

Experimentieren mit Smartphones und Tablets im Physikunterricht

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik,
Goethe-Universität Frankfurt am Main

1. Einleitung
2. Methodische Möglichkeiten
beim Experimentieren
3. Messen mit internen Sensoren
4. Speziell: Messen mit dem
Beschleunigungssensor
5. Messen mit externen Sensoren
6. Weitere physikalische Apps

1. Einleitung

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik,
Goethe-Universität Frankfurt am Main

1.1 Verbreitung

- Das Handy ist heute ein allgegenwärtiges Alltagsgerät.
- Die JIM-Studie 2014 des Medienpädagogischen Forschungsverbundes Südwest zeigt:
 - 97 % der Jugendlichen besitzen ein Mobiltelefon.
 - 88 % der Jugendlichen haben ein Smartphone.
 - Im Durchschnitt ist das Gerät eines Jugendlichen nur 16 Monate alt.
 - Drei Viertel der Handy-Besitzer können das Internet vom Handy aus nahezu unbegrenzt nutzen.
- BITKOM-Studie 2014:
 - 12 bis 13-Jährige: 85 % ein Smartphone
 - 16 bis 18-Jährige: 89 % gehen über Smartphone ins Internet
- Umfrage in Kaiserslautern im Physikunterricht der 10. und 11. Jgst: 99 % haben ein Smartphone!!

1.2 Begriffsdefinitionen

- Begriffsdefinitionen:
 - Handy oder Mobiltelefon: Tragbares Telefon, das über Funktechnik mit einem Telefonnetz kommuniziert und ortsunabhängig eingesetzt werden kann (mit SMS-Funktion, Foto- bzw. Videokamera und Musikplayer)
 - Smartphone: Mobiltelefon, das noch mehr Computerfunktionalität und -konnektivität aufweist (zusätzliche Programme = Apps); also kleiner transportabler Computer mit zusätzlicher Funktionalität eines Mobiltelefons
 - Tablet: kostengünstiger, handlicher, leichter Computer mit wenig beweglichen Teilen – ohne Tastatur und Laufwerke, aber berührungsempfindlichen Bildschirm und eingebauten Zugang zu Funknetzwerken

1.3 Computereinsatz

- Smartphones und Tablets sind Computer.
- Die Physikdidaktik beschäftigt sich seit Mitte der 1980er Jahre seit langem mit dem Einsatz von Computern im Physikunterricht:
 - Es wurde viel Software entwickelt.
 - Es gab viele Forschungen.
 - Es gibt viel Literatur und Unterrichtsvorschläge.
- Das Meiste gilt auch für Smartphones und Tablets.
- Es gibt nichts prinzipiell Neues.

1.3 Computereinsatz

- Der Computereinsatz ist im Physikunterricht Standard.
- Aber: der Computer wird selten und nicht vielfältig eingesetzt!
- Pietzner (2009): etwa 60 % der Naturwissenschaftslehrkräfte sind „Meider“.
- Viele Physiklehrer kennen viele Möglichkeiten nicht einmal, z.B. Videoanalyse, mathematische Modellbildung, Simulationsbaukästen.
- Lehrerfortbildungen zum Computereinsatz sind nötig und haben Wirkungen.

1.3 Computereinsatz

Arten des Computereinsatzes:

1. Messwerterfassung und -reproduktion:

- Messwerterfassung mit Sensoren
- Videoanalyse von Bewegungen
- Remote Controlled Laboratory RCL
- Interaktive Bildschirmexperimente IBEs

2. Simulationen:

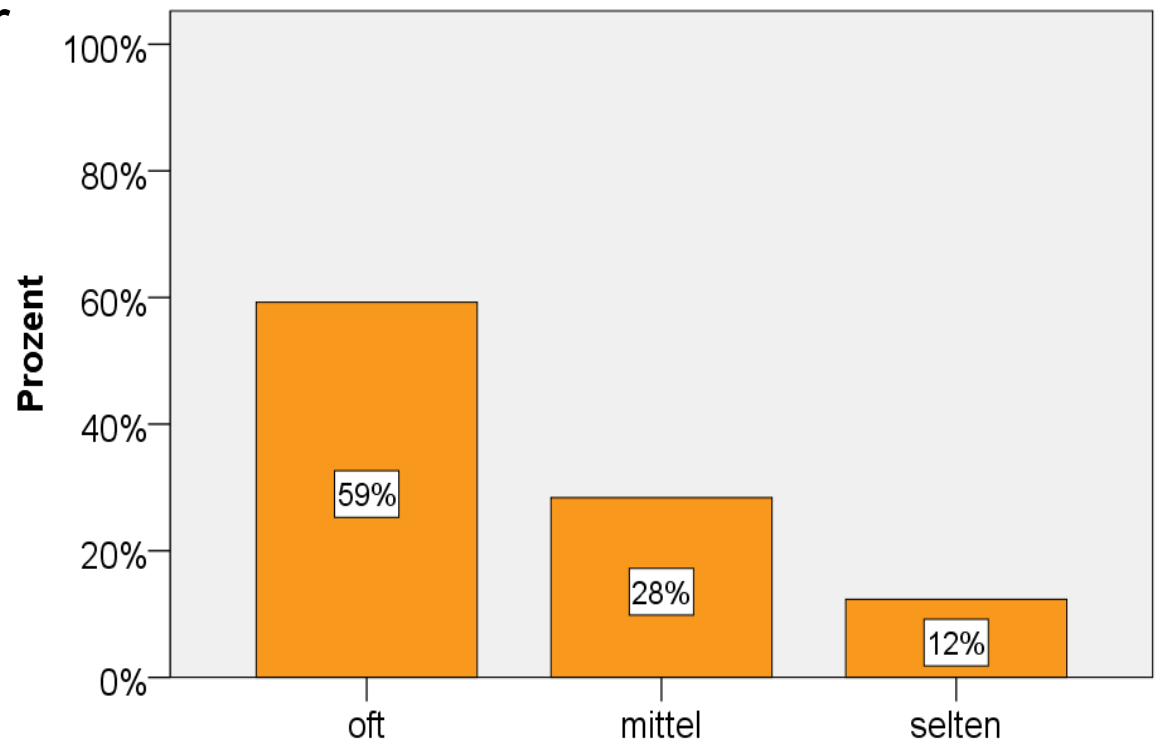
- Fertige Simulationen z.B. Applets
- Simulationsbaukästen bzw. virtuelle Welten
- Mathematische Modellbildung

3. Sonstiges:

- Wissensspeicher (Internet, DVDs etc.)
- Kommunikation (E-Mail, Chat, Foren, Messenger etc.)
- Cognitive Tools (Office-Programme, Plotter, CAS, DGS)

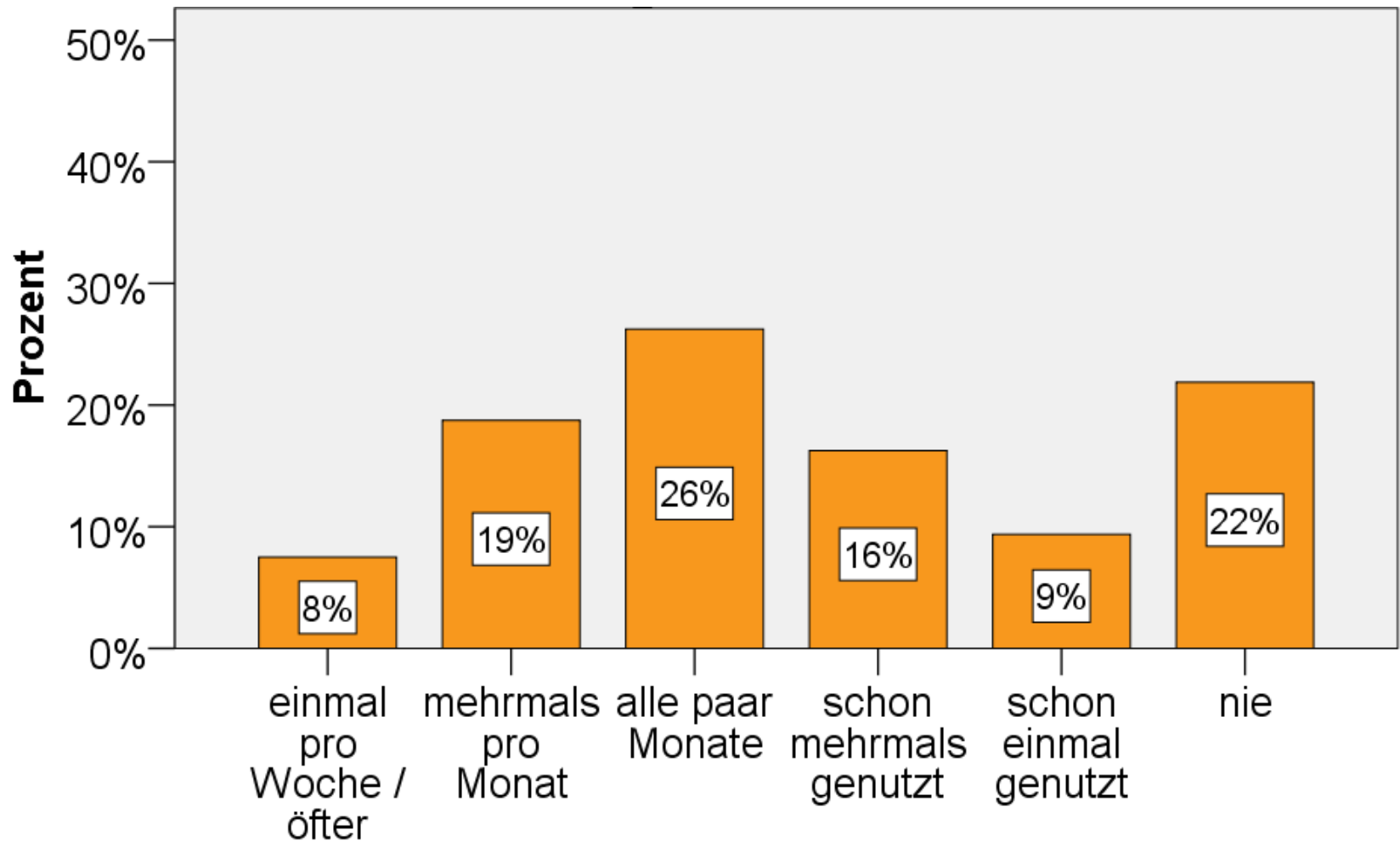
1.3 Computereinsatz

- Erhebung 2015 unter Physiklehrkräfte am Gymnasium:
 - „oft“: mindestens einmal pro Woche
 - „mittel“: ein bis mehrmals pro Monat
 - „selten“: weniger als einmal pro Monat oder nie



1.3 Computereinsatz

- Beispiel Messwerterfassung mit externen Sensoren



1.3 Computereinsatz

- Gründe für den geringen Computereinsatz:
 - Fehlende Aus- und Fortbildung; physikdidaktische Software und Unterrichtskonzepte sind kaum bekannt
 - Bisher hohe Kosten für Hard- und Software
 - Großer technischer Aufwand beim Pflegen von Windows-Rechnern, z.B. Laptops
 - Computer für den Schülereinsatz meist nur in PC-Räumen
- Bieten Smartphones und Tablets hier eine Lösung?
- Der zunehmende Einsatz in der Schule weist in diese Richtung.

1.3 Computereinsatz

- Smartphones und Tablets:
 - Leichter und flexibler
 - Aus Schülersicht attraktiver, näher an Lebenswelt
 - Kostengünstiger als PCs
 - Bei den Schülern schon vorhanden
 - Einfacher und intuitiver bedienbar, weniger Pflege
 - Nicht explizit für den Bildungsbereich konzipiert
 - Aber keine Apps von Physikdidaktikern, die für den Physikunterricht entworfen wurden

1.4 Mehrwert und Grenzen

- Allgemein fachunabhängig:

	Potenzial	Herausforderung
Technik; Verfügbarkeit	einfache, schnelle Handhabung, “always on“	Technikabhängigkeit
Daten; Verfügbarkeit	Synchronisation, Cloud	Datensicherheit, Datenschutz
1:1-Ausstattung	Personalisierung	Persönlichkeitsrechte
Flexibilität (Lernzeit, -ort)	Entgrenzung	Vermischung
Bildungsmedien; Inhalte	Vielfalt, frei, Anpassung	Vielfalt, Qualität
Kommunikation, Interaktion	Kollaboration, Vernetzung	Ablenkung
Partizipation	Selbststeuerung, Selbstbestimmung, Autonomie	Kontrollverlust, Überforderung
Zeit (für verändertes Lernen und Lehren)	Ersparnis	Aufwand

2. Methodische Möglichkeiten beim Experimentieren

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik,
Goethe-Universität Frankfurt am Main

2.1 Mobiles Lernen

- Mobiles Lernen:
Lernen, das es Schülern ermöglicht,
mit Hilfe von mobilen Endgeräten
potenziell an jedem Ort und zu jeder Zeit
computerunterstützt mit Personen und Inhalten in
Interaktion zu treten
und damit zu lernen
- Beispiel: Erstellung von Medienprodukten mit Hilfe
von Film, Foto oder Audio

2.2 Eigene Dokumentation

- Diktierfunktion: Während des Experimentierens Messwerte, auftretende Probleme oder Verbesserungsvorschläge aufzeichnen
- Fotofunktion: zeitsparende Übernahme des Tafelbildes, Fotografieren von Versuchsaufbauten
- Videofunktion: Experimente als Video aufzeichnen
- Hilfe für Auswertung des Versuchs zu Hause und Vorbereitung auf Folgestunde



2.3 Videos selbst erstellen

- Videos von Experimenten:
 - Experimente werden gefilmt.
 - Schüler beschreiben das Geschehen
 - aus dem Hintergrund (Konzentration auf Physik, kein Problem bei Freigabe im Internet),
 - mit Mimik und Gestik (interessanter, Vereinbarung wegen Internet nötig).
 - Übertragen auf PC und/oder Hochladen ins Netz
 - Online-Datendienste wie Google und Dropbox zum kontrollierten Austausch
 - Lernplattform wie Moodle für begrenzten Personenkreis
 - Internetdienste wie YouTube („öffentlich“, „privat“ oder „nicht gelistet“)
 - Günstig: Lernplattform mit Link zu YouTube („nicht gelistet“)

2.3 Videos selbst erstellen

- Story Telling mit Videos:
 - Schüler erstellen in Gruppen Videos zu verschiedenen Themen.
 - Videos sollen Physik anderen erklären.
 - Dazu zuerst informieren und ein Storyboard schreiben
 - Nötig: Versuche filmen, Physik erklären
 - Video schneiden und besprechen, z.B. mit „iMove“
 - Filme werden dann im Plenum betrachtet und diskutiert.

2.4 Varianten des Videofilms



1. Filmen vor der Klasse

- Nach der Durchführung eines Schülerversuchs zeigen Freiwillige diesen vor der Klasse und werden gefilmt. Prinzipien der mündlichen Darstellung und guter Filme werden daran bewusstgemacht und formuliert (Einstieg, Versuchsvorführung, Ergebnisklärung).

2. Filmen zu Hause

- Ähnlicher Versuch mit Haushaltsgegenständen, womit Schüler auch das Filmen üben.

3. Schülerexperiment in Gruppen

- Ein Messversuch wird von jeder Gruppe mit einem Video dokumentiert (am Besten Nebenräume nutzen).

4. Eine gefilmte Geschichte

- Projektarbeit in Gruppen: Eine Geschichte soll dargestellt werden (z.B. Geschichte von Archimedes und der Krone).



