

Praktiska moment på distans – Form och ämnesinnehåll i naturvetenskap och teknik inom grundlärautbildningen under covid-19-pandemin

Johanna Frejd* & Jonas Hallström

Linköpings universitet, Sverige

Lärautbildningar har ett dubbelt uppdrag. Dels ska studenterna få kunskaper i att undervisa ett specifikt ämnesinnehåll, dels ska studenterna få exempel på hur ämnesinnehållet kan undervisas om i skolan. Detta uppdrag är särskilt viktigt och på samma gång problematiskt i teknik och naturvetenskapliga ämnen, där praktiska konstruktionsövningar, laborationer och exkursioner ingår som centrala kunskapspraktiker. Då covid-19 slog till tvingades svenska lärosäten att på kort tid ställa om från campusbaserad undervisning till distansundervisning, s.k. *emergency remote teaching* (ERT). I den här studien undersöks hur tre universitetslärare upplever att praktiska moment som laborationer, exkursioner och konstruktionsövningar inom naturvetenskaps- och teknikundervisning på grundlärautbildningen fungerat som ERT. Av analysen framgår att både undervisningens form och ämnesinnehåll påverkades. Studenternas möjlighet att själva tillämpa praktiska naturvetenskapliga och tekniska arbetssätt minskade. Vidare minskade lärarnas möjlighet att veta om studenterna förstått undervisningen, vilket genererade nya sätt att kommunicera och stötta studenternas lärande.

Nyckelord: grundlärautbildning, naturvetenskapsdidaktik, teknikdidaktik, emergency remote teaching (ERT), distansundervisning

Hands on activities in emergency remote teaching – form and subject content in science and technology education in the primary teacher program during covid-19

Teacher education has a dual mission; to teach specific subject content to student teachers but also to provide them with examples of how this subject content can be taught in a school context. This dual task is particularly important and difficult in relation to technology and science education, where construction activities, laboratory work and excursions are central practices. As covid-19 struck, Swedish universities had to adapt to *emergency remote teaching*, ERT. In this study, we explore three university teachers' experiences of adapting laboratory work, excursions, and construction tasks to ERT. The analysis shows that both form and subject content were affected by this adaptation in that students' opportunity to practice science and technological practices and procedures decreased, as well as teachers' possibility to gain feedback from their students. In turn, new ways of communicating and supporting students were developed.

Keywords: teacher education, science education, technology education, emergency remote teaching (ERT)

*Författarkontakt: Johanna Frejd, E-post: johanna.frejd@liu.se

Artiklar och reflektioner är kollegialt granskade. Övriga bidragstyper granskas av redaktionen. Se <https://hogreutbildning.se> ISSN 2000-7558

©2022 Johanna Frejd & Jonas Hallström. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), allowing third parties to share their work (copy, distribute, transmit) and to adapt it, under the condition that the authors are given credit, that the work is not used for commercial purposes, and that in the event of reuse or distribution, the terms of this license are made clear.

Citation: Frejd, J. & Hallström, J. (2022). «Praktiska moment på distans – Form och ämnesinnehåll i naturvetenskap och teknik inom grundlärautbildningen under covid-19-pandemin», *Högre utbildning*, 12(3), 61–77. <https://doi.org/10.23865/hu.v12.3544>

INLEDNING

I relation till andra yrkesutbildningar på universitetsnivå är lärarutbildningen speciell eftersom utbildningen både syftar till 1) att lära studenterna ett ämnesinnehåll och 2) att lära studenterna att undervisa detta ämnesinnehåll i skolan (Hartman, 2005). Lärare på lärarutbildning befinner sig alltså i skärningspunkten mellan ämnestradition, ämnesdidaktik och metodik (jfr Blackley et al., 2021). Det dubbla ämnesdidaktiska uppdraget är särskilt viktigt och problematiskt i teknik och naturvetenskapliga ämnen, där praktiska konstruktionsövningar, laborationer och exkursioner är centrala kunskapspraktiker. Att studenter engageras i sådana moment stödjer deras lärande av autentiska naturvetenskapliga och tekniska praktiker och ger dessutom exempel på hur de själva kan lägga upp undervisning (Nordlöf et al., 2022; Rudolph, 2019). Den undervisning som studenter tar del av under sin lärarutbildning kan antas påverka deras egen undervisning när de i sin tur börjar arbeta som lärare i grundskolan. De studenter som läst till lärare under covid-19-pandemin har mött en annan typ av lärarutbildning än vad som funnits tidigare – en lärarutbildning präglad av en snabb omställning till digital distansundervisning. I den här artikeln beskrivs hur universitetslärare upplever att praktiska moment inom naturvetenskaps- och teknikundervisning fungerat när undervisningen snabbt lagts om till att ges på ett annat sätt än vad lärarna varit vana vid. Mer specifikt är vi intresserade av hur lärarna upplevt att praktiska moment som vanligtvis genomförts på plats på campus fungerat när dessa plötsligt gjorts om för att i stället genomföras på något annat sätt, ofta på distans med hjälp av digital informationsteknik.

Lärarutbildning i fysiska och digitala lärmiljöer

De flesta svenska utbildningar som leder till en lärarexamen ges som campusförlagda utbildningar. Det betyder att övervägande del av den lärarledda undervisningen sker på det campus där studenten är antagen. Under senare år har dock digitala distanslösningar diskuterats och i viss utsträckning implementerats (se t.ex. Stenbom et al., 2017). Begreppsapparaten som används om undervisning och utbildning i digitala miljöer är omfattande och komplex (Moore et al., 2011). Vi har varken utrymme eller motiv till att göra en fullödlig genomgång av alla varianter av undervisning och utbildning som finns i detta område, men i följande avsnitt reder vi ut de begrepp som är aktuella i föreliggande studie: Distansutbildning och -undervisning, *blended learning* och *emergency remote teaching*.

Distansundervisning innebär att undervisningen är mer eller mindre ortsoberoende och sker med hjälp av onlinebaserad informations- och kommunikationsteknik i stället för att lärare och student befinner sig i samma sal. I distansundervisning kan lärare och studenter kommunicera med varandra synkront (i realtid) eller asynkront (tidsmässigt oberoende av varandra). Vid asynkron kommunikation används ofta lärplattformar och inspelat material.

Blended learning är i sig ett komplext begrepp med många olika betydelser (Hrastinski, 2019). En vid definition är att det handlar om undervisning där asynkrona resurser och onlinebaserade redskap som digitala lärplattformar, digital litteratur och andra digitala lärresurser, används tillsammans med traditionell klassrumsinteraktion. Enligt en sådan definition skulle i stort sett all svensk högskoleutbildning kunna beskrivas som *blended learning* (Hrastinski, 2019). Under vårterminen 2020, då den globala pandemin covid-19 slog till, tvingades dock svenska lärosäten att snabbt ställa om till en mer fullskalig distansundervisning. Omställningen gällde inte kurser som redan ursprungligen var designade för att ges som distansundervisning, utan det handlade om att ställa om campusförlagda kurser till distansundervisning p.g.a. ett krisläge. I forskningslitteraturen kallas denna typ av undervisning *emergency remote teaching*.

eller ERT (Ferri et al., 2020). ERT är en *tillfällig omställning* där undervisning som normalt sett ges på plats på campus i stället görs om och ges som distansundervisning. När krisläget är över, återgår undervisningen till att bedrivas i campusförlagd form (Hodges et al., 2020).

