

# KOSMOS

## FYSIK OCH MÄNNISKAN

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDETS ÅRSBOK 2024



## FYSIK FÖR ETT GOTT LIV?

© ANNE-SOFIE NYSTRÖM, ANNA DANIELSSON,  
ANDERS JOHANSSON



Artikeln publiceras under Creative Commons-licensen CC BY-NC-SA 4.0  
För bildmaterial med källhänvisning  
gäller samma upphovsrättsliga  
regler som för källan.

*f* SVENSKA  
FYSIKER  
SAMFUNDET



### Anne-Sofie Nyström

är sociolog och forskar om ungas liv och prestigeutbildningar, med fokus på naturvetenskap.

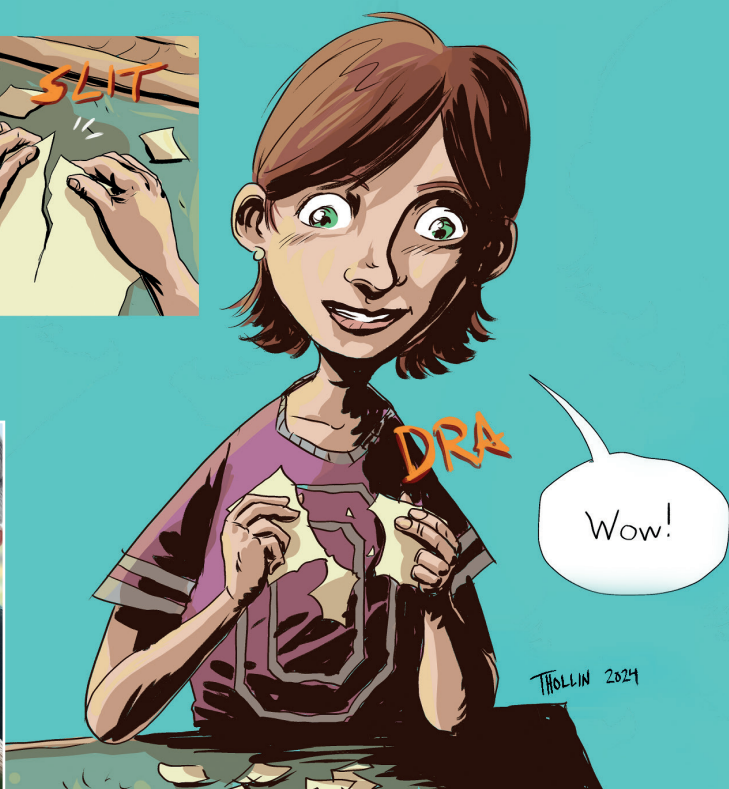
### Anna Danielsson

forskar om undervisning och lärande inom naturvetenskap, ofta med ett genusperspektiv.

### Anders Johansson

forskar om inkludering, jämlikhet och rekrytering i naturvetenskap och teknik.

Fullständiga författarpresentationer på sid 65.



Kan fysik vara lockande för unga? Fysikutbildning har svårt att rekrytera ungdomar, särskilt de som inte är svenskfödda män med akademisk bakgrund. I ett forskningsprojekt har Anne-Sofie Nyström, Anna Danielsson och Anders Johansson intervjuat fysikstudenter som gjort icke-traditionella utbildningsval. I den här artikeln rapporterar de om vad fysiken kan tillföra i en ung människas liv.

*Bild: Daniel Thollin Hall.*

# Fysik för ett gott liv?

## Tre fysikstudenters berättelser om barndom, skolgång och utbildningsval

*Vad händer om man delar ett blad i mitten,  
och sen så delar man det  
igen  
och igen,  
hur långt kan man gå?  
Och det tycker jag var en väldigt ...en rolig tanke.  
Hur långt kan man gå, var är gränsen?  
Och jag fastnade i det lite grann,  
Och ... ja, så det är det första mötet. (...)  
Så det klickade, här,  
jag känner vad jag vill göra nu.  
Och ja, men sen har det varit kvar,  
sen dess, det här fysikintresset.*

### Fysikintresse

Orden ovan kommer från en intervju med Rebecka, en fysikstudent som läser vid ett av Sveriges lärosäten. Orden är hennes egna, organiserade i rader för att bättre fånga talspråkets rytm. Rebeckas väg in i universitetsutbildningen börjar i slutet av mellanstadiet och så även intervjun. Första fysiklektionen och hennes NO-lärares tankeexperiment; som en blixtnärvaro slår fysikintresset till och den kärleken består. I denna text närmar vi oss frågor om vad som möjliggör ungas relationer till fysik och vad detta i sin tur kan möjliggöra. Hur väcks deras intresse och till vilken fysik? Vad bidrar fysiken med i deras liv?

Fysik som disciplin är det vetenskapliga studiet av materia och energi samt förhållandet mellan de båda. Ordet fysik härstammar från det grekiska ordet φυσικά (phusika), vilket betyder studiet av naturliga ting, från φύσις (phusis) som betyder natur. Stu-

dierna av naturen kan omfatta allt från materiens minsta byggstenar till hur kosmos är uppbyggt, från tillämpad materialvetenskap till nyfikenhetsdriven grundforskning. Bredden och komplexiteten hos disciplinen möjliggör olika berättelser om fysik.