3. Messen mit internen Sensoren

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik,
Goethe-Universität Frankfurt am Main

3.1 Messwerverfassung

- Vorteile:
 - gleichzeitig mehrere Größen messbar und weitere daraus berechenbar und darstellbar
 - Große Anzahl an Messwerten in kurzer Zeit aufnehmbar
 - sehr schnelle ablaufende und lang andauernde Versuche
 - viele verschiedene Darstellungsmöglichkeiten
 - viele Möglichkeiten der Auswertung der Daten
 - Auswertung und Darstellung in Echtzeit möglich
 - Zeitersparnis, Wiederholung mit anderen Parametern
 - Daten sind gespeichert, können z.T. auch langsamer ablaufen

3.2 Interne Sensoren

- Smartphones haben heute viele Sensoren eingebaut:
 - Mikrofon, Schallpegelmessung
 - Beschleunigungssensor
 - Rotationssensor (Gyroskop)
 - GPS-Sensor
 - Magnetfeldsensor
 - Temperatursensor
 - Helligkeitssensor
 - Luftfeuchtigkeitssensor
 - Luftdrucksensor

3.3 Apps mit Sensorlisten

- Die App „AndroSensor“ und besser „Sensor Kinetics Pro“ lesen alle Sensoren bei Android-Geräten aus.
- AndroSensor:
 - Einstellungsmenü erlaubt Änderung von Einheiten, Schriftgröße und Anzahl der Nachkommastellen.
 - Nur kleine Graphen
 - Mit Aufnahmeknopf wird Messwertaufnahme gestartet und beendet und csv-Datei erzeugt.
 - csv-Datei in Excel bearbeitbar

KLEIN, KUHN, WILHELM, & LÜCK:

Physik in unserer Zeit 45, Nr. 4, 2014, S. 201 - 202

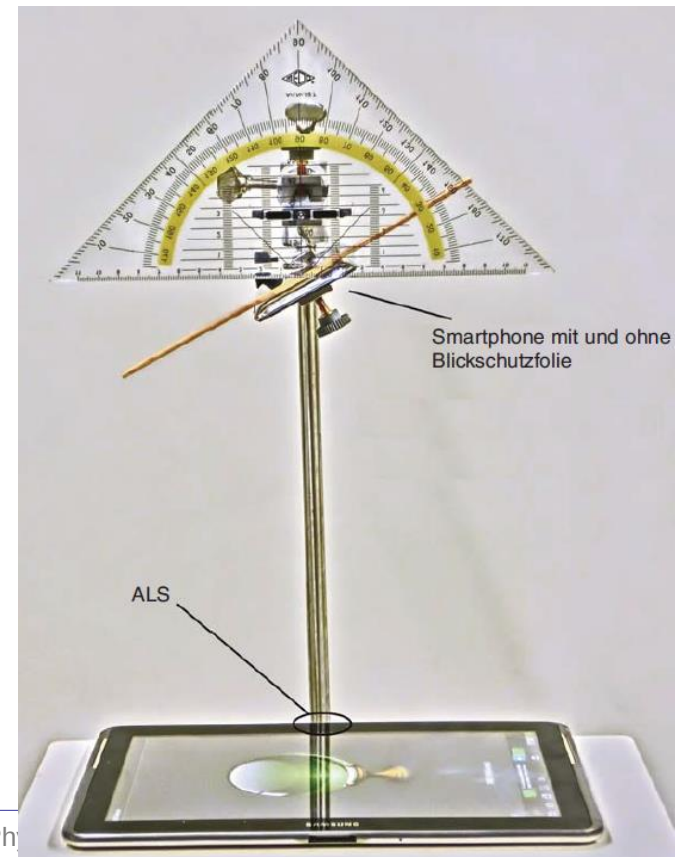
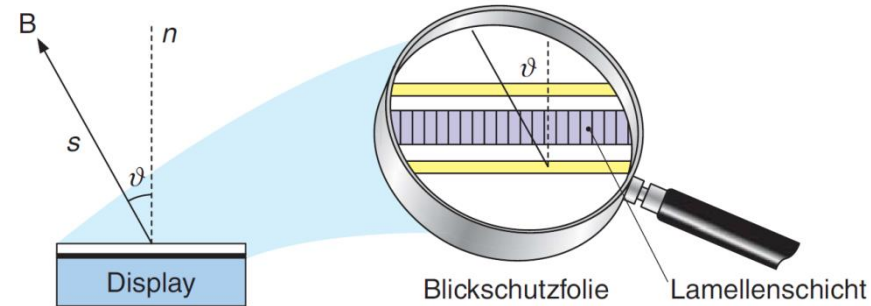


3.3 App „AndroSensor“

- Beispiel: Helligkeitsmessung mit Ambient Light Sensor (ALS)
- ALS: Spektralfilter, der an das Helligkeitsempfinden des Auges angepasst, und Fototransistor
- ALS neben der Frontkamera, Qualität sehr gut
- Messung: einfallender Lichtstrom ϕ pro Fläche A , also Beleuchtungsstärke E mit $E = \phi / A$ (in Lux)
- Möglich:
 - Überprüfung des invers quadratischen Abstandsgesetzes $E(d) = I_0 d^{-2}$
 - Intensität polarisierten Lichts in Abhängigkeit vom Winkel eines Polarisators $I = I_0 \cos(\alpha)$
 - Abstrahlcharakteristika $I(\theta)$ verschiedener Lichtquellen

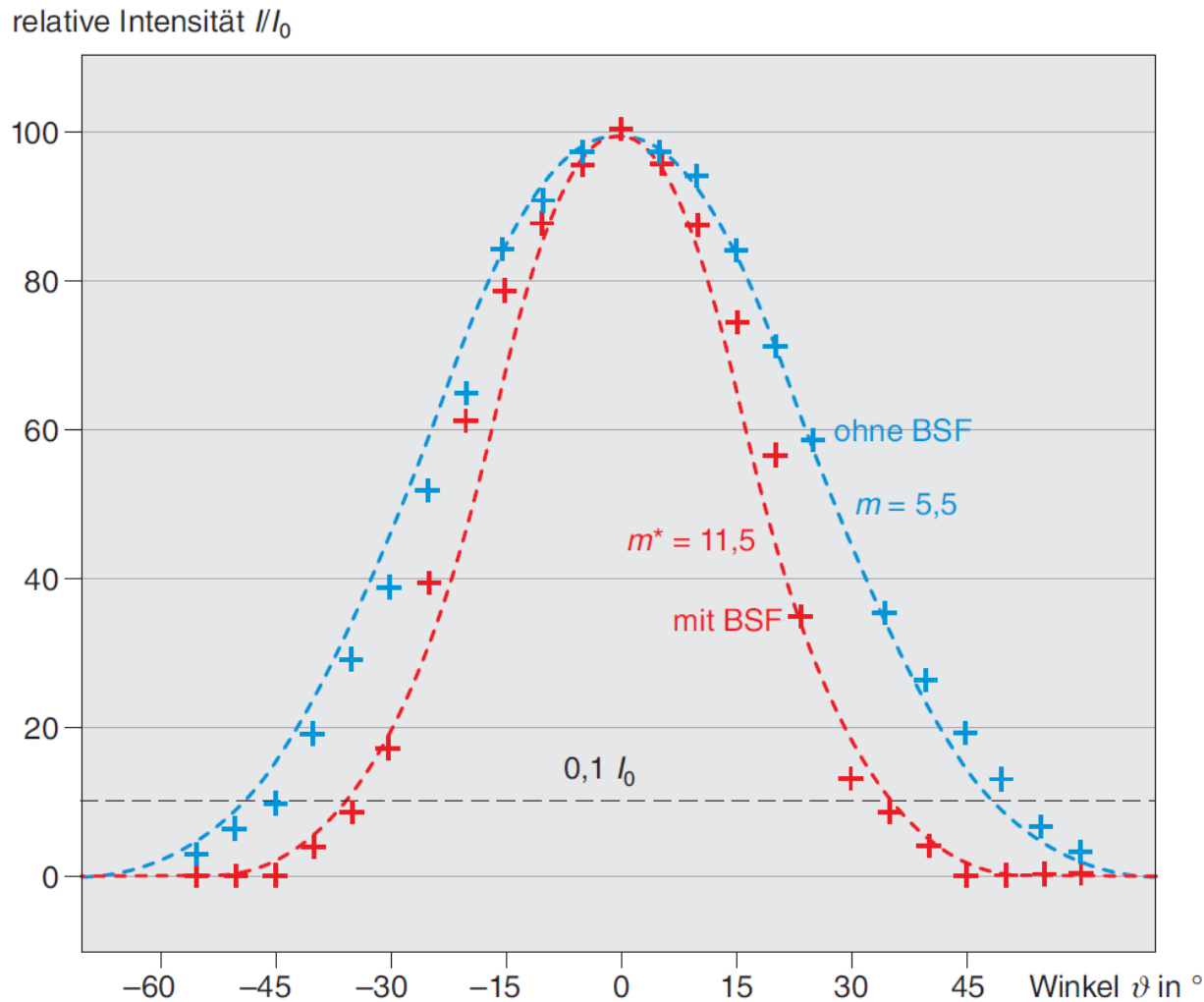
3.3 App „AndroSensor“

- Beispiel: Wirkung einer Blickschutzfolie
- Seitliche Beobachter sollen vertraulich Informationen nicht sehen können (z.B. Bankautomaten).
- Blickschutzfolien auf Anzeigedisplay aufgebracht
- Abstrahlcharakteristika von Bildschirmen mit und ohne Blickschutzfolie mit zwei Geräten messbar



3.3 App „AndroSensor“

- Ergebnis zweier Messungen **ohne** und **mit** Blickschutzfolie:



Molz et al.: PdN- PhiS 63, Nr.
5, 2014, S. 27 - 31

3.4 App „AudioKit“

- App „Audio Kit“ (für iOS):
 - Schallsignale analysieren
 - Töne definierter Frequenz generieren
- Beispiel 1: verschiedene Schallarten mit Fourier-Analysen untersuchen
 - Frequenzspektrum des Tons einer Stimmgabel ($f = 1700$ Hz) und des Klangs einer Blockflöte:



3.4 App „AudioKit“

- Beispiel 2: Klangfarbe von Instrumenten
 - Oszillogramm des Signals eines Klangs
 - Zwei verschiedene Instrumente besitzen bei gleichem Grundton verschiedene Obertöne.
 - Oszillogramm des c⁴ einer Blockflöte und einer Melodica:



- Klangfarbe wird stark von Einschwingvorgängen beeinflusst! Wegen fehlender Speichermöglichkeit nicht mit „Audio Kit“ untersuchbar

3.4 App „AudioKit“

- Beispiele mit Tongeneratorfunktion:

Versuche zu Interferenz,
Doppler-Effekt oder
Schwebung



- Beispiele mit Schallpegelfunktion:

Lautstärken im Alltag: im Straßenverkehr, im
Konzert, im Fußballstadion, in der Diskothek, im
Unterricht (super: *Noise Immission Analyzer*, iOS)

3.4 App „AudioKit“

- Schwebung:
 - zwei iOS-Geräte zur Tonerzeugung, drittes zur Messung
 - Oszillogramm ($f_1 = 5000 \text{ Hz}$, $f_2 = 5300 \text{ Hz}$)

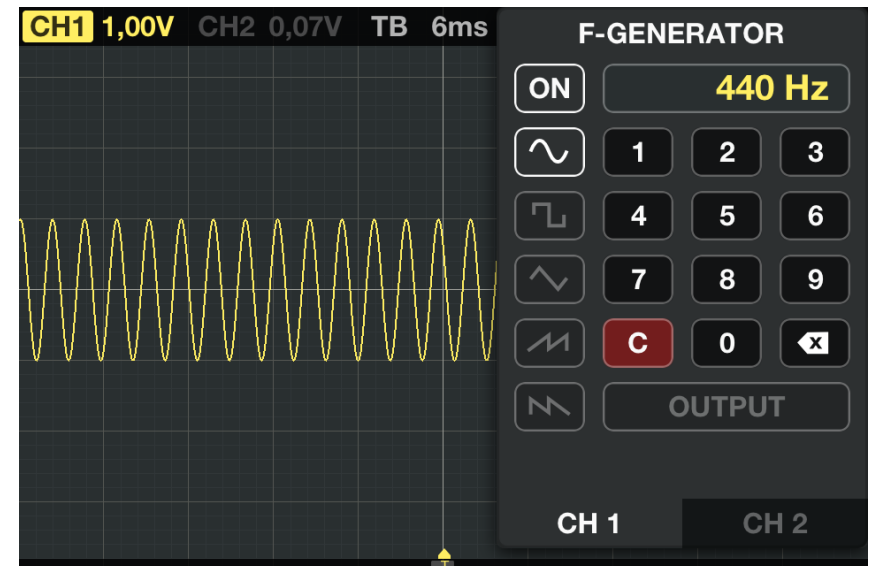


3.5 App „Oszilloskop“

- App „Oszilloskop“ für iOS
- Signale vom internen Mikrofon, vom Mikrofoneingang des Klinkensteckers oder vom USB-Adapter
- Auch elektrische Signale darstellbar
- „Oszilloskop“ ist „Audio Kit“ überlegen, es kann mehr.
- „Oszilloskop“ hat mehr Auswertemöglichkeiten.

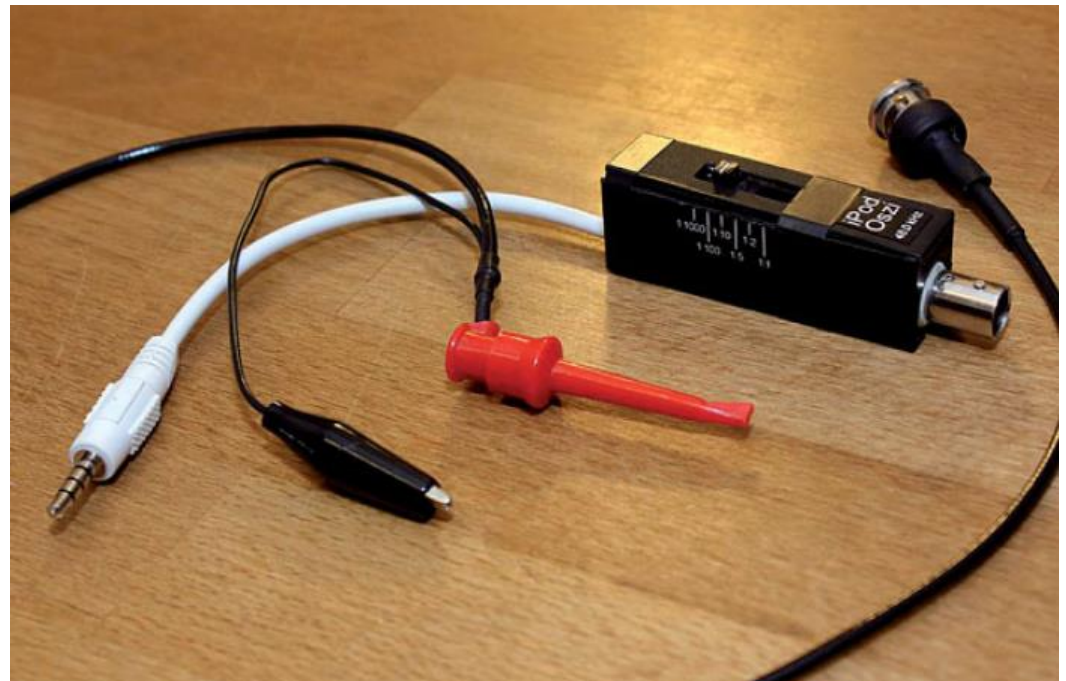
3.5 App „Oszilloskop“

- Oszillogramm einer Schwebung:
- Tongenerator:
möglich, zwei Töne
innerhalb der App
mit nur einem Gerät
zu erzeugen



