

Digitale Messwerterfassung im Chemieunterricht – Experimentelle Erprobung

Dr. Pascal Pollmeier, Prof. Dr. Sabine Fechner

Universität Paderborn, Chemiedidaktik

Ansprechpartner:innen: Dr. Pascal Pollmeier (pascal.pollmeier@upb.de)

Gliederung

1	Kurzfassung.....	1
1.1	Basisinformationen zum Fortbildungskonzept	2
1.2	Inhalt & Aufbau: Organisatorisches, Lernformen und eingesetzte Ressourcen	3
1.3	Hintergründe & Querschnittsthemen	4
1.4	Quellen	5
2	Didaktische Anleitung für Nutzende.....	7
2.1	Verlaufsplanung und Materialien	7
2.2	Kombinationsmöglichkeiten mit weiteren Fortbildungsbausteinen	9
2.3	Materialverzeichnis.....	9

1 Kurzfassung



Beschreibung

Innerhalb dieses Fortbildungsbausteins erhalten Chemielehrkräfte die Möglichkeit, digitale Messwerterfassungssysteme zu erproben. Dazu stehen unterschiedliche Experimente mit Bezug zu den Kernlehrplänen zur praktischen Erprobung zur Verfügung (z.B. Leitfähigkeitstiteration, Brennwertbestimmung etc.). Ziel ist es, Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von digitaler Messwerterfassung sowie mögliche Themenfelder zu diskutieren. Der eigene experimentelle Einsatz soll dabei vor allem mögliche Herausforderungen in der Nutzung der Systeme erfahrbar machen. Zur Durchführung ist ein Laborraum mit entsprechender (Sicherheits-)Einrichtung nötig. Dieser Fortbildungsbaustein kann weiteren Bausteinen des ComeNets Chemie kombiniert werden.



Dieses Nutzungskonzept wurde adaptiert von einer Referenzversion der Arbeitsgemeinschaft Interdisziplinäre Mediendidaktik und -bildung (Imedi) des Verbundprojekts Communities of Practice NRW für eine Innovative Lehrerbildung (Com²In). Es steht ebenfalls unter der Lizenz CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Namensnennung: ComeNet Chemie im Projekt ComeMINT

Förderkennzeichen: 01JA23M06A-N



1.1 Basisinformationen zum Fortbildungskonzept

Adressat:innen des Konzeptes	
<input checked="" type="checkbox"/> Fortbildner:innen / Multiplikator:innen für Fortbildungen (Lehrkräftebildung 3. Phase) <input type="checkbox"/> Seminarleiter:innen / Multiplikator:innen für den Vorbereitungsdienst (Lehrkräftebildung 2. Phase) <input type="checkbox"/> Lehrkräfte <input type="checkbox"/> Sonstiges, und zwar: _____	

Lehr-/Lernkontext / Einsatzkontext und Lernziele	
Lehramtstyp (Zielgruppe der SuS)	
<input type="checkbox"/> Lehrämter der Grundschule bzw. Primarstufe <input type="checkbox"/> Übergreifende Lehrämter der Primarstufe und aller oder einzelner Schularten der Sekundarstufe I <input checked="" type="checkbox"/> Lehrämter für alle oder einzelne Schularten der Sekundarstufe I <input checked="" type="checkbox"/> Lehrämter der Sekundarstufe II [allgemeinbildende Fächer] oder für das Gymnasium <input checked="" type="checkbox"/> Lehrämter der Sekundarstufe II [Berufliche Fächer] oder für die beruflichen Schulen <input type="checkbox"/> Sonderpädagogische Lehrämter	
Fächer & Themen	
<input checked="" type="checkbox"/> (schul-)fachbezogen, und zwar: Chemie <input type="checkbox"/> fachübergreifend, und zwar: _____	
Fächerübergreifende Lernziele (nach dem europäischen Kompetenzrahmen für LK DigCompEdu)	
<div style="background-color: #ffe0b2; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">1. Berufliches Engagement</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 80%;"> 1.1. Berufliche Kommunikation 1.2. Berufliche Zusammenarbeit 1.3. Reflektierte Praxis 1.4. Digitale Weiterbildung </div> <div style="width: 15%; text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> </div> <div style="background-color: #bbdefb; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">3. Lehren und Lernen</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 80%;"> 3.1. Lehren 3.2. Lernbegleitung 3.3. Kollaboratives Lernen 3.4. Selbstreguliertes Lernen </div> <div style="width: 15%; text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> </div> <div style="background-color: #bbdefb; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">5. Lernerorientierung</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 80%;"> 5.1. Digitale Teilhabe 5.2. Differenzierung und Individualisierung 5.3. Aktive Einbindung der Lernenden </div> <div style="width: 15%; text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> </div> </div>	<div style="background-color: #c8e6c9; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">2. Digitale Ressourcen</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 80%;"> 2.1. Auswählen 2.2. Erstellen und Anpassen 2.3. Organisieren, Schützen, und Teilen </div> <div style="width: 15%; text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> </div> <div style="background-color: #bbdefb; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">4. Evaluation</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 80%;"> 4.1. Lernstand erheben 4.2. Lern-Evidenz analysieren 4.3. Feedback und Planung </div> <div style="width: 15%; text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> </div> <div style="background-color: #ffe0b2; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">6. Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 80%;"> 6.1. Informations- und Medienkompetenz 6.2. Kommunikation und Kollaboration 6.3. Erstellen digitaler Inhalte 6.4. Verantwortungsvoller Umgang 6.5. Digitales Problemlösen </div> <div style="width: 15%; text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> </div> </div>

