



# SPREADSHEETS IM PHYSIKUNTERRICHT

Walther M. Stuzka, Andreas Resetarits  
Gymnasium Neulandschule [www.nls.at/ahs](http://www.nls.at/ahs),  
1100 Wien, Ludwig-von-Höhnel-Gasse 17-19

Wien, 2003

# INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG .....	3
2	WAS WURDE GEMACHT?.....	4
3	DIE UMFRAGE UND (MÖGLICHE) SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DEN RÜCKMELDUNGEN.....	6
4	DER VERSUCH EINES RESUMEES .....	11

# 1 EINLEITUNG

IMST<sup>2</sup> – Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching – ist eine Initiative zur Weiterentwicklung des Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts in Österreich. Sie wird im Auftrag des Bildungsministeriums (<http://www.bmbwk.gv.at>) vom IFF (Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung der Universitäten Innsbruck, Klagenfurt, Wien und Graz, Abteilung: Schule und gesellschaftliches Lernen (<http://www.iff.ac.at/schule/>)) durchgeführt.

S4 – „Praxisnahe Forschung und Entwicklung“ – ist eines von dzt. fünf Schwerpunktprogrammen innerhalb der IMST<sup>2</sup>-Initiative. Details zu IMST<sup>2</sup> können <http://imst.uni-klu.ac.at> entnommen werden.

Die Anfänge der Arbeiten zu „Spreadsheets im Physikunterricht“ liegen u. a. in zwei von den Autoren in den Jahren 1999 und 2001 im Rahmen der 53. und 55. Fortbildungswoche des Vereins zur Förderung des Physikalischen und Chemischen Unterrichts (<http://pluslucis.univie.ac.at/>) gehaltenen Seminaren mit gleichem Titel.

Nach Kennenlernen der Zielsetzungen und Möglichkeiten der Initiative IMST<sup>2</sup> fühlten wir, die Autoren, uns motiviert und gestärkt, unsere Arbeiten auf eine neue Basis zu stellen. Indem wir innerhalb des IMST<sup>2</sup>-Schwerpunktprogramms 4, „Praxisnahe Forschung und Entwicklung“, das Projekt „Spreadsheets im Physikunterricht“ einreichten, wollten wir Bestehendes verbessern, neue Ideen verwirklichen und die Verpflichtung zu einem wissenschaftliche(re)n, didaktisch fundiert(er)en Herangehen an die Thematik eingehen.

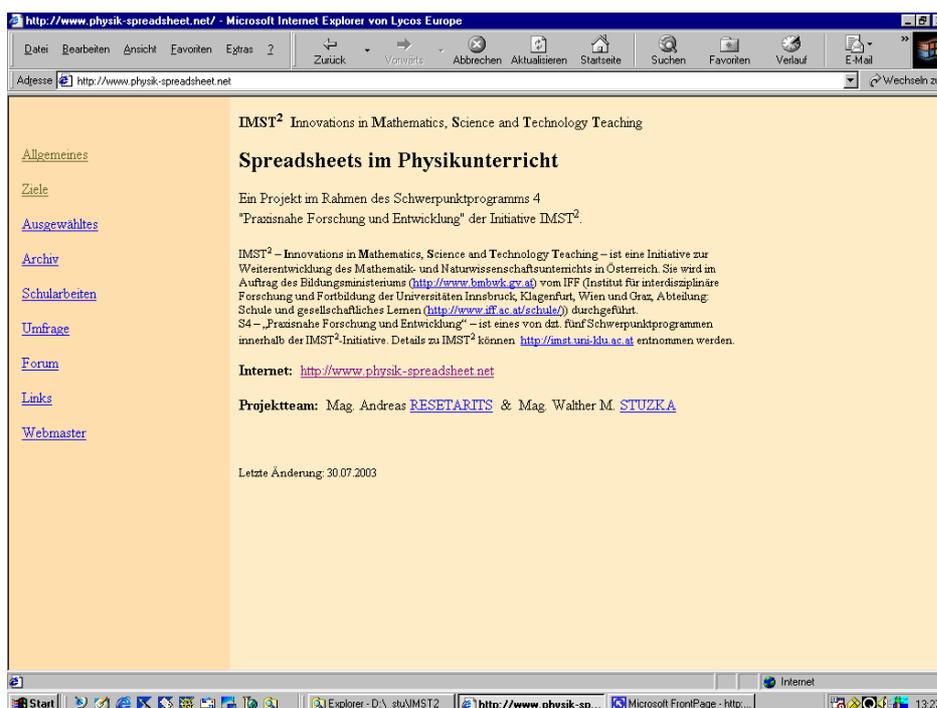
## 2 WAS WURDE GEMACHT?