Fysiken uppfattas ofta som objektiv, universell och kulturlös — som ett sätt att närma sig världen utan påverkan av sociala dynamiker. Det finns också andra starka bilder av fysiken. Exempel på detta hittas exempelvis i Young och Freedmans lärobok, *University Physics with Modern Physics*. I bokens inledning argumenterar författarna för att:

*Physics is one of the most fundamental of the sciences. Scientists of all disciplines use the ideas of physics, including chemists who study the structure of molecules, paleontologists who try to reconstruct how dinosaurs walked, and climatologists who study how human activities affect the atmosphere and oceans. [...] The study of physics is also an adventure. You will find it challenging, sometimes frustrating, occasionally painful, and often richly rewarding. [...] You will come to see physics as a towering achievement of the human intellect in its quest to understand our world and ourselves.*

För många studenter i Sverige och internationellt är detta första introduktionen till den akademiska fysikvärlden. Fysikens intellektuella strävan ställs i centrum men inte bara såsom ett redskap att förstå världen. Den framställs också som en väg till att förstå oss själva, en potentiellt transformerande upplevelse. Rebecka, men även andra studenter i vårt forskningsprojekt, berättar också om engagemanget i fysik som livsförändrande. Med fysiken både väcks och besvaras frågor om världen, och även om fysiken ibland är motsträvig ger den rik utdelning genom vackra och stabila förklaringsmodeller. Med fysikern och vetenskapskommunikatören Jim Al-Khalilis ord:

*Science is so much more than hard facts and lessons in critical thinking, just as a rainbow is much more than a pretty arch of colour. Science gives us a way to see the world beyond our limited senses, beyond our prejudices and biases, beyond our fears and insecurities, beyond our ignorance and weaknesses. Science helps us to see through a lens of deeper understanding and be part of a world of light and colour, of beauty and truth.*

När fysiker beskriver sitt arbete i biografiska verk eller i populärvetenskap är estetiska och emotionella uttalanden likaså vanliga, även om sådana mer sällan får utrymme i vetenskapliga redogörelser. Grundläggande ekvationer inom fysik talas om som eleganta, och matematisk skönhet har varit en vägledande princip för vissa fysiker, exempelvis Paul Dirac. Matematisk skönhet handlar här ofta om enkelheten i ekvationer och om att representera en teori så elegant som möjligt — i dess yttersta form förkroppsligad av sökandet efter en *teori om allting*.

Vad händer när vetenskaplig kunskap om fysik omvandlas till skolfysik? Många elever beskriver skolfysiken som ett torrt, tråkigt och svårt ämne — ett ämne avskalat från sammanhang och verklig världsrelevans. Fysikkunskapen och fysiken som yrke karakteriseras ofta som tillgänglig endast för ett fåtal, och den stora majoriteten av de som söker fysikutbildningar på universitetsnivå är män med akademisk och inhemsk bakgrund. Vi forskar om vad som möjliggör för unga från underrepresenterade grupper att trots allt välja fysikstudier på universitetet. I intervjuer har vi samtalat med förståsstudenterna om deras liv från barndom till nutid. Tre av dessa — Rebecka, Josef och Tobias — möter ni i den här artikeln. Deras berättelser handlar om skolan, men också om personer och erfarenheter utanför det formella utbildningsväsendet, om hur deras fysikintresse utvecklats och hur ämnet blivit meningsfullt i deras liv.

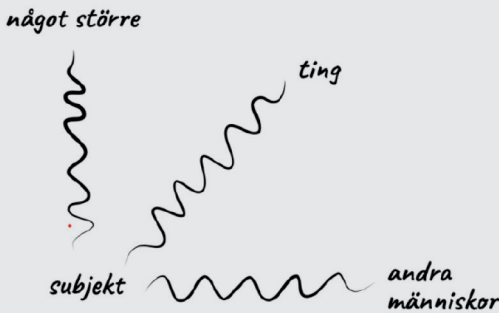
## I resonans med fysik

I fysiken betecknar resonans fenomenet när ett systems självvibrationer förstärks i mötet med ett annat systems vibrationer. Det handlar inte om eko utan om två fristående system i samklang. I likhet med en gitarrsträng, som vibrerar starkare med en specifik frekvens, menar sociologen Hartmut Rosa att vi kan förstå människors möten med omvärlden i termer av *resonans*. När två vänner förlorar sig i skratt, eller när två främlingar möts i ett öppet, vindlande samtal. När en grupp fotbollsspelare är upptagna av bollen och varandra, i en match då spelet är fokuserad lek och utmärks av rörelseglädje och energi. Detta är tre exempel på människors relationer till omvärlden som inom Hartmut Rosas resonanst teori begripliggörs som resonansrelationer.