Praktiska moment i naturvetenskaps- och teknikundervisning i en digital lärmiljö

Forskningsläget kring distansundervisning och blended learning är omfattande, inte bara för att det har gjorts mycket forskning utan också eftersom det förekommer i många olika former (se t.ex. Hrastinski, 2019; Kocdar et al., 2020; Lowenthal et al., 2009; Moore et al., 2011; Rasheed et al., 2020). Forskningen om användandet av onlinebaserade redskap för att hantera praktiska moment inom naturvetenskaps- och teknikundervisning är dock begränsad, både inom högre utbildning och inom andra skolformer. Bernhard (2021) konstaterar att även om det under de senaste åren skrivits en mängd artiklar om exempelvis fjärrstyrda och ”virtuella” laborationer¹, ligger fokus i dessa studier mer på ”tekniska aspekter än på studenternas lärande och pedagogiska aspekter” (s. 4). Även om föreliggande studie handlar om ERT, inte reguljär distansundervisning, är kopplingen till ämnesdidaktiska studier i lärarutbildningskontext central. Tidigare studier av praktisk-estetisk undervisning på lärarutbildning där digital informationsteknik används har visat att det exempelvis är viktigt att lärare får kompetensutveckling och möjlighet att föra pedagogiska diskussioner för att kunna omdefiniera vad praktiska ämnen kan vara i distansundervisning (Burke, 2021).

Praktiska moment i naturvetenskaps- och teknikundervisning som ERT under covid-19

Det finns en del studier med fokus på hur studenter hanterat att studera i ERT-läget under covid-19 (t.ex. Salta et al., 2021; Blackley et al., 2021). Yeşiloğlu et al. (2021) konstaterar att kemilärarstudenter både ser för- och nackdelar med att kunna ta del av kemilaborationer som filmade online-experiment. Två positiva aspekter som lyfts fram är möjligheten att kunna delta hemifrån och att kunna se samma filmade material flera gånger. Samtidigt beskriver många studenter en osäkerhet att själva genomföra laborationer och att de bara lärt sig ”teori”. Ett sätt som visat sig fruktbart för att praktiskt engagera kemistudenter är att låta dem genomföra laborationer hemma med material som finns i ett vanligt kök, såsom olja, salt och bikarbonat (Schultz et al., 2020). En relaterad studie visar att laborationer även behöver genomföras på plats på campus för att studenterna ska få praktisk erfarenhet av laborationer i autentisk labbmiljö, men också för att de behöver stöd av lärare (Gerstenhaber & Har-El, 2021).

I en av få studier av hur lärarutbildare hanterat ERT konstateras att de snabbt lärde sig använda nya interaktiva verktyg som Zoom och YouTube i sin undervisning och att fältarbete och exkursioner inte ställdes in utan gjordes om, exempelvis genom att studenterna filmade sig själva (Fackler & Sexton, 2020). Facklers och Sextons studie berör dock inte hur lärare upplever att praktiska moment påverkats av att de gjorts i ett ERT-läge. Utifrån den forskning som bedrivits vet vi således mycket lite om hur universitetslärare upplever att praktiska moment inom naturvetenskaps- och teknikundervisning inom lärarutbildning fungerat som ERT.

Problemformulering och syfte

Eftersom lärarutbildaren iscensätter undervisningen på ett sådant sätt att lärarstudenterna kan ta inspiration av detta till sin egen undervisning, skulle detta kunna få en påverkan på den

¹ I och med att denna studie fokuserar på hur praktiska moment hanterats i ett ERT-läge gör vi inte någon djupdykning i alla olika online-resurser för laborationer som tagits fram under de senaste åren. För en översikt hänvisar vi till Bernhard (2021).

ämnesdidaktik som kommer studenterna till del. Föreliggande studie syftar till att undersöka hur tre universitetslärare upplever att praktiska moment som laborationer, exkursioner och konstruktionsövningar inom naturvetenskaps- och teknikundervisning i grundlärautbildningen fungerat i det ERT-läge som uppstod under covid-19.

TEORETISK INRAMNING

Naturvetenskapernas och teknikens karaktär

För att förstå vilken möjlig påverkan ERT-läget kan få på praktiska moment inom naturvetenskaps- och teknikundervisning behöver vi först reda ut vad som karaktäriserar teknik och naturvetenskap som ämnen. Två relevanta begrepp för den här studien är *Nature of Science* (NOS) och *Nature of Technology* (NOT), eftersom de beskriver den speciella praktiska karaktären hos naturvetenskaplig och teknisk kunskap. Begreppen används för att belysa epistemologiska aspekter av undervisningen som kommer fram i lärarnas beskrivningar av ERT. NOS beskriver vad som gör naturvetenskaperna speciella i relation till andra ämnesområden, som religion eller filosofi, det vill säga vad som är naturvetenskapernas karaktär (Lederman et al., 2014). Ett exempel på naturvetenskapernas karaktär är att naturvetenskaplig kunskap är ett resultat av naturvetenskapliga arbetssätt, som exempelvis att göra systematiska observationer, ställa hypoteser och designa experiment för att undersöka specifika frågeställningar. I naturvetenskapens karaktär ligger också ett stort mått av kreativitet och insikten att kunskaper inte är statiska (Hansson et al., 2014).

NOT handlar även det om teknikens karaktär i relation till andra ämnen. Teknik är svårdefinerat och det är ovanligt med snäva, exkluderande definitioner (Hughes, 2004), men i princip handlar teknik om den konstruerade, mänskligt skapade världen. En för teknikundervisningen lämplig definition av teknik delar in tekniken i fyra dimensioner: viljekraft (viljan att lösa något med teknik, eng. *volition*), kunskap, aktivitet och objekt (Mitcham, 1994). Teknik är därmed artefakter eller system som människor – med sin vilja och kunskap – genom olika aktiviteter skapar och använder. Teknikämnet karaktäriseras därför av problemlösande aktiviteter för att lära sig att förstå, hantera, skapa och utvärdera teknik (DiGironimo, 2011; ITEA, 2007). I det tekniska arbetssättet ingår bland annat att identifiera behov, designa och skapa lösningar genom bland annat konstruktion samt att dokumentera (Grönman & Lindfors, 2021).

Meningsskapande i naturvetenskap och teknik

Teknik och naturvetenskap är både teoretiska ämnen och praktiker. Det innebär att ämnesinnehåll och arbetssätt integreras i naturvetenskapliga och/eller tekniska aktiviteter som till exempel laborationer, observationer, exkursioner, konstruktionsaktiviteter och designprocesser. Naturvetenskap och teknik är därmed också mänskliga aktiviteter vilka konstrueras genom och i interaktion mellan människor och material/artefakter (jfr Frejd, 2019). Utifrån detta perspektiv är kunskap i dessa ämnen snarare något som aktualiseras i ett aktivt görande än något som överförs från en mer kunnig person (universitetsläraren) till en mindre kunnig person (lärarstudenten).

I de salar som används vid praktiska moment i naturvetenskaps- och teknikundervisning i campusförlagd utbildning finns ämnesspecifika material, som djurpreparat, konstruktionsmaterial, mätglas och mikroskop. När studenter ska lära sig något nytt och meningsskapande sker blir både material (Frejd, 2018; Hetherington et al., 2018) och interaktion (Walker & Baepler, 2018) viktiga resurser (Frejd, 2019). I den här artikeln användes begreppet *semiotiska resurser* för att beskriva språk, gester, material och andra resurser som används i kommunikation där ett

meningsskapande äger rum (Frejd, 2018; Van Leeuwen, 2005). Beroende på kontext kan såväl mätglas, en LEGO-bit, en Powerpoint-presentation som en gran vara semiotiska resurser. När undervisning sker på distans med digital informationsteknik är dessutom upplevelsen av social närvaro (*social presence*, t.ex. Oh et al., 2018) viktig. Social närvaro handlar om att studenter upplever närhet till lärare och studiekamrater och ökad social närvaro kan bidra till att studenter upplever sin utbildning som meningsfull (Song et al., 2019).