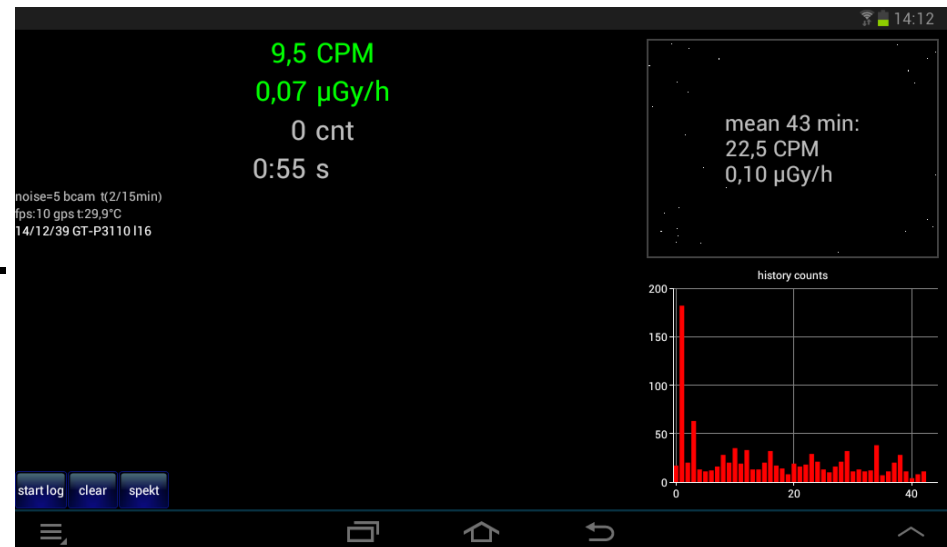
3.5 App „Oszilloskop“

- Spannungs-Zeit-Verläufe:
Adapterkabel an Mikrofoneingang
 - nur Spannungen bis 2,1 V zulässig
 - sonst Potenziometerschaltung
 - Beispiel für einen selbst gebastelten Tastkopf für höhere Spannungen



3.6 App „RadioactivityCounter“

- Mit App „RadioactivityCounter“ wird Smartphone zum Anzeigegerät für radioaktive Strahlung.
- für Android und iOS
- Grund: integrierter Kamerasensor
 - CCD- oder CMOS-Chip besteht aus mehreren Millionen Sensorzellen (kleine pn-Diode).
 - Halbleiterübergang ist strahlungsempfindlich.
 - Radioaktive Strahlung erzeugt weißes Pixel.

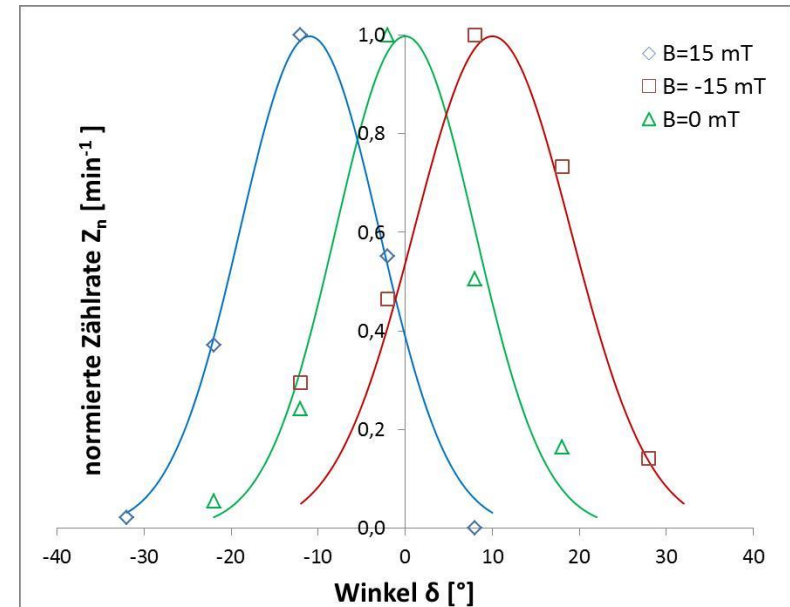
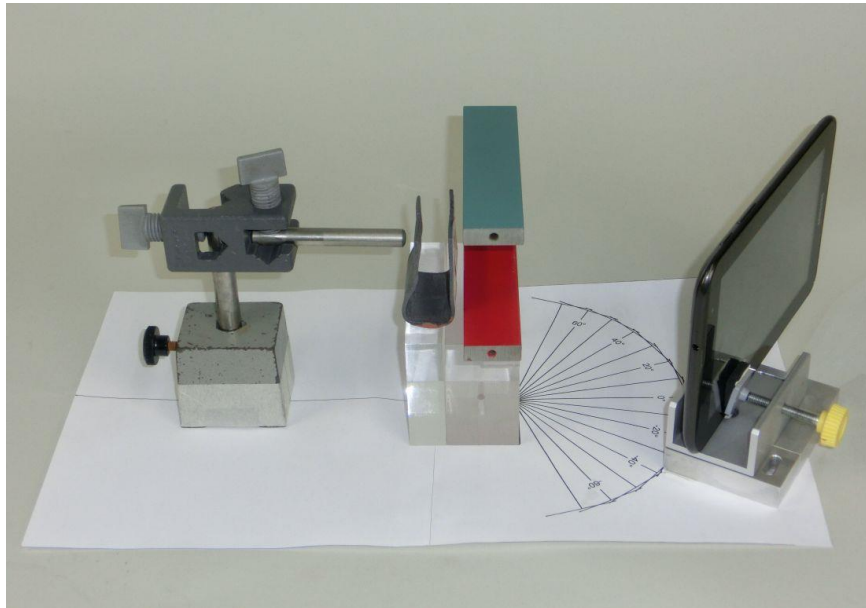


3.6 App „RadioactivityCounter“

- Vorbereitung: Kameralinse lichtdicht abdecken (schwarzen Kartonstreifen fixieren)
- Aufgenommene Zählwerte können auf PC übertragen und mit Excel ausgewertet werden.
- Geräte für quantitative Aussagen bei schwacher Strahlung nicht geeignet
- Quantitative Aussagen bei handelsüblichen radioaktiven Präparaten von Lehrmittelherstellern (z. B. Cs-137 oder Sr-90) mit zufriedenstellender Genauigkeit möglich

3.6 App „RadioactivityCounter“

- Messbar:
 - Abstands- und Absorptionsgesetz bei Gammastrahlung
 - die Halbwertszeit radioaktiver Präparate
 - Ablenkung von Betastrahlung in Magnetfeldern



MOLZ et al.: Praxis der naturwissenschaften- Physik in der Schule 63, Nr. 5, 2014, S. 27 – 31
KUHN, FRÜBIS, WILHELM & LÜCK, Physik in unserer Zeit 44, Nr. 5, 2013, S. 253 - 255

3.7 App „Network Signal Info“

- App „Network Signal Info“ (für Android-Geräte) liefert Informationen zur Signalübertragung und zu verwendeten Standards
- erlaubt Untersuchungen von Eigenschaften elektromagnetischer Wellen
- Werte speicherbar und in Excel verwertbar

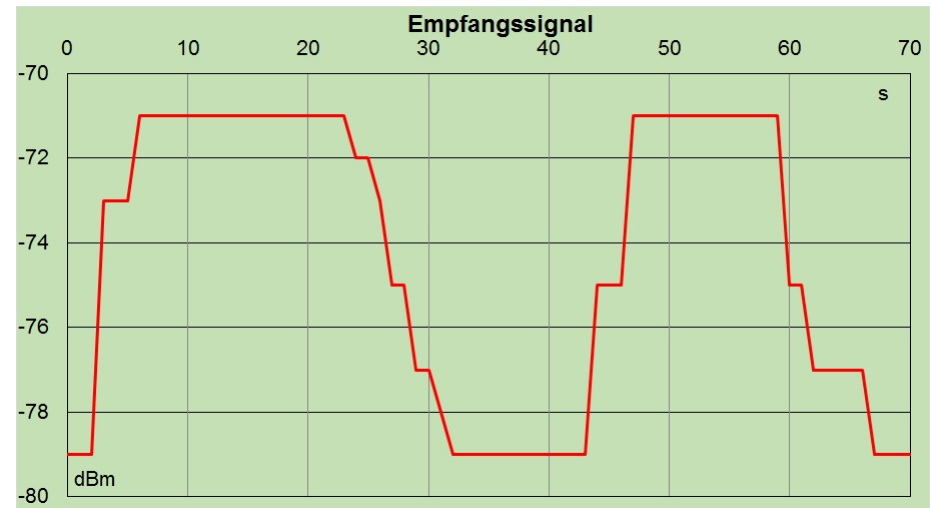


DENGLER, WILHELM, KUHN, LÜCK, Physik
in unserer Zeit 45, Nr. 2, 2014, S. 99 - 100

3.7 App „Network Signal Info“

- Versuch: Wie stark dämpft ein Fenster die Wellen?

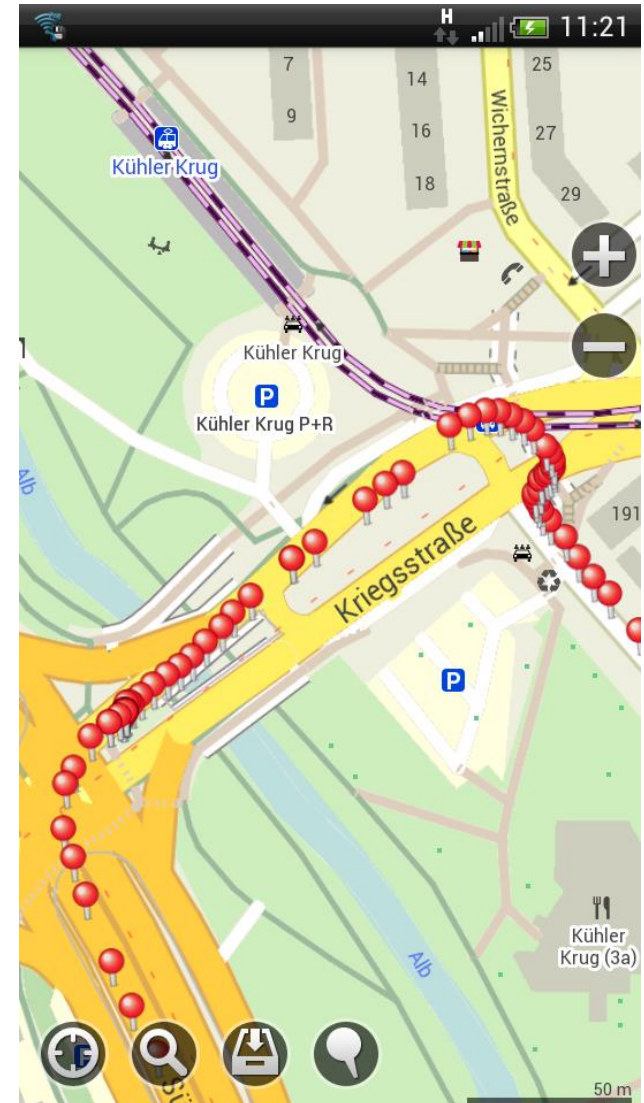
- Zeitliche Verlauf der Signalstärke bei zweimaligem Öffnen des Fensters



- Ähnlich:
 - Smartphone in verschiedene Behältnisse (z.B. in einen leeren Getränkekarton ohne und mit Alubeschichtung)
 - Fahrt mit einem Aufzug in den Keller

3.7 App „Network Signal Info“

- Kartendarstellung der Fahrstrecke:
Vom stroboskopischen Bild auf Geschwindigkeit schließen
- Besser:
Verschiedene GPS-Tracker



BRAUN & WILHELM: **Das GPS-System im Unterricht**

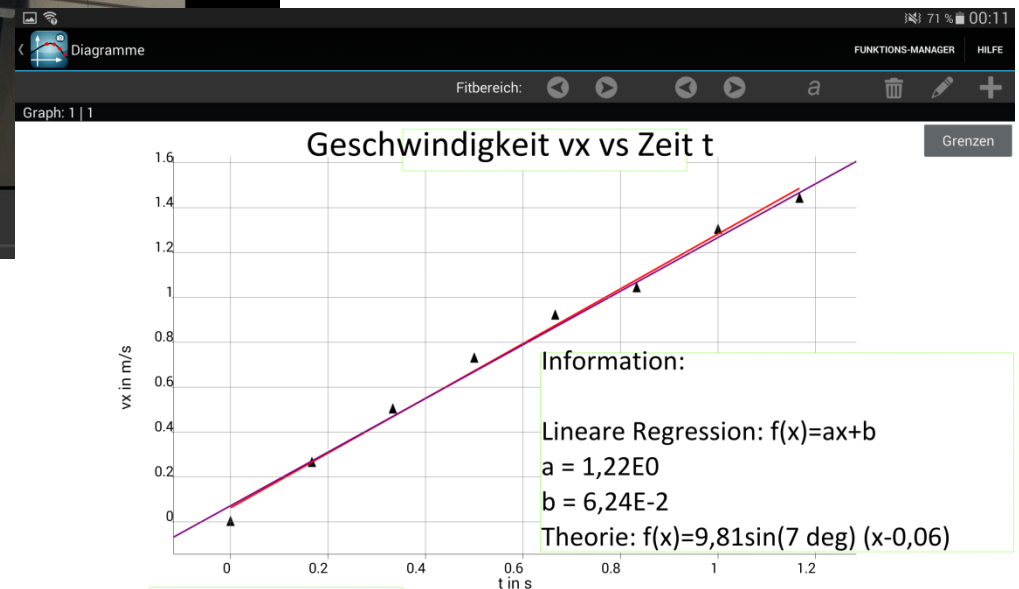
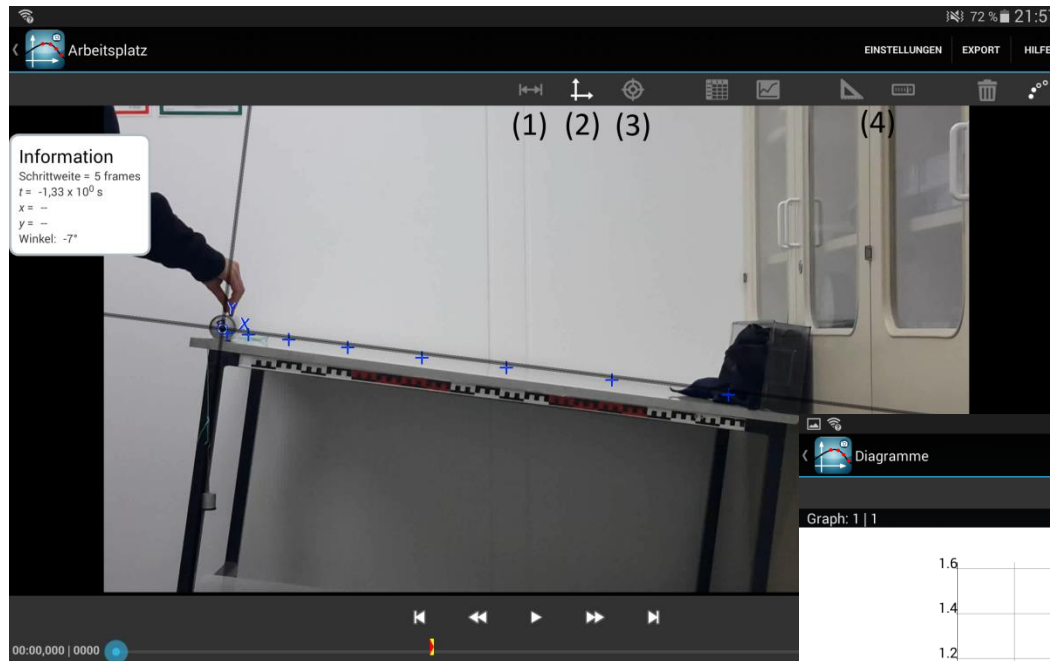
In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 57, Nr. 4, 2008, S. 20 - 27

3.8 Videoanalyse

- Thema für eine eigene ganztägige Lehrerfortbildung
- Tablets statt Smartphones nötig
- Apps für iOS-Tablets:
 - Newton DV
 - Video Physics
 - iTrack Motion
 - Sensor Tools
- Apps für Android:
 - „VidAnalyis free“ ist sehr einfach, aber kostenfrei
 - „Video Motion Analysis“ ist beste App zur Videoanalyse, aber nur auf Tablets einsetzbar.