SchülerInnen einer 3., 6., 7. und 8. Klasse wurden im Physikunterricht mit Spreadsheets konfrontiert. Naturgemäß verliefen diese Begegnungen auf unterschiedlichem Niveau und berührten verschiedenste Themenkreise. Während in der 3. Klasse Spreadsheets nur bei einem Thema (Ohmsches Gesetz) zum Einsatz kamen, wurden sie in den Unterricht der Oberstufe integriert. Insbesondere die RealgymnasiastInnen der 7. und 8. Klasse im naturwissenschaftlichen Zweig waren mit Schularbeitsbeispielen, die mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms bearbeitet werden sollten, vor für sie ganz neue Anforderungen gestellt.

Ziel (der Arbeit in der Oberstufe), das auch erreicht wurde, war es, im Schnitt einmal im Monat für eine Unterrichtsstunde den Informatiksaal aufzusuchen, um Physikalisches (Messwerte, Berechnungsprobleme, Gedankenexperimente, Simulationen, ...) mit den Mitteln der Tabellenkalkulation (TK) auf- bzw. nachzubereiten.

Um (auch) ein schriftliches Feedback zu unseren Aktivitäten zu erhalten und als Basis für eine Evaluierung, entwarfen wir einen Fragebogen, den wir den Beteiligten, unseren SchülerInnen, zur Bearbeitung vorlegten. Mehr dazu siehe weiter unten im Abschnitt 3, „Die Umfrage und (mögliche) Schlussfolgerungen aus den Rückmeldungen“.

Damit unsere Arbeiten sowohl den SchülerInnen (als eine Art Nachschlagewerk) als auch anderen Interessierten in leicht zugänglicher Form zur Verfügung steht – was sicherlich ganz im Sinne der IMST<sup>2</sup>-Initiative ist – haben wir uns entschlossen, unsere Datenbestände online zu stellen. Zu diesem Zweck richteten wir eine eigene Website mit der Adresse [www.physik-spreadsheet.net](http://www.physik-spreadsheet.net) ein.



Screenshot der Startseite der Website

Domainregistrierung und laufende Kosten (Domainnutzung auf fünf Jahre) wurde bzw. werden mit Geldern der IMST<sup>2</sup>-Förderung bestritten.

Nach ihrem vollem Ausbau (Herbst 2003) soll unsere Website als Plattform für die Sammlung (upload) und die Verbreitung (download) von für den Physikunterricht relevanten und adaptierten Spreadsheets dienen. Mit einem darauf untergebrachten Forum ist beabsichtigt, eine Diskussion und einen regen Erfahrungsaustausch zwischen AnwenderInnen von Spreadsheets (im Physikunterricht) in Gang zu halten.

In die Thematik der spreadsheet-gestützten, automatischen Messwertverarbeitung – von zur Laufzeit (realtime), mit Hilfe eines an den PC angeschlossenen Digitalmultimeters gewonnenen Daten – einzudringen, war als ein (Fern-)Ziel unseres Projektes formuliert worden.

Aus dem Mitteln der IMST<sup>2</sup>-Förderung konnten Software (zum Darstellen der Messungen in Excel-Tabellen und Schaubildern) und Gerätschaft (zwei Digitalmultimeter samt RS232-Schnittstelle und Temperatursensoren) bei [www.xlsmess.de](http://www.xlsmess.de) erworben werden.

