

## *Chefredakteur*

Prof. Dr. SEBASTIAN KUNTZE  
Ludwigsburg  
Telefon 07141 140826  
[Sebastian.Kuntze@mnu.de](mailto:Sebastian.Kuntze@mnu.de)

## *Herausgeber/innen*

### **Mathematik**

StD MICHAEL RÜSING  
Essen  
Telefon 0201 368827  
[Michael.Ruesing@mnu.de](mailto:Michael.Ruesing@mnu.de)

### **Informatik**

Dr. PEER STECHERT  
Schönkirchen  
Telefon 0431 66945154  
[Peer.Stechert@mnu.de](mailto:Peer.Stechert@mnu.de)

### **Biologie**

StD JOACHIM BECKER  
Dormagen  
Telefon 02133 93468  
[Joachim.Becker@mnu.de](mailto:Joachim.Becker@mnu.de)

Dr. ANNA BENIERMANN  
Berlin  
Telefon 030 209398305  
[Anna.Beniermann@mnu.de](mailto:Anna.Beniermann@mnu.de)

### **Chemie**

Prof. Dr. INSA MELLE  
Dortmund  
Telefon 0231 7552933  
[Insa.Melle@mnu.de](mailto:Insa.Melle@mnu.de)

StD MARKUS SEITZ  
Mannheim  
Telefon 0621 45479260  
[Markus.Seitz@mnu.de](mailto:Markus.Seitz@mnu.de)

### **Physik**

Dr. MARITA KRÖGER  
Bremen  
Telefon 0421 36114447  
[Marita.Kroeger@mnu.de](mailto:Marita.Kroeger@mnu.de)

Prof. Dr. HEIKE THEYSSEN  
Essen  
Telefon 0201 1833338  
[Heike.Theysen@mnu.de](mailto:Heike.Theysen@mnu.de)

### **Technik**

Prof. Dr. SEBASTIAN GORETH  
Innsbruck  
Telefon (+)43 664 88752214  
[Sebastian.Goreth@mnu.de](mailto:Sebastian.Goreth@mnu.de)

## *Editorial*

- 355 SEBASTIAN KUNTZE  
Simulieren und Beobachten im Unterricht der MINT-Fächer

## *Aus Bildung und Wissenschaft*

- 356 NINA JANßEN – MICHAEL EWIG  
Zur Zukunft eines Gemeinsamen Referenzrahmens für Naturwissenschaften

## *Schulpraxis*

- 360 SIMEON WALLRATH – ALEXANDER ENGL – NIKLAS ERDMANN – JONAS KOLLMEN –  
DORINA STRIETH – BJÖRN RISCH  
Mikrocontroller als Low-Cost Technologie: Monitoring von Wachstumsparametern  
bei Mikroalgen in einem 3D-gedruckten IoT-Photobioreaktor
- 365 MARTINA CAVELTI  
Eis schmelzen in Salz- und Süßwasser
- 373 ELENA KROIS – CHRISTIAN HECHENBERGER – SEBASTIAN GORETH  
Raumluftqualität als Klammer für einen authentischen MINT-Unterricht
- 380 MARIO SCHMIEDEBACH – CLAAS WEGNER  
Wenn Bremse und Gaspedal des Zellzyklus versagen
- 384 DITTMAR GRAF  
Gibt es in der Evolution einen Trend zur Komplexität?
- 387 JONAS TILLMANN – MADS REHER – CLAAS WEGNER  
Stop Dreaming Start Coding
- 393 RUDOLF HRACH  
Das Rauten-Gestänge
- 398 JENS MERKLE  
Berechnung eines Näherungswertes für den Erdradius
- 401 HANS-JÜRGEN ELSCHENBROICH – WILFRIED DUTKOWSKI  
„Erfolgreicher Mathematikunterricht mit dem Computer“ vor 25 Jahren und  
heute (Teil 1)
- 407 TOM JUNGBLUTH – CEM AYDIN SALIM – SILKE MIKELSKIS-SEIFERT – JOSEF KÜNSTING  
Schwimmen und Sinken digital verstehen