Studiens bakgrund och kontext

Samtliga studenter på det studerade universitetets grundläroprogram med inriktning F-3 läser 30 hp kurser i teknik och naturvetenskap. Kursen i naturvetenskap är i sin tur uppdelad i tre mindre kursdelar: Biologi, Fysik och Kemi, vilka undervisas en i taget under studenternas tredje år. I den här artikeln har vi fokuserat på de campusförlagda kurserna i Fysik, Biologi och Teknik. Kemikursen har inte analyserats eftersom den inte hade getts i ERT-läge när data samlades in.

När kurserna skulle planeras inför hösten 2020 fick lärarna instruktionen att endast ”mycket angelägna moment” skulle genomföras på plats och då under särskilda föreskrifter kring möblering och antal studenter som vistas i samma rum. I praktiken betydde det att majoriteten av undervisningsmomenten lades om till ERT. Kompetensen bland de undervisande lärarna är hög i relation till forsknings- och i verksamhetsförankring, dock var lärarna inte vana vid distansundervisning.

För att bättre kunna diskutera hur ämnesinnehållet i teknik och naturvetenskap påverkats av ERT-läget, kommer vi först att kort beskriva hur kurserna ser ut i ett normalläge. I teknikkursen ligger stor vikt på att studenterna ska vara trygga i att undervisa i teknik och att ge studenterna grundkunskaper i teknikhistoria och teknik i relation till människa, samhälle och miljö. I kursen fokuseras också hur berättelser kan användas som undervisningsverktyg. Exempelvis får studenterna testa på att göra så kallade konstruktionssagor och digitalt berättande² (eng. digital storytelling). Dessutom genomförs teknikexkursioner i stadsmiljö och enkla konstruktionsövningar.

I fysikkursen finns tre ämnesblock: astronomi, mekanik och ljud och ljus. Utmärkande för fysikkursen är att lärarna kombinerar klassiska föreläsningar med att de visar experiment som aktiverar studenterna omedelbart på plats i föreläsningssalen. Exempelvis brukar en av lärarna ha en frivillig aktivitet där hen spelar upp ljud med gradvis högre frekvens och sedan låter studenterna resa sig upp när de inte längre hör ljudet. Syftet med aktiviteten är att visa på hur hörseln förändras med stigande ålder – de som sist blir sittande i salen är oftast de yngsta studenterna.

Biologikursen har livets utveckling som en röd tråd. Både exkursioner och laborationer fokuserar på organismers systematik som ämnesinnehåll. I kursen är arbetssätt som observationer, systematiska jämförelser och fältarbete centrala inslag.

I samtliga kurser sker en del av undervisningen i miljöer utanför campus. I teknik- och fysikkurserna görs besök på museum och science centers samt i stadsmiljö. I biologikursen görs två exkursioner i naturmiljö. I samtliga kurser återfinns också klassiskt akademiska undervisningsformer, som föreläsningar och seminarier, samt ämnesspecifika arbetsformer som laborationer i Fysik och Biologi och konstruktionsövningar (design och konstruktion av t.ex. produkter) i teknik. I Tabell 1 sammanfattas vilka undervisningsformer och kontexter som förekommer i kurserna samt vilket ämnesinnehåll som undervisas i respektive undervisningsform.

² Digitalt berättande är en berättarform där digital teknik används för att kombinera olika medier, till exempel foto, musik, ljud och rörliga bilder, för att skapa en kort berättelse (Söderman & Demred Klinga, 2016).

Tabell 1 Undervisningsformer, kontexter och ämnesinnehåll i de studerade kurserna i normalläge

Kurs/delkurs	Teknik	Fysik	Biologi
Undervisningsformer	Föreläsningar Workshoppar	Interaktiva föreläsningar med t.ex. demonstrationer av experiment Lärlädda laborationer Ämnesdidaktiska seminarier	Föreläsningar Lärlädda exkursioner Lärlädda laborationer Litteraturseminarier
Kontexter	Museum, datasal, föreläsningssal, seminarier, laborationssal, stadsmiljö	Föreläsningssal, seminariesal, laborationssal, stadsmiljö, två olika science centers	Laborationssal, naturmiljöer, föreläsningssal, seminarier
Ämnesinnehåll	<i>Workshoppar:</i> Digitalt berättande, teknik i barnlitteratur, teknikhistoria och konstruktion <i>Föreläsningar:</i> Teknikhistoria och teknisk förändring, kunskapsformer i teknik, genus, teknik i relation till människa, samhälle och miljö. <i>Litteraturseminarier:</i> centrala begrepp och frågeställningar utifrån kurslitteraturen.	<i>Interaktiva föreläsningar:</i> Astronomi, ljud och ljus, kraft, rörelse, energi, idéhistoriska perspektiv på NV-ämnets framväxt <i>Laborationer:</i> Astronomi (planetvandring), ljud och ljus, mekanik <i>Litteraturseminarier:</i> centrala begrepp och frågeställningar utifrån kurslitteraturen.	<i>Exkursioner:</i> Natur, landskapstyper, fältarbete och artbestämning <i>Laboration:</i> Djurens systematik och evolution. Studier av djurgrupper i närmiljön och autentiska preparat från andra ekosystem och tidsperioder. Jämförelser mellan olika djurgrupper. <i>Litteraturseminarier:</i> centrala begrepp och frågeställningar utifrån kurslitteraturen.

METOD

Kvalitativa, semi-strukturerade intervjuer (Brinkmann & Kvale, 2015) genomfördes med fyra universitetslärare i teknik- och naturvetenskapliga ämnen vid samma universitet. Intervjuerna fokuserade på lärarnas resonemang kring övergången från campusbaserad undervisning till ERT under covid-19-pandemin hösten 2020. De som intervjuades var de lärare som har huvuddelen av undervisningen i Biologi, Fysik och Teknik inom Grundlära­r­pro­gram­mens F-3-kurser. Två av lärarna intervjuades enskilt och de andra två intervjuades tillsammans.