In den drei im Projekt einbezogenen Oberstufenklassen konnte das Messsystem in einem eher herkömmlichen (frontalen) Stil vorgestellt und eingesetzt werden. Es hat seine Aufgaben bisher einwandfrei erfüllt, sollte seinen vollen Nutzen (für die SchülerInnen) aber erst im Einsatz bei physikalischen Übungen im Gruppenbetrieb entfalten. Näheres zu diesem Thema kann auf der Projekt-Website [www.physik-spreadsheet.net](http://www.physik-spreadsheet.net) unter dem Menüpunkt „Ausgewähltes – Messwerterfassung mit einem Digitalmultimeter“ nachgelesen bzw. nachgesehen werden.

### 3 DIE UMFRAGE UND (MÖGLICHE) SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DEN RÜCKMELDUNGEN

Wie es den beteiligten SchülerInnen während unseres Projektes ergangen ist, welche Erfahrungen sie gemacht hatten und welche Meinung und (Verbesserungs-) Vorschläge sie einbringen können, versuchten wir gegen Ende des Unterrichtsjahres mit Hilfe des von uns ausgearbeiteten Fragebogens zu ermitteln.

Auf der Projekt-Website [www.physik-spreadsheet.net](http://www.physik-spreadsheet.net) kann unter dem Menüpunkt „Umfrage“ der verwendete Fragebogen eingesehen werden. Außerdem können dort auch alle (ungefilterten) SchülerInnen-Antworten abgerufen werden.

Nachfolgend – Frage für Frage – Interpretationen der SchülerInnen-Antworten und (mögliche) Schlussfolgerungen durch die Autoren. Im Text werden die Abkürzungen K3, K6, K7 und K8 für 3., 6., 7. und 8. Klasse verwendet.

Frage 1:

*Welche a) Vorteile b) Nachteile hat deiner Meinung nach der Einsatz von Spreadsheets im Physikunterricht?*

a) Vorteile

K3 registrierte vor allem Arbeitersparnis (weniger schreiben, weniger rechnen, schneller arbeiten).

Anm.: Schreiben mit einem herkömmlichen Schreibgerät dürfte – über alle Klassen hinweg – zu einer der am wenigsten geliebten Tätigkeiten unserer SchülerInnen zählen.

K6 fand Gefallen an der äußeren Form der Arbeiten (Leserlichkeit). Einzelne registrierten auch, dass man ein passantes den Umgang mit dem PC und der TK erlernt.

K7 und K8 registrierten ebenfalls den PC/TK-Lerneffekt, erkannte aber auch den Vorteil von grafischen Darstellungen. Manche erkannten (vielleicht) auch bereits den Vorteil, unterschiedliche Werte zu testen und „Fehler“ schnell korrigieren zu können.

b) Nachteile

K3 sah keine Nachteile (In dieser Gruppe waren auch nur Werte einzusetzen bzw. auszulesen.)

Die Oberstufe sah Probleme in mangelnden PC/TK-Vorkenntnissen, zu hohem Arbeitstempo und der Abhängigkeit von einem Gerät.

K6 und K8 führten Probleme vor allem auf Unaufmerksamkeit (Konzentrationsmängel?) zurück.

Anm.: SchülerInnen klinken sich leicht aus dem Arbeitsfortgang aus und verlieren so den roten Faden. Vorschlag: Handouts (point by point) zum Arbeitsablauf.

Die Möglichkeit der Ablenkung durch andere Tätigkeiten am PC (Spiele, Internet, ...) wurde als störend empfunden.

Anm.: Diese und jene Dienste und Programme in einem Netzwerk zu sperren ist eine (u. U. nicht wenig aufwendige, allenfalls zentralistische) Maßnahme, um angesprochene Ablenkungsmöglichkeiten auszuschalten. Mit Laptops ausgerüstete SchülerInnen (teilweise in K6) vor dem „Ausstieg“ zu bewahren, erfordert viel Geduld. Erziehung zur Einsicht wäre ein wünschenswerter Prozess.

Frage 2:

*Was hat dir bei der Arbeit mit Spreadsheets im Physikunterricht a) besonders gut, b) gut, c) gar nicht gefallen?*

a) + b) besonders gut bzw. gut gefallen

In allen Alterstufen wurde vor allem die Abwechslung zum „normalen“ Unterricht genannt. (Sehr interessant finden wir die Aussage „abwechslungsreicher Ausgleich zum Unterricht“ – als ob die Arbeit am PC kein Unterricht wäre.) Die Möglichkeit des eigenständigen Arbeitens und freien Gestaltens kam gut an. Die Grafiken sagten wegen ihrer Anschaulichkeit und der Einfachheit, mit der sie verändert werden konnten, zu.

