

Wann wird man aus Fehlern klug? Perspektiven auf den Umgang mit und das Lernen aus Fehlern

Susanne Heinicke und Christoph Holz

Aus Fehlern wird man klug, sagt der Volksmund. Eine tröstliche Aussage, wenn schon ein Fehler geschieht. Sehr umsichtig lässt das Sprichwort offen, was es genau bedeutet: Wer wird hier klug – und von wessen Fehler? Unter welchen Umständen? Wann und wie? Und wie klug eigentlich? Der Basisartikel geht einigen der oft zitierten Sprüche und Überzeugungen im Zusammenhang mit dem Lernen aus Fehlern auf den Grund und beleuchtet, warum dieses Lernen kein Automatismus ist und welche Rahmenbedingungen dazu nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 4

Failing forward.

Lernen aus anderen Disziplinen

Susanne Heinicke

Ein positiver Blick auf Fehler ist keine radikale neue Idee. Andere Disziplinen beschäftigen sich bereits eine geraume Zeit mit der Frage, wie sich ein produktiver Umgang mit Fehlern gestalten lässt. Der Artikel wagt darum einen beherzten Blick über den Tellerrand und erläutert, was sich beispielsweise hinter dem Begriff „Failing forward“ verbirgt – und wo wir das auch in der Geschichte der Physik und Technik wiederfinden.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 10

Wie entwickelt man eine Fehlerkultur? Fehler im Physikunterricht wahrnehmen, einordnen und mit ihnen umgehen

Martin Ernst Kraus

Dieser Artikel zeigt, welche Fehler im Physikunterricht auftreten und wie man mit ihnen konstruktiv umgehen werden kann. Das betrifft Fehler in Klassenarbeiten genau so wie Fehler beim Experimentieren oder Fehler der Lehrkraft. Welche Fehler sind hilfreich beim Lernprozess und auf welche Fehler muss man gar nicht mehr eingehen? Dabei werden die verschiedenen möglichen Fehler mit Blick auf den Unterricht eingeordnet. Darüber hinaus werden Diagnosetools empfohlen, um fehlerhafte Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler aufzudecken.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 12

Durch Feedbackprozesse die „Fehlerkultur“ weiterentwickeln. „Unterrichtsbeteiligungsvermeidung“ als „Fehlervermeidungsstrategie“ im Diskurs mit Lernenden, der Fachschaft und Elternschaft

Katharina Knipper und Michael Sach

Speziell im Fach Physik gibt es Schülerinnen und Schüler, die sich am Unterrichtsgespräch nur sehr zögerlich beteiligen. Sie werden mit einem „Problem“ konfrontiert, über das sie sich noch nie Gedanken gemacht haben; entsprechend kann die Antwort mit großer Wahrscheinlichkeit falsch sein. Der Artikel zeigt Möglichkeiten, diese Haltung seitens der Lernenden aufzubrechen, wobei neben den Lehrkräften auch die Eltern einbezogen werden.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 16

Unsere Geschichte der Physik und ihrer Fehlerkultur.

Perspektiven auf Fehler in der Geschichte der Physik: Hintergründe und Unterrichtsimpulse

Susanne Heinicke und Paul Schlummer

Die Geschichte der Physik und Naturwissenschaft als eine erfolgreiche und sukzessive Überwindung von Fehlvorstellungen über die Natur? Das klingt doch schon zu schön, um wahr zu sein. Dieser Artikel pointiert das stark vereinfachte Bild von Erkenntnisentwicklung in der Physik. Viele Beispiele und Anregungen für die Diskussion im Unterricht fühlen fünf dieser Narrative auf den Zahn und ermuntern zu einer kritischen Auseinandersetzung unserer gewohnten Art der geschichtlichen Erzählung.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 19

Aus der Forschung in die Schule.