3.8 Videoanalyse

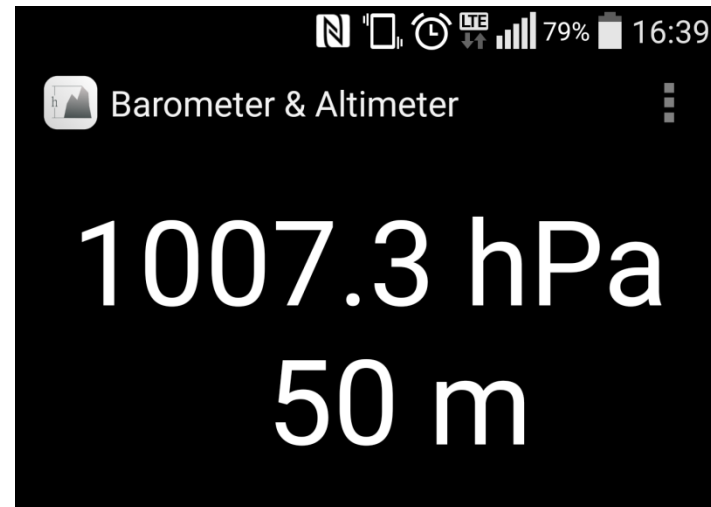
- Beispiel mit „Video Motion Analysis:



Messdaten **Fit** Theorie

3.9 Luftdruckmessung

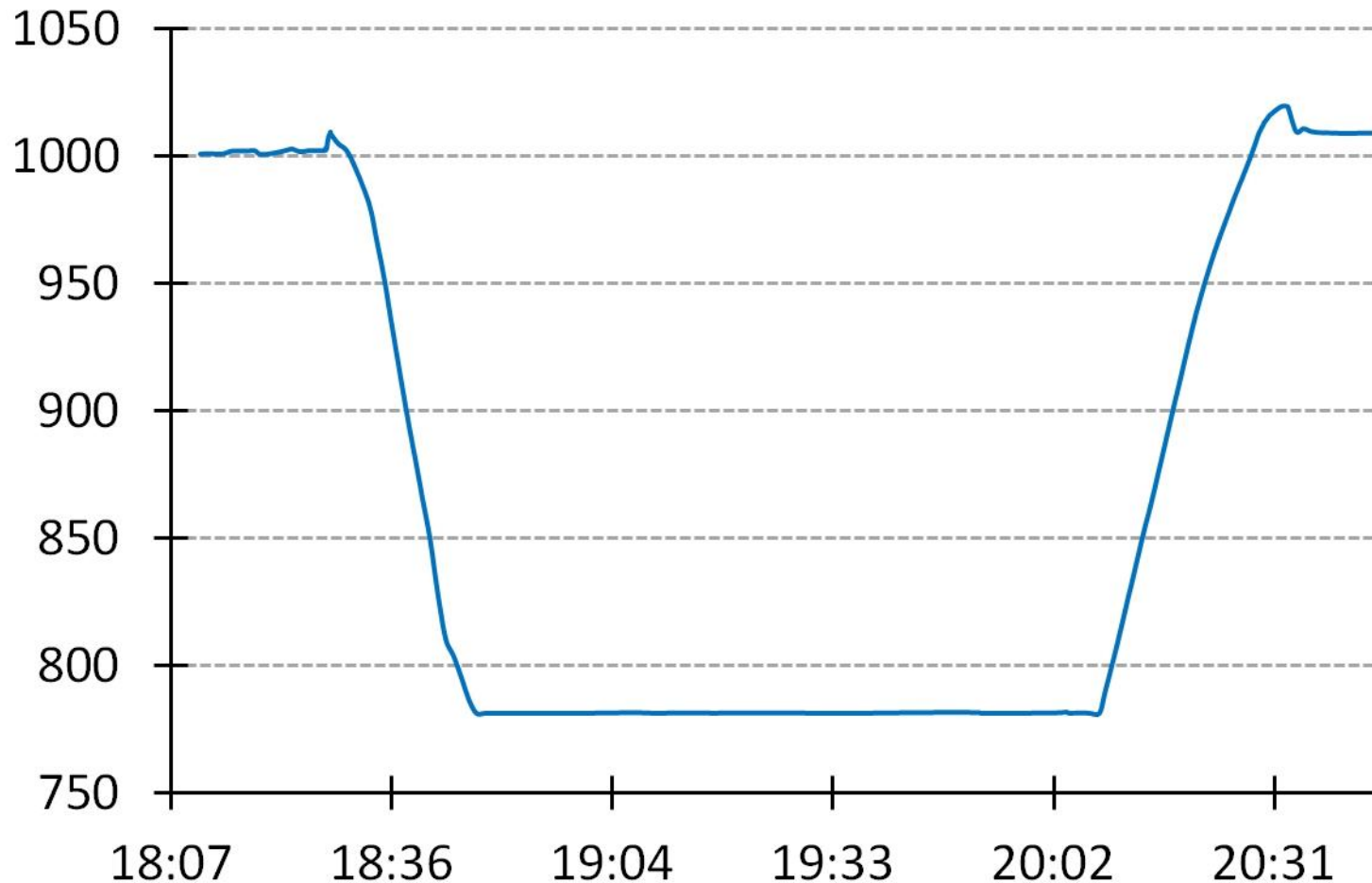
- Luftdruck nimmt mit der Höhe ab.
- Über Luftdruckänderungen beim Hochsteigen sind Höhen messbar: $\pm 0,1$ hPa entspricht $\pm 0,84$ m
- kostenfreie Android-App „Höhenmesser“



- Beispiel: Luftdruck steigt beim Anfahren hinten in der U-Bahn um ca. 0,3 hPa, fällt beim Abbremsen um ca. 0,3 hPa.

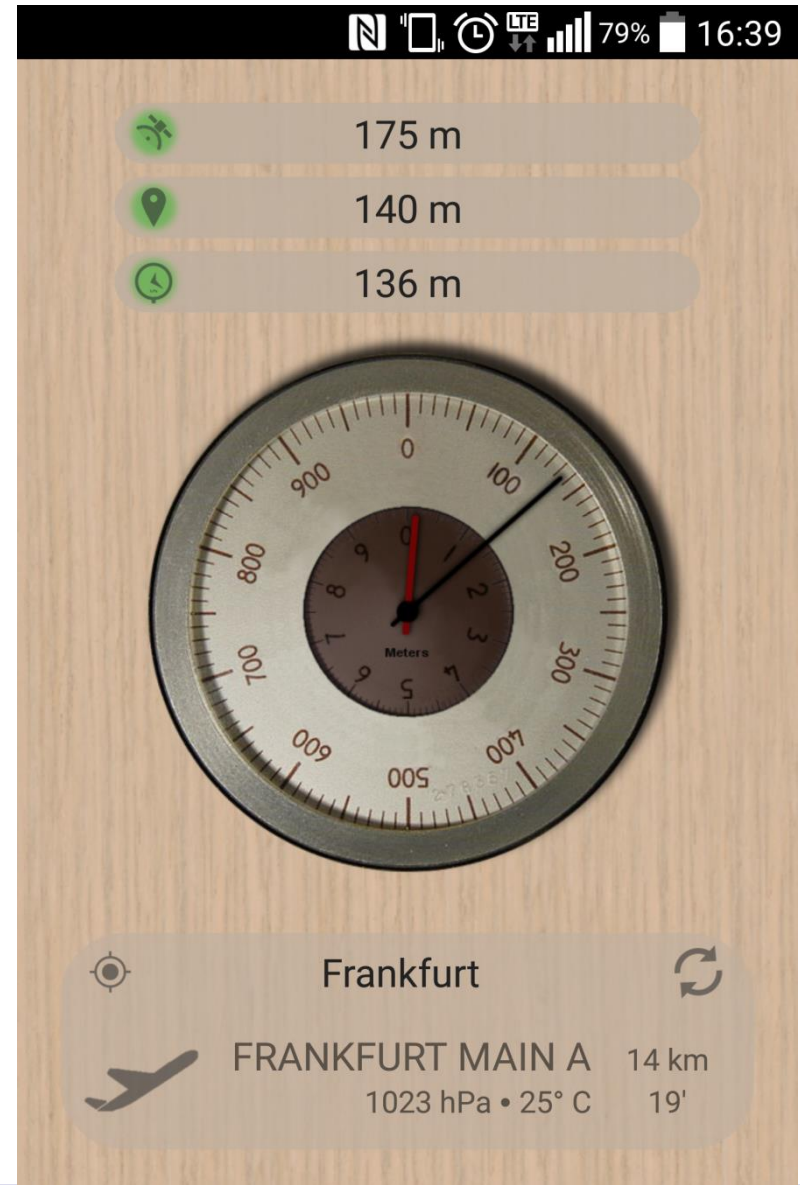
3.9 Luftdruckmessung

- Veränderung des Luftdrucks während eines zweistündigen Fluges in einem Linienflug:



3.9 Luftdruckmessung

- Genaue Höhenangabe mit „*Genaue Höhenmesser kostenlos*“ durch Datenabgleichs mittels Internetverbindung und Kartenmaterial



4. Speziell: Messen mit dem Beschleunigungssensor

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik,
Goethe-Universität Frankfurt am Main

4.1 Einleitung

- Beschleunigungssensoren sind weit verbreitet:
 - Sensor, der das Auslösen eines Airbags steuert
 - Vermeidung von Beschädigungen der Festplatte bei harten Stößen oder Stürzen (Head-Crash)
 - Steuerung moderner Videospiele
 - Analyse von Bewegungsabläufen im Leistungssport
 - In Smartphones zur Nutzung in verschiedensten Apps
- Im Unterricht nutzbar:
 - als authentischer Anwendungskontext von Physik
 - als authentisches Messgerät für physikalische Größen

4.1 Einleitung

- Verwendung als Anwendungskontext siehe:
Watzka & Scheler & Wilhelm,
Praxis der Naturwissenschaften-Physik in der Schule 61,
Nr. 7, 2012, S. 25-33
- Verwendung als Messgerät:
Sensoren können als Black-Box eingesetzt werden.

4.2 Als Messgerät

- Alle Smartphones und Tablets haben einen 3D-Beschleunigungssensor.
- Es gibt viele verschiedene Apps zum Auslesen, z.B.:
 - *Sparkvue* für iOS und Android,
 - *Accelerometer Monitor* für Android
- Probleme:
 - Viele Apps bieten nur begrenzte Möglichkeiten.
 - Es gibt viele schlechte Apps.



4.2.2 Chancen

- Früher:
 - Die Daten eines mitgeführten Sensors müssen durch ein Kabel zum Computer übertragen werden oder die Bewegung wird durch Fäden an einen ruhenden Sensor übertragen. Beides stört die Bewegung.
 - Berührungslose Messung mit Ultraschall- oder Lasersensor ist nur eindimensional möglich.
 - Videoanalyse ergibt sehr ungenaue Beschleunigungswerte.
- Vorteile:
 - störungsfreie Beschleunigungsmessungen
 - Bewegungen mit großem Bewegungsradius (Alltag, Sport) messbar
 - Kabel ist ein Unfallrisiko

4.2.3 Probleme

Gemessen: Auslenkung eines Probekörpers

⇒ zwei Kräfte: Gewichtskraft und Trägheitskraft
(mitbewegter Beobachter!)

⇒ keine Beschleunigungsmessung!

Problem: Gewichtskraft meist nicht ausschaltbar

(In Ruhe wird g gemessen, beim Fall Null)

Problem: Verkippungen möglich

(Dann Tara-Knopf sinnlos)

Lösung: Verrechnung mit Rotationssensor

4.2.3 Probleme

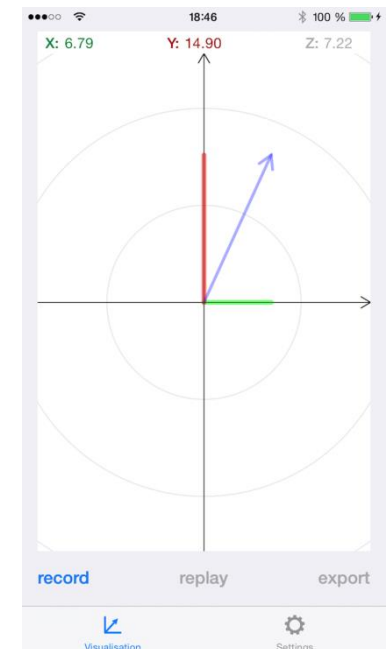
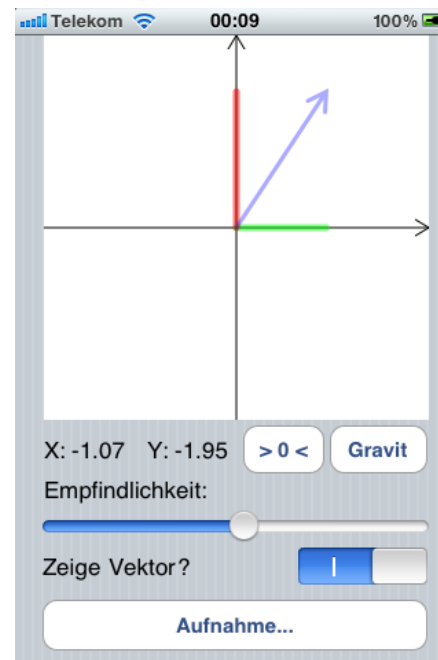
- Diagramme der gemessenen Komponenten oft sehr schwer zu interpretieren
- Richtung/Vorzeichen z.T. verwirrend (Richtung der subjektiven Scheinkraft oder der objektiven Beschleunigung?)
- Messung aus Sicht des mitbewegten Beobachters, d.h. das Koordinatensystem dreht sich mit.
- Beschleunigung ist ein schwieriger Begriff.