## Hartmut Rosas resonansteori

Teorin är en modell för att förklara hur människor relaterar till sin omvärld utifrån ett sociologiskt perspektiv. Den omfattar både hur enskilda förhåller sig till sin omvärld och hur samhällsstrukturer (såsom teknikutveckling och ekonomiska system) samt social ojämlikhet får betydelse för människors handlingar och mående. Det moderna samhället, menar Rosa, karaktäriseras av en orientering mot effektivitet och kontroll av världen: ökad kunskap, tillgänglighet, hanterbarhet och användbarhet. Teorin, som utvecklas i boken *Resonance: A sociology of our relationship to the world*, bidrar med förklaringar till varför system och handlingsmönster som syftar till att förbättra livsvillkor i sin tur kan skapa problem, inte minst genom att skapa hinder för samhörighet och för välbefinnande för individen och på samhällsnivå.

Rosa menar att orienteringen mot kontroll är kontraproduktiv sett till människors möjligheter att utveckla resonansrelationer till sin omvärld. *Resonansrelationer* är hans benämning på relationer där vi känner oss mer levande. Det handlar om relationer som präglas av öppen nyfikenhet och frivillighet och där vi låter oss bli påverkade och känner att vi kan påverka. Dess motsats är omvärldsrelationer präglade av likgiltighet eller fientlighet, en känsla av att vara frånkopplad och inte höra samman (alienation). Rosa skiljer mellan tre axlar av möjliga resonansrelationer i en människas möten med världen: horisontell, diagonal och vertikal. Dessa bör inte tolkas strikt geometriskt utan som en samhällsvetenskaplig metafor. Resonansrelationer mellan människor sägs ske längs en horisontell axel, mellan människa och ”ting” längs en diagonal axel, och mellan människa och ”något större” (religion, världsalltet, konsten) längs en vertikal axel. Etablerade resonansrelationer längs en eller flera axlar ses i teorin som en förutsättning för välbefinnande. När vår livsvärld präglas av resonansrelationer mår vi som bäst.



Figur: Nyström, Danielsson & Johansson

I studien är vi intresserade av fysikrelaterade resonansrelationer, både i och utanför skolundervisning. Det som i vardagligt tal och inom annan forskning beskrivs som att en elev är *engagerad* och har *inre motivation*, eller *intresse*, för att lära, kan istället ses som resonansrelationer.

Rebeckas berättelse om första fysiklektionen är en berättelse om hur resonans uppstår mellan henne och tankeexperimentet. Fysiken får henne att vibrera starkare som människa. Dess motsats hade varit ointresse och känslan av meningslöshet, om hon i mötet med undervisningen och kunskapsområdet hade upplevts som frånkopplad (*alienation*). I Rebeckas fall blir resonansrelationen till fysiken beständig över tid, men resonansrelationer (och alienationsrelationer) kan också uppstå temporärt. Undervisning kan förstås syfta till att resonans ska uppstå till olika kunskapsområden och -praktiker, och i bästa fall lägga grunden för ett livslångt lärande.

*Ett gott liv* är ett liv med stabila resonansrelationer argumenterar Rosa vidare (se figur i faktarutan), men vad som skapar resonans är unikt för varje människa. Studenterna i vår studie är intresserade av fysik, men för att få fördjupad förståelse för deras anknytning till ämnet undersöker vi på vilka sätt de möter fysiken. Rosa särskiljer mellan tre olika axlar av resonansrelationer: den horisontella, den diagonala och den vertikala. Den *diagonala* axeln syftar på människors relation till ”ting”. Det kan handla om att böcker, läromaterial och tankeexperiment eller matematiska formler engagerar. Den *horisontella* axeln handlar istället om mellanmänniskliga möten, när samvaron mellan två människor eller i en grupp präglas av lekfullhet, öppenhet och riktadhet. Bådaddera omfattar relationer till den ”vardagliga” omvärlden. Den tredje axeln, den *vertikala*, avser människors relationer till ”något större”, exempelvis till religion eller världsalltet. Möten med naturen, förundran över oceanen eller stjärnhimlen kan också vara en sådan slags relation till något större. Naturvetenskapliga forskare beskriver ibland hur dessa relationer till världen kan fördjupas och göras rikare på grund av deras förståelse för vetenskapen.

## Rebecka – uppslukad av fysikböcker

*Ja, det är väl mest att jag läser  
de här böckerna.  
Och det känns som att det här intresset  
blev så fundamentalt på något sätt,  
det blev sån stor del av mig väldigt snabbt.  
Eller det låter jättecheesy,  
men det är verkligen så att jag bara slukades av fysiken,  
och sen så blev det en stor del av min identitet  
ganska direkt.*

Rebecka bygger sin relation till fysiken genom läsning. Hon läser populärvetenskap, om kvantfysik, om partikelfysik och fascineras av termodynamik. Finns en gräns för hur varmt något kan bli? Vad är temperatur egentligen? Sådana frågor upptar den trettonåriga Rebeckas tankar. Från första fysiklektionen i sjätte klass präglas hennes vardag av fysik.