Verfahren zur Beschreibung von Unsicherheiten und zur Vermeidung von Bestätigungsfehlern

Martin zur Nedden und Burkhard Priemer

Dieser Artikel zeigt, wie sich Verfahren aus der Forschung – nämlich die Bestimmung von Messunsicherheiten und die Vermeidung von Bestätigungsfehlern – im Physikunterricht nachvollziehen lassen. Am Beispiel der Suche nach dem Higgs-Boson werden im Unterricht Messdaten und ihre statistischen Aussagen untersucht. Darüber hinaus wird skizziert, wie sich die Methode der „Blinden Analyse“ zur Vermeidung von Bestätigungsfehlern auf Experimente im Physikunterricht übertragen lässt.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 23

Messfehler – wann, warum und wie? Unterrichtsansätze und Werkzeuge für die Sekundarstufe I zur Auseinandersetzung mit Mess„fehlern“

Julia Hellwig und Susanne Heinicke

Der Umgang mit Messunsicherheiten ist zu komplex für die Sekundarstufe I? Eine Herausforderung, aber daraus ergibt sich zum einen eine Vielzahl von Lerngelegenheiten und zum anderen legt man so einen wichtigen Grundstein für die immer stärker geforderte „data literacy“ der Schülerinnen und Schüler. Der Artikel gibt anhand eines unterrichtspraktischen Werkzeugkastens Anregungen, wie das Lernen über die (Un-)Genauigkeit von Messdaten in den Unterricht eingebaut werden kann.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 28

Messfehler 2.0.

Anregungen für einen fachlich adäquaten Umgang mit Messunsicherheiten in der Sekundarstufe II

Christoph Holz und Susanne Heinicke

Die Frage nach der Messunsicherheit einer Messung ist auch immer eine Frage nach einer Wahrscheinlichkeit. Für eine fachmethodisch anschlussfähige Betrachtung von Messunsicherheit bleibt daher der Einbezug wahrscheinlichkeitstheoretischer Aussagen nicht aus. Mittels einer alltagsnahen Betrachtung des „Vertrauens in eine Aussage“ wird dabei zu einer GUM-konformen, adäquaten Betrachtung von Messunsicherheit für die Sekundarstufe II hingeleitet.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 33

Tipps für Lehrkräfte.

Der Umgang mit unsicheren Daten

Christoph Holz und Susanne Heinicke

Wer kennt das nicht? Experiment aufgebaut, Messungen durchgeführt und Ergebnisse berechnen lassen und ... es passt wieder hinten und vorne nicht und eine Erklärung dafür liegt auch nicht auf der Hand. Was nun? Doch wieder zurück zum Buch? Dieser Artikel skizziert Tipps und Handlungsmöglichkeiten für den Umgang mit solchen unsicheren Daten sowie die Stolpersteine und Chancen, die dabei entstehen. Weiterhin werden auch Möglichkeiten gezeigt, wie die unsicheren Daten effektiv in den Unterricht einbezogen werden können.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 39

Umgang mit unsicheren Daten.

Perspektive der Schülerinnen und Schüler

Julia Welberg, Christoph Holz und Susanne Heinicke

„Wolle wärmt“? Kein Problem – ein schnelles Experiment und damit ist die Vorstellung widerlegt. So einfach ist es leider oft nicht. Für wie aussagekräftig halten Schülerinnen und Schüler experimentelle Daten überhaupt? Es wird eine Studie vorgestellt, in der Schülerinnen und Schüler eigene experimentelle Daten aufnahmen und einschätzten. Die Ergebnisse geben Einblicke darin, wie sie diese Daten bewerten, liefern aber auch Anregungen für eine Sensibilisierung auf die Notwendigkeit einer Messunsicherheitsbetrachtung im Physikunterricht.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 44

Mentor sein. Wie reagiere ich auf Fehler und welche Reaktionen wünschen sich Schülerinnen und Schüler?

Alexander Pusch, Susanne Heinicke und Christoph Holz

Fehler sind meist nicht angenehm, können aber lehrreich und für den Unterricht fruchtbar sein. Was dabei positiv und negativ wahrgenommen wird, ist eine Frage, die nicht unbedingt mit einem Patentrezept beantwortet werden kann. In zwei Studien haben wir daher Schülerinnen und Schüler gefragt: Wie sollten Physiklehrkräfte ihrer Meinung nach mit Fehlern umgehen? Ergänzend dazu haben wir Lehrkräfte nach ihren „Best of“ im Umgängen mit Fehlern befragt: Welche Umgangsmöglichkeiten gibt es eigentlich?

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 48

Kurzcheck Non- und Paraverbales.