En intervjuguide med tre teman skrevs fram: 1) Introducerande frågor om tankar och känslor inför att ge den specifika kursen i ERT-läge. 2) Frågor kring specifika moment, exempelvis frågor om utmaningar och möjligheter med att göra detta i ett ERT-läge samt frågor om vad som "vanns" respektive "förlorades" genom att momentet gjordes som ERT. 3) Avslutande frågor kring vad som gått bättre än förväntat, den största utmaningen under pandemin samt om någon av de förändringar som gjorts skulle kunna göras permanent. Intervjuerna (ca 50 minuter var) transkriberades i sin helhet och därefter gjordes en tematisk analys (Braun & Clarke, 2006). Inledningsvis gjorde båda författarna var sin induktiv kodning på meningsnivå (Hennessy et al., 2020) och en sortering av materialet. Därefter träffades författarna och diskuterade sina koder och tog fram en gemensam kodnyckel varpå material kodades igen av båda författarna tillsammans. I detta läge blev tre huvudsakliga teman synliga. Dock var flera segment både dubbel- och trippelkodade. Exempelvis kodades följande segment "Strukturen är viktig också när man kör online. För man ser ju inte hur studenterna ser ut och hur dom

reagerar. Utan det gäller att verkligen ha tänkt till innan, tror jag, man har föreläsningarna” både som koden ”Dynamik, mänsklig interaktion förloras” och som koden ”Studenter och lärare ändrar sitt agerande”. I den fortsatta bearbetningen av materialet blev vi alltmer intresserade av spänningen mellan *ämnets innehåll* och *undervisningens form* i relation till NOS och NOT och hur ERT-läget aktualiserade andra semiotiska resurser. Allt material gicks därför igenom ytterligare en gång för att fånga upp lärarnas resonemang kring hur ämnesinnehållet i Teknik, Biologi och Fysik påverkats av att kontexten för undervisningen förändrats. I detta läge togs en av de enskilda intervjuerna bort helt eftersom läraren inte lagt om sin undervisning till ERT utan behållit alla sina moment på campus; studiens resultat är således baserat på analys av data från två intervjuer med tre lärare. Den slutliga tematiseringen av data presenteras som rubriker i resultatet, och teman och underteman exemplifieras med särskilt belysande citat från lärarna.

Lärarna informerades om studiens syfte och att deras deltagande kunde avbrytas närsohelst genom att deras samtycke till deltagande återkallas. Vidare informerades de om hur studiens datamaterial hanteras genom säker förvaring på universitetets servrar, i enlighet med GDPR, och att data bara används för forskningsändamål. Vi gav också deltagarna fingerade namn för att avidentifiera dem (Vetenskapsrådet, 2017).

RESULTAT

I följande text presenteras analysen av intervjuerna i två huvudteman: Tema 1 – Konsekvenser av ERT för undervisningens form och Tema 2 – Konsekvenser av ERT för undervisningens ämnesinnehåll. Varje tema är i sin tur indelat i underteman, vilka presenteras i texten nedan.

Tema 1 – Konsekvenser av ERT för undervisningens form

Detta huvudtema beskriver hur informanterna upplevde att övergången till ERT påverkade formerna för undervisningen.

a) Förändrad interaktion och dynamik

I teknikkursen tar Alvar normalt sett med studenterna till ett teknikhistoriskt museum för en rundvandring bland utställningar med militära flygplan och det civila hemmet från olika tidsepoker. Under rundvandringen brukar han prata om teknikens drivkrafter och olika tekniska artefaktens utseende och funktion. När detta moment gjordes som ERT, genomfördes det genom Zoom där Alvar visade bilder från museet. I följande utdrag beskrev han hur det brukar gå till:

Precis som om man skulle ha en föreläsning flera gånger så blir det ju inte samma sak varje gång, för att det blir ju en interaktion mellan studenter och... eh det dyker upp saker, händelser, det kan låta nånting i bakgrunden – och i det här fallet brukar det vara flygplan eller helikoptrar eller nåt sånt – som gör att man hakar på en annan tråd.

Alvar konstaterade att även om han gjort samma föreläsning många gånger, blir det aldrig likadant. Vad som fokuseras kan förändras mycket snabbt när ”det dyker upp saker”, exempelvis kan det låta från omgivande flygtrafik. Museets kontext, med ljud och material, blir således en semiotisk resurs som påverkar innehållet genom att Alvar ”hakar på” de intryck han får. Alvar beskrev sedan hur undervisningen blev som ERT:

Det blev ju mer, som jag sa, mer likt en föreläsning snarare än en upplevelse. Det blev ju mer platt. Det blir väldigt lite diskussion, konversation och utbyte av tankar. Och det berodde ju dels på att dom var många fler. Istället för att göra den med 20 studenter i taget så blev det ju, kan dom vara 80 eller vad dom var.

Alvars uttalande tolkas som att han alltså ville göra något annat än att föreläsa och att han inte kände sig helt nöjd med att det blivit mindre diskussion och utbyte av tankar, ”mer platt”. Han uttryckte att antalet studenter som medverkade i momentet i det ERT-läget var många fler än vad det brukar vara – 80 studenter i stället för 20 – och att detta också skulle kunna vara en anledning till att interaktionen förändrades. Senare under intervjun återkom Alvar till att prata om hur momentet förändrats som ERT:

Det spontana försvinner ju helt, eftersom jag har bestämt innan att dom här olika sakerna ska jag ta upp och det mesta kräver liksom bildstöd för att prata om. Och då går det liksom inte att upptäcka nånting... en fråga som kommer så kan man liksom... i normala fall så kan man peka ut det på plats – och prata om det. Men här finns det liksom inga möjligheter att komma dit, utan man har ju styrt upp precis innan ... eller alltså allting, innan.

Alvar utvecklade här varför det ”spontana försvinner” och att det inte gick att fånga upp det som studenter frågar om, eftersom det som ska sägas förberetts med bildstöd. Alvars resonemang tolkas som att han saknade den fysiska tillgången till rummet. De oväntade sinnesintrycken och de ämnesspecifika materialen bidrar till att skapa dynamik och att man kan ”upptäcka nånting”. Därmed blir andra material och skeenden som t.ex. bildstöd semiotiska resurser i ERT jämfört med i museikontexten. I förlängningen gör det att narrativet blir ett annat – det blir mer styrt.

Arne beskrev liknande anpassningar, och även han reflekterade över att andra semiotiska resurser blir viktiga i ett normalläge jämfört med när momentet görs som ERT. I följande utdrag pratade han om detta i relation till hur han brukar undervisa om komplementfärger och illustrera teori med experiment. Utdraget inleds med att intervjuaren (I) frågar hur han brukar göra:

I: Hur gjorde du det när det var på campus, tidigare så att säga?

Arne: Ja, då stod jag vid tavlan och belyste den med en strålkastare och så tog jag fram till exempel ett grönt A4-ark.

I: Ahaa.

Arne: Och la på tavlan, så skulle dom titta på det i trettio sekunder och så ryckte jag bort det då så ska dom se komplementfärgen till grönt då. Jag gjorde så att jag hade, på föreläsningen, en grön färg i PowerPoint och sen skulle de titta på en vit yta sen efteråt, och det fungerade alldeles utmärkt, det var inga problem [...] men det jag tappar är ju liksom att se ”är studenterna med mig?” man ser så väl – i ögonen, kroppshållning och såna saker, leenden – om dom förstår och inte förstår. Så ibland kanske jag har varit lite väl övertydlig när jag har haft vissa föreläsningar.

Arne beskrev att han brukar illustrera komplementfärger genom att först skapa ett starkt ljus på ett grönt papper som hålls mot föreläsningssalens whiteboard. När samma moment skulle göras under en strömmad föreläsning, visades den gröna färgen på studenternas datorer och i stället för att titta på den vita whiteboarden, tittade de på en ”vit yta” i sitt hem. Arne konstaterade att denna ERT-lösning fungerade väl, så till vida att studenterna kunde se komplementfärgen, dock blev interaktionen med studenterna annorlunda, vilket skapade svårigheter att se om

studenterna var ”med” honom (Mavrommatis, 1997). Detta kan tolkas som att Arne menade att även om själva experimentet, att visa komplementfärgerna, fungerade väl kände han sig inte säker på om studenterna *förstod* vad det var experimentet syftade till eller vad det egentligen var som skedde när de såg komplementfärgen på den vita ytan i sitt hem. Eftersom studenters sociala närvaro (Oh et al., 2018) är annorlunda online, och Arne inte kunde se studenternas reaktioner, blev han ”övertydlig”.