## *Experimentiervorschläge*

- 413 NILS HAVERKAMP – ALEXANDER PUSCH – MARKUS GREGOR – STEFAN HEUSLER  
Low-Cost Schülerexperimente zur Wellenoptik

## *Zur Diskussion gestellt*

- 421 SUSANNE PREDIGER – BÄRBEL BARZEL – STEPHAN HUSSMANN – TIMO LEUDERS  
Durchgängigkeit von Darstellungen und Vorstellungen für den nachhaltigen  
Verständnisaufbau: Spiralcurriculum praktisch gewendet

## *Aktuelles aus dem Förderverein*

## *Informationen/Tagungen*

## *Aufgaben*

## *Besprechungen*

## *Vorschau*



# Zur Zukunft eines Gemeinsamen Referenzrahmens für Naturwissenschaften



Ein Abgleich des GeRRN mit Bildungsplänen des Faches Biologie sechs europäischer Länder

---

NINA JANßEN – MICHAEL EWIG

---

Für die Wiederaufnahme einer europaweiten Perspektive des Gemeinsamen Referenzrahmens Naturwissenschaften (GeRRN) wurde dieser mit den Bildungsplänen sechs europäischer Länder inhaltsanalytisch verglichen. Trotz vieler Übereinstimmungen ergaben sich auch inhaltliche sowie zeitliche Abweichungen hinsichtlich einiger Kompetenzen. Dieser Beitrag befasst sich mit einer möglichen Weiterentwicklung des Referenzrahmens auf Basis der durchgeführten Vergleiche.

# Mikrocontroller als Low-Cost Technologie:



## Monitoring von Wachstumsparametern bei Mikroalgen in einem 3D-gedruckten IoT-Photobioreaktor

//////  
SIMEON WALLRATH – ALEXANDER ENGL – NIKLAS ERDMANN – JONAS KOLLMEN – DORINA STRIETH – BJÖRN RISCH  
//////

Mikrocontroller ermöglichen Umweltparameter mittels gekoppelter Sensoren in Echtzeit zu erfassen, auszuwerten und zu visualisieren. Im Beitrag wird die Entwicklung eines selbstkonstruierten und 3D-gedruckten Photobioreaktors für die Kultivierung von Mikroalgen vorgestellt. Die erhobenen Sensordaten werden als Teil des *Internet of Things* (IoT) online zugänglich gemacht. Die Anwendung des Reaktors im (außer)schulischen Unterricht fördert Bereiche der *Technology* und *Digital Literacy* (UNESCO, 2018).

# Eine Lerngelegenheit zum genauen Beobachten und Skizzieren



---

MARTINA CAVELTI

---

Ohne Betrachten bzw. Beobachten sind Stoffeigenschaften bzw. Stoffveränderung nicht wahrzunehmen, weshalb genaues Betrachten und Beobachten für den Anfangsunterrichts der Chemie eine wichtige Untersuchungsmethode der Erkenntnisgewinnung darstellt. Die vorgestellte Lerngelegenheit ermöglicht genaueres Beobachten durchs Skizzieren einer Alltagssituation. Durch Skizzieren und Verbalisieren werden Beobachtungen fokussierter gemacht, wodurch wesentliche Merkmale eines Phänomens erfasst werden.

# Raumluftqualität als Klammer für einen authentischen MINT-Unterricht



Fertigen, Programmieren, Warten, Auswerten, Lösungsvorschläge ausarbeiten

---

ELENA KROIS – CHRISTIAN HECHENBERGER – SEBASTIAN GORETH

---

Informatorische Inhalte werden im technischen Unterricht häufig durch den Bau von Robotern vermittelt. Der Thematik der Raumluftqualität gegenüber sind gerade Schülerinnen oftmals weniger voreingenommen. Zudem bietet sie die Möglichkeit einen authentischen MINT-Unterricht darzustellen, bei dem alle Fachbereiche tragend zum Einsatz kommen, um eine altersgerechte Problemstellung zu bearbeiten.

Dieser Beitrag führt in die Thematik Raumluftqualität ein und stellt ein Unterrichtsetting vor. Ergänzend werden Erfahrungen aus dem Projekt *DIGIdat* diskutiert. Alle Materialien sind frei zugänglich und sollen einen innovativen, authentischen MINT-Ansatz verfolgen.

