



Teknikundervisning i perspektivet särskild begåvning

Helen Brink

Fakulteten för humaniora och samhällsvetenskap

Pedagogiskt arbete

DOKTORSAVHANDLING | Karlstad University Studies | 2026:32

Teknikundervisning i perspektivet särskild begåvning

Helen Brink

Teknikundervisning i perspektivet särskild begåvning

Helen Brink

DOKTORSAVHANDLING

Karlstad University Studies | 2026:32

urn:nbn:se:kau:diva-109597

ISSN 1403-8099

ISBN 978-91-7867-713-9 (print)

ISBN 978-91-7867-714-6 (pdf)

<https://doi.org/10.59217/lnka4600>

© Författaren

Distribution:
Karlstad University
Fakulteten för humaniora och samhällsvetenskap
Institutionen för pedagogiska studier
SE-651 88 Karlstad, Sweden
+46 54 700 10 00

Print: Universitetstryckeriet, Karlstad 2026

Abstract

In this compilation thesis, the aim is to investigate how technology education can create conditions for complexity and progression, with a particular focus on gifted students. In three sub-studies, the following overarching research question is addressed: *How can technology education in lower secondary school offer gifted students education that meets their needs?* In sub-study I, twelve semi-structured interviews with lower secondary technology teachers were conducted to describe their experiences of teaching digital models. In sub-study II, a systematic research review was conducted to identify gifted students' needs in technology education. This review resulted in the framework CAAS (complexity, autonomy, authenticity and support). In sub-study III, a framework for analyzing complexity in technology education activities was developed (AKTA), and activities and concepts in technology textbooks were analyzed. The results show that technology education has the potential to meet the needs of gifted students, for example by providing *complexity* through modelling using CAD (computer aided design). The results also show aspects of *authenticity* in many activities, such as modelling. *Autonomy* is evident in home-based activities, where students can influence both the scope and the time required for the activities, and in activities using CAD. *Support* can be provided by both peers and teachers, for example through discussions. One conclusion is that teachers play a pivotal role in designing technology education so that the needs of gifted students are met regularly and with increasing progression.

Keywords: CAD, digital tools, technology education, gifted education, giftedness, modelling

Ingående artiklar

Artikel 1

Teaching digital models: Secondary technology teachers' experiences

Brink, H., Kilbrink, N., & Gericke, N. (2021). Teaching digital models: Secondary technology teachers' experiences. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 1755–1775. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09659-5>

Abstract

In secondary technology education, models of artifacts, systems and processes, visualized and simulated through digital tools (digital models) are a relatively new element. Technology teachers teach digital models to meet syllabus criteria of digital competence, applicable to for instance problem solving and documentation using digital tools. However, there is a lack of knowledge concerning how teachers use digital models in their teaching, what their intentions are, and what content they choose. It is known, though, that teachers' experiences influence the teaching. Therefore, the aim of this study is to investigate teachers' experiences of teaching digital models in compulsory school, to contribute to more knowledge of teaching in this area. This study takes a phenomenological lifeworld approach, and 12 semi-structured interviews with lower secondary technology teachers form the empirical data. The data were analyzed thematically and the results are four themes of experiencing the teaching of digital models, indicating that technology teachers teach with different aims and purposes; Enhancing and integrating other subjects, Visualizing technology to the pupils, Enabling digital modelling, and Preparing pupils for the future. Further, the results also indicate that the content and methods of teaching differ and that teachers did not experience digital models as one single idea but as an amalgam of multiple ideas. These findings can be used as a basis for further research and development of teaching concerning digital models.

Artikel 2

Teach to use CAD or through using CAD: An interview study with technology teachers

Brink, H., Kilbrink, N. & Gericke, N. (2022). Teach to use CAD or through using CAD: An interview study with technology teachers. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 957–979. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09770-1>

Abstract

Today, many technology teachers in compulsory technology education teach design and design processes using a digital design tool, such as computer aided design (CAD). Teaching involving CAD is a relatively new element and not very much is known about what teachers intend pupils to learn in compulsory education. Thus, the aim of this study is to investigate technology teachers' experiences in order to gain insight into their teaching practices involving CAD. A phenomenographic approach was used and twelve semi-structured interviews with lower secondary technology teachers were conducted. The interviews were analyzed and categories of description were hierarchically organized into the phenomenographic outcome space. The results show that teachers have different experiences of the intended learning outcomes when CAD is used in teaching, and four hierarchical categories emerged: (1) Handling the software, (2) Using ready-made models, (3) Manufacturing and creating printed models, and (4) Designing. The four categories describe teaching to use CAD and/or through using CAD. Further, the hierarchical categories indicate a teaching progression and the categories can be used as a basis for further discussions among teachers, teacher educators and researchers to develop CAD pedagogies within compulsory technology education.

