

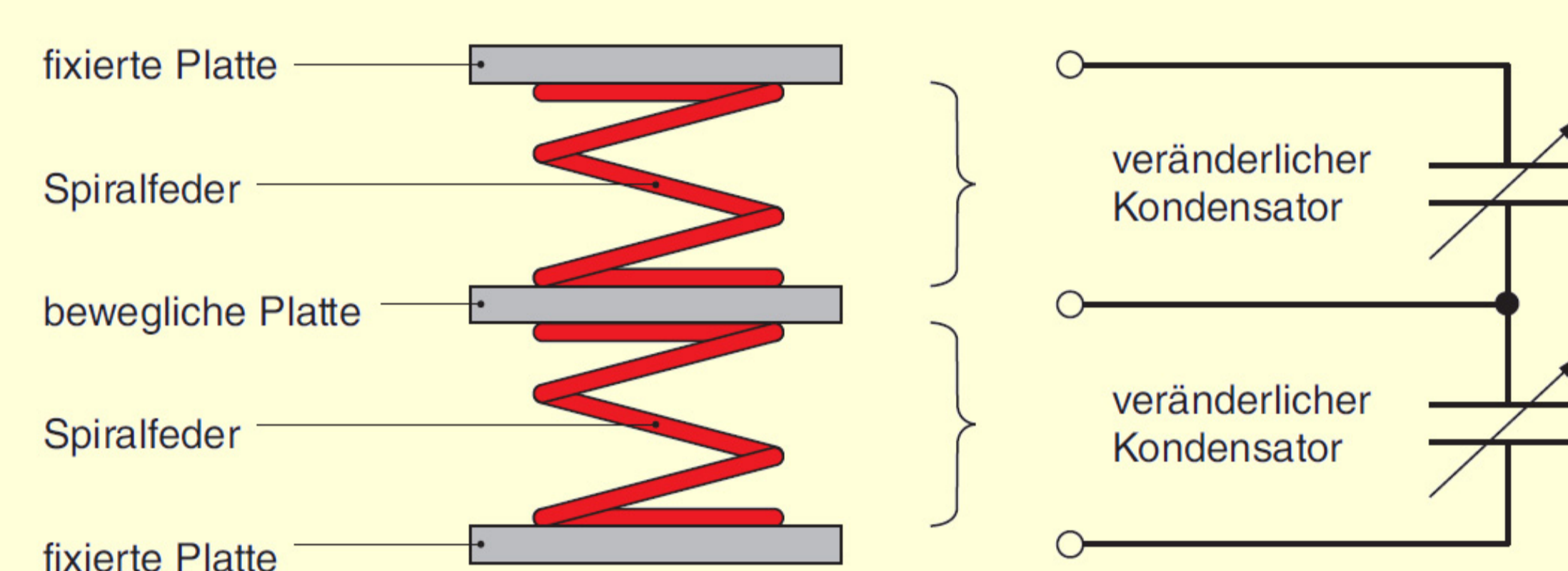
Smartphone Physics: Beschleunigungsmessungen im Physikunterricht – Lernanlässe oder Lernhindernisse?

Kurzfassung

In den letzten Jahren wurde vielfach vorgestellt, wie die in Smartphones und Tabletcomputern verbauten Beschleunigungssensoren für quantitative Versuche in Schule und Lehrerbildung eingesetzt werden können (z. B. Vogt et al., 2011). Die publizierten Beispiele sind sehr vielfältig und betreffen z. B. den freien Fall, die Radialbeschleunigung, verschiedene Pendelexperimente sowie die experimentelle Erschließung von Alltagskontexten. Neben den zweifelsfrei vorhandenen Vorzügen des Messmittels „Smartphone“ (insb. hohe Verbreitung bei den Schülern und Studierenden sowie intuitive Bedienbarkeit) ist speziell der Einsatz der Beschleunigungssensoren auch kritisch zu sehen. Infolge ihrer Wirkungsweise (tatsächlich handelt es sich um Kraftsensoren, welche lediglich Beschleunigungswerte anzeigen) ist ihre Nutzung nur unter bestimmten Voraussetzungen sinnvoll. Selbst bei einfachen und gut kontrollierten Bewegungen (z. B. Faden- oder Federpendel) können Messwerte u. U. nicht sinnvoll interpretiert werden, was anhand bereits veröffentlichter Beispiele aufgezeigt wird. Der Smartphone-Einsatz ist „chic“ und lernpsychologisch gut legitimiert (Situierendes Lernen), fachdidaktische Aspekte dürfen bei seiner Bewertung jedoch nicht unberücksichtigt bleiben.

Sensoren in Smartphones und ihre Einsatzmöglichkeiten: Messen wir Beschleunigungen oder Kräfte?