# Wenn Bremse und Gaspedal des Zellzyklus versagen



Erarbeitung der Zellzykluskontrolle am Beispiel von ras und p53 mit einem Tischlegemodell

---

MARIO SCHMIEDEBACH – CLAAS WEGNER

---

Die Zahl der Krebserkrankungen steigt stetig an und in Deutschland ist etwa jeder vierte Tod auf Krebs zurückzuführen. Proto-Onkogene und Tumorsuppressorgene stellen normalerweise gut funktionierende Regulationsmechanismen dar; in diesem Beitrag erarbeiten die Lernenden die molekularbiologischen Mechanismen zwei solcher Gene anhand eines Tischlegemodells, um die Folgen von Mutationen in diesen Genen für den Zellzyklus in einem Schaubild darzustellen.

# Gibt es in der Evolution einen Trend zur Komplexität?



---

DITTMAR GRAF

---

Im Beitrag wird der Frage nachgegangen, ob es in der Evolution einen Trend zur Höherentwicklung gibt. Es werden eine analoge sowie eine digitale Simulation für den Biologieunterricht vorgestellt. Diese sollen dabei helfen, zu verstehen, wie unter bestimmten Rahmenbedingungen zufällige Prozesse zur Entwicklung von Komplexität bei Organismen führen. Die digitale Simulation wurde mithilfe der Tabellenkalkulationssoftware Excel erstellt. Die Formeln, die den Berechnungen zugrunde liegen, werden erläutert.

# Stop Dreaming Start Coding



## Programmieren lernen mit einer selbstentwickelten Lernsoftware

---

JONAS TILLMANN – MADS REHER – CLAAS WEGNER

---

Um mit Schüler/innen in den spannenden Bereich der Mikrocontroller einzusteigen, bedarf es oft einer Flut von Arbeitsmaterialien: Infoblätter für die verschiedenen Bauteile und die Grundlagen der Programmierung, Arbeitsaufträge, Schaltpläne, einen Spickzettel für gelernte Funktionen und verschiedene Programmcode-Beispiele. Um später wieder auf die Ergebnisse zugreifen zu können, muss der erstellte Programmcode mit aussagekräftigem Namen an der richtigen Stelle gespeichert werden. Sollen die Schüler/innen zuhause an den Aufgaben weiterarbeiten, müssen sie die Arbeitsmaterialien wie Mikrocontroller und elektronische Bauteile ausleihen können. Zudem müssen die Arbeitsmaterialien in ausreichender Anzahl in der Schule vorhanden sein.

Die in diesem Artikel vorgestellte Lernsoftware soll viele dieser Probleme angehen und die Unterrichtsvorbereitung allgemein erleichtern. Alle Arbeitsmaterialien liegen gebündelt in der Lernsoftware vor und werden passend zur gewählten Lektion angezeigt. Ein Code-Editor ermöglicht die Programmierung, wobei der Programmcode sowohl auf den Mikrocontroller übertragen als auch auf einem internen Simulator ausgeführt werden kann. Dieser Simulator enthält 3D-Versionen der jeweiligen Aufbauten, sodass der Programmcode, wenn zusammen mit dem realen Mikrocontroller gearbeitet wird, schnell getestet aber auch ohne Hardware gearbeitet werden kann. Die Ergebnisse jeder Aufgabe werden automatisch zusammen mit der Lernsoftware gespeichert. So können die Schüler/innen ihre Ergebnisse in nur einem Ordner mit nach Hause nehmen und dort nahtlos weiterarbeiten.



# Das Rauten-Gestänge



---

RUDOLF HRACH

---

Das Rauten-Gestänge (RG) besteht aus mehreren Gelenk-Rauten, also Rauten, deren Seiten in den Endpunkten gelenkig miteinander verbunden sind. Befinden sich in der untersten Lage  $n$  Gelenk-Rauten, so in der darüber liegenden  $n - 1$  usw., das RG ist also baumartig aufgebaut. Bewegt man ein Gelenk, so verändern sich die benachbarten Gelenke mit. Das RG kann mit GeoGebra simuliert und die Positionen der einzelnen Gelenke können mit EXCEL berechnet werden. Dies lässt sich mit schulischen Methoden erreichen. Das RG lässt sich mit 3D Druck-Elementen bauen.