Både Alvar och Arne gav exempel på att interaktionen med studenterna i undervisningen förändrats i ERT-läget. Alvar sa att det ”spontana försvinner” när vad som ska sägas detaljplaneras i stället för att formas i stunden, och Arne beskrev att han blir ”övertydlig” när han inte får samma direkta återkoppling från studenterna. Dynamiken och samspelet med den omgivande miljöns semiotiska resurser påverkade alltså även den sociala närvaron i diskussionerna mellan lärare och studenter. I nästa tema fokuseras resonemang som handlar om hur lärarna utvecklat sin undervisningsrepertoar som en konsekvens av ERT.

b) Anpassningar och nya lärresurser

Innan ERT-läget använde sig Arne normalt sett inte av PowerPoint-presentationer i sina föreläsningar. Detta var dock något han började göra i samband med att han strömmade sina föreläsningar:

Arne: [PowerPoint-presentationerna] var bra sa studenterna, och då sa jag att jag kan ju lägga ut det som extramaterial så kan ni ju titta på dom vid sidan om. För det ju också att man kan göra egna experiment på dom, man liksom höra... ja vad man hör med sina öron. Och man kan kolla komplementfärger och man kan kolla sin blinda fläck och så här. Så det ligger ute faktiskt. Det är möjligt att jag lägger ut det där som ett extra material nästa år, vi får se.

Arne konstaterade att det är möjligt att han ”lägger ut det där som ett extra material nästa år” vilket kan tyda på att ERT-läget varit bidragande till att han utökat sin repertoar av lärresurser med för honom nya, digitala kommunikationstekniska lösningar. Torsten pratade också han om ökad mängd av stödmaterial när de campusförlagda laborationerna och de lärarledda exkursionerna inte gavs i biologikursen:

Vi har ju jobbat mycket mer med mer stödmaterial på [LMS] till dom. Jag gjorde en quiz för att träna på arter, som jag tror var ganska uppskattad av dom, som dom använde ganska mycket. Då kunde jag gå in och se hur mycket dom... vad dom hade svårast med och hur mycket dom använde den. Det var liksom ett sätt att träna på artkunskap hemifrån i stället.

Torsten beskrev att han konstruerat en artquiz till studenterna och tillgängliggjort den på kursens lärplattform. Han berättade att han på lärplattformen kunde se vad studenterna ”hade svårast med”. Förutom att studenterna gavs möjlighet att ”träna på artkunskap hemifrån”, fyllde quizet således en funktion i att ge Torsten återkoppling på vad studenterna hade svårt för. Torsten berättade vidare att stödmaterialet förmodligen skulle fortsätta att användas i ett normalläge:

Det finns ju grejer som man vill behålla och det är ju saker som vi kanske har funderat på tidigare [...] Och det märker man ju från studenterna, att dom uppskattar ju väldigt mycket allt stödmaterial de får.

Som vi såg i undertemat 1a, förändrades interaktionen mellan lärare och studenter i och med ERT-läget. Som en konsekvens skapade lärarna nya sätt att stödja studenterna i sitt lärande. Med hjälp av digitala quiz kunde Torsten också kompensera för den begränsade möjligheten att få direkt återkoppling från studenterna då han i quizet kunde se vad studenterna svarat rätt respektive fel på.

Andra exempel på anpassningar som återkommer i intervjuerna är att lärarna haft öppna, synkrona frågestunder i Zoom. Arne beskrev exempelvis att han kopplade upp sig mot Zoom en timme varje fredag eftermiddag och att studenterna där kunde ställa frågor om allt som rörde kursen. På en direkt fråga på om det finns någonting han skulle vilja ta med från ett distansläge till ett normalläge, svarade Arne:

- Arne: Ja, timmen där varje fredag, den är värd mycket. Och det är inte speciellt ansträngande heller. Det enda är att man ju blir bunden till att sitta vid datorn. Men som sagt var, du kan ju jobba med andra saker också om det inte är några frågor som dyker upp. Den kommer jag behålla om det finns ekonomiska möjligheter i kurserna.
- I: Det är lite att jämföra, tänker jag, med att ha kontorsdörren öppen.
- Arne: Ja, det är det. Fast det är enklare. Dom kan sitta hemma [...] För det har jag sagt till studenterna nu att det kommer jag som sagt behålla, för det är ganska bra den där faktiskt, att dom kan ställa frågor. Man slipper också mailarna... att mailkorgen blir full och dom kan också höra varandras frågor. Det finns en del positiva grejer med dom där fredagsmötena.

Intervjuaren jämförde Arnes frågestunder varje fredag med att ha "kontorsdörren öppen". Arne höll med men menade att det är enklare för studenterna att delta digitalt eftersom de kan göra det hemifrån. Vidare lyfte han fram att en annan positiv sak med "fredagsmötena" är att han får färre frågor via e-post.

I det här temat lyfts dels hur ERT lett till förändrad interaktion och dynamik mellan lärare och studenter, dels hur lärarna försökt hantera den förändrade undervisningen med att tillföra nya sätt att stötta studenterna. Vidare framkommer att en del nya lärresurser (digitala quiz och PowerPoint-presentationer) och sätt att kommunicera (frågestunder i Zoom) tagits fram och att lärarna funderade över om dessa möjligen också kommer att användas även framgent.

Tema 2 – Konsekvenser av ERT för undervisningens ämnesinnehåll

Följande underteman handlar om hur ämnesinnehållet i naturvetenskaps- och teknikundervisningen påverkats av ERT.

a) Förändrat innehåll i Teknik

I intervjuerna kring teknikkursens ämnesinnehåll handlade resonemangen framför allt om förändringar i studenternas möjlighet att tillämpa ett tekniskt arbetssätt. Det tekniska arbetssättet faller tillbaka på NOT och det faktum att studenterna ska lära sig att hantera den konstruerade världen (DiGironimo, 2011; Mitcham, 1994). Teknikundervisning inkluderar därför problemlösning genom att bl.a. identifiera behov, designa, konstruera och utvärdera tekniska lösningar. I teknikkursen genomförs vanligtvis en konstruktionslaboration där studenterna i mindre grupper ska skapa tekniska lösningar för att bland annat kunna ta sig över en sjö. Normalt sett sker detta moment i en tekniskal där studenterna har tillgång till konstruktionsmaterial i form av flirtekulor, lim, baljor med vatten osv. Alvar menade att detta kan vara utmanande för studenterna när de inte är i samma rum:

Största nackdelen är att man inte ser andra arbeta, tror jag. Jag tror att det är en viktig lärdom att man faktiskt ser hur andra gör och hur andra löser... här blir man väldigt ensam om ett problem att försöka lösa. Och samma sak som jag pratade om med kreativitet och så där så... ska man nå någonvart så behöver man se olika typer av lösningar, nu ser man bara "slutresultatet" (gest) [...] inte själva processen.

I Alvars resonemang lyftes samarbete och möjligheten att ta del av andras tankar fram som viktiga aspekter i studenternas lärande av teknisk design, vilket också anknyter till NOT. Han länkade kreativitet till möjligheten att se hur andra löser samma problem, men också att få exempel på olika typer av lösningar så att man i förhållande till designprocessen kan utveckla tankeprocesser för att generera olika egna förslag på lösningar samt utvärdera de föreslagna lösningarna (Schut et al., 2020).