Didaktische Hinweise



Benötigte Kompetenzen und Kenntnisse der Fortbildner:innen

Umgang und Einsatz von digitalen Messwerterfassungssystemen unterschiedlicher Hersteller, Durchführung chemischer Experimente, sicherheitsrelevante Aspekte des chemischen Experimentierens



Didaktische Struktur

Art des Konzepts/Materials <input checked="" type="checkbox"/> Fortbildungskonzept <input type="checkbox"/> Fortbildungskurs zur individuellen Nutzung <input type="checkbox"/> Materialsammlung <input type="checkbox"/> enthält Unterrichtskonzept <input type="checkbox"/> Sonstiges, und zwar:	Nutzung <input checked="" type="checkbox"/> Präsenzveranstaltung <input type="checkbox"/> Onlineseminar <input type="checkbox"/> Hybridkurs <input type="checkbox"/> Selbstlernen	Organisation <input type="checkbox"/> Gesamtkurs <input checked="" type="checkbox"/> Modularisierung (individueller Zugang) <input type="checkbox"/> Sequenzierung (festgelegte Struktur) <input checked="" type="checkbox"/> Interaktiver Workshop
--	--	--



Barrierefreiheit

Das chemische Experimentieren steht im Fokus dieses Fortbildungsmoduls. Entsprechend stellen taktile und visuelle Wahrnehmung eine wichtige Grundvoraussetzung dar. Durch entsprechende Anpassungen der Laborumgebung können vor allem körperliche Beeinträchtigungen kompensiert werden. Dabei müssen stets sicherheitsrelevante Aspekte des Experimentierens berücksichtigt werden. Mögliche Maßnahmen können in Handreichungen der UK NRW nachgelesen werden.

Technische und rechtliche Informationen



Technische Voraussetzungen (Hard- und Software)

Materialien und Dateiformate <input checked="" type="checkbox"/> Textdokumente <input checked="" type="checkbox"/> Präsentationen <input type="checkbox"/> Videos <input type="checkbox"/> H5P <input type="checkbox"/> Webressourcen <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges, und zwar: Gefährdungsbeurteilungen	Apps und Programme <input checked="" type="checkbox"/> Office-Programme <input type="checkbox"/> Videowiedergabe <input checked="" type="checkbox"/> Spezielle Anwendungen Und zwar: App SPARKvue, MeasureApp	Ablageorte <input checked="" type="checkbox"/> Als OER frei zugänglich (z.B. Wirlernenonline.de) <input type="checkbox"/> Moodle <input checked="" type="checkbox"/> andere Hostingplattformen Und zwar: iMooX <input checked="" type="checkbox"/> Zugriff einfach möglich <input type="checkbox"/> Beschreibung der Zugriffsmöglichkeiten vorhanden.
--	--	--

