

### Nichtlineare Physik Experimentierset – oder: „Wie kommen neue Inhalte in die Schule?“

Im Projekt NiliPhEx (**N**ichtlineare **P**hysik **E**xperimentierset) wurden 60 selbstentwickelte Experimentiersets an Schulen im gesamten Bundesgebiet verteilt. Neben der Entwicklung und schulischen Erprobung dieses Experimentiersets wurde auch evaluiert, ob es gelingen kann, auf diesem Weg neue Entwicklungen aus der Physikdidaktik in die Schule zu transferieren. Dem Entwicklungs- und Erprobungsprozess vorangegangen ist eine Expertenbefragung unter 27 Fachwissenschaftler\_innen (Haupt & Nordmeier, 2012) sowie eine Bedarfsanalyse unter 108 zufällig ausgewählten Berliner Lehrer\_innen (Haupt & Nordmeier, 2014).

#### Rahmenbedingungen

Das Experimentierset NiliPhEx besteht aus zwölf Experimenten zu den Themenbereichen *Granulare Materie* und *Strukturbildung*, wobei sechs der Experimente in halber Klassensatzstärke enthalten sind (15-fache Ausführung). Die Teilnahme an der Erprobung von NiliPhEx war für die Schulen kostenfrei und die Materialien verbleiben im Nachgang in den Schulen. Die Sets wurden Mitte März 2015 an die Schulen verschickt und die Erprobung fand bis zum Beginn der jeweiligen Sommerferien 2015 statt.

Es haben sich 60 Schulen beteiligt, von denen 26 in Berlin liegen und die restlichen 34 über das gesamte Bundesgebiet verteilt sind. Von diesen 60 Schulen haben 58 (50 Gymnasien, sieben Sekundarschulen, ein Schülerlabor) an der abschließenden Online-Befragung teilgenommen (insgesamt 61 Lehrer\_innen)<sup>1</sup>. Die Verteilung auf Alter und Geschlecht ist in Abb. 1 dargestellt. Überraschend ist, dass die beteiligten Lehrer\_innen über die gesamte Altersspanne gleichmäßig verteilt sind. Wie zu erwarten, haben vorrangig Männer an der Evaluation teilgenommen, was in der entsprechenden Verteilung der Grundgesamtheit begründet liegt.

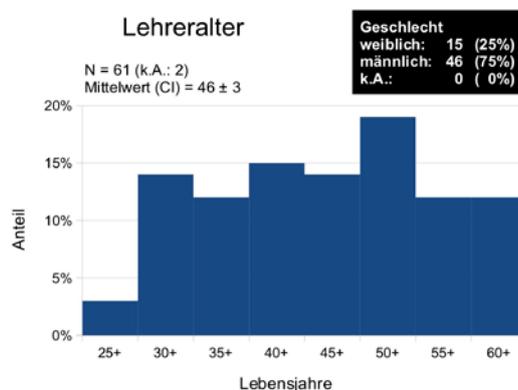


Abb. 1: Demographie der beteiligten Lehrer\_innen

#### Erhebung zum unterrichtlichen Einsatz

Insgesamt haben 45 der 61 Lehrer\_innen das Set in der Erprobungsphase eingesetzt.

Zur Bewertung der Einsatzreichweite wurde festgelegt, dass ein Einsatz des Experimentiersets die Nutzung von NiliPhEx mit einer konstanten Lerngruppe bezeichnet.<sup>2</sup> Die Auswertung der Rückmeldungen ergibt, dass NiliPhEx in insgesamt 523

<sup>1</sup> An drei Schulen haben zwei Lehrer\_innen an der Evaluation teilgenommen.

<sup>2</sup> D. h. auch, dass es z. B. als ein Einsatz gewertet wird, wenn das Set in vier Unterrichtsstunden hintereinander in einer Klasse eingesetzt wird, es sich aber um zwei Einsätze handelt, wenn das Set z. B. in zwei Klassen für jeweils eine Stunde eingesetzt wird.

Unterrichtsstunden eingesetzt wurde<sup>3</sup>, wovon 500 an Gymnasien stattfanden und lediglich 23 an Sekundarschulen.