I Tema 1 gavs flera exempel på hur Alvar anpassat momentet som tidigare genomförts på museet till ERT. Även teknikämnesinnehållet i detta moment påverkades av att det gjordes som ERT:

Och nästa steg som var svårt var ju att hitta bilder [...] Så där styrde det ju om ganska mycket om... hur jag... hur och vad jag kunde prata om. Vissa saker som jag pratade om försvann ju bort för att jag inte hittade bra bilder på det som visade vad jag ville prata om.

Alvar beskrev hur ERT "styrde om" vad han "kunde prata om" och han konstaterade också att vissa artefakter (Mitcham, 1994) rationaliserades bort eftersom han inte hittat "bra bilder" som han kunde använda som semiotiska resurser i undervisningen. I Alvars resonemang ovan blir det tydligt att ERT påverkade vilket urval av ämnesinnehåll som kunde undervisas.

b) Förändrat innehåll i Fysik

På liknande sätt som att designa och konstruera tekniska artefakter och system kan ses som en grundläggande del av teknikämnet (Nordlöf, 2022), är att designa och genomföra experiment en grundläggande del av den naturvetenskapliga praktiken (de Vries, 2021). Arne gjorde följande reflektion kring att ämnesinnehållet förändrats i ERT-läget:

Det jag tappar det är en del experiment. Jag försökte här hemifrån att köra på balkongen, varför solen är gul och himlen är blå, det vart inte så där jättebra ska jag ju säga, det strök jag. Utan jag gjorde helt enkelt en beskrivning med ord där tyvärr.

Även om Arne berättade att visst innehåll fungerat bra att lägga om till ERT, exempelvis att se sin egen blinda fläck genom att titta på en bild i en PowerPoint-presentation hemma, verkar det som att alla experiment inte gick lika bra att göra hemifrån. Han berättade att han gjorde en skriftlig beskrivning av varför solen ser gul ut och himlen ser blå ut. Ordet "tyvärr" i citatet ovan gör att Arnes resonemang tolkas som att när det skedde en förändring från att aktivt göra experiment till att enbart läsa eller prata teoretiskt om fenomen, förlorades något av ämnets karaktär.

c) Förändrat innehåll i Biologi

I relation till biologijämnet, gav Torsten många exempel på innehåll som relaterar till naturvetenskapernas karaktär (Lederman et al., 2014) och förmågan att tillämpa ett naturvetenskapligt arbetssätt (Hansson et al., 2014). Under intervjun reflekterade Torsten kring att naturvetenskaperna skulle kunna delas upp i två delar:

Om man... man kan ju dela upp innehållet egentligen i två delar. Det ena är att ge så att säga terminologi och faktakunskaper, och det kan man ju göra på alternativa sätt [...]. Men det vi också vill ge är upplevelsen och träna förmågor på att observera naturen. Och dom förmågorna, det innehållet i form av förmågor att göra det, det blir ju mycket mycket svårare, snarast omöjligt att göra på distans då den interaktion man har direkt ute i naturen, och vi kan inte ersätta upplevelsen av att befinna sig i naturen, att ta och känna på saker, lukta på saker och så vidare, med en virtuell upplevelse, för där... det går liksom inte att göra det. Så där gick ju den delen av innehållet kanske förlorat, men vi fick ju ändå en faktamässig grund för dom och en begreppsmässig grund med.

Torsten beskrev att biologiundervisningen på universitetet både handlar om faktakunskaper, begrepp och terminologi och om att studenterna ska uppleva, vara aktiva och praktisera ett naturvetenskapligt arbetssätt genom att exempelvis "befinna sig i naturen" och använda olika sinnen när de gör observationer. Senare i intervjun återkom Torsten till detta och påpekade att studenterna behöver "träna på att läsa naturen". Dessa aspekter av naturvetenskapernas karaktär (NOS) som handlar om att "läsa naturen" är en grundläggande del av det naturvetenskapliga arbetssättet som kan anses vara specifika för biologiämnet (Bowler, 2000). Torsten konstaterade att faktakunskaperna kan undervisas på ett tillfredsställande sätt med "alternativa sätt", medan de naturvetenskapliga arbetssätten, som att göra observationer, och "upplevelsen" av att vara i naturen "inte går att göra" som en virtuell upplevelse. Detta tolkas som att Torsten menade att ämnesinnehållet i naturvetenskaperna i form av termer och fakta gick att lägga om till ERT, men att naturvetenskapligt arbetssätt i högre grad kräver närvaro i en gemensam fysisk kontext.

Som ett sätt att behålla de praktiska momenten i biologikursen fick studenterna göra exkursioner på egen hand. Torsten berättade:

Det är ju svårare att göra på egen hand, men det är åtminstone ett bättre sätt att gå ut och göra det själv än att inte göra det alls [...] Däremot det som går förlorat där är ju att när man inte har djupare kunskap om att lära sig urskilja saker i något sammanhang, så är det väldigt svårt att veta vad man ska titta efter och var man ska titta, och det är ju den kunskapen som experten besitter som kan guida en novis i att lära sig att titta på rätt sätt och i... i ett sätt att betrakta ämnet, vad är viktiga delar att titta på och vilka samband finns det? Det är ju nåt som är svårt för novisen att göra och det blir väldigt lätt en ytlig observation när man gör det un-guided så att säga. Och det är ju det som är interaktionen och när man är ute med en expert och kan observera också expertens sätt att resonera, att röra sig, att titta på saker. Den biten går ju förlorad då när man gör det på egen hand så att säga. [...] Och det är svårare att guida fram strukturerat med skriftliga instruktioner, tror jag. Det är väl det som är den svåra biten i det här tycker jag. Dom kan lära sig att känna igen vanliga arter, dom kan träna på att lära sig titta, dom kan... liksom vi försöker guida dom i det här, som att "titta på dom här faktorerna" men det är svårt på egen hand att veta vad som... ja, hur går det här till i praktiken.

Torsten förde ett utvecklat resonemang kring för- och nackdelar med att studenter gjorde exkursioner på egen hand utan lärare. Inledningsvis sa han att det är bättre att studenterna gjorde exkursionen på egen hand än att de inte gjorde den alls. Detta tolkas som att det länkar till hans tidigare resonemang om att upplevelsen av naturen är oersättlig. Torsten fortsatte med att beskriva att det som "novis" är svårt att veta vad man ska titta efter och hur man ska titta. Han beskrev hur studenter under exkursioner kan observera hur läraren gör, hur läraren tittar och läraren rör sig i naturen (jfr Stolpe & Björklund, 2012) och att studenterna på så vis ges

stöd i att utveckla sin förtrogenhet med den naturvetenskapliga praktiken. Torsten betonade att han försökt guida studenterna genom att ge dem uppdrag ("titta på dom här faktorerna"), men konstaterade att skriftliga instruktioner står sig slätt när läraren och studenten inte är ute i naturmiljön tillsammans.

