



Foto: Unsplash

Lomme-lab i fysikk

Smarttelefoner i fysikkundervisning

Rolf Jonas Persson Institutt for fysikk, NTNU

Smarttelefoner er i dag en naturlig del av hverdagen vår – både for den yngre og den eldre generasjonen. Samtidig utgjør de flere problemer i skolehverdagen, siden de for eksempel kan være distraherende. Men med tanke på deres innbygde tekniske muligheter og elevenes dype kjennskap til enhetene, kan bruken av disse være et middel for å berike undervisningen i fysikk, fordi de også kan brukes som eksperimentelle verktøy.

Bakgrunn

Ideen er bruk av et Lomme-lab, noe som er mulig da smarttelefoner er utstyrt med forskjellige interne sensorer som registrerer fysiske data. Disse inkluderer for eksempel mikrofon (lyd) og kamera, akselerometer, sensorer for magnetfeltstyrke, lysstyrkesensorer, et gyroskop, GPS-mottaker og for noen modeller temperatur-, trykk- og fuktighets-sensorer. Den opprinnelige grunnen til at sensorene ble installert, var selvfølgelig ikke for å bruke dem til eksperimenter i naturfagundervisning. Akselerasjonssensoren brukes for eksempel til å bestemme enhetens orientering og for å justere skjermen til retningen. Magnetfeltstyrkesensoren brukes som et kompass for å støtte navigering ved hjelp av smarttelefonen eller for å informere brukeren om posisjonsspesifikke miljødata (temperatur, lufttrykk, fuktighet osv.). Imidlertid kan fysiske data registrert av de interne sensorene brukes utover deres faktiske funksjon ved hjelp av apper, slik at både kvalitative

og kvantitative eksperimenter er mulige på tvers av et bredt spekter av fagområder, og spesielt for fysikk.

Smarttelefoner representerer dermed små, bærbare målelaboratorier som kan erstatte eksperimentelle apparater som kan virke forvirrende på elevene. Videre er smarttelefoner godt kjent for elevene. Mange eksperimenter som kan utføres med smarttelefoner, var tidligere bare mulig med støtte fra datamaskiner og eksterne sensorer, og noen av disse var dyre og vanskelige å bruke. I motsetning til dette kan eksperimenter med de interne sensorene til smarttelefoner utføres og evalueres lettere på grunn av den intuitive brukervennligheten til appene, slik at et sterkere fokus på fysisk innhold er mulig.

Bortsett fra at smarttelefoner er teknisk og praktisk egnet for eksperimentell bruk i fysikk, kan en også finne støtte for bruken i læringsteorier. Nær sagt alle elever i videregående skole har, som sagt, god kunnskap både om og bruken av smarttelefoner. Konteksten til et eksperiment med smarttelefon er dermed delvis knyttet til elevenes erfaringsverden. Dette er noe av kjernen i *situert læringsteori* [1,2] som vektlegger at kunnskap er knyttet til den konteksten der den er utviklet og der den blir anvendt [3]. Antagelsen er at, i tillegg til hverdagslig relevans av et emne, har relevansen av mediet (smarttelefonen) som brukes i eksperiment en positiv effekt på læringen (såkalt materiell relevans). Konkret betyr antagelsen at elevenes kognitive og motiverende læringssuksess med hensyn til eksperimenter er større når de under-