4.2.4 Lösung: AccelVisu

- Kostenloses App für iPhone mit Pfeildarstellung der Beschleunigung: **AccelVisu**
- Bewegung nur auf der Tischfläche (oder bei anderer Ebene auf Null stellen)
- Richtung der objektiven Beschleunigung als intuitiver Pfeil
- Neue Version ab Ende Oktober

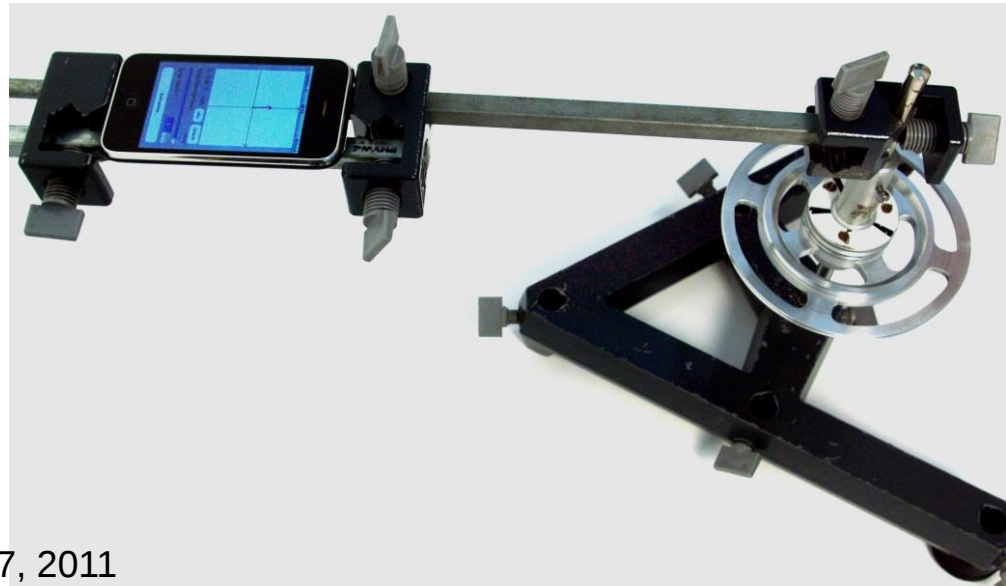
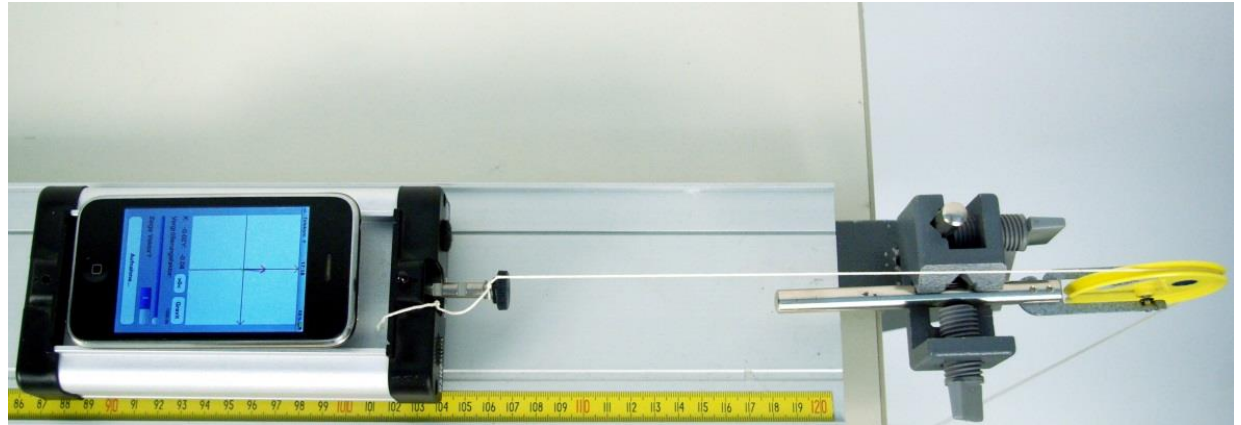
<http://itunes.apple.com/de/app/accelvisu/id479664496?mt=8>

Lück & Wilhelm, PdN-PhiS 60,
Nr. 7, 2011



4.2.4 Lösung: AccelVisu

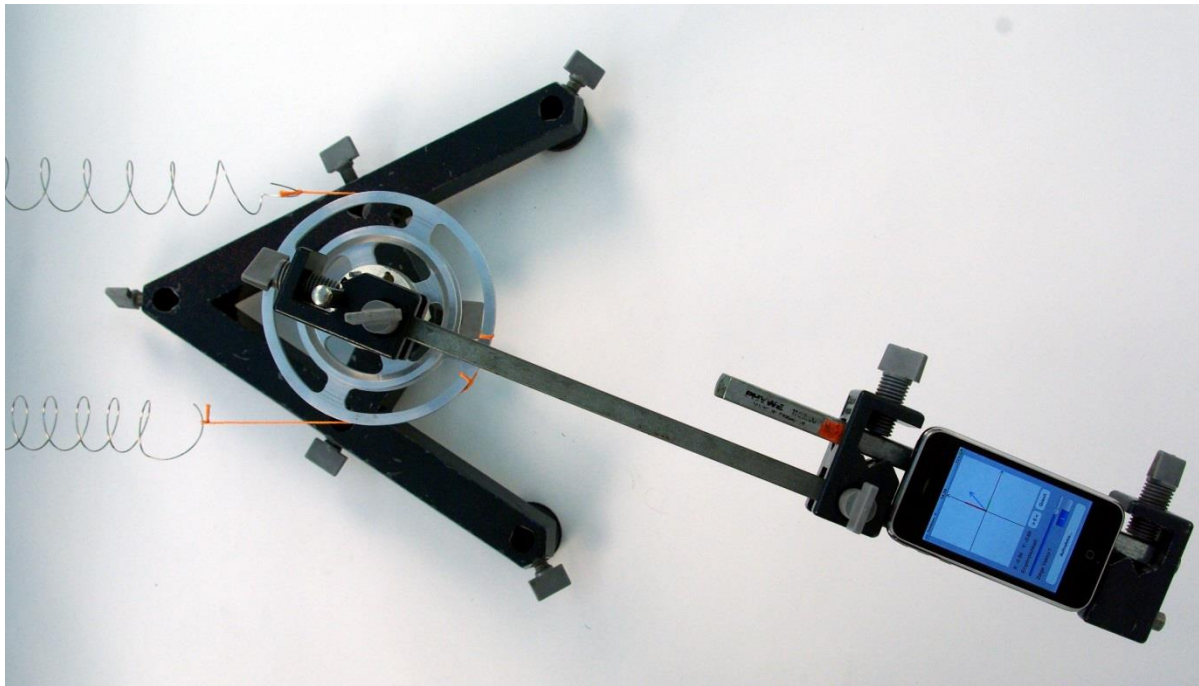
- Ermöglicht Erfahrungen beim Schieben mit der Hand
- Hilfreich bei klassischen Schulversuchen
- Übertragung via “AirPlay” an Computer



Lück & Wilhelm, PdN-PhiS 60, Nr. 7, 2011

4.2.4 Lösung: AcceVisu

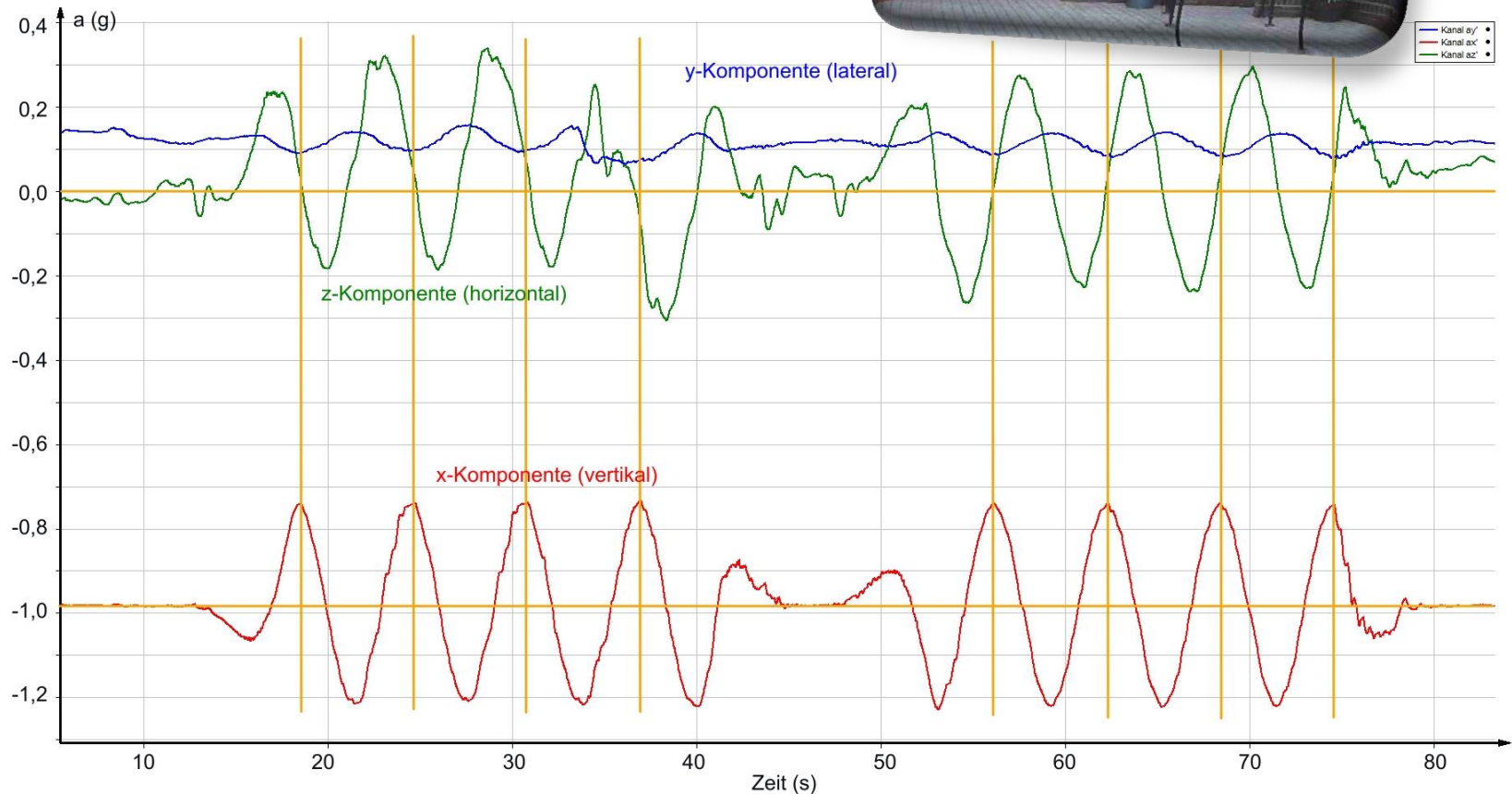
- Oft falsch dargestellt: Die Beschleunigung beim Stab- oder Fadenpendel
 - Beschleunigung ist nicht tangential gerichtet!!
 - Ebenes Modell eines Stabpendels mit iPhone:



