

## *Chefredakteur*

Prof. Dr. SEBASTIAN KUNTZE  
Ludwigsburg  
Telefon 07141 140826  
*Sebastian.Kuntze@mnu.de*

## *Herausgeber/innen*

### **Mathematik**

Prof. Dr. CHRISTINA DRÜKE-NOE  
Weingarten  
Telefon 0751 5018174  
*Christina.Drueke-Noe@mnu.de*

StD MICHAEL RÜSING  
Essen  
Telefon 0201 368827  
*Michael.Ruesing@mnu.de*

### **Informatik**

Dr. PEER STECHERT  
Schönkirchen  
Telefon 0431 66945154  
*Peer.Stechert@mnu.de*

### **Biologie**

StD JOACHIM BECKER  
Dormagen  
Telefon 02133 93468  
*Joachim.Becker@mnu.de*

Prof. Dr. DITTMAR GRAF  
Gießen  
Telefon 0641 9935502  
*Dittmar.Graf@mnu.de*

### **Chemie**

Prof. Dr. INSA MELLE  
Dortmund  
Telefon 0231 7552933  
*Insa.Melle@mnu.de*

StD MARKUS SEITZ  
Mannheim  
Telefon 0621 821080  
*Markus.Seitz@mnu.de*

### **Physik**

Dr. JÖRN GERDES  
Bremen  
Telefon 0421 393080  
*Joern.Gerdes@mnu.de*

Prof. Dr. HEIKE THEYSSSEN  
Essen  
Telefon 0201 1833338  
*Heike.Theyssen@mnu.de*

### **Technik**

Dr. MARTIN FISLAKE  
Koblenz  
Telefon 0261 2872451  
*Martin.Fislake@mnu.de*

## *Editorial*

355 SEBASTIAN KUNTZE  
Digitalisierung und Digitalität im MINT-Unterricht

## *MNU-Standpunkt*

356 HANS-JÜRGEN ELSCHENBROICH  
Digitalisierung oder Digitalität?

## *Aus Bildung und Wissenschaft*

358 JOHANNES HUWER – THOMAS IRION – SEBASTIAN KUNTZE – STEFFEN SCHAAL –  
CHRISTOPH THYSSEN  
Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als  
technisches Wissen

## *Schulpraxis*

365 BENEDIKT BREUCH  
Programmieren lernen mit Drohnen

369 CHRISTIAN SIEGEL  
Internet of Things – Eine Unterrichtseinheit

375 NINA WOLF – DITTMAR GRAF  
SOIL – Ein Planspiel zur Förderung nachhaltigen Denkens und Handelns

380 JULIAN ROTH-BRENNECKE – DITTMAR GRAF  
Diagnose und Förderung im Biologieunterricht – die Lernumgebung SELECTIVE

385 CANDY WALTER  
Ein Vorschlag zur interaktiven Einführung von Hüllkurven

390 HEINZ SCHUMANN  
Raumgeometrisches Entdecken: Billard im Tetraeder

## *Experimentiervorschläge*

397 RAINER RÖPKE  
Die diskontinuierliche Atmung von Mehlwurmlarven

402 MARTIN BUCHHOLD  
Spieglein, Spieglein an der Wand ...

## *Zur Diskussion gestellt*

408 AXEL EICHHORN – THORID RABE – OLAF KREY  
„Jetzt fangen die Physiker aber das Spinnen an“

413 MONIKA FÜHRER – JOACHIM ZDZIEBLO – ANDREAS KOMETZ (†)  
Digitale Medien im experimentellen Chemieunterricht

420 JOHANNES HUWER – LUISA LAUER – LAURA DÖRRENBÄCHER-ULRICH –  
FRANZISKA PERELS – CHRISTOPH THYSSEN  
Chemie neu erleben mit Augmented Reality

## *Aktuelles aus dem Förderverein*

428 Neue Mitglieder

## *Informationen/Tagungen*

430 „Big Data“ als fächerübergreifendes Thema: Anregungen und Materialien für  
den MINT-Unterricht – Bundesweiter Wettbewerb Physik – Reisestipendien  
Deutsches Museum München