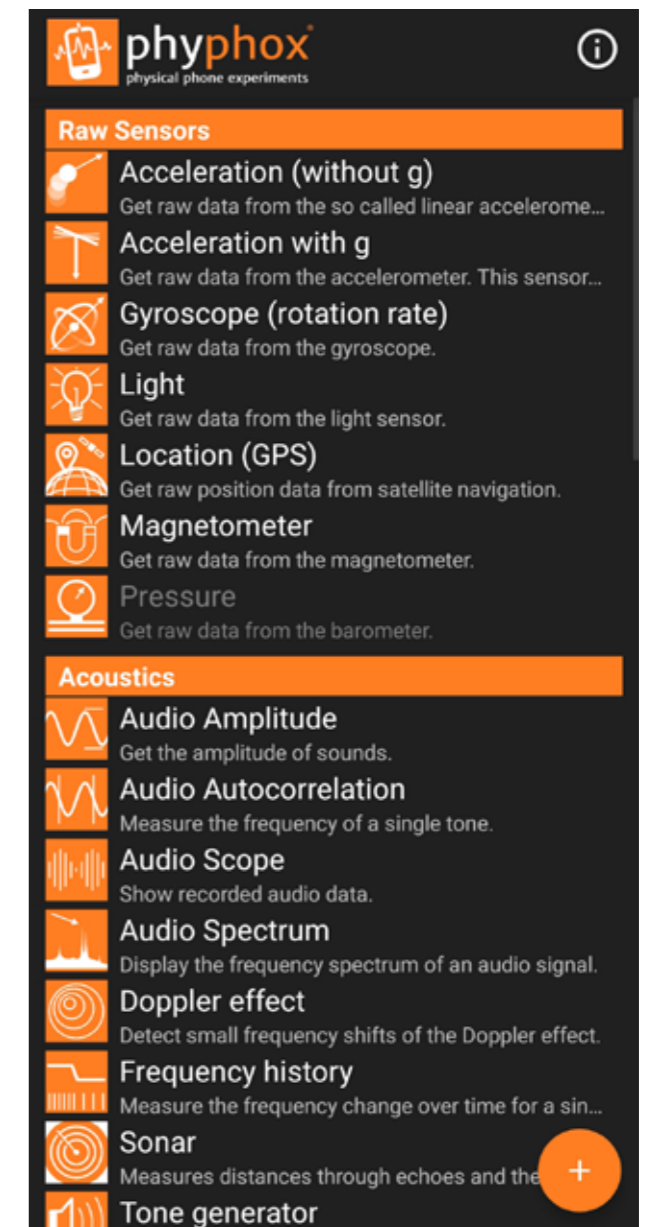
søker et fysisk fenomen med eksperimentelle medier som de bruker i sitt daglige liv [4].

Man kan også anta at elevene får en forbedret opplevelse av autonomi ved bruk av egne smarttelefoner [5,6]. For eksempel kan de bruke en smarttelefon til å uavhengig registrere en selvvalgt bevegelsesprosess, direkte analysere og evaluere sine «egne» videoer (tatt med egen enhet) ved hjelp av en videoanalyseapp, og gjennomføre lignende eksperimenter med en smarttelefon utenfor skolen.

Siden ideen om å bruke smarttelefoner som eksperimentelle verktøy i klasserommet fortsatt er relativt ny, er det fortsatt knapt noen publiserte funn om effekten av bruken. På fysikkområdet finnes det imidlertid noen studier publisert. En pilotstudie om bruk av smarttelefoneksperimenter i fysikklasser, omhandlet temaet akustikk i videregående skole [4]. I løpet av to uker jobbet klassene i grupper på fire forskjellige læringsstasjoner med eksperimenter i svinger, lyd, lydfart og lydubredelse. Innholdet, omfanget og vanskeligheten av forsøkene, samt instruksjonsmateriale til læringsstasjonene i de to klassene, var identiske og varierte bare i det eksperimentelle materialet (smarttelefon eller PC med sensorer) som ble brukt. Motivasjonen og læringsytelsen til studentene, ble samlet inn direkte før og etter intervensjonen, samt fem uker etter ved hjelp av tester og spørreskjemaer. Det ble funnet vesentlig forskjeller mellom de to gruppene. I gruppen av studenter som jobbet med smarttelefon, var ytelse og deres forventninger til selveffektivitet forbedret og mer stabilt enn i gruppen med konvensjonelle eksperimenter.

I en annen studie ble det undersøkt hvordan bruk av smarttelefoneksperimenter i klassisk mekanikk på videregående nivå hadde for effekt på elevene [7]. I likhet med den foregående studien ble en kvasi-eksperimentell design brukt til å undersøke effekten av smarttelefoner som ble brukt som eksperimentelle verktøy på interesse, nysgjerrighet og læringsutbytte. Elever i smarttelefongruppene viste betydelig høyere interesse for fysikk etter studien. Det var spesielt de elevene i denne gruppen som var mindre interessert i begynnelsen av studien, som hadde mest utbytte. I tillegg viste elevene i smarttelefongruppene høyere grad av nysgjerrighet. Det ble ikke funnet forskjeller i læringsprestasjoner. Dette betyr at bruk av smarttelefoneksperimenter kan fremme interesse og nysgjerrighet uten å redusere læringsytelsen.

Disse studiene om bruk av smarttelefoner som eksperimentelle verktøy, gir ikke noen generelle overførbare funn. De gir imidlertid indikasjoner på trender og spørsmål som fortsatt er gyldige og som kan undersøkes videre.