<ul style="list-style-type: none"> • Oszillogramme • Frequenzspektren • Schallpegel <p>Mikrofon</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beschleunigungen <p>Kraftsensoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Winkelgeschwindigkeiten <p>Gyroskop</p>	<ul style="list-style-type: none"> • magnetische Flussdichten <p>GMRs</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Videoanalyse • Geiger-Müller-Zählrohr • Beleuchtungsstärke <p>CCD-Chip</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GPS-Tracking <p>GPS-Empfänger</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tongenerator <p>(Lautsprecher)</p>	



Funktionsweise der Beschleunigungssensoren (Vogt et al., 2011)

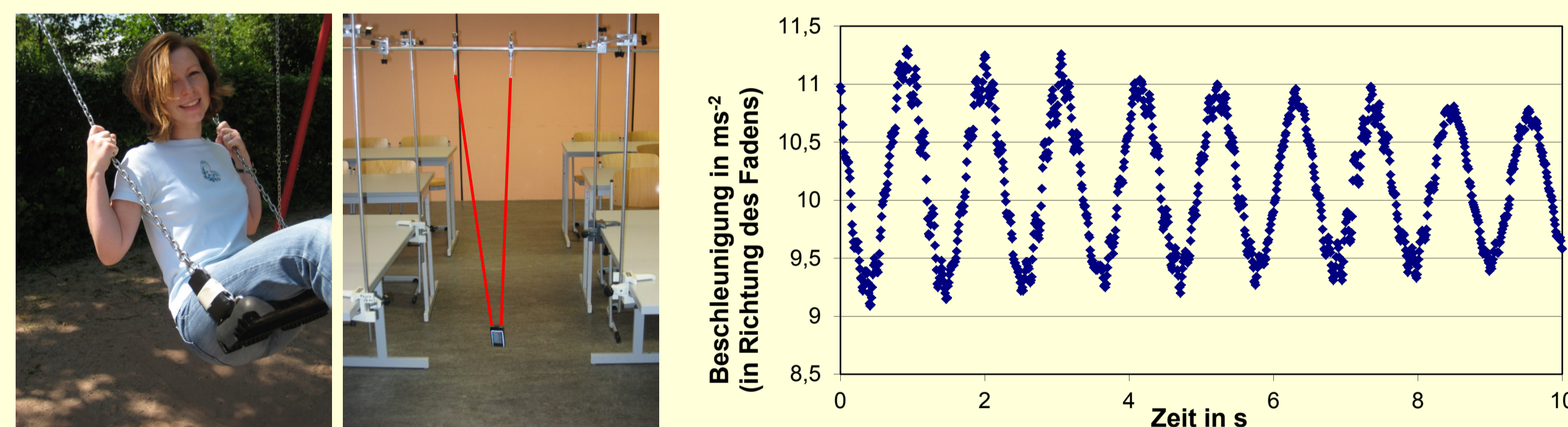
- Um die Messwerte richtig interpretieren zu können, muss die prinzipielle Funktionsweise der Sensoren bekannt sein.
- Gewichts- oder Trägheitskräfte bewirken eine Auslenkung der mittleren Kondensatorplatte. Die Kapazitätsänderungen werden gemessen und in einen Beschleunigungswert umgerechnet.
- Strenggenommen also keine Beschleunigungs-, sondern Kraftsensoren, die lediglich Beschleunigungswerte anzeigen.

Problem 1: Messbereich auf $\pm 2g$ begrenzt



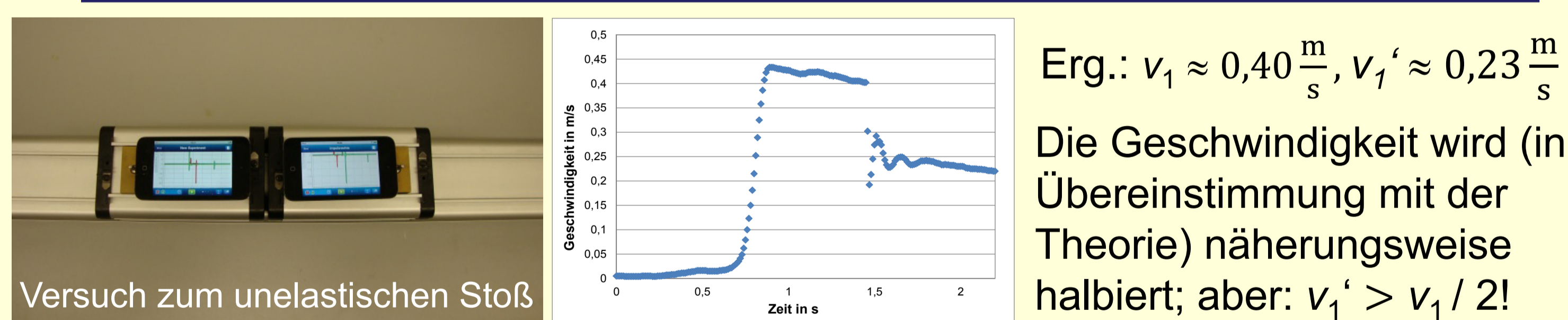
Zahlreiche Phänomene können allein aufgrund des geringen Messbereichs der Sensoren nicht mit Hilfe des Smartphones experimentell untersucht werden.