Wie prägt mein körperlicher Ausdruck die Fehlerkultur in meinem Unterricht? Anregungen und Tipps

Susanne Heinicke und Rosalie Heinen

„Handlung wird allgemein besser verstanden als Worte“, formulierte Charlie Chaplin. Und weil unsere Schülerinnen und Schüler also nicht nur unser gesprochenes Wort hören, sondern auch unsere Körpersprache lesen, bringen alle beide auch unsere Haltung zu Fehlern zum Ausdruck. Dieser Artikel beleuchtet die verschiedenen Möglichkeiten, wie unsere Reaktion auf Fehler im Unterricht das Gesagte unterstreichen, konterkarieren oder erweitern kann.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 54

Fehler bei der Anwendung von Fachmethoden.

Wie sich Fehler zum Training der Fachmethode

„Experimente planen“ nutzen lassen

Simon Schulte und Martin Ernst Kraus

Neben Fehlern beim Verständnis fachlicher Inhalte und Fehlvorstellungen spielen im Physikunterricht „prozedurale Fehler“, also Fehler bei der Anwendung von Fachmethoden eine große Rolle. Um Teilkompetenzen des Experimentierens zu üben, stellt der Artikel eine Doppelstunde zur Planung von Experimenten zum Thema Wechselschaltung vor. Im Zentrum stehen die Planung von Schaltungen sowie die Analyse fehlerhafter Schaltungen mithilfe von Arbeitsblättern und Puzzlekärtchen.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 57

Fehler beim Schätzen. (Un)realistische Ergebnisse anhand von Größenvorstellungen erkennen

Lisa Stinken-Rösner

Im Physikunterricht lernen die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Größen kennen, die ihnen aus dem Alltag nicht geläufig sind. Hier kann ein Schätzspiel hilfreich sein, das mit Karten, als App am Smartphone oder als lehrreiche Challenge im Unterricht gespielt werden kann. Plakate oder Kärtchen helfen den Lernenden, die Werte verschiedener Größen bekannten Situationen zuzordnen. So können sie die Ergebnisse aus Berechnungen besser einschätzen und mögliche Fehler leichter selbst erkennen.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 64

Fehler in Klassenarbeiten.

Lernförderliche Korrektur von Fehlern

Ralph Hepp

Die Korrektur einer Klassenarbeit sollte nicht nur als Fehlersuche verstanden werden. Rückmeldungen der Lehrkraft über den Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler sollten beispielsweise auch positiv ausfallen, wenn eine Aufgabe besonders gut bearbeitet wurde. Es wird gezeigt, wie häufig auftretende Fehler bei der Beprechung der Klassenarbeit geklärt werden können. Ebenso wird in diesem Artikel beschrieben, wie sich Fehler seitens der Lehrkraft bei der Korrektur vermeiden lassen.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 68

Special Inklusion.

Fehler, Erfolg und Misserfolg mit besonderem Blick auf besondere Kinder und Jugendliche

Larissa Fühner, Susanne Heinicke und Lisa Rott

Ein Lernen aus Fehlern wird u. a. durch emotionale Aspekte beeinflusst, wie z. B. durch das Vertrauen in uns selbst oder durch die Bedeutung, die dem anstehenden Lernprozess beigemessen wird. Anhand einzelner Fallbeispiele aus inklusivem Unterricht wird die Bedeutung des Umgangs mit Fehlern insbesondere für Lernende mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf aufgezeigt. Zudem werden Handlungsoptionen beschrieben, die vor allem Förderlehrkräfte anwenden, um Lernende zu ermutigen.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 71

Lernen an fehlerhaftem Material.

Beispiele für unterschiedliche Methoden und Materialien

Martin Ernst Kraus

Zur Diskussion über Fehler im Unterricht eignet sich sowohl fehlerhaftes Material aus Schulbüchern, Filmen und anderen Medien als auch selbst herbeigeführte Fehler der Lehrkraft. In diesem Artikel werden nützliche Beispiele vorgestellt. Anhand von Tandembögen wird eine Unterrichtseinheit vorgeschlagen, die Fehler beinhaltet und den Schülerinnen und Schülern einen kritischen Blick auf die Musterlösung einer Aufgabe lehren kann.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 74

Fehler als Auslöser von Lernprozessen.