Rebecka är upp vuxen i en större svensk stad. Hennes mamma jobbar i ett omsorgsyrke och pappan inom kultursektorn. Ingen av föräldrarna har högskoleutbildning. I hennes närhet finns inte heller någon annan vuxen som arbetar med naturvetenskap eller teknik. Det är hon som är intresserad. Till jul och födelsedagar önskar hon sig populärvetenskapliga böcker men utöver dessa finns annars inte många böcker i hemmet. Rebecka upplever att hon har stöd av föräldrarna. De kan inte hjälpa henne i skolarbetet, men de tror på henne. När hon börjar visa intresse för fysiken gör pappan sin dotter sällskap framför TV-dokumentärer, börjar ta del av populärvetenskap och uppmärksammar aktuella fysikhändelser: ”[N]u när de delade ut nobelpris i fysik, så ringde han mig och tyckte det var kul att det var en kvinna som hade fått det, och diskuterade vilka de var — jag tycker det är roligt, faktiskt”. Pappan är den samtalspartner Rebecka har. Vid sidan av honom och NO-läraren är hon ensam med intresset.

I Rebeckas berättelse är det tingen som står i centrum. Starke *diagonala resonansrelationer* utmärker hennes erfarenheter av fysik och är tongivande när hon beskriver vad fysiken är i hennes liv. Hon ”slukas av fysiken” som hon möter via skolmaterial, populärlitteratur och naturvetenskaplig digital media.



*[M]in familj kommer från [östeuropeiskt land]. Och ja, så som jag upplever det, var att tillgången till all populärvetenskap ... det var väldigt begränsat i Sverige. För går man in på typ Akademibokhandeln så finns det inte jättemycket fysikböcker. Men i [Östeuropeiskt land] finns det. Så går man in på deras motsvarande, så finns det en hel avdelning med bara populärvetenskapliga böcker. Och där kunde jag verkligen hitta sånt som intresserade mig.*

För Rebecka öppnar relationen till fysiken dörrar till ett rikare liv, fyllt med frågor och en nära relation till något roligt, spännande och meningsfullt. Det är hon och fysiken, en stark känsla av tillhörighet som ger riktning i livet. När hon ska välja program inför gymnasiet är därför hennes enda mål att utveckla sina fysikkunskaper:

*”Okej, nu ska jag bli riktigt bra på fysik — vad är det första steget till att bli fysiker?” Så mitt mål då var att hitta ... jag gick runt ... jag är från [storstad], så jag letade efter ... jag gick till alla de här mässorna och frågade: ”Har ni ... erbjuder ni Fysik 3? Hur många fysikkurser är det?” Det var den enda frågan jag hade. Och sen så fick jag den här gymnasiekatalogen, och då tänkte jag att: ”Då kollar jag igenom allting.” Och sen längst, längst bak så fanns det riksrekryterande utbildningar, och där hittade jag fysikprogrammet. Och då sa jag: ”Ja, men då!”*

16 år gammal flyttar Rebecka hemifrån för att vara del av sammanhang där fysiken står i centrum. Här finns andra fysikälskare — jämnåriga, lärare och forskare — liksom tillgång till laborativa material, fysiktävlingar och forskningsmiljöer. Här finns allt det hon upplever som roligt och viktigt, som gör det möjligt att leva ett rikt liv genom resonans med fysiken.

## Josef – "alla borde älska fysik"

*Och jag skulle säga att det var då det började,  
när [högstadielärare] uppmuntrade folk att  
"Ställ en fråga, ställ en fråga."  
Och jag menar, jag tycker ju alla borde älska fysik.  
Alltså,  
jag fattar inte ibland hur man kan gå runt utan att ställa  
frågor:  
Varför är gräset grönt och varför är jorden rund?  
Alla vet att jorden är rund.  
Eller ja, de flesta.  
Men varför? Det är inte många som vet det.  
Och de här frågorna — Var är vi? Varför är vi? (...)  
Så i årskurs två där blev jag ...  
ja, förälskad nästan i matte och fysik.  
Speciellt fysik.  
Matte ingår så klart. Jag gillar också matte.  
Så det blev nästan som en hobby.  
Och lite väl ... alltså, inte extremt, skulle jag inte säga,  
det bara blev att jag älskade det lite mer än den vanliga  
personen.*

En typisk pojke som råkat fastna för fysik istället för fotboll, så beskriver Josef sig själv. Det är frågorna om världen som griper tag i honom, frågor han inte kan släppa, oavsett sammanhang och oavsett var han befinner sig.

Josef växer upp i en liten stad i södra Sverige. Föräldrarna är från Mellanöstern, båda arbetar inom handeln och ingen av dem har högre utbildning. Familjens bakgrund påverkar hans skolgång på två sätt. Dels innebär den att han saknar vägledning i studierna, dels motiverar den honom att vara uthållig. Föräldrarna har kämpat för att han och hans syster ska få ett gott liv och Josef upplever att det är hans ansvar att ta vara på denna chans: "När man är omotivrad eller ... ja, när det är dåligt, påminner jag mig själv om: 'ja, du är här av en anledning; du fick den möjligheten, så utnyttja den möjligheten du fått'."