Problem 4: Kräfteüberlagerung

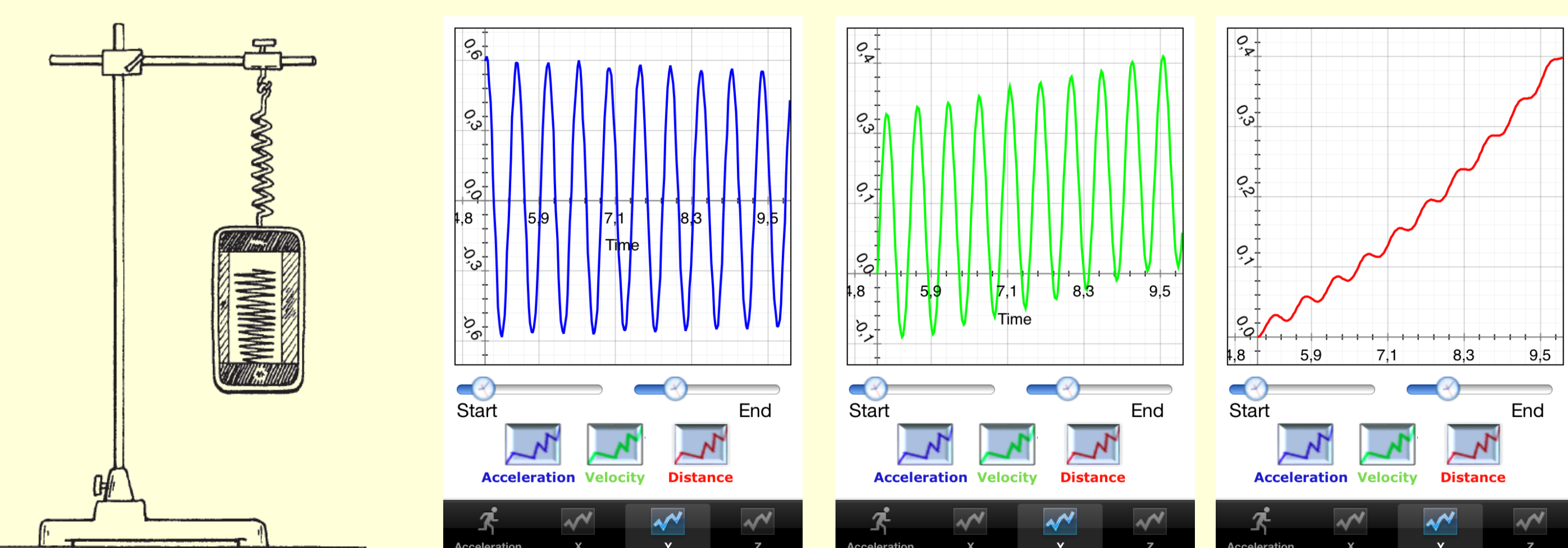


- Überlagerung von Gewicht- und Trägheitskraft wird gemessen → Smartphone darf bei Bewegung Orientierung nicht ändern!
- An den Umlenkpunkten wird (wegen $v = 0 \text{ ms}^{-1}$) ausschließlich die Komponente der Erdbeschleunigung gemessen.
- Im Nulldurchgang ist die Pendelgeschwindigkeit maximal; zur Erdbeschleunigung muss noch die Zentripetalbeschleunigung addiert werden.
- Alle anderen Messwerte sind wegen der Überlagerung von Radial- und Gewichtskraft nicht interpretierbar!
- Korrektur mittels Gyroskopmessung umständlich und unzureichend

Problem 2: Beschränkung der Messrate auf 100 Hz



Problem 3: Geschwindigkeit und Strecke anschaulicher



- Beschleunigung ist für Schüler eine schwierige Größe; Strecken und Geschwindigkeiten sind einfacher zu interpretieren
- Eine numerische Integration liefert aber nicht immer zufriedenstellende Ergebnisse!
- Eine Videoanalyse liefert (z. B. beim Federpendel) unmittelbar ein gut zu interpretierendes $y(t)$ -Diagramm

Fazit

- Neben den Vorzügen des Messmittels „Smartphone“ sind insb. Beschleunigungsmessungen auch mit erheblichen Nachteilen verbunden.
- Die Sinnhaftigkeit des Einsatzes muss daher stets kritisch überprüft und ggf. auf eine andere Möglichkeit der Messwerteerfassung zurückgegriffen werden (z. B. Videoanalyse).
- Gewinnbringend erscheint der Einsatz z. B. im Alltag: bei mitbewegtem Beobachter, bei eindimensionalen Bewegungen und bei Beschleunigungen unterhalb von $2g$ (Auto, Straßenbahn, ICE, Flugzeug, Aufzug...)