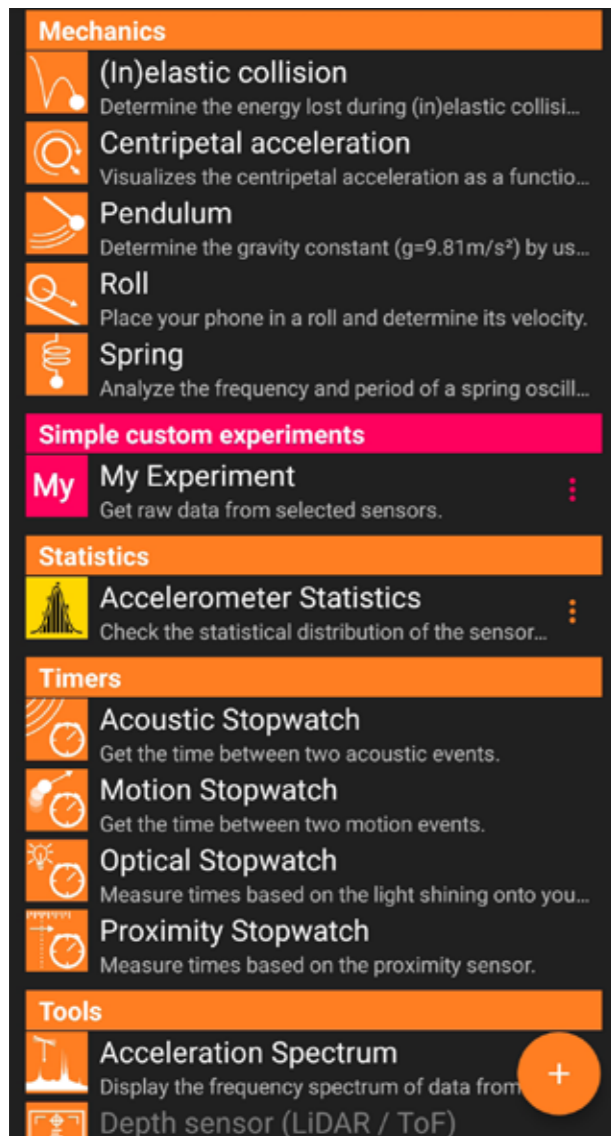
Figur 1. Skjermdump av PhyPhox. Data fra sensorer og målinger i akustikk.

Teknikk og apper

Data fra sensorene i en smarttelefon er mulige å få tilgang til med ulike apper. Mange av disse utnytter en sensor, men det finnes noen som er designet for undervisningsbruk. For eksempel Physics Toolbox by Vieyra Software [8,9] eller PhyPhox [10,11].

I disse appene er brukervennligheten høy og terskelen for bruk lav. Physics Toolbox kommer i en gratisversjon og en Pro-versjon som koster ca. 35 kr. PhyPhox er gratis. Appene er likeverdige og skiller seg bare i ulike detaljer. Jeg foretrekker PhyPhox da den har bedre muligheter å koble smarttelefonen og data til PC eller en Arduino [12] for datainnsamling eller dataoverføring.

Sensorer som finnes i alle smarttelefoner er mikrofon (lyd) og kamera, akselerometer, sensorer for



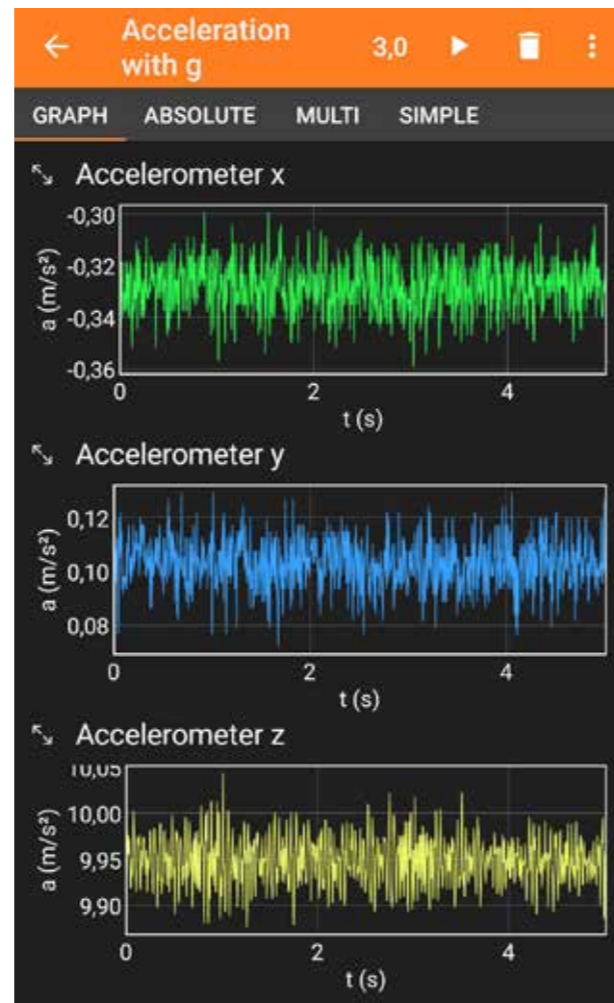
Figur 2. Skjermdump fra PhyPhox. Innbygde eksperiment og timers.