Link zum Angebot

<https://redaktion.openeduhub.net/edu-sharing/components/render/93a2ad49-d54c-4e27-a2ad-49d54c6e2725> (Kein Login erforderlich)

<https://imoox.at/course/chemie-digital> (Login erforderlich)

Notwendige Geräte

Digitale Messwerterfassungssysteme, iPads, Laborgeräte



Datenschutz

☒ DSGVO-konform

1.2 Inhalt & Aufbau: Organisatorisches, Lernformen und eingesetzte Ressourcen

Dieser Fortbildungsbaustein fokussiert auf die Erprobung von digitaler Messwerterfassung in chemischen Experimenten. In drei aufeinander aufbauenden Phasen erfolgt (1) ein Austausch zur gelebten Praxis digitaler Messwerterfassung sowie Forschungsergebnissen. Anschließend stehen (2) verschiedene Experimente zur Erprobung bereit. Hier haben die Lehrkräfte die Möglichkeit, unterschiedliche chemische Experimente mit verschiedenen Sensoren zu erproben. Dazu stehen die folgenden Experimente inkl. Sensoren zur Verfügung:

- Bestimmung des Salzgehalts von Wurst(-alternativen) (Leitfähigkeitstitation)
- Bestimmung des Säuregehalts von Bonbons (pH-metrische Titration)
- Bestimmung des Brennerts von Wurst(-alternativen) (Kalorimetrie)
- Bestimmung des Nitratgehalts von Flusswasser aus der Pader (Photometrie)
- Gefrierpunkt von Wasser (Temperaturverlauf)
- Spannung von galvanischen Elementen (Spannungsmessung)
- Modellexperiment zur Versauerung der Meere (Gaskonzentrationen & pH-Wert-Bestimmung)

Die Experimente ermöglichen es, unterschiedliche Sensortypen zu erproben. Dabei stehen jeweils auch Sensor-Systeme unterschiedlicher Hersteller zur Verfügung. Auf Grundlage der ersten Durchführungen des Bausteins sollte insbesondere für die experimentelle Erprobung ein ausreichender Zeitan-satz eingeplant werden. So werden auch gemeinsame Diskussionen am Experiment ermöglicht. In der letzten Phase steht die (3) gemeinsame Reflexion der erprobten Experimente an. Hier soll ein kollegi-aler Austausch vor allem die Herausforderungen und Chancen der digitalen Messwerterfassung her-ausstellen. Ebenso sollen Vor- und Nachteile unterschiedlicher Fabrikate sowie weitere Umsetzungs-möglichkeiten digitaler Messwerterfassung diskutiert werden.

In der untenstehenden Tabelle 1 können der Ablauf sowie der Zeitbedarf des Fortbildungsbausteins entnommen werden.

Tabelle 1 – Ablauf des Fortbildungsbausteins

Zeit	Phase	Sozialform/Methode
15min	Begrüßung & Vorstellung	Plenum
30min	Austausch & theoretischer Input zur digitalen Messwer-terfassung	Kleingruppen/Plenum
60min	Erprobung ausgewählter Experimente	Experimentieren in Kleingrup-pen/Partnerarbeit
10min	Sicherung der Eindrücke	Einzelarbeit in Online-Tool
15min	Pause	
30min	Reflexion & Diskussion von Chancen und Herausforde-rungen digitaler Messwerterfassung	Plenum
10min	Abschluss/Gelenkstelle zum nächsten Baustein	Plenum

Sofern die Lehrkräfte einzelne Experimente (1-2) auswählen sollen, können ca. 60 min eingeplant wer-den. Sollen weitere Experimente erprobt werden, kann diese Zeit ggf. verlängert werden. Der Baustein eignet sich zur Kombination mit weiteren Fortbildungsbausteinen der Autor:innen (vgl. Kap. 2.2). Ent-sprechend kann im Abschluss des Bausteins auch eine Überleitung zu weiteren Schwerpunkten reali-siert werden.