Fysikfrågorna tar han med till middagsbordet:

*Alltså, jag har tröttnat ut min familj kanske ... ja, i flera år nu. Varje middag, diskuterat fysik och försökt få dem involverade. Men det jag tycker är viktigt, det är att alla kan tänka fysik och alla kan bli involverade. Och även mina föräldrar som inte är utbildade har tyckt att "Ah, okej". Så det blir nästan som en liten tävling mellan dem, "Vem kan svara snabbast?" För här gäller det att vara kreativ. Man behöver inte vara bäst i ... kunna all matematik i världen. Jag höll inte tillbaka det eller så utan det utan bara kör på. Det delade jag med den som kom i vägen.*

För Josef är fysikkunskapande en social aktivitet som han glatt involverar alla i. De horisontella resonansrelationerna är centrala i hans berättelse. Han samtalar fysik med såväl familj och vänner som lärare och klasskamrater, bjuder in med frågor och självklar entusiasm. I sina egna och andras ögon, kamrater och familj, är han en vetenskapsperson, alltid ivrig att involvera människor i vetenskapsdiskussioner. Lusten han känner inför fysik och biologi, liksom stödet från lärare gör att han bestämmer sig för att gå naturvetenskapligt program på gymnasiet, trots att han upplever matematiken som svår.

På gymnasiet skapas ett sammanhang med andra intresserade. Där är de en grupp av elever som håller kvar läraren efter lektionstid med frågor om "färger och himlen och rymden och allt sånt där". Efter att ha mött relativitetsteori på gymnasiet läser han på om Einsteins liv, och "därefter exploderar det". I hans sociala cirkel ingår nu även ikoniska fysiker:

Josef: "[D]är har man Paul Dirac, Richard Feynman, Isaac Newton. Efter alla böcker man har läst eller dokumentärer så blir man lite ... det här blev som att i stället för att diskutera fotbollsidoler eller basketspelare så diskuterade man vetenskapsmän. Och det var jättekul tycker jag. Så de har också varit en stor inspiration."

Intervjuare: "Var det både via biografier, dokumentärer, annan typ av online-forum på det viset eller?"

Josef: "Ja, precis, ja, alltså googla upp ... ja, precis, alltså allt som hade med dem att göra. Det finns videos på Einstein när han förklarar sin  $E = mc^2$  exempelvis. Man kan bara sitta där helt förälskad och bara titta på videon så här, väldigt nyfiken. Alltså, bara för att. Det är som att titta på sin favoritspelare i fotboll eller vad som helst."

På samma sätt som hans jämnåriga är upptagna med fotbollsspelare — detaljer om matcher och skottstatistik eller beundrande av spelteknik — är Josef upptagen av sina fysikidolers liv och bedrifter. Han beskriver sin relation till fysiken och fysiker i termer av kärlek och förälskelse. Precis som för Rebecka präglar skolmaterial, dokumentärer och populärvetenskap hans dagar och kvällar. Men förhållandet mellan resonansaxlarna är det omvända. I intervjun med Josef är den diagonala resonansaxeln genomgående underordnad den horisontella axeln.

Josefs förhållande till utbildningsprestation är däremot inte oproblematiskt. Han ogillar att bli tvingad, behandlad som ”en robot” och disciplinerad; han vill att utbildning ska vara orienterad mot lärande och genuint intresse. Han brottas också med matematiken vilket innebär att även fysiken i viss mån gör motstånd: ”[J]ag och min syrra har varit utan hjälp, alltså från föräldrarna, i och med att de är inte utbildade”. Men självdisciplinen att arbeta för förståelse underkastar han sig gärna: ”Jag har alltid varit tvungen att kanske jobba hårdare än många andra för att de kanske tar det väldigt för givet att matte är enkelt”.

Inför valet av universitetsprogram uppmuntras han att välja ingenjörsbanan, ett tryggt yrke han tidigare övervägt. Även om Josef är den första i familjen som studerar på universitet finns andra släktingar i samma generation som utbildat sig till ingenjörer och läkare. Trots föräldrarnas tveksamhet väljer han till slut sin ”kärlek för fysik” och börjar på kandidatprogrammet i fysik.

## Tobias – fysiken, en förlorad kärlek?

*Fysiken och det  
är ett ständigt intresse under hela den här tiden också.  
Det är en kärlek för mig  
hela tiden.  
Men den som ...  
den jag aldrig fick.  
Det är en förlorad kärlek,  
tänker jag.  
Att jag får tråna efter den personen,  
men det blir ingenting mellan oss.*

Fysikintresse kan blomstra parallellt med att vardagslivet pågår, lokaliserad till en plats utan prestationsbojor och krav. Tobias beskriver fysiken som sin stora kärlek, men den som han länge inte

tror sig kunna få. Han utbildar sig därför för ett annat yrke. Skolan är stökig, hemmet är stökigt, livet är stökigt. I fysiken finner han lugn, redan i tidiga tonåren.