magnetfeltstyrke, gyroskop og GPS-mottaker. Andra sensorer som kan finnes er temperatur-, trykk- og fuktighetssensorer. Hvilke sensorer som en spesifikk modell har kan være vanskelig å finne. Det enkleste er å installere PhysPhox eller Physics Toolbox for å se hvilke sensorer appene ser. Det finnes en brukerrapportert sensor-database på PhyPhox hjemmeside [11] med informasjon om de ulike sensorenes målområde, oppløsning, innsamlings rate og informasjon om fabrikant, for noen modeller.

Det finnes andre apper, mange som bare bruker en sensor og som kan brukes for ett eksperiment. Her anbefales Odenwalds introduksjon [13] som gir en bra innføring i bruk av smarttelefoner som lomme-lab rettet mot *citizen science* («grasrotforskning»).

Eksempel: Eksperiment

Det finnes mange mulige eksperiment som kan utføres med smarttelefoner, og det er oftest



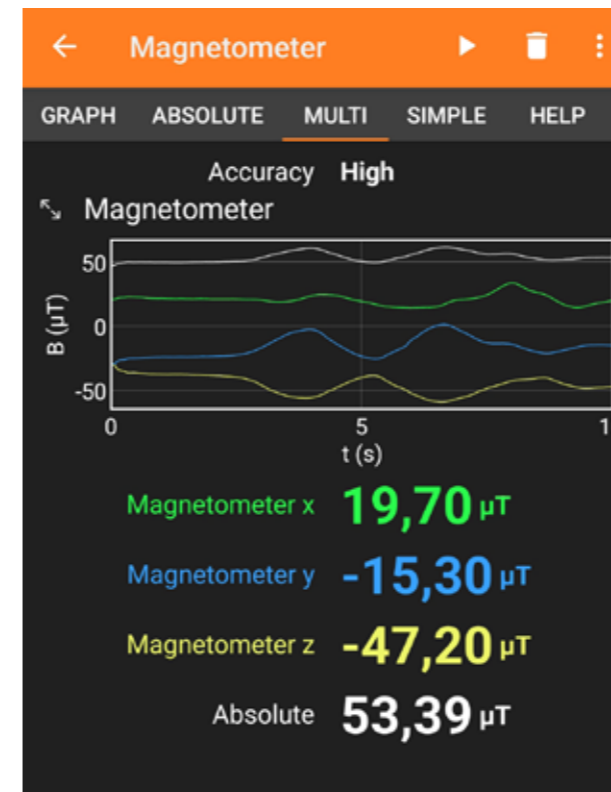
Figur 3. Skjermdump av måling med akselerometer.

fantasien som setter grenser. Her velger jeg å presentere to «prosjekter» som førsteårsstudentene på bachelor i fysikk-utdanningen ved NTNU kan få gjøre under oppstartsukken.

Vi har flere mål med prosjektet, der ett er å gjøre målinger med «enkle» hjelpemidler, planlegge og arbeide i grupper. Studentene får i oppdrag å enten bestemme høyden av Sentralblokk på Gløshaugen kun med sensorene i smarttelefonen (på minst tre ulike måter), eller å bestemme akselerasjonen hos minst tre heiser og ulike faktorer som kan påvirke denne (rettingen på heisens bevegelse, last, antall etasjer osv.) med smarttelefonen.

Høyden kan bestemmes på flere ulike vis. For eksempel bruk av GPS, bruke inklinasjonssensor og bestemme vinkler, bruke trykksensor og måle trykkforskjellen mellom bakken og toppen, ta tiden et fallende objekt tar fra toppen osv. Studentene skal også vurdere feilen i de ulike metodene og gi en så bra verdi som mulig.

Akselerasjonen for en heis kan enkelt bestemmes, men her finnes andre eksperimentelle utfordringer. Smarttelefonen må ligge på gulvet i heisen for å minke målefeilen, samt personen(e) i heisen må



Figur 4. Skjermdump av måling med magnetometer og smarttelefonen i bevegelse.

stå i ro for å ikke forstyrre målingen. Her får studentene både se og kjenne akselerasjonen, hvilket gir en dypere forståelse.