Författarnas bidrag till artikel 1 och artikel 2.

I både artikel 1 och artikel 2 står jag som huvudförfattare där också två medförfattare ingår. Samtliga författare har delat ansvar för innehållet i studierna och artiklarna, men som huvudförfattare har jag haft det övergripande ansvaret och merparten av arbetet för studiernas syfte, frågeställningar och design. Datainsamlingen har jag ensam samlat in, men analysen av datamaterialet har samtliga författare bidragit med.

Jag har författat båda artikelmanuskript som alla medförfattare tillsammans har bearbetat.

Artikel 3¹

The complexity, autonomy, authenticity, and support (CAAS) framework for gifted students' needs in technology education: A systematic literature review

Brink, H. (2025). The complexity, autonomy, authenticity, and support (CAAS) framework for gifted students' needs in technology education: A systematic literature review. *Roeper Review*, 1–11.

<https://doi.org/10.1080/02783193.2025.2466514>

Abstract

Gifted students have specific educational needs. For instance, they need teaching to be challenging and stimulating. Teachers in inclusive settings have a variety of needs to consider. However, when it comes to technology education, little is known about gifted students' needs. The aim of this study is to describe and synthesize knowledge about gifted students' needs in technology education based on a systematic literature review and a thematic analysis. The results comprise four themes describing gifted students' needs and how teaching can be organized to meet these needs: Complexity, Autonomy, Authenticity, and Support. The themes, conceptualized as the CAAS framework, can guide teachers in their efforts to plan and carry out technology teaching as a proactive response to gifted students' needs.

¹ Article of the year award 2025, Nordic Mensa Fund. <https://nordicmensafund.org/>

Artikel 4

Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter: AKTA

Brink, H. (2025). Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter: AKTA. *Nordic Studies in Science Education*, 21(2), 222–235.
<https://doi.org/10.5617/nordina.12225>

Abstract

Gifted students need complexity in technology education. In response, the aim of this article is to present a framework for analyzing technology education activities regarding complexity, which can be used to meet gifted students' needs of complexity. The framework has been created by combining abilities (remember, understand, apply, analyze, evaluate, and create) with knowledge dimensions (factual, conceptual, procedural and metacognitive knowledge) and higher order thinking. Furthermore, the framework is applied to activities for lower secondary technology education to demonstrate its utility as an analytical tool. The framework is intended for use in discussing, planning, and developing technology education with a focus on gifted students' needs.

Artikel 5

Teknikundervisning och särskild begåvning: Hur möter teknikämnet läromedel för högstadiet elevers behov av komplexitet?

Brink, H.
Manuskript under review

Abstrakt

Elever med särskild begåvning har behov av komplexitet i teknikundervisningen. Denna artikel syftar till att bidra med kunskap om på vilket sätt läromedel i teknik kan möta elevers behov av komplexitet. I studien ingår de tre tryckta läromedel för teknikämnet högstadium som fanns vid tillfället för studien med fyra kapitel vardera. Aktiviteter har undersökts med ramverket AKTA som analytiskt verktyg, och centrala begrepp i elevtexter har analyserats med en kodningsmanual i tre nivåer. Aktiviteter utgörs av alla de presenterade uppgifter och övningar

som elever kan utföra för att lära ett innehåll och där vissa aktiviteter anses som komplexa. Resultaten visar att komplexa aktiviteter till största delen fokuserar på konceptuella kunskaper och på att analysera teknik och tekniska lösningar. Komplexitet förekommer i en tredjedel av alla undersökta aktiviteter, och det saknas en tydlig progression. I elevtexterna är en tredjedel av de undersökta centrala tekniska begreppen presenterade på en komplex nivå. Från resultaten diskuteras att aktiviteterna är begränsade i omfattning och en implikation är att elever erbjuds att lära sig att lära och att utveckla viss digital kompetens. Vidare dras slutsatsen att teknikläromedel kan behöva kompletteras genom olika didaktiska beslut för att kontinuerligt möta elevers behov av komplexitet. Denna studie bidrar både till teknikdidaktisk forskning och till forskning om elever med särskild begåvning genom att belysa på vilket sätt läromedel i teknikämnet möter behov av komplexitet. Studien bidrar dessutom till lärarprofessionen genom att synliggöra vikten av olika didaktiska val vid planering, genomförande, utvärdering, och utveckling av teknikundervisning.