Fehler nutzen, um ein tieferes Verständnis zu erlangen

Julia Hiniborch, Knut Wille und Gunnar Friege

Für einen variantenreicheren Umgang mit Fehlern im Unterricht werden in diesem Beitrag zwei Möglichkeiten vorgestellt, die Fehler als Lernanlass benutzen. Das Methoden-Werkzeug „Lernen aus Fehlern“, bei dem fehlerhaftes Material eingesetzt wird, kann auch in kurzen Übungsphasen eingesetzt werden, wohingegen der Unterrichtsansatz „Productive-Failure“ zunächst eine längere Problemlöse-Phase vorsieht, bei der Fehler gemacht werden, bevor darauf aufbauend die Fachinhalte vermittelt werden.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 78

Förderung der Fehlerkultur bei mathematischen Aufgaben.

Einstieg in eine Unterrichtsreihe zu den Kepler'schen Gesetzen und zum Gravitationsgesetz

Ute Rühling

Der Verlust der Raumsonde „Mars Climate Orbiter“ im Jahr 1999 wird als Einstieg in eine Unterrichtsstunde genutzt, um einer neuen Schülergruppe die Erwartungen der Lehrkraft und die Notwendigkeit einer formalen Notation darzustellen. Die Aufgaben sind so gestellt, dass auch leistungsschwache Schülerinnen und Schüler sie lösen können und zur Mitarbeit aufgefordert werden. Gleichzeitig werden Regeln für ein wertschätzendes Feedback und für den zukünftigen Umgang mit Fehlern formuliert.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 82

Wissen, was etwas nicht ist.

Fehler als negatives Wissen und Verneinungen in der Physik

Martin Ernst Kraus

Die Erkenntnisse aus Experimenten oder anderen Unterrichtsmethoden werden häufig als Merksätze im Schulheft aufgeschrieben. Damit können Fehlvorstellungen von Schülerinnen und Schülern aber nur teilweise behoben werden. Denn auch Verneinungen von Aussagen beinhalten Wissen, das häufig nicht schriftlich festgehalten wird. Dieses negative Wissen kann jedoch dazu, Fehler künftig zu vermeiden. In diesem Artikel werden Lehrkräfte an Beispielen für dieses Thema sensibilisiert.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 87

Leistung – aber sicher! Ein Schülerprojekt mit offenen Aufgaben zur Elektrik und zur Sicherheit im Alltag

Katharina Stein und Frank Fiedler

Warum „will“ mein Nudelwasser einfach nicht kochen? Wann „fliegt“ eine Sicherung heraus, und was „macht“ eigentlich ein FI-Schalter? Wir stellen Materialien für ein Schülerprojekt oder eine Unterrichtseinheit für die Sekundarstufe I zu Alltagsfragen rund um Haushaltsgeräte und Sicherungen vor. Sie ermöglichen durch den Alltagsbezug und das selbständige Arbeiten mit offenen Aufgaben eine nachhaltige Sicherung der physikalischen Konzepte, die die Schülerinnen und Schüler zuvor im Rahmen der Elektrizitätslehre kennengelernt haben.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 90

Spanish Burton – ein Flaschenzug aus der Seefahrt.

Versuchskartei

Thomas Rubitzko

Der „Spanish Burton“ ist durch seine wenigen Rollen eine relativ reibungsarme Variante eines Flaschenzugs und wird zum Anlass genommen, die „Goldene Regel der Mechanik“ experimentell von den Schülerinnen und Schülern untersuchen zu lassen. So kann das newtonsche Kraftkonzept auch ohne irreführende Merksätze verstanden werden.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 97

Die blinkende Glühlampe: ein quantitativer Einstieg in die Wechselstromlehre.

Versuchskartei

Patrik Vogt

Den Schülerinnen und Schülern wird erzählt, dass Haushaltsgeräte mit einer Wechselspannung betrieben werden und, dass deshalb eine ständige Umpolung geschieht, die wir aber mit unseren Augen nicht registrieren können. Hier wird erklärt, wie es doch möglich ist, mithilfe unserer Smartphones die Helligkeitsschwankung einer Lampe aufzunehmen und diese Aussage zu verifizieren.

UNTERRICHT PHYSIK 31-2020 | Nr. 177/178, Seite 97