Tobias är uppvuxen i en by i Mellansverige. Familjen består av föräldrarna och en äldre bror. I likhet med de flesta andra i bygden har varken hans mamma eller pappa högskoleutbildning. Tobias beskriver föräldrarna som ointresserade av bildning, ointresserade av hans skolgång och ointresserade av att ta del av sönernas tankar om naturvetenskap. Hans bror är desto mer betydelsefull. Han är den som introducerar fysiken, den som delar fysikintresset och den som går före.

*Vid 13 års ålder någonting, så började jag tycka om [konst] jättejättemycket. Men jag började tycka om fysik jättejättemycket också. Det konceptuella med fysiken, så jag läste mycket populärvetenskapligt i tonåren ... Och jag hade min storebror som är den viktiga figuren vad gäller vetenskapen. Så min storebror var alltid intresserad av vetenskap på något sätt, så han läste mycket ... har läst på naturprogrammet och är [mycket] äldre än mig. Så att jag och han ... som tonåring tittade jag på hans läxor mycket och sånt där, så jag var med.*

Tobias skolgång är kaotisk. Han berättar om en stökig grundskola på landsbygden och att han själv har svårt med koncentrationen. Han trivs socialt men varken skolämnen eller lärare gör intryck: ”I högstadiet var jag ju väldigt intresserad av fysik, så klart, men jag var inte ett dugg intresserad av den fysik vi gjorde i skolan, för den tror jag inte var ... jag kan inte komma ihåg en enda inspirerande stund”. Dessutom är det mycket svårt med matematiken. Detta sammantaget påverkar hans gymnasieval:

*Koncentrationsförmågan är inte sån att jag kan sitta och tänka på det sättet. Jag är jättesmart, och har alltid tänkt att jag är. Det är inget fel på kapaciteten så, men det är att kapaciteten att rikta den koncentrerat på någonting. Så att jag tänkte att ”nej, det är omöjligt, jag kommer aldrig klara av naturprogrammet.”*

Trots uppmuntran från brodern och dennes vänner och trots att Tobias tydligt identifierar sig som ”smart”, väljer han därför ett gymnasieprogram med inriktning mot det konstnärliga intresset. Vilket inte hindrar honom från att utveckla både fysikintresse och kunskaper under ungdomsåren.

Under gymnasietiden ägnar han kvällar och nätter åt fysiken. Tobias lånar fysikböcker på biblioteket, astrofysik fascinerar, han tar del av föreläsningar och populärvetenskap på nätet. Men hans gymnasievänner är däremot inte intresserade av naturvetenskap: *”jag hade min bror och hans kompis, när han var på besök så låg vi i stället vakna under nätterna och pratade om svarta hål”*. Även under skoldagarna hittar han möjligheter till fysik. Raster nyttjas för att prata med fysiklärarna på naturvetenskapsprogrammet, med dem som håller till i ”den fina delen av skolan”:

*Det var bara: ”jag har lust att tänka på fysik”, då gick jag över dit och lämnade mina kompisar bara. Jag gick ifrån dem bara, så här: ”jag ska springa och fråga den här läraren det här”. Och så frågar man så här: ”vad är en virtuell foton för något?”*

Tobias skapar rum för samtal om fysik och fysiklärarna välkomnar hans engagemang:

*”Ja, kom in i lärarrummet och låna den här boken av mig.”  
Och de pratade med mig på allvar liksom, och så här, var jätteglada att jag var intresserad. Så det var första gången jag insåg att det finns människor som vill prata om de här koncepten. Även fast man inte kan räkna och så vidare.  
Det var supersupervackert. Så där har jag flera lärare som det finns fortfarande en kärlek till.*

Lärarna lånar ut böcker, såsom Carl Sagans *Cosmos*, och de utmanar Tobias med tankeexperiment. Genom gymnasieåren utvecklar han på så vis fler och starkare relationer till ”fysikmänniskor” och fysikmaterial, det vill säga horisontella och diagonala resonansrelationer. Det är inte längre enbart han, hans bror och fysiken. Det gemensamma utforskandet sker nu även tillsammans med naturvetenskapligt utbildade vuxna som delar med sig av relevant material.

Länge är just fysiken en parallell vardagsverklighet. Tobias gör framgångsrik karriär, men till slut vill han inte längre. Han vill ge fysiken en chans:

*[D]en där kärleken vill jag jättegärna prova innan jag dör för att jag vill testa att ha ... alltså, jag vill verkligen ha testat fysiken för att det finns någonting djupt liksom religiöst nästan inom mig att det här med tanken på att förstå en liten detalj av naturen gör att man känner sig lite mer ... Det är någonting väldigt magiskt. Och det känns som att jag tycker att det är på riktigt vackert.*

När Tobias berättar om sina skäl för att omskola sig kläs detta i en språkdräkt av kärlek och tro. Han väljer en riktning i livet som ger hans liv och världen en större mening. I Tobias berättelse karaktäriseras ofta fysiken som transcendent, en relation till något bortom det vardagliga, vad som med Rosas terminologi utgör en vertikal axel av resonansrelationer. Fysiken är magisk, den är vaccker och äkta. Den är även rogivande. Den ger ro eftersom den är meningsfull och eftersom den kräver hans fulla uppmärksamhet. Fysiken är svår och utmanade, koncentrationskrävande, och när han ägnar sig åt fysik ges ingen plats för det andra stöket. På så vis blir fysiken för Tobias "en tillflyktsort".