437 *Aufgaben*

439 *Besprechungen*

440 *Vorschau*



# Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen

JOHANNES HUWER – THOMAS IRION – SEBASTIAN KUNTZE – STEFFEN SCHAAL – CHRISTOPH THYSSEN

Digitalisierung ist ein Schlagwort im bildungswissenschaftlichen Diskurs und nur allzu häufig werden vorwiegend technologiebezogene Herausforderungen thematisiert. Der digitale Wandel vollzieht sich jedoch als gesamtgesellschaftliche Veränderung. MINT-Lehrkräfte sind daher gefordert, mit den rasanten technologischen Entwicklungen in der jeweiligen Fachwissenschaft, mit zunehmend vielfältigen Lehr-Lerntechnologien, aber auch mit sich wandelnden Informations- und Kommunikationswegen der Heranwachsenden Schritt zu halten. Mit dem TPaCK-Modell existiert eine Modellierung von Voraussetzungen im Bereich des Professionswissens von Lehrkräften, das technologische Wissensbestandteile in Bezug zu traditionellem Lehrerprofessionswissen setzt. Im Artikel wird vorgeschlagen das TPaCK-Modell um Wissensbestandteile zu kulturellen Digitalitätstransformationen zu ergänzen und das TPaCK-Modell so zu einem DPaCK-Modell zu erweitern. Bezogen auf dieses Wissen erfordert Digitalität im MINT-Unterricht zusätzlich spezifische Analysekompetenzen. Als Grundlage für die Aus- und Weiterbildung von MINT-Lehrkräften wird ein Modell zur Beschreibung von Wissens- und Kompetenzfacetten zur Diskussion gestellt.

# Wie fliegende Roboter dazu genutzt werden können, Lerner/innen problembasiertes Programmieren beizubringen



---

BENEDIKT BREUCH

---

Im folgenden Beitrag werden die technischen Spezifikationen einer Drohne vorgestellt, gefolgt von einem Unterrichtskonzept und einer Reflexion eines praktischen Beispiels einer Unterrichtseinheit, in der die Schüler/innen ihre ersten Programmierfähigkeiten erwerben. Abschließend wird ein Fazit gezogen.

# Internet of Things



## Eine Unterrichtseinheit für den Informatikunterricht im Jahrgang 10

---

CHRISTIAN SIEGEL

---

Das Thema „Internet of Things“ erweist sich durch die Verbindung von praktischer und theoretischer Arbeit - gekoppelt mit der direkten Sichtbarkeit des Programmierergebnisses – als ausgesprochen spannend und motivierend für Schüler/innen. Dieser Artikel beschreibt einen Unterricht im Fach Informatik, der im Wahlpflichtbereich einer Hamburger Stadtteilschule im Jahrgang 10 durchgeführt wurde. Es wird auf die Voraussetzungen des Unterrichtsgangs sowie alternative Möglichkeiten und Projekt eingegangen und Arbeitsblätter mit Aufgaben und Lösungen exemplarisch vorgestellt.

# SOIL – Ein Planspiel zur Förderung nachhaltigen Denkens und Handelns



---

NINA WOLF & DITTMAR GRAF

---

Im Beitrag werden zunächst einige erklärende und einordnende Angabe zum Nachhaltigkeitskonzept gemacht. Anschließend wird ein browserbasiertes Planspiel vorgestellt, das dazu beitragen soll, Schülerinnen und Schülern der höheren Klassen der Sekundarstufe I das Nachhaltigkeitskonzept nahezubringen.



# Diagnose und Förderung im Biologieunterricht

## Die Lernumgebung SELECTIVE

---

JULIAN ROTH-BRENNECKE – DITTMAR GRAF

---

Es wird eine neuartige Software vorgestellt, mit deren Hilfe Schülervorstellungen zum Thema Evolution erhoben und wissenschaftliche Vorstellungen gefördert werden können. Die Beteiligten sollen mit Hilfe von vorgefertigten Textbausteinen Aussagen zur evolutionären Anpassung generieren. Sie bekommen zu jedem gewählten Textbaustein spezifische Rückmeldungen. Das netzbasierte Programm kann von jeder Lehrkraft nach Anmeldung zur Diagnose und zur Förderung genutzt werden.

# Ein Vorschlag zur interaktiven Einführung von Hüllkurven



---

CANDY WALTER

---

Die hier beschriebenen Unterrichtsstunden zeigen eine Möglichkeit für die Einführung von Hüllkurven am Beispiel eines Internetbeitrags. Die dort aufgeworfene Fragestellung „*Passt der Van in die Garage?*“ lässt sich mithilfe der mathematischen Modellierung eines schwingenden Garagentors als Funktionenschar und der Herleitung der durch die Scharbewegung entstehenden Hüllkurve beantworten. Durch die Bewegung der Geraden können die Schüler/innen die Hüllkurve als „*ein-hüllende Randkurve*“ mit GeoGebra interaktiv entdecken und die Hüllfunktion mit ihrem grafikfähigen Taschenrechner (GTR) bestimmen.