Prolog

Vilken spännande, lärorik och rolig resa det har varit att skriva en avhandling. När jag tidigare arbetade som tekniklärare fick jag, precis som andra tekniklärare, möta elever med olika förutsättningar för lärande och som hade olika behov i teknikundervisningen. Jag fick också erfara svårigheter i att utmana och stimulera elever som hade lätt att lära och som jag såg ville lära mer. Elevers skiftande behov och bristen på material, resurser och stöd till tekniklärare att utmana och stimulera elever var tydlig i teknikundervisningen. Även i andra ämnen som jag undervisade såg jag liknande brister och behov, exempelvis i matematik. Det gjorde att jag under min lärarutbildning skrev ett självständigt arbete med inriktning mot elever med höga betyg i matematikundervisningen under år 2011 (Brink, 2011). Då fanns det *en* svensk avhandling om särskild begåvning (Pettersson, 2011). Intresset har följt mig sedan dess, men först när forskarskolan GiftED startade år 2021, fick jag möjligt att fördjupa mig både i teknikundervisning och särskild begåvning och skriva ytterligare en svensk avhandling i området. Den nionde med svensk anknytning. Jag har sedan tidigare en licentiatuppsats (Brink, 2021) som speglar ett annat av mina intresseområden, undervisningens digitalisering. Så nu har jag kombinerat dessa områden: teknikundervisning, undervisningens digitalisering och undervisning för elever med särskild begåvning.

Under resan har jag inte arbetat ensam. Jag har haft fantastiska handledare som alltid varit engagerade, noggranna och trygga och som dessutom blivit mina vänner. Till er vill jag rikta mitt varmaste tack, Docent Nina Kilbrink och Professor Jorryt van Bommel. Jag vill även rikta ett stort och varmt tack till Professor Niklas Gericke som tillsammans med Nina Kilbrink handledde mig under min tid som licentiand.

Många andra har hjälpt mig förbättra mina tankar och texter under resan. Birgitta Mc Ewan, Maria Svensson, Susanne Engström, Jonas Hallström, Maria Hjalmarsson, Attila Szabo, Elisabet Mellroth, Eva Davidsson, Åsa Olsson och Kristin Ungerberg har vid olika seminarier och granskningar, i olika stadier, läst, kritiskt granskat och diskuterat texterna med mig. Nu ser jag fram emot opponeringen, där Professor Maria Berge tagit sig an uppgiften att läsa, kritiskt granska och diskutera avhandlingen. Tack till er alla.

Mina doktorandkollegor har alltid varit till stor hjälp för mig, när vi förutsättningslöst kunnat diskutera både stort och smått, enkelt och komplicerat, kurser och handledning, arbetsplatsen och forsknings-samhället, konferenser och presentationer. Tack till er alla. Jag vill också tacka alla de som i olika sammanhang bidragit till min utveckling genom IPS, SMEER, PATT, CETIS, ROSE, kursledare och slutligen Valerie Margrain som föreståndare för GiftED.

Avslutningsvis, ett stort tack till min familj, min man Joakim och våra vuxna barn Annie och Oskar. Ni betyder allt.

Maj, 2026

Helen Brink

Innehållsförteckning

DEL 1

1 INLEDNING	3
1.1 SYFTE OCH FORSKNINGSFRÅGA.....	7
1.2 AVHANDLINGENS DISPOSITION.....	8
2 AVHANDLINGENS INRAMNING	11
2.1 TEKNIK OCH TEKNISK KUNSKAP.....	11
2.2 TEKNIKÄMNET OCH TEKNIKUNDERVISNING	15
2.2.1 Teknikämnets karaktär	16
2.2.2 Teknikämnets utveckling	17
2.2.3 Modeller och modellering.....	18
2.3 SÄRSKILD BEGÄVNING.....	20
2.4 UNDERVISNING FÖR ELEVER MED SÄRSKILD BEGÄVNING	24
2.4.1 Berikning, accelerering samt organisatoriska insatser	26
2.4.2 Underprestation	28
2.5 KREATIVITET I TEKNIKUNDERVISNING OCH VID SÄRSKILD BEGÄVNING	29
3 TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER	31
3.1 LIVSVÄRLDSFENOMENOLOGI OCH FENOMENOGRAFI.....	33
3.2 THE DIFFERENTIATING MODEL OF GIFTEDNESS AND TALENT – EN MODELL FÖR UTVECKLING AV SÄRSKILD BEGÄVNING	37
3.3 DET AVSEDDA LÄRANDET, KUNSKAPSDIMENSIONER, FÖRMÅGOR SAMT SAMMANSATT TÄNKANDE.....	39
4 FORSKNINGSDSIGN	43
4.1 DELSTUDIE I – MODELLER OCH MODELLERING MED DIGITALA VERKTYG ...	46
4.1.1 Semistrukturerad intervju.....	46
4.1.2 Tematisk analys – delstudie I	47
4.1.3 Fenomenografisk analys.....	48
4.1.4 Metodologiska reflektioner från delstudie I	49
4.2 DELSTUDIE II – SÄRSKILD BEGÄVNING I TEKNIKUNDERVISNING	50
4.2.1 Systematisk forskningsöversikt.....	50
4.2.2 Tematisk analys – delstudie II	52
4.2.3 Metodologiska reflektioner från delstudie II	52
4.3 DELSTUDIE III – KOMPLEXITET I TEKNIKUNDERVISNING	53
4.3.1 Beskrivning och analys av aktiviteter.....	53
4.3.2 Kodningsmanual för begrepp i läromedel.....	54
4.3.3 Läromedelsanalys.....	54