Die Kapazitäten des TK-Programms beeindruckten (K7): „Man kann nur durch ein paar Knopfdrücke irrsinnig viel machen“

Interessanterweise fand nur eine Rückmeldung (K8) den Bezug von TK zum Berufsleben positiv.

c) gar nicht gefallen

In K3 schien insgesamt helle Begeisterung geherrscht zu haben („Mir hat gar nichts nicht gefallen.“)

Anm.: Vor allem Mädchen (gender mainstream?) drängten mit der Frage: "Wann gehen wir wieder in den Informatikraum?"

Die Oberstufe verspürte vor allem einen Zeitdruck (K7: „Man muss viel schon können, um alles in einer Stunde zu schaffen“) und hatte teilweise Probleme mit der Fachsprache (K6: „Wörter (Erklärungen) manchmal zu fachbezogen“). Technische Probleme, die von den SchülerInnen nicht selbst gelöst werden konnten (z. B. Zugriff auf den Drucker), wirkten störend.

Frage 3:

*Welche Verbesserungsvorschläge hast du betreffend die Arbeit mit Spreadsheets im Physik-Unterricht?*

Aus internen Gründen konnten hier leider nur Antworten von K8 eingeholt werden. Teilweise ist es aber auch möglich, aus den Antworten zu Frage 2c), Verbesserungsbedürftiges zu erkennen.

Direkt vorgeschlagen wurde von K8 eine Verringerung des Zeitdrucks durch langsames Arbeitstempo („Den Schülern mehr Zeit lassen.“), eine Beseitigung von Ablenkungsmöglichkeiten (Sperrungen von div. Programmen) und eine genauere Erklärung von fachspezifischen Grundbegriffen vor der eigentlichen Arbeit. Außerdem wurde angeregt, „Es sollte nicht so viel vorgegeben sein; mehr eigenständig arbeiten lassen“.

Frage 4:

*Die Arbeit mit dem Tabellenkalkulationsprogramm war in folgenden Punkten (besonders) schwierig:*

Aus internen Gründen konnten hier leider nur Antworten von K7 und K8 eingeholt werden.

Wieder war es das „Aufmerksamsein“, das als großes Problem genannt wurde. Folglich ist auch zu verstehen, dass die punkt- und kommagenauere Eingabe von größeren Formeln Schwierigkeiten bereitete. Zeitdruck, der offenbar bestanden hatte (K8), stellte eine Schwierigkeit dar.

Frage 5:

*Welches Physik-Spreadsheet hat dir (bisher) am besten gefallen? Begründe deine Wahl!*

Da K3 nur ein Thema behandelte (Ohmsches Gesetz) entfiel hier die Antwort.

In K6 gefiel besonders das Spreadsheet zum Potential(topf) „wegen der Grafik“ und dem Bezug „wie Raumkrümmung verstanden werden kann“, sowie jenes zur Simulation einer Planetenbewegung „wegen privater Interesse an Planetenbahnen“.

K7 gefiel besonders das Spreadsheet zu den Lissajous-Figuren, weil dort die „Grafik mit Hilfe von Schiebereglern veränderbar und daher interessant“ war.

K8 erachtete das Spreadsheet zur Wellengleichung – „ich konnte mir viel besser vorstellen, was die Formel bedeutet“ und jenes zur klassischen bzw. relativistischen Geschwindigkeitsaddition für erwähnenswert.

Frage 6:

*Hat dir die Beschäftigung mit einem Physik-Spreadsheet geholfen, einen Sachverhalt besser zu verstehen? Wenn ja, welchen und warum?*

Beachtlich die Aussage in K3: „Ich weiß jetzt, was ich machen/rechnen soll, und wie sich das auf eine bestimmte Variable auswirkt“.

In der Oberstufe wurden Spreadsheets als Mittel zur besseren Veranschaulichung (Grafik) und als Ergänzung des „konventionellen“ Unterrichts – implizit natürlich auch Mittel zu Wiederholung – geschätzt.