### **Avslutningsord om fysikens "varför?" och "för vem?"**

Varför valde du att studera fysik? Var det problemlösning och tillämpningar som lockade? Det fantastiska i att matematiskt kunna beskriva omvärlden? Samtalen med din farbror om magnetröntgenkameror och AI eller *Liftarens guide till galaxen*? Kunskapernas överförbarhet, en bred utbildning som öppnar för en rad olika framtider? Nyfikenheten på världen, i det mycket stora och det mycket lilla? Människors möten med fysiken är alltid unika och samtidigt finns det sociala och kulturella mönster. Naturvetenskap och teknik har hög status i vår samtid och tillmäts stort värde både för individen och för samhället i stort. Diskussioner om rekrytering till högre utbildning inom natur- och ingenjörsvetenskap tenderar att utgå från nationalekonomiska argument där områdets bidrag beskrivs i termer av nationens konkurrenskraft och tillväxt. Demokrati- och rättviseargument förs också fram. Det är viktigt att alla grupper i samhället har likvärdig tillgång till och inflytande över naturvetenskapens bemyndigande kunskap; naturvetenskapen ger individer möjlighet att agera och påverka. Detta synliggör den viktiga frågan om för vem naturvetenskapen är värdefull; världen, nationen, sociala grupper eller individer. Samtidigt tar dessa argumentationslinjer främst fasta på vad behärskandet av naturve-

tenskap ger i termer av vetande och kontroll. Vi menar att synsättet är onödigt snävt och att bredare frågor om varför naturvetenskap behövs behöver ställas. Annars osynliggörs naturvetenskapens värde och potential och undervisningsutveckling begränsas till att handla om naturvetenskapens instrumentella användning, dess bidrag till en bättre värld rent materiellt. Vad vi velat göra här är att utforska andra kvaliteter hos fysiken och hur dessa kan bidra till ett gott liv, bortom enbart materiellt välstånd.

Rebecka, Josef och Tobias har alla tre utvecklat resonansrelationer med fysik. De har knutit an till fysiken som de möter i material, tillsammans med andra människor och som livsåskådning. Fysiken bidrar till en känsla av glädje och meningsfullhet i tillvaron, till att göra deras liv rikare, men det betyder inte att det alltid varit enkelt. Rebecka flyttar tidigt hemifrån och både Josef och Tobias kämpar med tankar om att inte vara tillräckligt matematiskt lagda. Deras bakgrund skiljer sig ifrån majoriteten av de unga som inriktar sig mot matematikintensiva utbildningar, såsom fysikprogram, genom att naturvetenskap och högre utbildning inte är tagna för givna i deras hem- och grundskolemiljöer. Men Rebeckas, Josefs och Tobias fysikintresse väcks under grundskolan, i mötet med en annan människas fysikengagemang som smittar av sig och blir beständigt. Att förstå deras engagemang i fysik i termer av resonansrelationer tillför ytterligare perspektiv jämfört med att tala om ett ”intresse”. Dels visar de horisontella, diagonala och vertikala axlarna på olika sätt som personer kan relatera till fysik och under vilka omständigheter, dels synliggör det hur vetenskap, som kunskapsinnehåll och förhållningssätt, kan skapa stabilitet och fördjupa tillvarons meningsfullhet.

De tre berättelserna har en stark affektiv dimension: förundran, glädje och sinnesfrid (utsläckt ångest). Detta är i sig inte förvånande. Lama Jaber och David Hammer menar att känslor är en central del i att lära sig att bli naturvetare och i naturvetenskaplig praktik. Känslor som upplevs och uttrycks vid kunskapsproduktion och i reflektion över samma kunskap, såsom förundran och frustration, kallar de *epistemisk affekt*. Hur dessa epistemiska (kunskapsteoretiska) affekter värderas (metaaffekt) är särskilt betydelsefullt. En fysiker förväntas uppleva den frustration som uppkommer i långvarig brottning med ett fysikproblem som en spännande utmaning snarare än som besvärlig. I de intervjuade studenternas berättelser står fysiken som epistemisk praktik i fo-



kus. Det handlar om att ställa frågor, om samtal och tankeexperiment, om att finna glädje och lugn i det svåra och komplicerade. Kanske är det särskilt viktigt att stanna till vid att ett affektivt engagemang i vetenskap kan vara en läkande upplevelse. Tobias är en av dem som finner ro, både genom att fysiken kräver hans koncentration och genom vetenskapens förhållningssätt till världen. Fysiken bidrar till välbefinnande eftersom den ger struktur för tankarna:

*Fysiken för mig är någonting som representerar någonting som inte har med människor att göra. Att ständigt försöka bortse från sina egna sätt, mönster att tänka på naturligt och verkligen försöka strukturera upp sitt tanke-sätt och komma åt någonting lite närmare verkligheten.*

Fysikens epistemiska praktik upplevs stå i stark kontrast till uppväxten och Tobias tidigare yrke. Här handlar det inte om sociala kontakter och att kunna ”snacka sig till saker”; ämnet är människofrånvänt och därmed mindre komplext. I fysiken finns ju förvisso ofta rätt och fel.