4.3.4 Metodologiska reflektioner från delstudie III	55
4.4 ÅTERBLICK PÅ DELSTUDIE I	56
4.5 ETISKA ÖVERVÄGANDEN	57
4.6 TILLFÖRLITLIGHET	59
5 RESULTAT	61
5.1 ARTIKEL 1	61
5.2 ARTIKEL 2	63
5.3 ARTIKEL 3	65
5.4 ARTIKEL 4	66
5.5 ARTIKEL 5	67
5.6 SYNTES AV ARTIKLARNAS	70
6 DISKUSSIONER OCH IMPLIKATIONER	73
6.1 TENIKUNDERVISNINGENS FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR KOMPLEXITET OCH PROGRESSION GENOM SAMMANFLÄTAD UNDERVISNING	74
6.1.1 Teknikundervisningens förutsättningar för kreativitet och problemlösning	77
6.1.2 Teknikundervisningens förutsättningar för elever att lära sig att lära	79
6.2 MEDVETENHET OM SÄRSKILD BEGÄVNING	81
6.2.1 Medvetenhet om teknikämnets etiska och moraliska aspekter ..	85
6.2.2 Medvetenhet om autenticitet i en skolkontext	86
6.3 ÄVHANDLINGENS BEGRÄNSNINGAR	87
6.4 ÄVHANDLINGENS KUNSKAPSBIDRAG OCH BIDRAG TILL FORTSATT FORSKNING	89
7 EPILOG	91
8 ENGLISH SUMMARY	93
8.1 INTRODUCTION	93
8.2 AIM AND RESEARCH QUESTION	94
8.3 FRAMING THE THESIS	94
8.4 THEORETICAL APPROACHES	96
8.5 DESIGN OF THE THESIS	97
8.6 ETHICAL CONSIDERATIONS	98
8.7 SUMMARY OF RESULTS	99
8.8 DISCUSSION AND IMPLICATIONS	104
8.9 FINAL CONCLUSIONS	105
REFERENSER	107

BILAGOR

Bilaga A: Informationsbrev och samtyckesbrev

Bilaga B: Intervjuguide

DEL 2

Artikel 1

Artikel 2

Artikel 3

Artikel 4

Artikel 5

DEL 1

1 Inledning

Den här avhandlingen handlar om teknikundervisning i perspektivet särskild begåvning. Med *särskild begåvning* avses elever som har lätt för att lära och som ligger långt fram i sin kunskapsutveckling och där den särskilda begåvningen tolkas som en naturlig förmåga, som med olika förutsättningar kan utvecklas till exceptionella färdigheter (Gagné, 2021a). Det är en utmaning att som lärare möta elever med olika möjligheter för lärande och låta undervisningen svara mot alla de olika behov som kan finnas i ett klassrum. En förutsättning för att kunna möta olika behov är att känna till och uppmärksamma dem. En grupp elever som inte alltid uppmärksammas och som därför heller inte alltid får sina behov tillgodosedda är elever med särskild begåvning. En orsak till det kan vara att elever med särskild begåvning inte systematiskt identifieras i svensk grundskola. En annan orsak kan vara att undervisningen är samlad i inkluderande klassrum. Fokus och uppmärksamhet bland politiker och skolledare har länge legat på elever med svårigheter att nå målen (Mattson, 2013; Persson, 2010; Skolinspektionen, 2022; Tirri & Laine, 2017). Intresset för elever med särskild begåvning är nyare, även om det funnits sedan 1920-talet i olika omfattning (Ekesryd Nordström, 2023). Det märks exempelvis i att Skolverket² relativt nyligen (år 2015), presenterade undervisningsstöd för elever med särskild begåvning, både generellt stöd och också ämnesspecifika didaktiska stöd. Flera ämnen är representerade som matematik, språk, moderna språk, historia och bild. För teknikämnet – och flera andra ämnen – saknas det stödmaterial. Ökad uppmärksamhet syns också genom att Skolinspektionen (2018, 2022) börjat granska undervisningen för elever med särskild begåvning. Skolinspektionen har dock i dessa rapporter valt att använda begrepp som högpresterande, och elever som ligger långt fram i sin kunskapsutveckling.