Beinahe philosophisch aus K7: „Ein Verständnis hängt grundsätzlich mit der Auseinandersetzung mit einem Thema zusammen“

Anm.: Die Arbeit am PC hilft dem Verständnis dann, wenn man die Eingabe nicht als einfachen Eintippvorgang gestaltet, sondern dabei Überlegungen anstellt, nachdenkt.

Z. B.: Was bedeutet eine bestimmte verwendete Formel? Wie wirken sich Änderungen in einer bestimmten Variable auf das Ergebnis aus? Welcher Zusammenhang besteht zwischen einer Formel (Gleichung) und dem zugehörigen Diagramm? Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Spreadsheet und einem bestimmten zu diesem Thema durchgeführten Versuch?

Nicht unerwähnt soll auch ein glattes „Nein, ich finde es besser, wenn wir alles ins Heft schreiben bzw. der Lehrer an die Tafel schreibt und erklärt. Beim Schreiben kann man nämlich besser zuhören, als wenn man aufpassen muss, was man eintippt.“ aus K6 bleiben.

Frage 7:

*Hat dich die Beschäftigung mit einem Physik-Spreadsheet im Unterricht motiviert, selbstständig an dem behandelten, einem ähnlichen oder einem ganz anderen Problem (weiter)zuarbeiten? Wenn ja, wie bzw. was hast du weitergearbeitet?*

Hier erhielten wir fast ausschließlich ein lapidares „Nein“. SchülerInnen gaben auch an, aus Zeit- bzw. Wissensmangel oder gar aus Mangel an der notwendigen Software nicht im Stande zu sein, Probleme vollkommen selbstständig zu bearbeiten, geschweige denn sich eines neuen Problems anzunehmen.

Frage 8:

*Zur Bearbeitung welcher Inhalte/Probleme (auch außerhalb der Physik) kannst du dir vorstellen, ein Tabellenkalkulationsprogramm einzusetzen?*

Es gab leider sehr wenig Konkretes, nur allgemeine Nennung von anderen (natur)wissenschaftlichen Bereichen, wie z. B. Mathematik, Chemie oder Wirtschaft.

Einzige konkrete Vorschläge: K6: Schülerlisten, Kalender ; K7: Beschleunigung und Bremsweg eines Autos; K8: Statistiken und Tortendiagramme (zur Darstellung von Wahlergebnissen)

Frage 9

Diese Frage wurde nur in Klassen mit Physikschularbeiten (d. h. 7. u. 8. Klasse RG, naturwissenschaftlicher Zweig) gestellt.

*9a) Wie beurteilst du den (neuen) arbeits- bzw. prüfungstechnischen Ansatz, Problemstellungen in Physik-Schularbeiten mit den Mitteln eines Tabellenkalkulationsprogrammes zu bearbeiten?*

Grundsätzlich wurde der Ansatz positiv, als interessant, aber auch als ungewöhnlich (vor allem innerhalb der KollegInnenschaft) beurteilt. In K7 wurde mehr Zeit für die Erledigung der Aufgabe(n) gefordert. In K8 ist man einerseits der Meinung, bei guter Vorbereitung zu einem ordentlichen Erfolg zu kommen, erkennt aber auch, dass es nach eigenen Absenzen kaum oder sehr schwer ist, auf den „Vorbereitungszug“ aufzuspringen. Ganz klar bekennen aber auch einige in K7 und K8, die Schularbeiten lieber auf die „altmodische“ Art erledigen zu wollen.

*9b) Welche Erfahrungen konntest du bei dieser Art von Arbeit machen?*

K7 und K8 erwähnte, dass zusätzlich zum Physikstoff auch der Umgang mit einem PC und der TK gelernt wird. Als spezifisch neue Probleme wurden angegeben: zusätzlicher Stress generell und speziell sowohl mit der Hardware (PC-Absturz, Druckberechtigung) als auch mit der Bedienung der Software.

Anm.: Zugegebenermaßen erfordert das Eingeben, Editieren und Manipulieren von Formeln hohe Aufmerksamkeit und Kompetenz. TK zu üben ohne dauernden Zugang zu einem PC ist kaum möglich.