# Raumgeometrisches Entdecken: Billard im Tetraeder



---

HEINZ SCHUMANN

---

Die Nutzung Dynamischer Raumgeometrie-Systeme (DRGS) erschließt den Schüler/inne/n im Kontext des entdeckenden Lernens neue raumgeometrische Themen, die nicht Inhalt der auf die ebene Geometrie und auf geometrische Berechnungen fokussierten Bildungspläne sind. Ein solches formenkundliches Thema ist das Billard in konvexen Polyedern. Das Entdecken besonderer Billardbahnen im Tetraeder, dem einfachsten konvexen Polyeder, eignet sich für raumgeometrische Aktivitäten außerhalb des Regelunterrichts ab der Klassenstufe 10; es ist gleichbedeutend mit dem Entdecken der einbeschriebenen räumlichen Vielecke minimalen Umfangs. Dabei unterstützen heuristische Methoden das experimentelle Arbeiten mit DRGS. Raumgeometrische Kenntnisse kommen zur Anwendung, und die Raumvorstellungsfähigkeit wird geübt. Die Entdeckung von Aussagen hat Vorrang.





# Die diskontinuierliche Atmung von Mehlwurmlarven

## Versuche mit der manometrischen Methode nach Warburg

---

RAINER RÖPKE

---

Atmungsversuche mit Mehlwurmlarven (*Tenebrio molitor*) zeigen, dass ein häufiger Wechsel zwischen Druckabfall und -anstieg nachzuweisen ist. Der Druckabfall verläuft in der Regel langsam und gleichmäßig im Halbstundenrhythmus. Der Druckanstieg äußert sich meistens in einem plötzlichen Gasausstoß, der kurzzeitig und stark verläuft. Diskontinuierlicher Gaswechsel kommt bei Insekten häufig vor. Zwischen Druckabfall- und anstieg findet meistens eine Kompensation statt.

# Spieglein, Spieglein an der Wand ...



Physikalisch fachwissenschaftliche und fachdidaktische Anmerkungen  
zu einem oftmals falsch dargestellten Sachverhalt

---

MARTIN BUCHHOLD

---

Bezogen auf die Wärmedämmung der Thermoskanne wird die in populärwissenschaftlichen Beiträgen und Schulbüchern häufig zu beobachtende, fehlerhafte Darstellung der Wirkungsweise metallisierter Oberflächen aufgezeigt. Die Reduktion auf das tradierte Erklärungsmuster Reflexion führt in vielen Anwendungsbereichen zu Falschaussagen. Der Artikel versucht den Sachverhalt differenziert darzustellen. Schulversuche werden vorgestellt, die die zentralen Aussagen untermauern. Didaktische Bemerkungen zur unterrichtlichen Umsetzung beschließen die Ausführungen.

# „Jetzt fangen die Physiker aber das Spinnen an“



## Kostenlose Nachhilfe auf YouTube – eine kritische Auseinandersetzung

---

AXEL EICHHORN – THORID RABE – OLAF KREY

---

YouTube bietet mittlerweile ein schier unüberschaubares Angebot an kostenlosen Nachhilfevideos, das von immer mehr Schüler/inne/n genutzt wird. Aber haben diese Videos wirklich das Potenzial nachzu*helfen*? In diesem Beitrag werden exemplarisch die Ergebnisse einer Analyse solcher Nachhilfevideos sowie Schülerperspektiven auf diese Videos vorgestellt, die eine andere Schlussfolgerung zulassen.

# Digitale Medien im experimentellen Chemieunterricht



Was halten CHEM<sub>2</sub>DO<sup>®</sup>-geschulte Chemielehrkräfte vom Einsatz digitaler Medien im Unterricht?

MONIKA FÜHRER – JOACHIM ZDZIEBLO – ANDREAS KOMETZ (†)

Im Rahmen einer Online-Umfrage wurde in Kooperation mit dem Chemieunternehmen WACKER ermittelt, ob Chemielehrer/innen bereit sind, digitale Medien im experimentellen Chemieunterricht einzusetzen. Die Ergebnisse der explanativen Studie zeigen: Die befragten Lehrer/innen sind bereit, digitale Medien verstärkt im Unterricht zu nutzen, insbesondere multimedial aufbereitete Teilchenmodelle und Anwendungsbeispiele. Der Verwendung privater, mobiler Geräte stehen sie jedoch skeptisch gegenüber.

# Chemie neu erleben mit Augmented Reality



## Neue Möglichkeiten der individuellen Förderung

JOHANNES HUWER – LUISA LAUER – LAURA DÖRRENBÄCHER-ULRICH – FRANZISKA PERELS – CHRISTOPH THYSSEN

Dieser Beitrag befasst sich am Beispiel der Augmented Reality (AR, erweiterte Realität) mit dem Einsatz Digitaler Medien über Tablets beim Experimentieren im Chemieunterricht. Der Aufbau einer AR-zentrierten Lernumgebung zu chemischen Experimenten wird vor dem Hintergrund von Lernerfolg, Motivation und Selbstbestimmung erläutert. Es werden die Ergebnisse einer empirischen Studie zum Vergleich mit analogen Medien dargelegt, nach welcher AR als vielversprechendes Hilfsmittel zur Visualisierung im Chemieunterricht angesehen werden kann.