Lück & Wilhelm, PdN-PhiS 60, Nr. 7, 2011

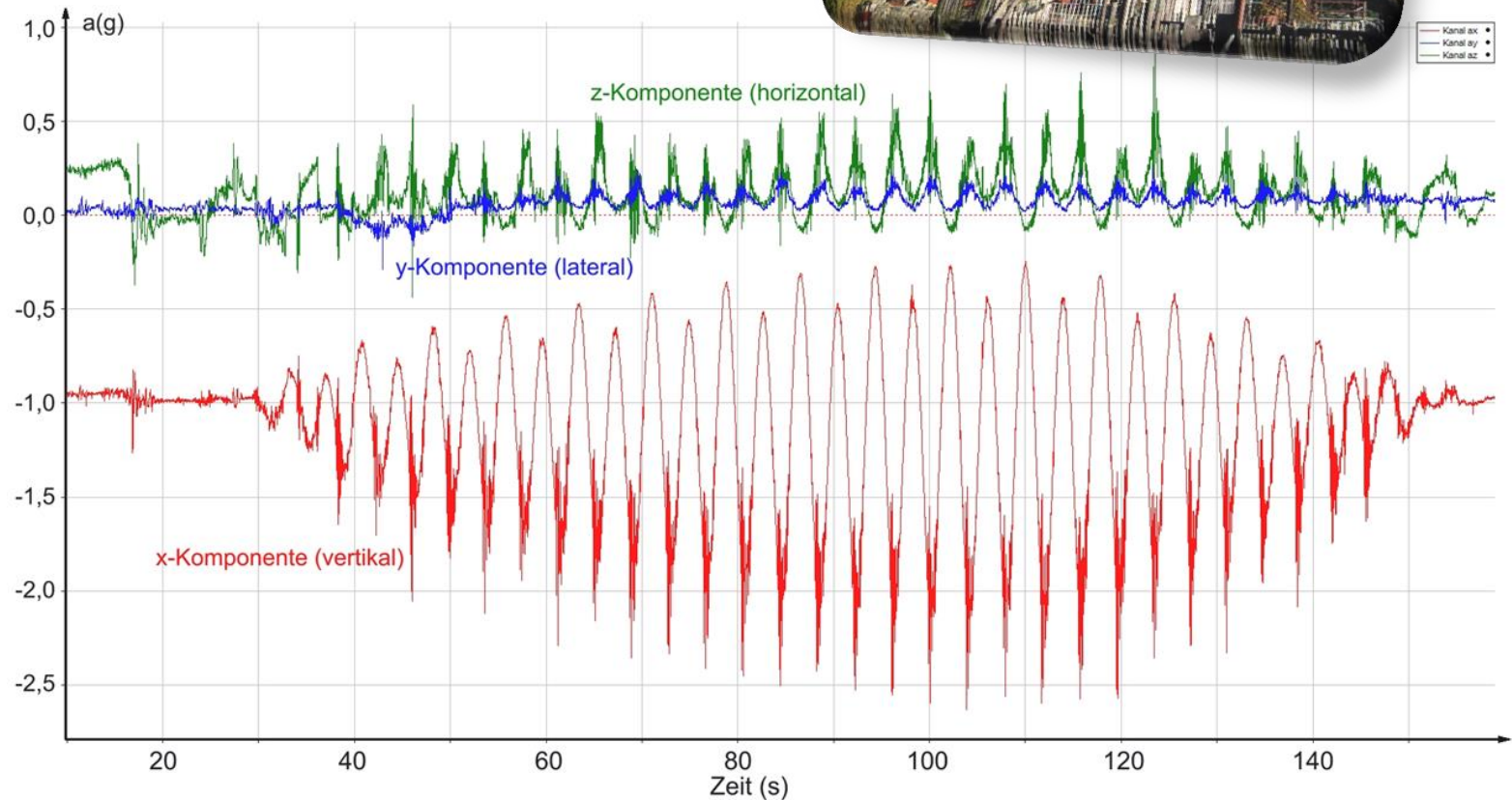
4.2.5 Beispiel Freizeitpark

- Kreisbewegung



4.2.5 Beispiel Freizeitpark

- Schiffschaukel

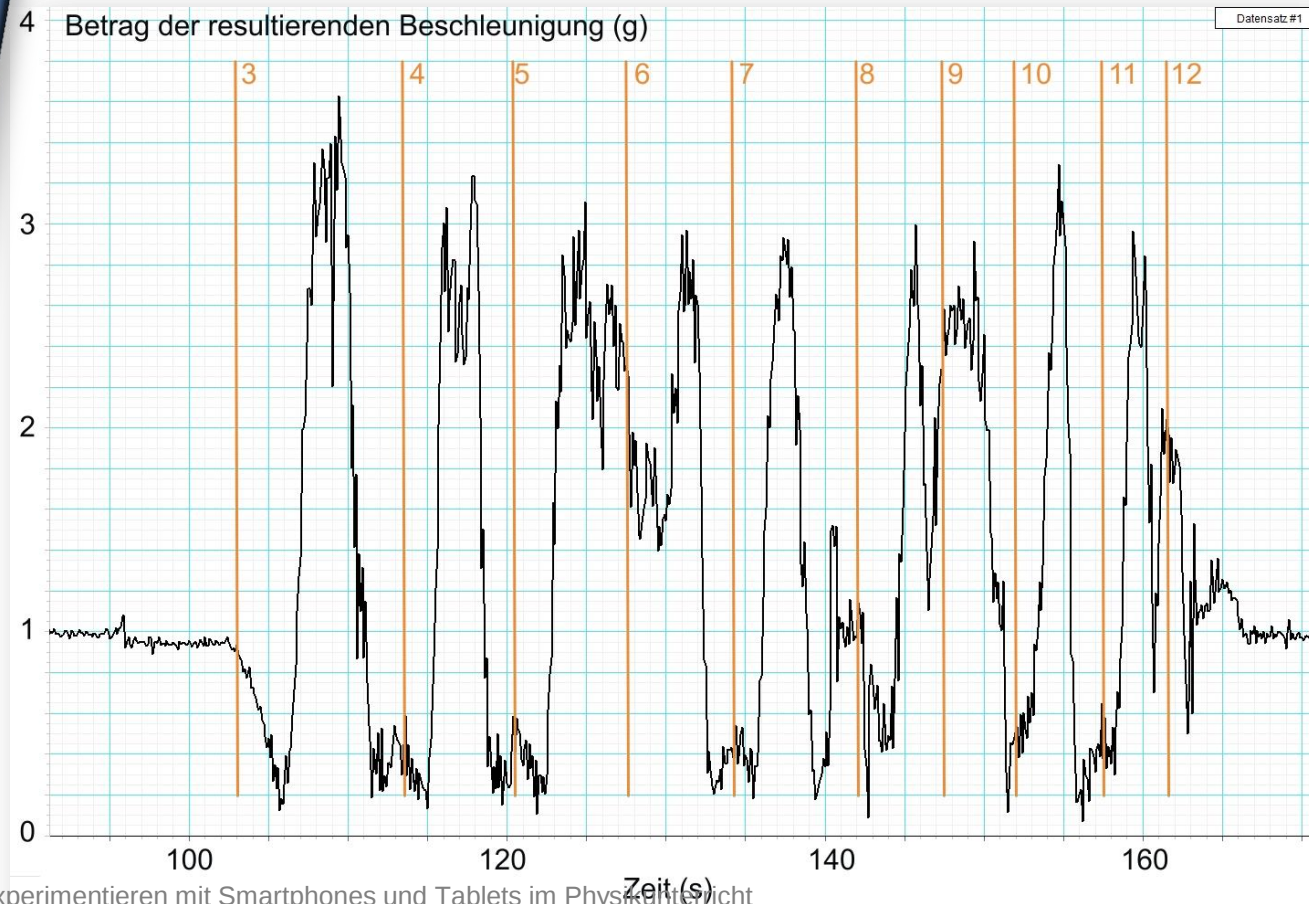


4.2.5 Beispiel Freizeitpark

- Achterbahn

Behauptung 1: über 20 s eine Beschleunigung von nur 0,2 g.

Behauptung 2: maximal 4 g



Schüttler & Wilhelm, PdN-PhiS 60,
Nr. 6, S. 18 - 24, 2011

5. Messen mit externen Sensoren

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik,
Goethe-Universität Frankfurt am Main

5.1 Geschichte

- 1980er Jahre: Zähler und Analog-Digital-Wandler, physikalische Größe musste in eine Spannung umgewandelt werde
- 1990er Jahre: große Messboxen, für mehrere Spannungen oder mehrere Sensoren, über interne Einsteckkarten oder serielle Schnittstelle oder USB-Port angeschlossen
- Heute: zu praktisch jeder physikalischen Größe ein kleiner Sensor über kleinen Adapter direkt an den USB-Anschluss
- Smartphones und Tablets haben keinen geeigneten USB-Anschluss.

5.2 Überblick über vorhandene Systeme

- Messwertsysteme heute modular aufgebaut:
 - eine Fülle von Sensoren
 - über einen USB-Adapter an einen Windows-PC
- Datenlogger für Aufnahmen ohne Computer
- Möglichkeit, Daten des Sensors per Funk zu übertragen (Bluetooth, Wireless LAN oder mit einem eigenen Funksystem)
- Kabellos hat Vorteile:
 - Temperatur und Druck in abgeschlossenen Systemen
 - Aufbau mancher Experimente einfacher
 - Kabel beeinflussen Experiment nicht
 - Drehbewegungen und größere Entfernungen möglich

5.2 Überblick über vorhandene Systeme

- Produktnamen für Messwerterfassungssysteme für den PC:
 - Sehr gute, international viel benutzte Programme sind: Datastudio (Pasco, USA) und Coach (aus Niederlanden), die beide in Deutschland kaum benutzt werden
 - Die Marktmacht in Deutschland hat Cassy (Firma LD-Didaktik), was nur historisch zu verstehen ist.

5.2 Überblick über vorhandene Systeme

- Ergebnisse dreier Erhebungen 2004, 2009 und 2015: Was wurde schon mind. Einmal benutzt?

Umfrage Name (Firma)	Rh-Pfalz 2004, N=293	Unterfranken 2009, N=98	Frankfurt 2015, N=51	Unterfranken 2015, N=60	Schwaben 2015, N=50
Cassy (Leybold)	53 %	63 %	49 %	62 %	65 %
DataStudio (Pasco)	0 %	17 %	0 %	30 %	12 %
Cobra 3 (Phywe)	4 %	2 %	2 %	3 %	2 %
Cobra 4 (Phywe)	-	-	10 %	2 %	6 %
Lap Pro (Vernier)	2 %	0 %	10 %	3 %	4 %
PAKMA (Uni Wü)	2 %	24 %	2 %	25 %	6 %
Coach (CMA)	0 %	1 %	0 %	3 %	4 %
Corex (Cornelsen)	1 %	0 %	2 %	0 %	0 %
DiBox	2 %	0 %	-	-	-
CBL (TI)	1 %	0 %	-	-	-
Eigenbau	1 %	0 %	-	-	-

5.2 Überblick über vorhandene Systeme

- Systeme für Tablets (und Smartphones):

Firma	System	Software für PC	App für Tablets (& Smartphone)	Verbindung zum Tablet
Pasco, in Deutschland von Conatex vertrieben	Pasport	DataStudio, Capstone, SPARKvue	SPARKvue SPARKvue HD	Bluetooth
Vernier, in Deutschland von LPE vertrieben	LabQuest	Logger Pro, Logger Lite	Graphical	Bluetooth oder WLAN
Phywe	Cobra4	measure	measureAPP	WLAN
NeuLog, in Deutschland von Christiani vertrieben	NeuLog	NeuLog	NeuLog	WLAN
Cornelsen	CorEx	EasySense	EasySense	WLAN

5.3 Das System Passport

- System Passport von Pasco (USA) von Conatex vertrieben
- mehr als 70 verschiedene Sensoren
- per USB oder Bluetooth an einen PC (Windows oder MAC) anschließen oder an zwei verschiedene Datenlogger
- drei verschiedene Analyseprogramme (DataStudio, Capstone, Sparkvue)
- Tablets und Smartphones (iOS und Android) können per Bluetooth verbunden werden.
- Mit dem AirLink 2 kann über Bluetooth aber nur ein Sensor an jedes Bluetooth-fähige Endgerät angeschlossen werden.
- Mit dem Sparklink Air zwei Sensoren anschließbar

5.3 Das System Passport

- “Sparkvue”: für iOS und Android ab Version 4.0, für iOS noch “Sparkvue HD”
- Beispiel: Heizmagnetrührer, Temperatursensor mit dem akkubetriebenen Air-Link 2 sowie ein Android-Tablet
- Hier: Zeit-Graph
- Alternativ: Digitalanzeige, Messtabelle, Zeigermessgerät
- Messdaten per E-Mail versendbar

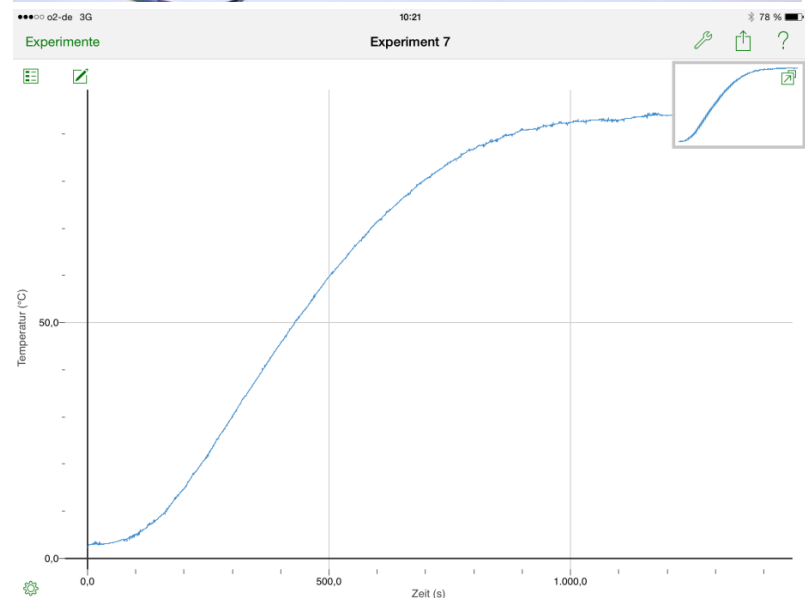


5.4 Das System LabQuest

- System LabQuest von Vernier (USA) von LPE Naturwissenschaft & Technik vertrieben
- knapp 60 verschiedene Sensoren vorhanden
- wenige Sensoren mit Bluetooth, meistens Interface nötig
- zwei verschiedene USB-Adapter
- eigenständiger Datenlogger namens LabQuest2: mit Bluetooth oder WLAN Verbindung mit Windows-, Mac-, Android- und iOS-Geräten
- vorhandenes WLAN-Netz oder Gerät als WLAN-Router

5.4 Das System LabQuest

- App Graphical (Android und iOS)
- Alle am Datenlogger angeschlossenen Sensoren werden gleichzeitig erfasst.
- Erfassungsrate und Kalibrierung am Datenlogger einzustellen
- Hier: Sensor, akkubetriebener Datenlogger, iPad

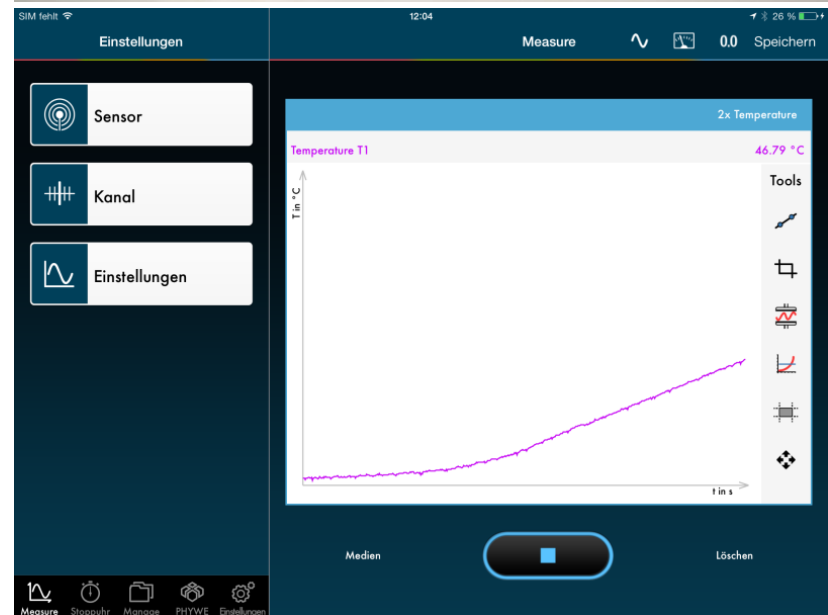
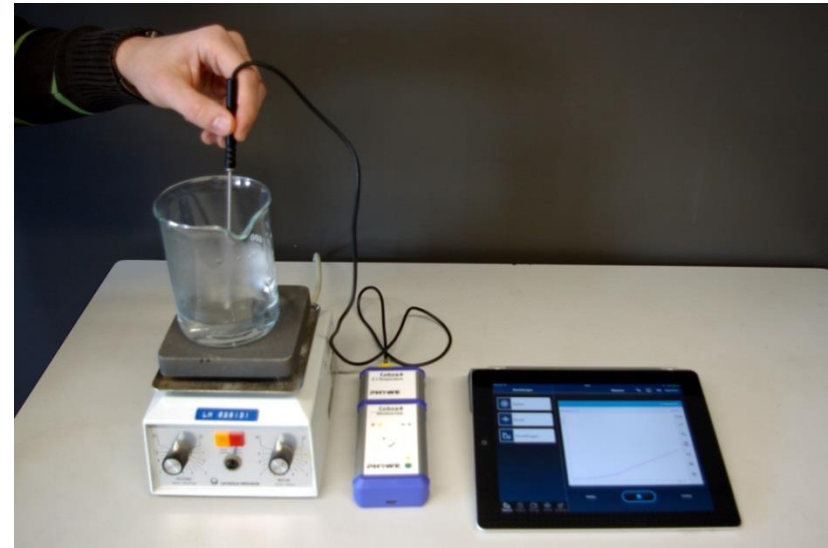


5.5 Das System Cobra4

- System Cobra4 von Phywe (Deutschland)
- mehr als 30 verschiedene Sensoren
- per USB oder per eigenem Funk an Windows-PC, Datenlogger oder Großanzeige
- am Windows-Rechner bis zu 99 Sensoren über USB-Adapter oder über Funk
- seit Herbst 2014: Adapter Wireless-Link 2 für WLAN
- über WLAN: zehn Sensoren auslesbar (pro Sensor ein WLAN-Adapter nötig)
- vorhandenes WLAN oder eigenes WLAN von Wireless-Link
- Tablets und Smartphones per WLAN verbunden
- App nur für einfache Schülerversuche gedacht
- Daten an einen PC über WLAN übertragbar

5.5 Das System Cobra4

- measureAPP für iOS und Android
- auch Fotos, Videos oder Tondateien speichern, Text notieren oder aufsprechen, GPS-Koordinaten speichern
- Hier: Heizgerät, Temperatursensor mit dem akkubetriebenen Wireless-Link 2 sowie iPad

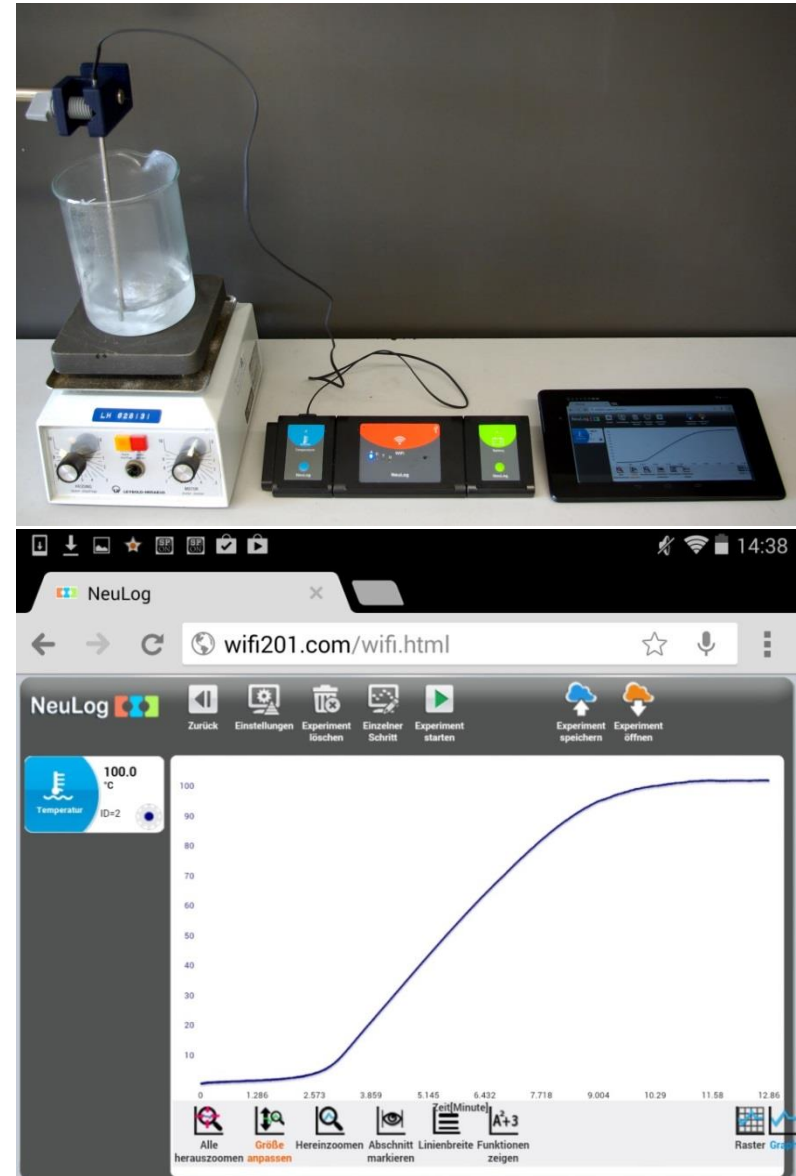


5.6 Das System NeuLog

- NeuLog (Israel) von Christiani vertrieben
- mehr als 40 verschiedene Sensoren
- per USB, per eigenem Funk oder per WLAN an einen PC (Windows, MAC OS oder Linux) oder an Anzeigegerät anschließbar
- Tablets und Smartphones per WLAN verbunden
- vorhandenes WLAN oder eigenes WLAN
- bis zu zehn Sensoren über einen WLAN-Sender
- Software läuft immer im Browser, in allen Systemen identisch
- Software auf dem WLAN-Adapter vorhanden

