik, Photonik und Optik.

MARCO BEEKEN, [marco.beeken@uni-osnabrueck.de](mailto:marco.beeken@uni-osnabrueck.de), Prof. Dr. phil., Universität Osnabrück, Leiter der AG Didaktik der Chemie und Wissenschaftskommunikation, Barbarastraße 7, 49069 Osnabrück, Koordinator im vom BMBF Verbundprojekt „Open Source Systembaukasten für das agile Prototyping laserbasierter Sensoren (Optocubes)“ (Förderkennzeichen: 13N15229), Forschungsinteressen: Entwicklung und Evaluation von innovativen Wissenschaftskommunikationsformaten, Schülerlabore zu Themen des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit, empirische Unterrichtsforschung ■□