# Berechnung eines Näherungswertes für den Erdradius



---

JENS MERKLE

---

In dem Artikel geht es nicht hauptsächlich darum, einen exakten Wert für den Erdradius zu bestimmen. Es wird dargestellt, wie man durch Messungen an einem Ort einen Wert in der Größenordnung des Erdradius erhalten kann.

# „Erfolgreicher Mathematikunterricht mit dem Computer“ vor 25 Jahren und heute



Gedanken zum Buch von VOLKER HOLE von 1998 (Teil 1)

---

HANS-JÜRGEN ELSCHENBROICH – WILFRIED DUTKOWSKI

---

Vor 25 Jahren hat VOLKER HOLE sein Buch „Erfolgreicher Mathematikunterricht mit dem Computer“ veröffentlicht. Die Diskussion zum Computereinsatz war geprägt durch eine eher akademische Diskussion um Fachdidaktik und Allgemeinbildung auf der einen Seite und durch isolierte schulische Leuchtturmprojekte bei einer weit verbreiteten Skepsis der Lehrkräfte andererseits.

In diesem Beitrag werden grundlegende didaktische Prinzipien zur Organisation des Unterrichts mit digitalen Mathematikwerkzeugen aufgezeigt und an exemplarischen Aufgaben von HOLE versucht, sein Werk fortzuschreiben und neue Akzente zu setzen.

# Schwimmen und Sinken digital verstehen



Untersuchung des Schwimmverhaltens von Körpern im Comic Lab „Mission Aqua“

---

TOM JUNGBLUTH – CEM AYDIN SALIM – SILKE MIKELSKIS-SEIFERT – JOSEF KÜNSTING

---

In diesem Beitrag wird das Comic Lab „Mission Aqua“ vorgestellt, ein webbasierter Comic mit Simulationen zum Experimentieren, mit dem Schüler/innen die Forschungsfrage „*Warum schwimmen, schweben oder sinken Körper im Wasser?*“ untersuchen. Ziel ist es, ein tieferes Verständnis für die Dichte und Modellierung des Schwimmverhaltens über dieses Konzept aufzubauen. Ein Element der Modellierung ist die simulierte Dichtematrix, die Vergleiche zwischen der Dichte des untersuchten Körpers und der Dichte des Mediums, in das dieser Körper eingetaucht ist, ermöglicht.

# Low-Cost Schülerexperimente zur Wellenoptik



Ein modulares 3D-gedrucktes Experimentierset

---

NILS HAVERKAMP – ALEXANDER PUSCH – MARKUS GREGOR – STEFAN HEUSLER

---

In diesem Beitrag wird ein Low-Cost-Experimentierset aus dem 3D-Drucker vorgestellt, mit welchem u.a. ein Michelson-Interferometer für quantitative Messungen, ein Mach-Zehnder-Interferometer und auch weitere Experimente der Oberstufe modular als Schülerexperiment umgesetzt werden können.

# Durchgängigkeit von Darstellungen und Vorstellungen für den nachhaltigen Verständnis- aufbau: Spiralcurriculum praktisch gewendet



---

SUSANNE PREDIGER – BÄRBEL BARZEL – STEPHAN HUSSMANN – TIMO LEUDERS

---

Wer langfristig denkt und plant, trifft andere didaktische Entscheidungen. Denn für nachhaltigen Verständnisaufbau sind andere Schwerpunktsetzungen relevant als bei Ansätzen, die für kurzfristige Aufgabenbewältigung optimiert sind. Der Artikel diskutiert an Beispielen das Durchgängigkeitsprinzip, das das Spiralprinzip weiterführt mit seinen Teilprinzipien des Anknüpfens und der Fortsetzbarkeit, hierbei aber nicht die fundamentalen Ideen ins Zentrum rückt, sondern durchgängige Darstellungen und Vorstellungen.