1.3 Hintergründe & Querschnittsthemen

Digitale Messwerterfassung spielt für den Chemieunterricht eine zunehmend wichtige Rolle. Der Ein-satz digitaler Messwerterfassungssysteme wird durch den Kernlehrplan Chemie für die Sekundarstufe II (MSB NRW, 2022) sowie den Medienkompetenzrahmen (Medienberatung NRW, 2020) legitimiert. Gleichzeitig kann das digital gestützte Experimentieren als eine Kernpraktik von Chemielehrkräften verstanden werden. Als eine solche Kernpraktik besitzt der Umgang mit digitaler Messwerterfassung eine Relevanz für Lehrkräftefortbildungen (Lipowsky & Rzejak, 2021).

In Bezug auf die angestrebten Kompetenzziele soll der eigene Umgang mit Messwertsystemen kritisch reflektiert und mit den bestehenden Rahmenbedingungen abgeglichen werden. Gleichzeitig können Aspekte beruflicher Zusammenarbeit durch das Teilen von Lernumgebungen sowie Daten/Materialien adressiert werden (vgl. Komp. 1.2 & 1.3). Weiterhin ermöglicht der Umgang mit den Systemen eine Weiterentwicklung der eigenen Lehre, indem z.B. Messwerte aufgenommen werden, welche zuvor nicht einfach messbar waren (z.B. Sauerstoffkonzentration). Durch diese Veränderungen der eigenen Lehre kann somit auch das kollaborative Lernen der Schüler:innen angeregt werden (vgl. Komp. 3.1 & 3.3). So kann in den Lernprozessen digitale Teilhabe ermöglicht werden, welche eine aktive Einbindung aller Lernenden in den Lernprozess ermöglicht (vgl. Komp. 5.1 & 5.3). Ein Schwerpunkt liegt jedoch auf dem Kompetenzbereich „Fördern der digitalen Kompetenzen der Lernenden“ (vgl. Komp. 6) des Digi-CompEdu. Die Lernenden haben hier die Gelegenheit, Messwerte nahe am Standard wissenschaftlicher Forschung sowie industrieller Prozesse zu erfassen. Dabei werden digitale Produkte in Form von aufgenommenen Messwerten oder ganzen Lernprodukten erstellt, welche zur Problemlösung dienen.

Die beschriebenen Kompetenzziele sollen durch eine Mischung von Erfahrungsaustausch/Input, praktischer Erprobung und Reflexion erreicht werden (vgl. Tab. 1). Wenngleich hier noch keine Erprobung im eigenen Unterricht stattfindet, kann die Kombination theoretischer, praktischer und reflektiver Anteile des Fortbildungsbausteins als Merkmal wirksamer Lehrkräftefortbildungen verstanden werden (Lipowsky & Rzejak, 2021).

Um die Wirksamkeit des Fortbildungsbausteins zu evaluieren, wird eine Prä-/Post-Befragung eingesetzt. Dazu werden Skalen zu digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften (Kotzebue et al., 2021), zur wahrgenommenen Prozessqualität der Fortbildungsveranstaltung (Richter & Richter, 2023) sowie zu Einstellungen, Motivation und erwarteten Schwierigkeiten beim Einsatz digitaler Medien (Vogelsang et al., 2019) eingesetzt.

Der vorliegende Baustein berücksichtigt Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in mittlerem Umfang. Insbesondere die ausgewählten Experimente (s.o.) geben hier vielfältige Anknüpfungspunkte. Dabei spielen Ernährungskontexte (Experiment zu Wurst(-alternativen) sowie Bonbons), systemische Betrachtungen des Kohlenstoffkreislaufs (Modellversuch zur Versauerung der Meere) sowie Untersuchungen der Wasserqualität im Zusammenhang mit Düngung (Nitratgehalt der Pader) eine entscheidende Rolle. Zu einigen der Versuchen stehen digitale Lernumgebungen zur Verfügung, in welchen eine multiperspektivische Betrachtung der Problemstellungen erfolgt. Dazu wird das fünf-Dimensionen-Modell einer BNE angelegt, wie dieses in der Leitlinie BNE beschrieben wird (MSB NRW, 2019). Ein vertiefter Fokus auf Definitionen von Nachhaltigkeit etc. wird innerhalb dieses Fortbildungsbausteins jedoch nicht gelegt.