Weitergehend wurde eine *Reichweite* der Einsätze definiert, die sich aus der Anzahl der Unterrichtsstunden multipliziert mit der Schüleranzahl ergibt (Tab. 1). Es zeigt sich, dass das Set am häufigsten im regulären Unterricht eingesetzt wurde. Dieser Befund ist in dem Sinne als Erfolg zu werten, als es sich bei der nichtlinearen Physik im Allgemeinen nicht um ein Themengebiet handelt, das im Rahmenlehrplan verankert ist. Da für die Erprobungsphase keine Vorgabe gegeben wurde, in welcher Klassenstufe die Experimente einzusetzen wären, wurde das Set sehr breit in den Klassenstufen 5–13 eingesetzt, wobei der Einsatzschwerpunkt (ca. 80 %) etwa gleichverteilt in den Klassenstufen 7, 8, 9, 10 und 12 lag.

Reichweite	Einsätze	Organisationsform
4389	48	regulärer Unterricht (Physik oder ähnl. Fach)
1291	9	Projektstage
500	5	Wahlpflicht AG
429	10	freiwillige AG
60	1	Vertretungsstunde

Tab. 1: Einsatzverteilung nach Organisationsform

### Motivation zur Teilnahme, Motive beim Nichteinsatz und Zukunftsperspektive

Eine Auflistung der genannten Gründe für die Teilnahme an der Erprobungsphase zeigt Tabelle 2. Insgesamt sind die beteiligten Lehrer\_innen vorrangig durch eine allgemeine Offenheit grundsätzlich interessiert und/oder für das spezifische Themenfeld Nichtlineare Physik. Dies ergibt ein konsistentes

Anzahl <sup>4</sup>	Motivation zur Teilnahme
23	grundsätzlich neugierig / interessiert an neuen Themen
22	Interesse am Thema / konkrete Umsetzung (4 davon nichtlineare Physik als Thema bekannt)
11	Motivation für Schüler_innen
7	Wahlfreiheit zu füllen
5	Experimentiermaterial kostenlos erhalten

Tab. 2: Warum haben Sie sich an der Erprobung für NiliPhEx beteiligt? (N = 61)

Bild zu den Antworten der 16 Lehrer\_innen, die das Set nicht eingesetzt haben. Diese haben folgende Gründe genannt (extrahiert aus Freitextantworten): 13 Lehrer\_innen gaben *Zeitmangel an* (6 davon *unspezifisch*, 4 davon *wegen der Priorisierung des Lehrplan* und 3 davon *aus Erkrankungsgründen*) und 3 Lehrer\_innen, dass sie *keinen passende/n Klasse/Kurs hatten*. Die Gründen für den Nichteinsatz sind alle struktureller Natur und nicht inhaltsbezogen. Interessanter ist insbesondere die Frage, ob und wie der Einsatz langfristig wirkt. Dazu konnten zum aktuellen Zeitpunkt nur prospektive Fragen gestellt werden. Die Antworten darauf erscheinen aber äußerst vielversprechend: Auf die Frage, *ob die Lehrer\_innen planen Elemente von NiliPhEx auf Ihren schulinternen Lehrplan (Schulcurriculum) für das Fach Physik zu setzen*, haben 21 von 61 Lehrer\_innen mit „Ja“ geantwortet.<sup>5</sup> Auf die Frage, *ob die Lehrer\_innen planen das Experimentierset NiliPhEx (auch) im nächsten Schuljahr einzusetzen*, haben sogar 45 mit „Ja“ geantwortet, wovon 19 planen das Set im regulären Unterricht einzusetzen, und lediglich sechs haben mit „Nein“ geantwortet. Das Experimentierset scheint folglich in den Erprobungsschulen sehr gut angenommen worden zu sein.

### Zeitaufwand und Gesamtbewertung

<sup>3</sup> Wobei Zeitstunden zur besseren Vergleichbarkeit in Unterrichtsstunden (45 Minuten) umgerechnet wurden. Die zugrundeliegende Verteilung ist 390 Unterrichtsstunden zu 100 Zeitstunden.

<sup>4</sup> Mehrfachzuordnung möglich; extrahiert aus Freitextantworten

<sup>5</sup> Allerdings haben acht davon das Set bislang noch gar nicht eingesetzt.