Erfaringer

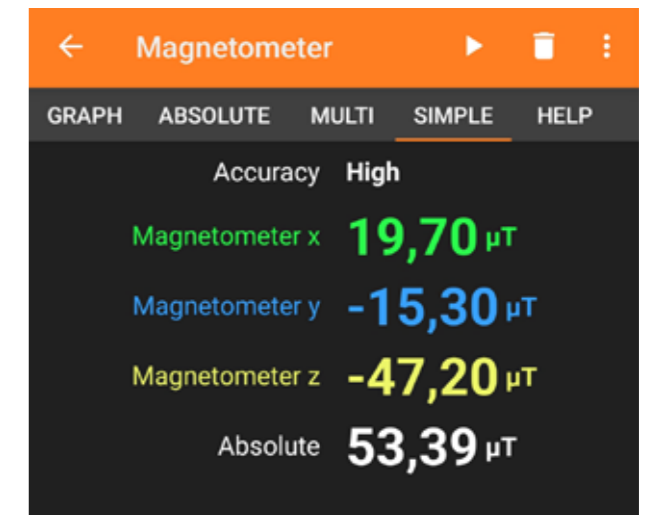
Prosjektene har vært gjort i tre år og er tatt vel imot av studentene. Resultatene er ikke så viktige, men kommer nær høyden av sentralblokk, samtidig som studentene kan se at GPS ikke gir god oppløsning i vertikal retning. For akselerasjonen så er det en forskjell om heisen går opp eller ned, samt at det er forskjell mellom ulike heiser.

En fordel med bruk av smarttelefoner, er at man ikke er bundet til en lab-sal, men kan gjøre eksperiment hvor man er. Eksperimenter kan også gjøres hjemme da stort sett alle har en smarttelefon.

Ved Institutt for fysikk ved NTNU arbeider vi med å utvikle vårt tilbud av laboratoriearbeid med bruk av smarttelefoner på avansert nivå, samtidig som vi ønsker å utvikle eksperimentelle prosjekt for videregående skoler og ungdomsskoler. ■

Referanser

- [1] Greeno, J.G., Smith, D.R. og Moore, J.L. «Transfer of situated learning». Dettermann, D.K., Sternberg, R.J. (eds.) *Transfer on Trial: Intelligence, Cognition and Instruction*, s. 99–167. Ablex, Norwood, NJ (1993).
- [2] Gruber, H., Law, L.-C., Mandl, H. og Renkl, A.



Figur 5. Skjermdump av måling med magnetometer. Numeriske verdier.

«Situated learning and transfer». Reimann, P. og Spada, H. (red.) *Learning in Humans and Machines: Towards an Interdisciplinary Learning Science*, s. 168–188. Pergamon, Oxford (1995).

- [3] Kuhn, J., Müller, A., Müller, W. og Vogt, P. «Kontextorientierter Physikunterricht: Konzeptionen, Theorien und Forschung zu Motivation und Lernen». *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*. 59(5), 13–25 (2010).
- [4] Kuhn, J. og Vogt, P. «Smartphone & Co. in physics education: Effects of learning with new media experimental tools in acoustics». Schnotz, W., Kauertz, A., Ludwig, H., Müller, A. og Pretsch, J. (red.) *Multidisciplinary Research on Teaching and Learning*, s. 253–269. Palgrave Macmillan, Basingstoke, UK (2015).
- [5] Ryan, R.M. og Deci, E.L. «Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being». *Am. Psychoanal.* 55, 68–78 (2000).
- [6] Ryan, R.M. og Deci, E.L. «Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions». *Contemp. Educ. Psychol.* 25, 54–67 (2000).
- [7] Hochberg, K., Kuhn, J. og Müller, A. «Using Smartphones as experimental tools – effects on interest, curiosity and learning in physics education». *J. Sci. Educ. Technol.* 27(5), s. 385–403 (2018).
- [8] Vieyra, R. et al. «Turn your smartphone into a science laboratory». *Sci. Teach.* 82, s. 32–40 (2018).
- [9] www.vieyrasoftware.net
- [10] Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H. og Stampfer, C. «Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox». *Physics Education*, 53 (4), 045009, (2018).
- [11] <https://phyphox.org/>
- [12] <https://www.arduino.cc/>
- [13] Odenwald, S. «Experimenter's guide to smartphone sensors». (2018). <https://spacemath.gsfc.nasa.gov/Sensor/SensorsBook.pdf>