1.4 Quellen

- Kiesling, E., Venzlaff, J. & Bohrmann-Linde, C. (2023). BNE und Chemieunterricht – BNE als roter Faden durch die Schulchemie und Beispiel einer Lerneinheit zur Klimawirksamkeit von Kohlenstoffdioxid. *Chemkon Chemie konkret Forum für Unterricht und Didaktik*, 30(3), 96–102. <https://doi.org/10.1002/ckon.202100039>
- Kotzebue, L. von, Meier, M., Finger, A., Kremser, E., Huwer, J., Thoms, L.-J., Becker, S., Bruckermann, T. & Thyssen, C. (2021). The framework DiKoLAN (Digital competencies for teaching in science education) as basis for the self-assessment tool DiKoLAN-Grid. *Education Sciences*, 11(12), 775. <https://doi.org/10.3390/educsci11120775>
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten*.

- Medienberatung NRW (Hrsg.). (2020). *Medienkompetenzrahmen NRW*. https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR_ZMB_MKR_Broschuere.pdf
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2022). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen: Chemie*.
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2019). *Leitlinie Bildung für nachhaltige Entwicklung*. https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Leitlinie_BNE.pdf
- Richter, E. & Richter, D. (2023). *Fortbildungsmonitor. Ein Instrument zur Erfassung der Prozessqualität von Lehrkräftefortbildungen*.
- Resolution der Generalversammlung Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (2015 & i.d.F.v. 21. Oktober 2015). <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D. & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 115–129. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6>

2 Didaktische Anleitung für Nutzende

2.1 Verlaufsplanung und Materialien

In der folgenden Tabelle ist der Verlauf des Fortbildungsbausteins unter Nennung jeglicher Materialien detailliert dargestellt.

Zeit	Phase	Sozialform/Methode	Material
15min	Begrüßung & Vorstellung (Ggf. ist eine Sicherheitsunterweisung für den Laborraum notwendig.)	Plenum	Präsentation
30min	Austausch & theoretischer Input zu digitaler Messwerterfassung 1) Austausch zu Vorerfahrungen mit dem Einsatz digitaler Messwerterfassung in 2er-3er Gruppen (Lehrkräfte sollten nicht von denselben Schulen stammen) – 10 min 2) Zusammenfassung durch Moderierende, ggf. Plenumsdiskussion, anschließend theoretischer Input – 20 min	Kleingruppen Plenum	Präsentation
60min	Erprobung ausgewählter Experimente <u>Experimente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung des Salzgehalts von Wurst(-alternativen) (Leitfähigkeitstitation) • Bestimmung des Säuregehalts von Bonbons (pH-metrische Titration) • Bestimmung des Brennerts von Wurst(-alternativen) (Kalorimetrie) • Bestimmung des Nitratgehalts von Paderwasser (Photometrie) • Gefrierpunkt von Wasser (Temperaturverlauf) • Spannung von galvanischen Elementen (Spannungsmessung) • Modellexperiment zur Versauerung der Meere (Gaskonzentrationen & pH-Wert-Bestimmung) <p>Je nach Teilnehmendenzahl können die Experimente mehrfach aufgebaut werden. Die Lehrkräfte können frei nach Interesse Experimente auswählen und erproben. Sollen mehr als zwei Experimente pro Person absolviert werden, sollte der Zeitansatz erweitert werden.</p> <p>Ggf. können die Lehrkräfte eigene Messsensoren mitbringen und diese für die entsprechenden Experimente nutzen.</p>	Experimentieren in Kleingruppen/Partnerarbeit	Präsentation, Gefährdungsbeurteilungen, Experimentiermaterial, digitale Messwerterfassungssysteme