DISKUSSION

I den här studien har vi undersökt hur universitetslärare upplevde att praktiska moment som laborationer, exkursioner och konstruktionsövningar inom naturvetenskaps- och teknikundervisning i grundlärarutbildningen fungerat som ERT under covid-19. Av analysen av lärarnas resonemang framgår att både undervisningens form och ämnesinnehåll påverkades på olika sätt när de mött studenterna på andra sidan av en skärm i stället för i samma sal eller miljö med tillgång till för undervisningen avsedda fysiska artefakter eller naturföremål. Även om den teoretiska utgångspunkten i den här artikeln är att ett ämnesinnehåll i naturvetenskap och teknik (NOS och NOT) också måste aktualiseras i ett görande, visar analysen på en komplex relation mellan teori och praktik. Å ena sidan resonerar lärarna kring att vissa förändringar fungerade bra, exempelvis kunde studenterna lära sig begrepp och faktakunskaper och det gick bra att ersätta vissa lärarledda experiment med att studenterna testade saker hemma genom instruktioner i en PowerPoint-presentation. Å andra sidan framträder det som centralt att studenternas möjlighet att själva tillämpa naturvetenskapliga och tekniska arbetssätt minskade när moment lades om till ERT. Faktakunskaper eller tekniska begrepp ersätter inte ämnenas grundläggande arbetsmetoder. Därför fungerade det, enligt lärarna, sämre att bli trygg i ämnenas aktiva arbetssätt, som att "läsa naturen" eller designa tekniska lösningar, när det inte fanns en stöttande lärare som guide och det inte gick att se andra students lösningar (Eilouti, 2009; Grönman & Lindfors, 2021; Schut et al., 2020). Liknande resultat har rapporterats kring kemilärarstudenters upplevelser av laborationer under pandemin, där studenter uttryckt att de lärt sig teori, men inte hur de ska tillämpa sina kunskaper i praktiken (Schultz et al., 2020; Yeşiloğlu et al., 2021; jfr Gerstenhaber & Har-El, 2021).

Både naturvetenskaperna och tekniken som kunskapsområden är nära sammanlänkade med specifika artefakter och miljöer. I de kurser som varit i fokus i den här studien är ämnesspecifika miljöer normalt sett en integrerad del av undervisningen, exempelvis har man i teknikkursen besökt en autentisk teknikmiljö (teknikhistoriskt museum) och i biologikursen har undervisning bedrivits i en autentisk naturmiljö. I ERT-läget förändrades undervisningen eftersom sammanhangen och därmed tillgången till artefakter som kunde användas som semiotiska resurser förändrades. Eftersom den mening vi skapar påverkas av tillgången till material som kan användas som semiotiska resurser (Frejd, 2019), påverkades även ämnesinnehållet i de aktuella kurserna när kontexten och artefakterna förändrades. Det verkar definitivt inte självklart att det innehåll som kom till uttryck i ERT-läget där alla satt vid olika skärmar och en större del av undervisningen detaljplanerades var detsamma som i den "normala" face-to-face-situation där alla har tillgång till samma fysiska miljö och innehållet delvis formas i stunden som ett svar på interaktion mellan lärare, studenter och artefakter. Exempelvis förändrades innehållet kring astronomi när Arne valde att skriftligt beskriva varför himlen är blå och solen gul, då det experiment som normalt gjordes inte gick att genomföra som ERT. Vidare beskrev Alvar hur han rationaliserade bort ämnesinnehåll eftersom han var begränsad av tillgången till autentiska bilder av tekniska artefakter. Med andra ord, Alvars fokus på att hålla en viss form – distansundervisning med bilder i stället för samtal i en museimiljö – påverkade innehållet i undervisningen.

Under hösten 2020 erfor lärarna hur studenternas "sociala närvaro" (Oh et al., 2018) var annorlunda online. De kunde inte på samma sätt som de var vana vid tolka studenternas kroppsspråk och mimik (jfr Mavrommatis, 1997) och därigenom se om de förstått undervisningen. För att överbrygga bristen på återkoppling och för att öka möjligheten till interaktion i ERT-läget skapades nya lärresurser som t.ex. artquiz, och arbetsformer som t.ex. att ha frågestunder online varje vecka. Lärarna konstaterade att en del av dessa strategier kanske skulle kunna användas även i ett normalläge. För en av lärarna, Arne, verkar distansläget dessutom ha bidragit till en mer positiv inställning till digital informationsteknik. Att distansläget i sig ökat intresset för att tänka nytt både i relation till pedagogik och att involvera ny teknik i undervisningen är också något som nyligen kommit fram i en dansk studie (Godsk, 2021). När lärargruppen i den aktuella studien fick lägga om sin undervisning till ERT gjordes detta utan några djuplodande pedagogiska diskussioner – några sådana fanns det helt enkelt inte tid till. Det blev således en stor utmaning att undervisa ett innehåll innan detta kunnat omdefinieras (Burke, 2021) i relation till ämnets karaktär. På många universitet förs nu en diskussion kring hur vi ska agera när vi går in i ett "nytt normalläge" och det nårs förhoppningar om att de erfarenheter som gjorts under pandemiläget kan bidra till att utveckla nya arbetsformer. Vi vill emellertid framhålla att man behöver vara medveten om att de undervisningsformer som används påverkar ämnesinnehållet. I förlängningen påverkar formen för undervisningen på universitetet också vilken kunskap våra blivande lärare får med sig ut i sina klassrum.

Slutligen kan man dra följande slutsatser av studien: Både undervisningens form och ämnesinnehåll påverkades enligt lärarnas berättelser av ERT-läget som uppstod under covid-19. Studenternas möjlighet att själva tillämpa praktiska naturvetenskapliga och tekniska arbetssätt minskade till förmån för mer styrda distansföreläsningar och seminarier eller exkursioner på egen hand. I båda fallen uppstod en spänning mellan ämnesinnehållet och undervisningens form i den meningen att de nya formerna för undervisning på distans snävade in ämnesinnehållet och minskade möjligheterna för studenterna att delta i autentiska naturvetenskapliga och tekniska praktiker med läraren som vägledare. I synnerhet det minskade deltagandet i fysiska laborationer, konstruktionsövningar och exkursioner gör att själva den epistemologiska kärnan i dessa ämnen (NOS och NOT) påverkades negativt. Lärarnas svårigheter att veta om studenterna förstått undervisningen genom en minskad social närvaro genererade dock nya sätt att kommunicera och stötta studenternas lärande, varav vissa haft en positiv inverkan på undervisningen och studenternas lärande (t.ex. digital "öppen dörr" och artquiz).

FÖRFATTARBIOGRAFIER

Johanna Frejd är doktor i naturvetenskapernas didaktik vid Linköpings universitet där hon forskar, undervisar vid lärarutbildningen och är programansvarig utbildningsledare för Förskolläraryrketprogrammet. Forskningsmässigt intresserar hon sig framför allt för hur kontext, material, interaktion och aktiviteter påverkar meningsskapande processer samt hur lek och fiktion kan fungera som undervisningsverktyg i naturvetenskap.

Jonas Hallström är professor i teknikens didaktik vid Linköpings universitet, där han för närvarande är prorektor. Han är också ordförande för Nationella forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik (FontD). Forskningen rör bland annat teknikens kunskapsinnehåll, epistemologi och ämnesfilosofi, olika ämnesinnehåll i teknikundervisning samt attityder till och kunskap om teknik och teknikutbildning hos elever, lärarstudenter och lärare.