5.6 Das System NeuLog

- Messung gleichzeitig auf fünf Endgeräten betrachtbar
- Sensor kann auch ohne Endgerät und ohne Datenlogger Daten aufnehmen.
- Hier: Heizmagnetrührer, Messkette mit Temperatursensor (blau), WiFi-Modul (orange) und Batteriemodul (grün) sowie Android-Tablet



5.7 Das System CorEx

- System CorEx von Cornelsen vertrieben
- Mehr als 40 Sensoren verfügbar
- 4 Sensoren an CorEx-Datenlogger „EasySense VISION“ anschließbar
- Datenlogger per USB oder WLAN an PC
- Datenlogger über WLAN an iPad
- Android-Version für Oktober 2014 versprochen
- vorhandenes WLAN oder eigenes WLAN von Datenlogger



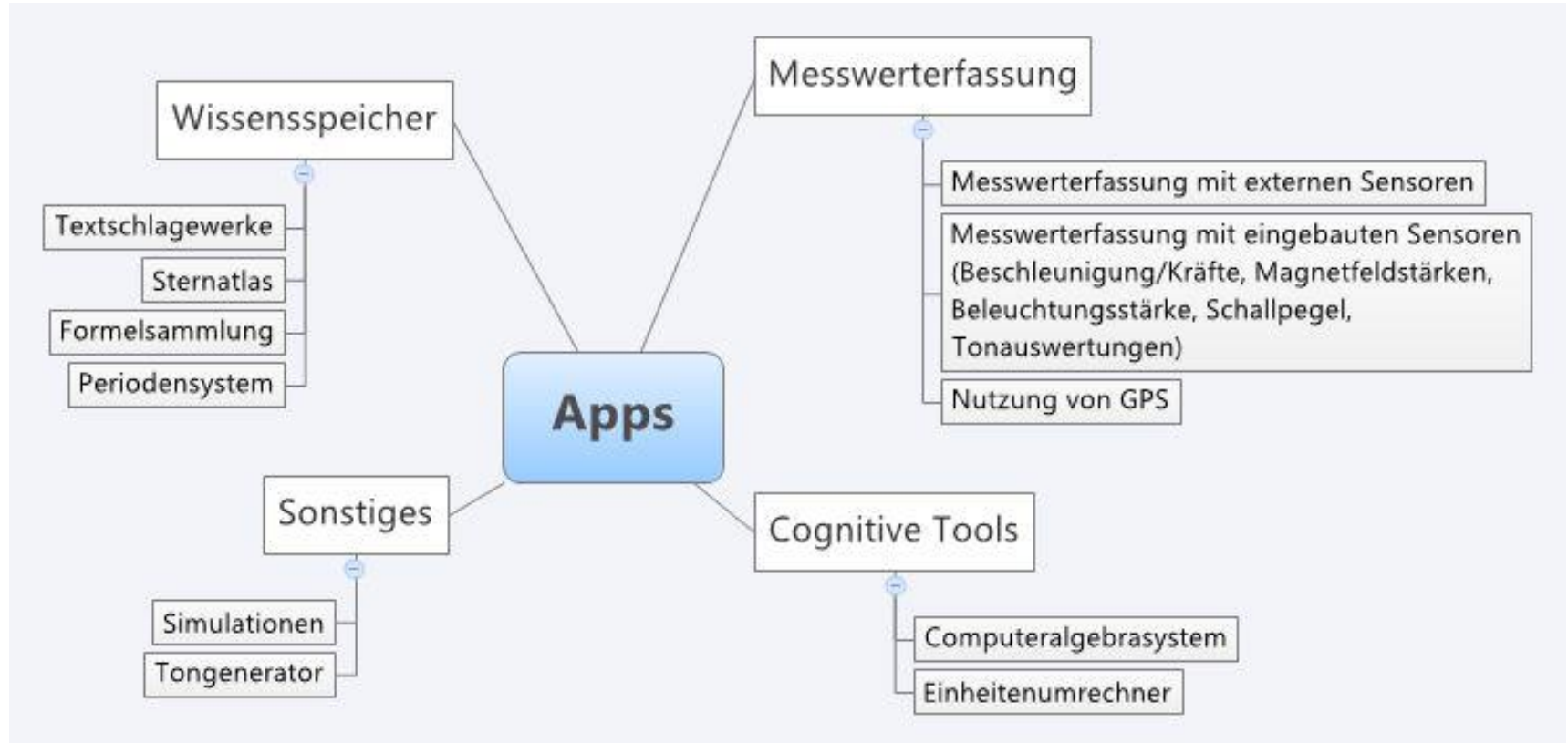
6. Weitere physikalische Apps

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik,
Goethe-Universität Frankfurt am Main

6.1 Übersicht

- Physikalische Apps für den Physikunterricht:



6.1 Übersicht

- Es gibt viele schöne Simulationen.
- Das ist heute kein Thema.



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!

- Kontaktmöglichkeit:

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Institut für Didaktik der Physik

Max-von-Laue-Str. 1

60438 Frankfurt am Main

E-Mail: wilhelm@physik.uni-frankfurt.de

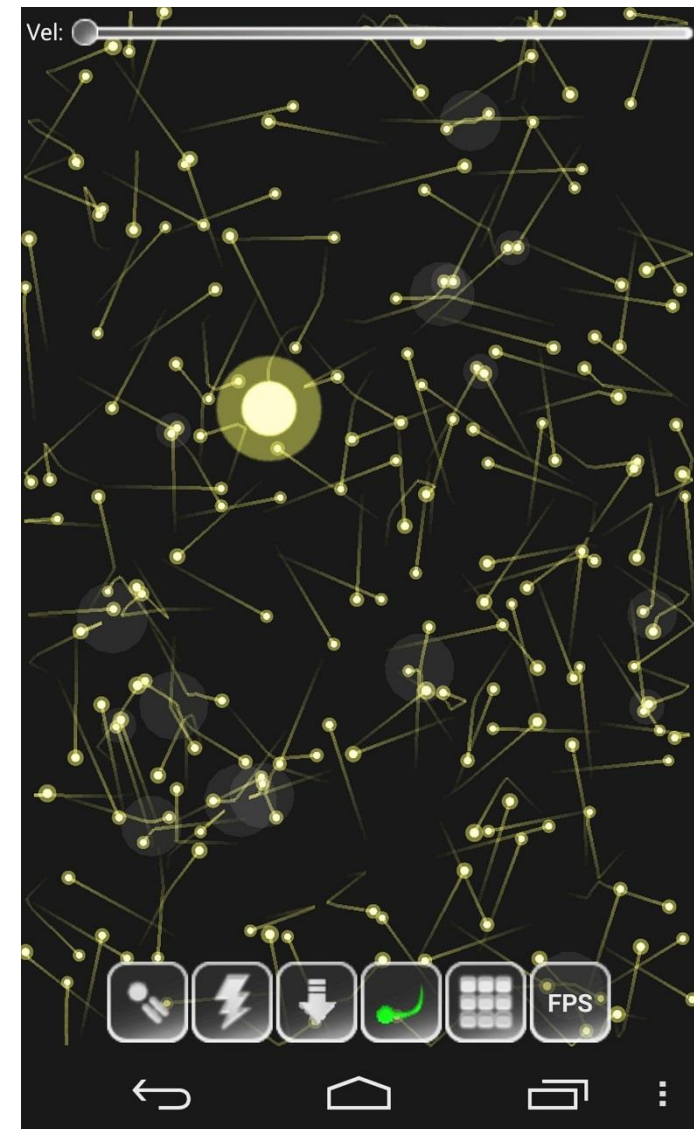
Web: www.thomas-wilhelm.net

6.2 App “Particles“

- Android-App „Particle Physics Simulator“:
Phänomene von Gasen im Teilchenmodell schnell
simulierbar
- Durch unterschiedlich langes Tippen lassen sich
Teilchen unterschiedlicher Masse erzeugen.
- Zieht man während des Berührens des Bildschirms
seinen Finger etwas zur Seite, erzeugt man
Teilchen mit Impuls.
- ideales Gases darstellbar:
 - Abschalten der Anziehung zwischen den Teilchen
 - Deaktivieren anfänglich vorhandener Teilchen und
schwarzer Löcher

6.2 App “Particles”

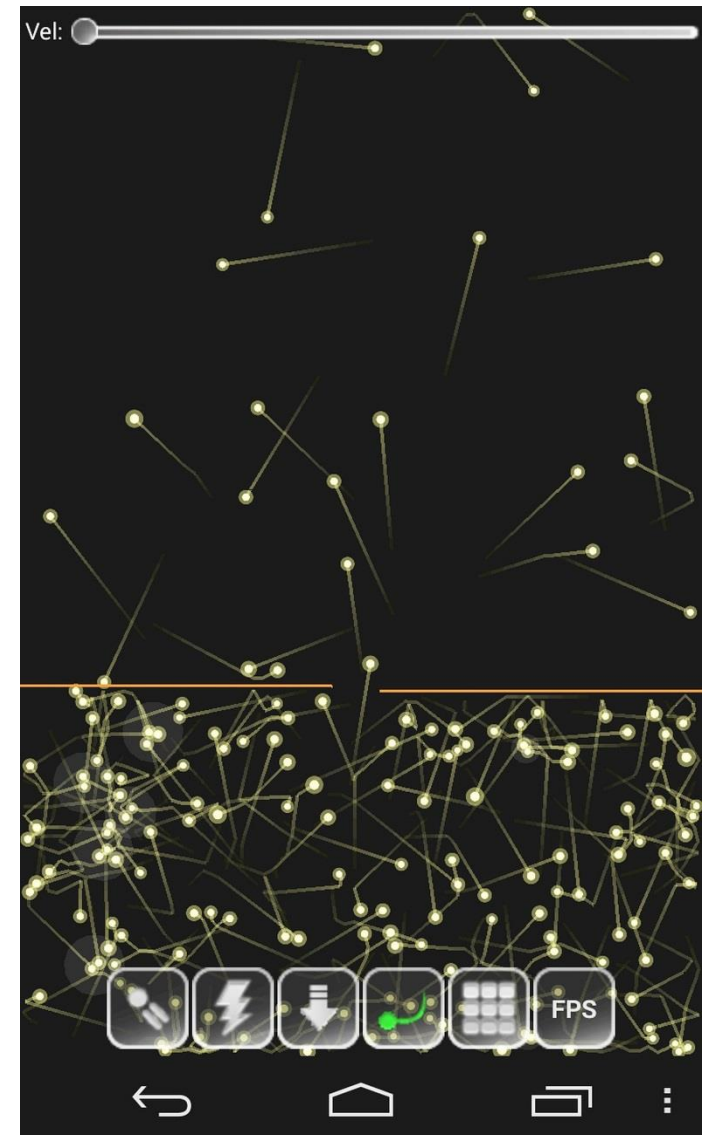
- Brownsche Molekularbewegung:
 - ein großes, schweres Teilchen
 - viele weitere kleine Teilchen
 - zur Sichtbarmachung der Zitterbewegung:
Teilchenspuren aktivieren
 - Erhöhung der Temperatur
durch Erhöhung der
Simulationsgeschwindigkeit



BURDE, WILHELM et al.:
Physik in unserer Zeit 45, Nr. 1, 2014, S. 46 - 47

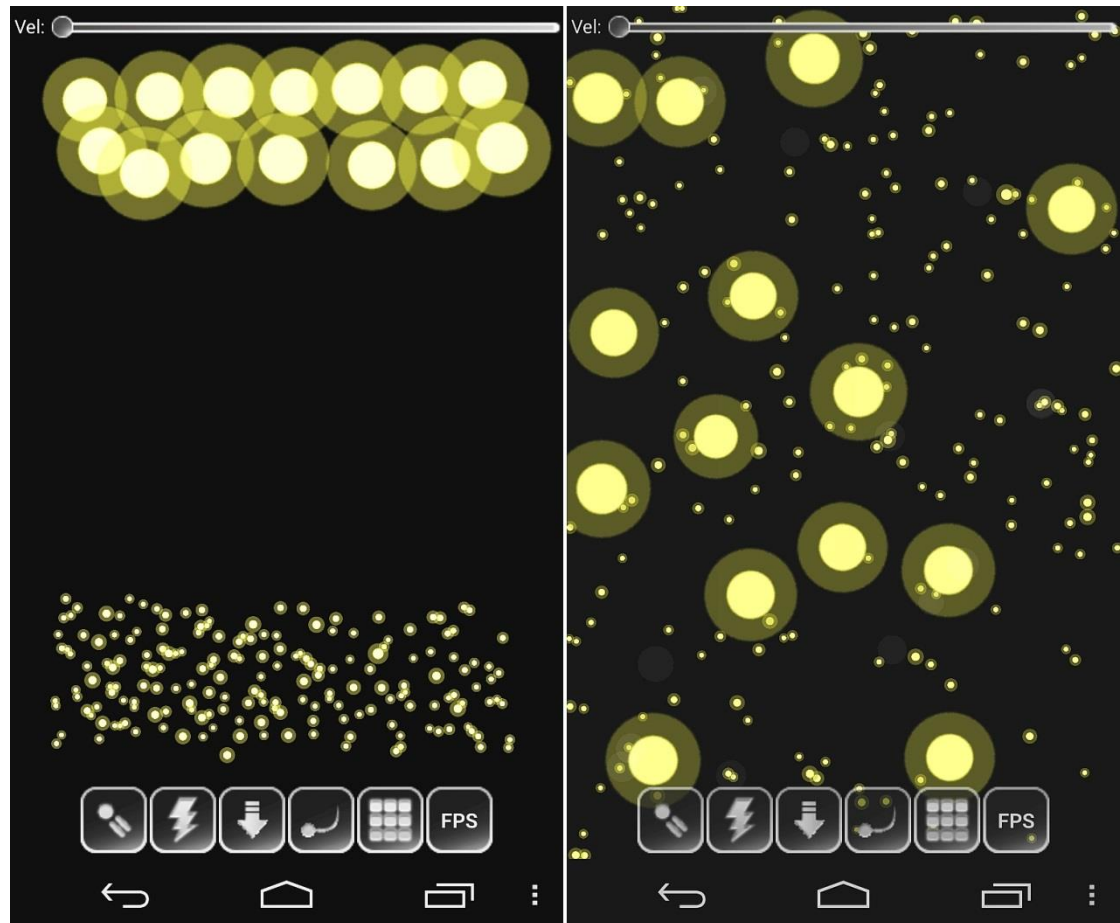
6.2 App “Particles”