*9c) Welche (Verbesserungs-)Vorschläge kannst du zu dieser Art von Arbeit machen?*

In K7 wurden Hausaufgaben genannt, um eine Übungsphase zu initiieren. Darüber hinaus wurden vorgeschlagen, mehr Zeit für die Erledigung der Aufgabe(n) einzuräumen und die Hardware (besser) vorzubereiten. Konkret: die PCs bereits vor der Stunde hochfahren, Druckberechtigungen prüfen.

Der Wunsch „ein wenig besser zu erklären“ (K7) sei – nicht ohne Nachdenklichkeit und Zerknirschtheit – erwähnt.

## 4 DER VERSUCH EINES RESUMEEES

Welche zusammenfassende Schlussfolgerung meinen wir, aus den vielfältigen Antworten und Beiträgen herauslesen zu können? Ein Resumee auch unter Einbeziehung unserer persönlichen Erfahrungen aus dem Unterricht.

Der Einsatz von Spreadsheets im Physikunterricht ist von der Mehrzahl der SchülerInnen positiv aufgenommen worden. Abwechslung, der Reiz des Neuen und die (immer noch) hohe Motivation, mit einem PC zu arbeiten, dürften dafür verantwortlich (gewesen) sein. Obwohl die Vorkenntnisse der SchülerInnen betreffend die Handhabung und den Einsatz eines TK-Programms (aber auch der Mittel eines Betriebssystems) sehr unterschiedlich sind, lohnt sich unserer Meinung nach der daraus resultierende, anfänglich besonders hohe Arbeitsaufwand.

Nur so lernen die SchülerInnen ein sehr vielfältig verwendbares, mächtiges Werkzeug kennen und bedienen, mit dem sie eine große Zahl von den in der Physik anfallenden Arbeiten (Kalkulieren, Algebraisieren, Tabellieren von Messwerten, Anfertigen von grafischen Darstellungen, Modellieren von Simulationen, ...) erledigen können.

Die breite Palette an integrierter Funktionalität und die hervorragenden Möglichkeiten der Ein- und Anbindung der marktführenden TK-Programme an gängige Text-, Datenbank- und Präsentationsprogramme bergen unserer Meinung nach ein großes, die Kreativität und das eigenständige Arbeiten förderndes Potential. Der Lehrkraft als LernhelferIn („facilitator of learning“ nach C. Rogers: Lernen in Freiheit, Kösel, München, 1974) kommt hier eine besonders verantwortungsvolle Rolle zu, in die viele von uns erst hineinwachsen werden (müssen).

Physik-Schularbeitsbeispiele in Zusammenhang mit TK schienen ein besonders gewagter Schritt, der sowohl organisatorisch als auch inhaltlich gut überlegt (und trainiert) sein will. Wir meinen, dass er sich lohnt; nicht nur um krampfhaft anders zu sein oder alte Tugenden negierend, sondern in der Überzeugung, die SchülerInnen nicht von modernen Entwicklungen fernhalten zu wollen. Interessenten finden auf unserer Website [www.physik-spreadsheet.net](http://www.physik-spreadsheet.net) unter dem Menüpunkt „Schularbeiten“ eine (kleine) Sammlung erprobter Beispiele.

Natürlich fallen auch die LehrmeisterInnen des PC-unterstützten Physikunterrichts nicht vom Himmel und kritische Rückmeldungen, wie z. B. „zu schnell“, „zu kompliziert“, „zu viel Zeitdruck“, „nicht notwendig“, „zu viel Stress“, „man kommt nicht mit“, „Lehrer verliert die Nerven“ und „chaotische Erklärungsweise“ seien nicht unter den Tisch gekehrt, sondern Anlass zur Selbstbesinnung und Reflexion. Zur Selbstberuhigung – hoffentlich nicht zur Selbsttäuschung – darf aber eingewendet werden, dass bekanntlich nur jenen keine Fehler unterlaufen, die nichts machen.

Wir erachten unsere Arbeit keinesfalls als abgeschlossen, sondern erhoffen uns, insbesondere durch die im Internet zugängliche Website [www.physik-spreadsheet.net](http://www.physik-spreadsheet.net), Impulse geben, aber auch erhalten zu können.