REFERENSER

- Bernhard, J. (2021). *Distans- och hemlaborationer – vad säger den ämnesdidaktiska litteraturen?* 8:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Karlstads universitet, 24 november – 25 november 2021.
- Blackley, S., Wilson, S., Sheffield, R., Murcia, K., Brown, P., Tang, K.-S., Cooper, M. & Williams, P. J. (2021). How have covid-19-related changes to tuition modes impacted face-to-face initial teacher education students? *Issues in Educational Research*, 31(2), 421–439.
- Bowler, P. J. (2000). *The earth encompassed: A history of the environmental sciences*. WW Norton & Company.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2015). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing*. Sage.
- Burke, K. (2021). “How can the creative arts possibly be taught online?” Perspectives and experiences of online educators in Australian higher education. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 49(3), 347–361. <http://10.1080/1359866X.2020.1777531>
- de Vries, M. J. (2021). Design-based learning in science and technology as integrated STEM. I I. Henze & M. J. de Vries, *Design-based concept learning in science and technology education*. Brill Sense Publishers. https://doi.org/10.1163/9789004450004_002
- DiGironimo, N. (2011). What is technology? Investigating student conceptions about the nature of technology. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1337–1352. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.495400>
- Eilouti, B. H. (2009). Design knowledge recycling using precedent-based analysis and synthesis models. *Design Studies*, 30, 340–368.
- Fackler, A. K. & Sexton, C. M. (2020). Science teacher education in the time of COVID-19. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 24(3), 5–13.
- Ferri, F., Grifoni, P. & Guzzo, T. (2020). Online learning and emergency remote teaching: Opportunities and challenges in emergency situations. *Societies*, 10: 86, 1–18.
- Frejd, J. (2018). “If It Lived Here, It Would Die.” Children’s use of materials as semiotic resources in group discussions about evolution. *Journal of research in childhood education*, 32(3), 251–267. <https://doi.org/10.1080/02568543.2018.1465497>
- Frejd, J. (2019). *Encountering evolution: Children’s meaning-making processes in collaborative interactions* (Vol. 107). Linköping University Electronic Press.
- Gerstenhaber, J. A. & Har-El, Y. (2021). Virtual biomaterials lab during COVID-19 pandemic. *Biomedical Engineering Education*, 1–6. <https://doi.org/10.1007/s43683-020-00045-6>
- Godsk, M. (2021) Coronapandemiens indflydelse på universitetsadjunkters holdning til teknologi i undervisningen. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM)*, 14(24). <https://doi.org/10.7146/lom.v14i24.125580>
- Grönman, S. & Lindfors, E. (2021). The process models of design thinking: A literature review and consideration from the perspective of craft, design and technology education. *Techne serien – Forskning i slöjdpedagogik och slöjdvetsenskap*, 28(2), 110–118.
- Hansson, L., Leden, L. & Pendrill, A.-M. (2014). Att arbeta med naturvetenskapens karaktär i NO-undervisningen. *LMNT-nytt*, 2, 2–6.
- Hartman, S. G. (2005). *Det pedagogiska kulturarvet: traditioner och idéer i svensk undervisningshistoria*. Natur & kultur.
- Hennessy, S., Howe, C., Mercer, N. & Vrikki, M. (2020). Coding classroom dialogue: Methodological considerations for researchers. *Learning, Culture and Social Interaction*, 25, <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100404>
- Hetherington, L., Hardman, M., Noakes, J. & Wegerif, R. (2018). Making the case for a material-dialogic approach to science education. *Studies in Science Education*, 54(2), 141–176. <https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1598036>

- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educ. Rev.* (3). Available online: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning> (hämtad 20 maj 2022).
- Hrastinski, S. (2019). *What do we mean by blended learning?*. *TechTrends* 63, 564–569. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00375-5>
- Hughes, T. P. (2004). *Human-built world: How to think about technology and culture*. The University of Chicago Press.
- ITEA. (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. International Technology Education Association.
- Kocdar, S., Bozkurt, A. & Goru Dogan, T. (2020). Engineering through distance education in the time of the fourth industrial revolution: Reflections from three decades of peer reviewed studies. *Computer Applications in Engineering Education*, 29, 931–949. <https://doi.org/10.1002/cae.22367>
- Lederman, N.G., Antink, A. & Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science & Education*, 23, 285–302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- Lowenthal, P. R., Wilson, B. & Parrish, P. (2009, October). Context matters: A description and typology of the online learning landscape. In *AECT International Convention, Louisville, KY*.
- Mavrommatis, Y. (1997) Understanding assessment in the classroom: Phases of the assessment process — the assessment episode, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 4(3), 381–400, <http://10.1080/0969594970040305>
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology: The path between engineering and philosophy*. The University of Chicago Press.
- Moore, J. L., Dickson-Deane, C. & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *Internet and Higher Education*, 14, 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.10.001>
- Nordlöf, C., Norström, P., Höst, G. & Hallström, J. (2022). Towards a three-part heuristic framework for technology education. *International journal of technology and design education*, 32(3), 1583–1604. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09664-8>
- Oh, C. S., Bailenson, J. N. & Welch, G. F. (2018). A systematic review of social presence: Definition, antecedents, and implications. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 114. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00114>
- Rasheed, R. A., Kamsin, A. & Abdullah, N. A. (2020). Challenges in the online component of blended learning: A systematic review. *Computers & Education*, 144, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103701>
- Rudolph, J. L. (2019). *How we teach science: What's changed, and why it matters*. Harvard University Press.
- Salta, K., Paschalidou, K., Tsetseri, M. & Koulougliotis, D. (2021). Shift from a traditional to a distance learning environment during the COVID-19 pandemic. *Science & Education*, 1–30. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00234-x>
- Schultz, M., Callahan, D. L. & Miltiadous, A. (2020). Development and use of kitchen chemistry home practical activities during unanticipated campus closures. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2678–2684. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00620>
- Schut, A., van Mechelen, M., Klapwijk, R. M., Gielen, M. & de Vries, M. J. (2020). Towards constructive design feedback dialogues: guiding peer and client feedback to stimulate children's creative thinking. *International Journal of Technology and Design Education*, 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09612-y>
- Song, H., Kim, J. & Park, N. (2019). I know my professor: Teacher self-disclosure in online education and a mediating role of social presence. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(6), 448–455. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455126>

- Stenbom, S., Cleveland-Innes, M. & Hrastinski, S. (2017). Online coaching as teacher training: Using a relationship of inquiry framework. I Ostashewski, N., Howell, J. & Cleveland-Innes, M. (Red.), *Optimizing K-12 education through online and blended learning*. IGI Global.
- Stolpe, K. & Björklund, L. (2012). Seeing the wood for the trees: Applying the dual-memory system model to investigate expert teachers' observational skills in natural ecological learning environments. *International Journal of Science Education*, 34(1), 101–125. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.561505>
- Söderman, I. & Demred Klinga, A. (2016) *Digitalisering – grundskola och gymnasieskola Modul: Digitalt berättande Del 1: Digitalt berättande – vad och varför?* Skolverket, Lärportalen. https://larportalen.skolverket.se/LarportalenAPI/api-v2/document/path/larportalen/material/inriktningar/0-digitalisering/Grundskola/202_Digitalt_berattande/del_01/Material/Flik/Del_01_MomentA/Artiklar/D2_GRGY_01A_01_ber%C3%A4ttande.docx
- Van Leeuwen, T. (2005). *Introducing social semiotics*. Routledge.
- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningsled*. Vetenskapsrådet.
- Walker, J. & Baepeler, P. (2018). Social context matters: Predicting outcomes in formal learning environments. *Journal of Learning Spaces*, 7(2), 1–11.
- Yeşiloğlu, S. N., Gençer, S., Ekici, F. & Işık, B. (2021). Examining pre-service teachers' views about online chemistry laboratory learning experiences amid the covid-19 pandemic. *Journal of Turkish Science Education*, 18, 1–17. <http://doi.org/10.36681/tused.2021.75>