- Expansion / Ausgleichsbestreben von Gasen:
 - Wände einfügen, teilen Fläche in zwei Hälften, mit kleiner Lücke
 - bis zu 200 Teilchen in der unteren Hälfte platzieren, wovon manche Teilchen einen Impuls erhalten



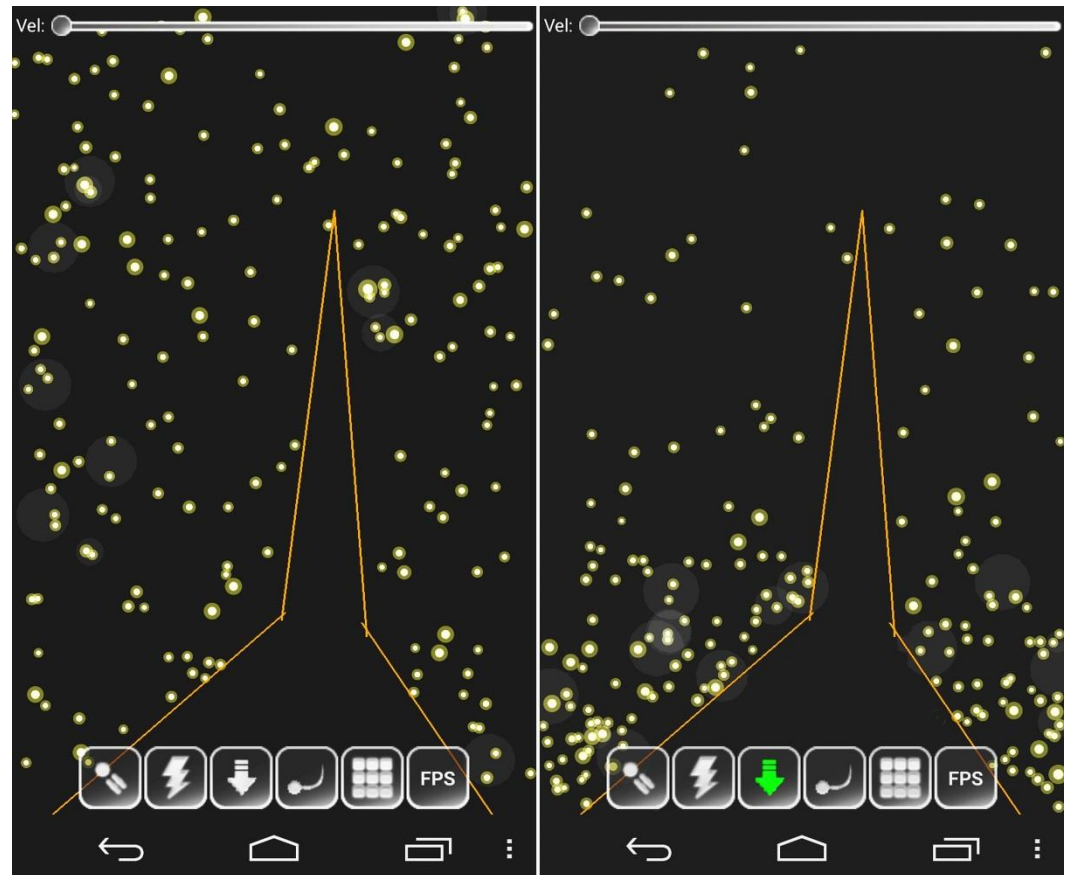
6.2 App “Particles”

- Diffusion / Abbau von Konzentrationsunterschieden:
 - Teilchen unterschiedlicher Größe zeigen verschiedene Teilchenarten
 - Diffusionsprozess beobachtbar



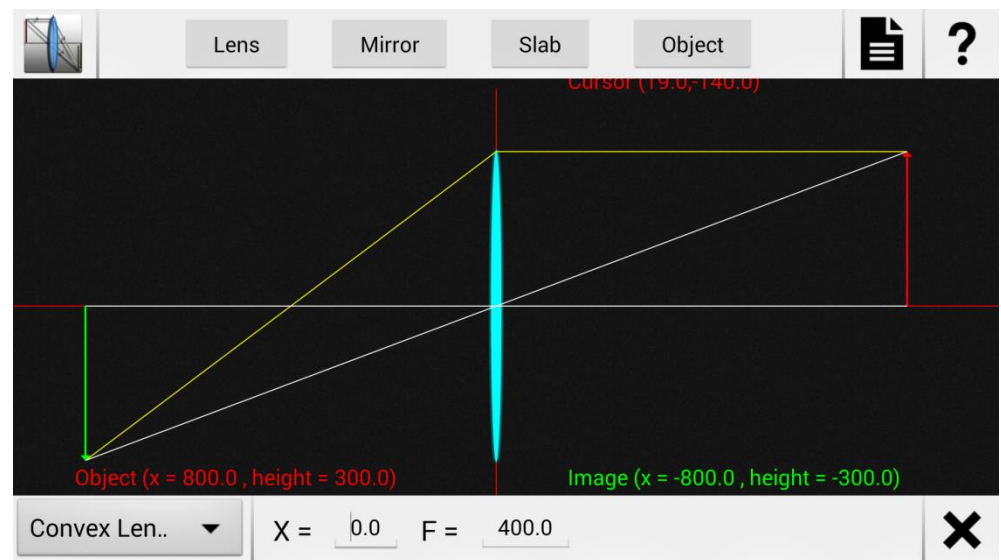
6.2 App “Particles”

- Einfluss der Gravitation
 - Beschleunigungssensors des Smartphones im Gravitationsmodus nutzen
 - zur besseren Veranschaulichung der Höhe:
Berg zeichnen
 - viele kleine Teilchen einfügen



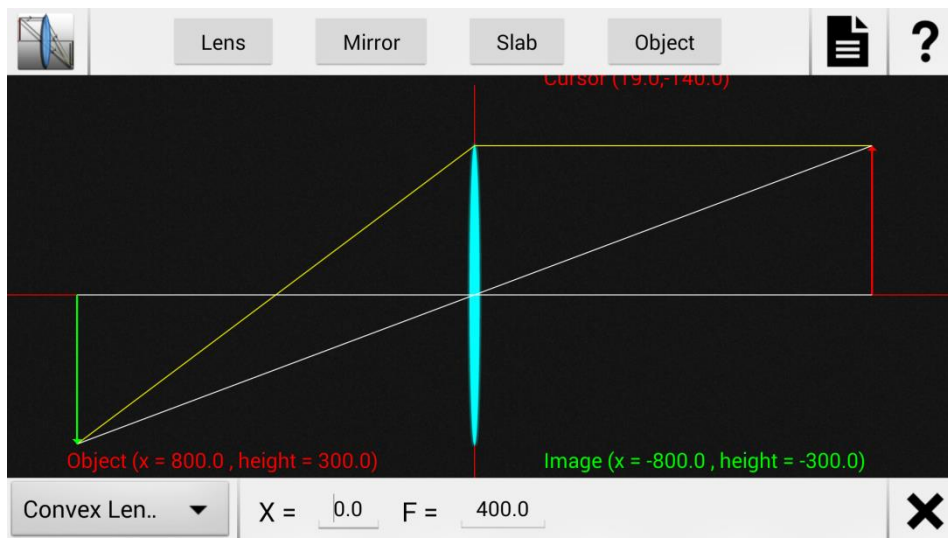
6.3 App „Ray Optics“

- Android-App „Ray Optics“: Abbildungen an Spiegeln und Linsen (geometrische Optik)
- Einfügen:
 - abzubildender Gegenstand (roter Pfeil rechts)
 - Linsen, Spiegel und Glasplatten
- Einstellbar: Position, Brennweite, Brechungsindex und Plattendicke
- alle Größen in Pixel angegeben
- reelles oder virtuelles Bild grün angezeigt



6.3 App „Ray Optics“

- zwei Konstruktionsstrahlen vom oberen Ende des Gegenstandes eingezeichnet:
 - Parallelstrahl (gelb) und der Mittelpunktstrahl (weiß)
 - keine abbildenden Strahlen und kein abbildendes Strahlenbündel
 - dynamisch in Echtzeit bei Verschieben

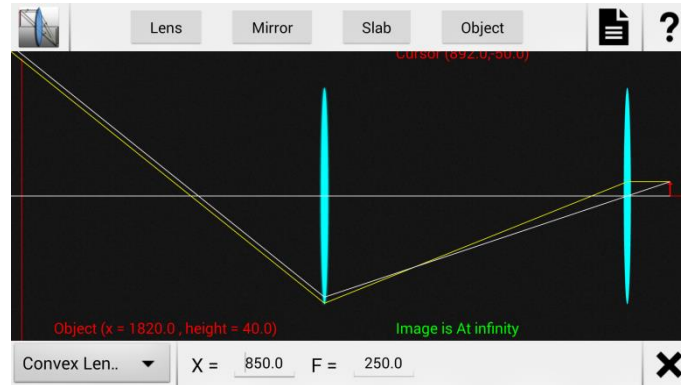


WILHELM et al.:
Physik in unserer Zeit 45, Nr. 5, S. 250 - 251

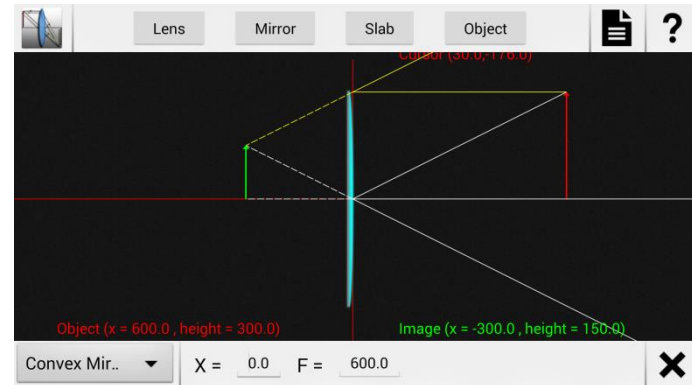
$f = 400$ Pixeln, $g = 2f$, Bild gleiche Größe, auf Kopf stehend

6.3 App „Ray Optics“

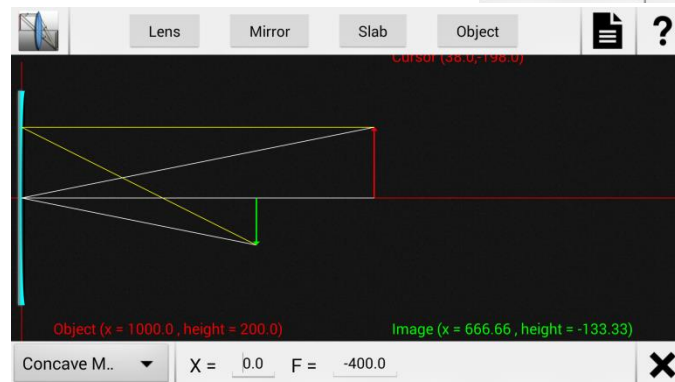
- Beispiele:
 - Lichtmikroskop



- Wölbspiegel
(Konstruktionsstrahlen bei
virtuellen Bildern gestrichelt)

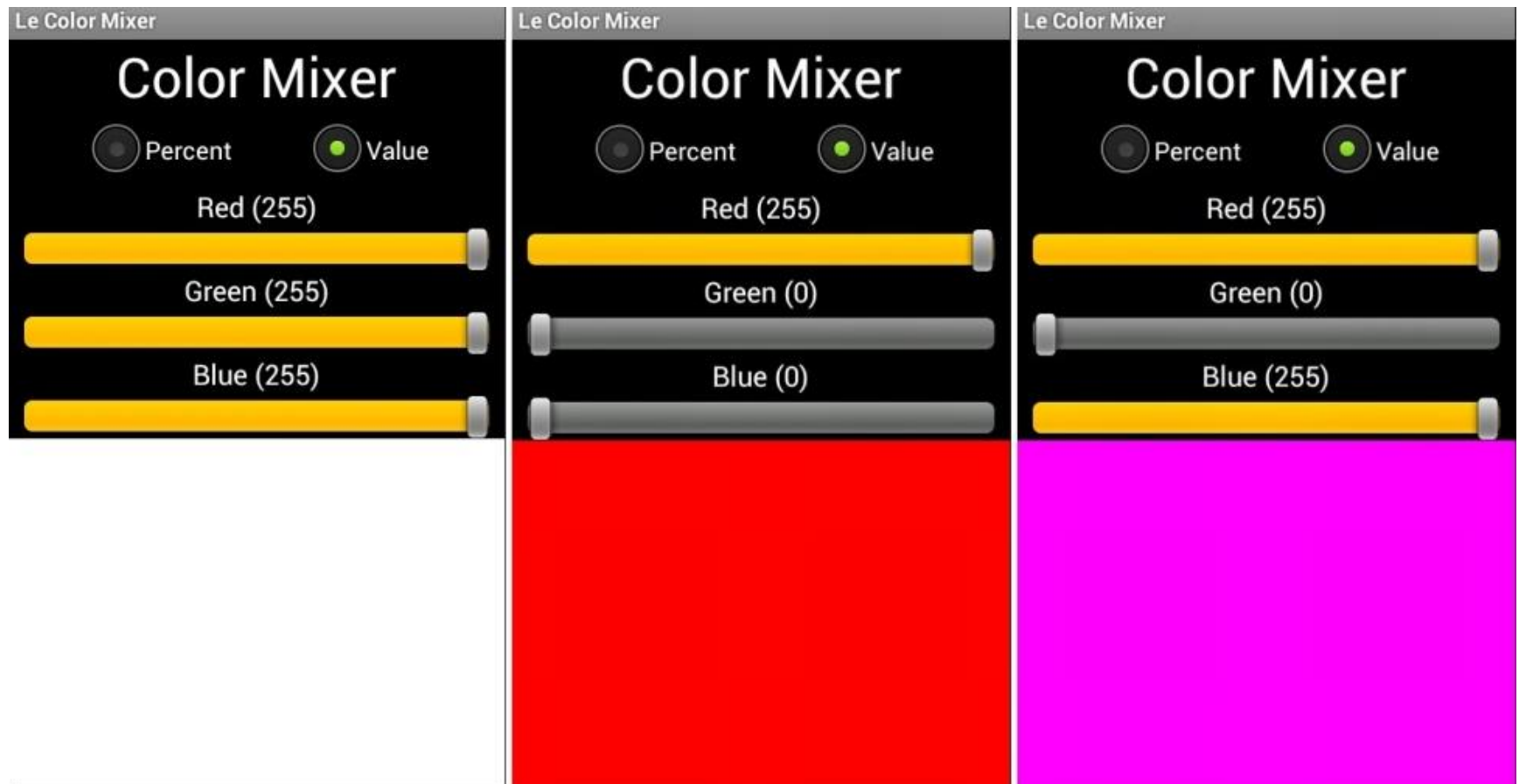


- Hohlspiegel



6.4 App „RGB Color Mixer“

- App „Le Color Mixer“ zur Behandlung der additiven Farbmischung



6.5 Planetariumsprogramme

Android-Apps:

1. Google Sky Map
2. Vortex Planetarium
3. SkEye
4. StarChart
5. Star3map
6. Space Junk
7. AcruSky Compact Planetarium
8. Satellit AR
9. Heavens Above

6.6 Apps für Astronomen

Android-Apps:

1. Mobile Observatory
2. Freies Licht oder Taschenlampe
3. Sundroid Free Sunrise Sunset
4. Planet Droid