Bereits Schwarzenberger (2008) berichtete, dass die Auswahl und die Entscheidung für eine unterrichtliche Umsetzung von Themenbereichen der Nichtlinearen Physik in starker Konkurrenz zu anderen Wahlthemen stehen und auch der (erwartete) Zeitaufwand für die Umsetzung eine entscheidende Rolle spielt. Daher wurde erhoben, in wie weit einmalige Einarbeitungszeit nötig ist für den Einsatz von NiliPhEx. Dazu sollten die Lehrer\_innen ihren zeitlichen Aufwand in Stunden in drei Bereichen angeben: *Einarbeiten (fachlich)*, *Unterrichtseinheit planen (didaktisch/pädagogisch)* und *Experimente und Materialien testen (praktisch)*. Durchschnittlich erfordert der Einsatz von NiliPhEx eine einmalige Vorbereitungszeit von ungefähr 10 Stunden, wobei diese Zeit sich gleichmäßig auf die drei genannten Bereiche verteilt. Dagegen wird der Zeitaufwand für den Einsatz selbst, im Vergleich zum sonstigen Unterricht, sogar als leicht niedriger eingestuft.

Um die Akzeptanz des Experimentiersets zu erfassen, wurden verschiedene unterrichtliche Ansprüche den Lehrer\_innen zur Bewertung vorgelegt, die im Vorfeld aus einer Fokusgruppe von Lehrer\_innen gewonnen wurden (u. a. NiliPhEx ... *stellt gelungene Alltagsbezüge her*, ... *ist für Schülerexperimente geeignet*, ... *beinhaltet verblüffende Experimente*, ... *ermöglicht Erkenntnisse durch Experimente*, ...). Alle Ansprüche sind im Mittelwert zu über 70 % erfüllt und die meisten sogar über 80 %. Ebenso positiv zeigt sich die Gesamtbewertung des Experimentiersets.

### Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse

Dadurch, dass NiliPhEx fast ausschließlich in Gymnasien erprobt wurde, lassen sich die Ergebnisse nur für Gymnasien verallgemeinern.

Es stellt sich zusätzlich die Frage, ob die Gruppe der Lehrer\_innen, die NiliPhEx erprobt haben, besonders positiv gegenüber der nicht-linearen Physik eingestellt sind. Dazu wurden die Lehrer\_innen gebeten anzugeben, wie sehr sie der Aussage „Nichtlineare Physik sollte im Unterricht behandelt werden.“ zustimmen bzw. wie stark sie sie ablehnen. Die gleiche Frage wurde

bereits in der Bedarfsanalyse bei einer zufällig gewählten Stichprobe von Berliner Lehrer\_innen gestellt (Haupt & Nordmeier, 2014). Als Anker wurde mit der gleichen Formulierung nach Themen der aktuellen Physik gefragt (s. Abb. 2). Es zeigt sich, dass die Gruppe der an der Erprobung beteiligten Lehrer\_innen leicht positiver gegenüber der Nichtlinearen Physik eingestellt ist. Allerdings ist dies nicht statistisch signifikant (Mann-Whitney U-Test;  $p \leq 0,05$ ; Z-Score = -0.0593), und es kann davon ausgegangen werden, dass die beiden Gruppen bzgl. dieses Merkmals identisch sind.

Dennoch handelt es sich bei den Lehrer\_innen, die sich an der Erprobung beteiligt haben, um eine Positivauswahl. Dieser Effekt ist für eine Studie dieser Art allerdings unvermeidbar. Innovationen können nur mit motivierten Lehrkräften in die Schule eingebracht werden, und dieses Projekt zeigt einen möglichen Weg.

### Literatur

- Haupt, J. S.; Nordmeier, V. (2012): Granulare Materie und dissipative Strukturbildung bzw. Selbstorganisation: Kontexte, Theorien und Inhalte der Themen – Ergebnisse einer Expertenbefragung. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.
- Haupt, J. S.; Nordmeier, V. (2014): Ergebnisse einer Bedarfsanalyse zur unterrichtlichen Aufbereitung der Nichtlinearen Physik. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.
- Schwarzenberger, P.; Nordmeier, V. (2008): CiPU: „Das ist 'ne Frage der Ökonomie natürlich“ - die konfliktive Dimension. In: Höttecke, D. (Hrsg.): Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung. GDCP. Jahrestagung in Essen 2007. Münster: Lit, S. 152–154.

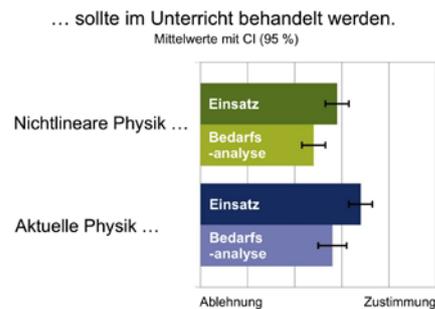


Abb. 2: Einstellung zur aktuellen und Nichtlinearen Physik von Lehrkräften