10min	<p>Sicherung der Eindrücke</p> <p>Die Lehrkräfte sichern ihre Eindrücke zu den folgenden 3 Aspekten online:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Chancen und Herausforderungen haben Sie im Umgang mit den digitalen Messsensoren allgemein wahrgenommen? • Welche Vor-/Nachteile sehen Sie bei den einzelnen Systemen der unterschiedlichen Hersteller? • Welche weiteren Anwendungsbeispiele für digitale Messsensoren fallen Ihnen ein? 	Einzelarbeit	Classroom-Response-System (z.B. TaskCards, Padlet etc.), digitales Endgerät
15min	Pause		
30min	<p>Reflexion & Diskussion von Chancen und Herausforderungen digitaler Messwerterfassung</p> <p>Auf Grundlage der Online-Abfrage werden Chancen und Herausforderungen übergreifend in der gesamten Gruppe diskutiert.</p>	Plenum	Ergebnisse der Online-Abfrage, Präsentation
10min	<p>Abschluss/Gelenkstelle zum nächsten Baustein</p> <p>Falls der Baustein mit einem weiteren Baustein (siehe 2.2) kombiniert werden soll, erfolgt eine Überleitung zu diesem. Dabei sollte die Kombination der Bausteine sowie deren Reihenfolge kritisch bzgl. des roten Fadens der Veranstaltung geplant werden.</p>	Plenum	

2.2 Kombinationsmöglichkeiten mit weiteren Fortbildungsbausteinen

Dieser Fortbildungsbaustein kann mit weiteren Bausteinen der Autor:innen kombiniert werden:

- **Bildung für nachhaltige Entwicklung**
Innerhalb dieses Bausteins wird das Bildungskonzept BNE diskutiert. Dabei werden Bezüge zu relevanten Rahmenbedingungen wie der Leitlinie BNE (MSB NRW, 2019), den *Sustainable Development Goals* der Vereinten Nationen (A/RES/70/1*, 2015/21. Oktober 2015) sowie chemierelevanten Inhalten (Kiesling et al., 2023) hergestellt. Insbesondere die Experimente des vorliegenden Fortbildungsbausteins können hier zur Verknüpfung der Bausteine genutzt werden.
- **Digitale Lernumgebungen erstellen**
Dieser Fortbildungsbaustein fokussiert auf Kriterien für gelungene digitale Lernumgebungen sowie deren Erstellung. Dazu werden unterschiedliche Möglichkeiten zur Erstellung der Lernumgebungen mit Bezug zur digitalen Messwerterfassung vorgestellt und selbst entwickelt. Die im vorliegenden Baustein vorgestellten digitalen Lernumgebungen können hier als *best-practice* Beispiele dienen. So kann einerseits das Experimentieren mit den Lernumgebungen und andererseits deren Erstellung thematisiert werden.
- **Künstliche Intelligenz**
Dieser Baustein thematisiert unterschiedliche Einsatzszenarien von künstlicher Intelligenz (KI) im Chemieunterricht. Dabei stehen neben der Nutzung von KI zur Auswertung von Messdaten auch die Generierung von Bildern und Kontexten im Vordergrund. In Bezug auf den vorliegenden Baustein können hier erhobene Messdaten ausgewertet werden. Ebenso könnte die KI bei der Planung und Durchführung der Experimente unterstützend eingesetzt werden. Auch die Generierung relevanter Kontexte/Einstiege in Bezug auf die Experimente stellt einen Verknüpfungspunkt der Bausteine dar.
- **Kontextualisierung**
Der vorliegende Baustein fokussiert sich auf die Verwendung von Kontexten. Dabei wird der Nutzen von kontextualisierten Lerngelegenheiten sowie Merkmale geeigneter Kontexte hervorgehoben. In Bezug zu dem vorliegenden Baustein könnten so erneut die Kontexte der Experimente kritisch reflektiert werden.

2.3 Materialverzeichnis

Datei	Dateiname
Präsentation	Präsentation_Messwerterfassung_erproben.pptx
<u>Gefährdungsbeurteilungen</u>	
Bestimmung des Salzgehalts von Wurst(-alternativen)	GB_Bestimmung_Salzgehalt_Wurst.pdf
Bestimmung des Säuregehalts von Bonbons	GB_Bestimmung_Säuregehalt_Bonbons.pdf
Bestimmung des Brennwertes von Wurst(-alternativen)	GB_Bestimmung_Brennwert_Wurst.pdf
Bestimmung des Nitratgehalts von Paderwasser	GB_Bestimmung_Nitratgehalt_Wasser.pdf
Gefrierpunkt von Wasser	GB_Bestimmung_Gefrierpunkt_Wasser.pdf
Spannung von galvanischen Elementen	GB_Spannung_galvanische_Elemente.pdf
Modellexperiment zur Versauerung der Meere	GB_Versauerung_Meere.pdf