Den föreställda universaliteten och objektiviteten hos fysiken är tätt sammanlänkade med förutsägbarheten och regelbundenheten hos fysikens kunskap. I läromedel och vetenskapliga publikationer är beskrivningar av den vetenskapliga processen avskalade från all mänsklig inblandning och fysikens praktik presenteras som en rationell process. Så till vida är fysik själva sinnebild av vetenskaplig metod. Frånvaron av mänsklig inblandning skulle kunna innebära att alla människor deltar i fysikens praktik på lika villkor, men snarare verkar det göra den oåtkomlig för de flesta. I en akademisk hierarki där fysik ses som den mest grundläggande av vetenskaperna, uppfattas endast ett fåtal besitta den objektiva blick som krävs. Just intelligens och matematisk begåvning är i hög utsträckning förknippat med män. Mansdominerade vetenskaper (som fysik och filosofi) har den starkaste auran av briljans och genialitet om sig. Den högpresterande flickan blir ofta sedd som hårt arbetande, den högpresterande pojken som begåvad. Middagsbordssamtalens betydelse för att utveckla naturvetenskaplig kunskap förblir osynlig i skolan och tolkas gärna i termer av begåvning. Genom att återupprepa vissa stereotypa berättelser om fysik och om fysikern blir klassrummet till en plats där vissa elever har svårt att känna tillhörighet och lärares möjlighet att känna igen fysikmotiverade elever begränsas. På så vis riskerar vi att inskränka både vem som kan känna sig hemma i fysiken och

varför någon skulle bry sig om fysik. Detta är synd, för fysik kan vara nyckeln till en bättre livsvärld, både materiellt och existentiellt.



## Vidare läsning

Al-Khalili, J. (2022). *The joy of science*. Princeton University Press.

Archer, L., Moote, J. & MacLeod, E. (2020). Learning that physics is 'not for me': Pedagogic work and the cultivation of habitus among advanced level physics students. *Journal of the Learning Sciences*, 29(3), 347-384.

Avraamidou, L. (2022). Identities in/out of physics and the politics of recognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(1), 58-94.

Boutyline, A., Arseniev-Koehler, A. & Cornell, D.J. (2023) School, Studying, and Smarts: Gender Stereotypes and Education Across 80 Years of American Print Media, 1930–2009. *Social Forces*, 102(1), 263–286.

Calvo-Iglesias, E. & Irene E. (2024). Revisiting Male Allies in Mathematics and Physics Throughout History: Role Models for Men in STEM Education. *Education Sciences* 14(5), 535.

Jaber, L.Z. & Hammer, D. (2016). Learning to feel like a scientist. *Science Education*, 100(2), 189–220.

Johansson, A., Nyström, A.-S. & Gonsalves, A.J. (2023). Performing legitimate choice narratives in physics: possibilities for under-represented physics students. *Cultural Studies of Science Education*, 18, 1255–83.

Nicolaisen, L.B., Ulriksen, L. & Holmegaard, H.T. (2023). Why science education and for whom? The contributions of science capital and Bildung. *International Journal of Science Education*, 13(3), 216–29.

Nyström, A.-S., Johansson, A., Danielsson, A. & Gonsalves, A. (*kommande*). Resonating with Physics: Physics students' stories about existential and affective relations to science in and beyond formal learning spaces. *inskickad för publicering*

Rosa, H. (2020). *Det vi inte kan råda över: Om vårt förhållande till världen*. Daidalos.

Rosa, H. (2019). *Resonance: A sociology of our relationship to the world*. Polity Press.

Sundberg, D. (2019). Resonans i höghastighetssamhället: Rosas samhällsvetenskapliga teori ur ett pedagogiskt perspektiv. *Pedagogisk forskning*, 24(3-4), 84-90.

### Utförlig presentation av artikelförfattarna:



#### **Anne-Sofie Nyström**

är sociolog och forskar om ungas liv och prestigeutbildningar, med fokus på naturvetenskap. Hon disputerade vid Uppsala universitet, och är sedan 2018 universitetslektor i barn- och ungdomsvetenskap vid Uppsala universitet

#### **Anna Danielsson**

forskar om undervisning och lärande inom naturvetenskap, ofta med ett genusperspektiv. Doktorsexamen i fysikens didaktik från Uppsala universitet och sedan 2021 professor i naturvetenskapsämnenas didaktik vid Stockholms universitet.



#### **Anders Johansson**

forskar om inkludering, jämlikhet och rekrytering i naturvetenskap och teknik. Doktorsexamen i fysikens didaktik från Uppsala universitet och är sedan 2020 universitetslektor i ingenjörsvetenskap vid Chalmers tekniska högskola.