Det finns flera skäl att uppmärksamma behov hos elever med särskild begåvning och att tillåta att de utvecklas, både från ett personligt

² <https://www.skolverket.se/skolutveckling/inspiration-och-stod-i-arbetet/stod-i-arbetet/sarskilt-begavade-elever>

perspektiv och från samhällets perspektiv. Från personliga perspektiv diskuteras nöjdheten och glädjen över att utvecklas (Van de Vijver & Mathijssen, 2024). Utveckling av särskild begåvning i organiserad form, som exempelvis i skolan, kan behöva ta hänsyn till en mängd olika begåvningar inom olika områden och stödja individer att finna de förmågor, intressen, mål och syften var och en har (Tirri, 2022). Om en elev hittar sitt syfte kan det leda till minskad stress och ökat välmående (Tirri, 2022).

Från ett samhällsperspektiv behövs kompetent arbetskraft och kreativa personer som kan finna innovativa lösningar på samhälls- och miljöproblem och det har konstaterats att Sverige behöver fler ingenjörer och tekniker (SCB, 2021; Regeringskansliet, 2025). Det råder idag en stor kompetensbrist inom dessa yrkesområden samtidigt som allt fler yrken innehåller delar där kunskaper och förmågor inom teknik och naturvetenskap behövs. Den svenska regeringen har agerat på kompetensbristen och har infört en ny STEM-strategi (science, technology, engineering, mathematics) under 2025 (Regeringskansliet, 2025). Strategin motiveras med att Sverige riskerar att bli omsprunget internationellt om behovet inte tillgodoses. Behovet gäller personer med gedigna kunskaper inom teknik, ingenjörsvetenskap, naturvetenskap och matematik. Fler elever behöver därför söka till högre tekniska utbildningar och ett sätt att öka intresset för teknisk utbildning och högre teknisk utbildning kan vara genom skolämnet teknik i grundskolan.

Det är känt att elever minskar sitt intresse för teknik i grundskolan (IVA, 2024; Sultan, 2024; Westman m.fl., 2025) och i en ny rapport konstateras att hälften av eleverna i mellanstadiet tycker att teknikämnet är roligt, men endast en tredjedel av eleverna upplever samma sak i högstadiet (IVA, 2024). Samtidigt anser fler elever att teknikämnet är viktigt, både bland mellan- och högstadieelever (IVA, 2024). Det minskade intresset riskerar att leda till färre antal sökande till tekniska utbildningar. Det finns ingen entydig förklaringsmodell för det minskade intresset, men forskning visar att lärare uttrycker svårigheter att undervisa teknikämnet både vad gäller innehåll och aktiviteter (Fahrman, 2021). Teknikämnet har dessutom låg status bland andra ämnen, både nationellt och internationellt, och ämnesinnehållet

och den tekniska kunskap som elever förväntas utveckla erfars som otydliga (Jones m.fl., 2013; Norström, 2014). För att motverka teknikämnets låga status, upplevda otydlighet och elevers minskade intresse för ämnet, kan både ämnet och dess innehåll behöva adresseras inom olika arenor. Dessa arenor kan exempelvis beröra policy, implementering av policy på alla skolnivåer, lärarutbildningar och resurser för professionsutveckling. Adresseringen behövs för att bland annat tydligare påvisa att tekniska kunskaper som allmänbildning är en medborgerlig demokratisk aspekt som alla elever bör få tillgång till genom undervisning (Jones m.fl., 2013; Sultan, 2024), inte bara elever som redan har intresse för teknik.

Undervisning och utbildning är ett erbjudande om lärande. Eftersom alla barn har rätt till utbildning (Unicef, 2024) och det gäller alla barn i alla skolnivåer, ska således alla barn erbjudas lärande. Alla barn inkluderar bland annat de som har svårt att lära och de som har lätt att lära. Svensk grundskola har åtagit sig, och ger ett löfte om, att alla elever ska ges möjlighet att utvecklas. Det syns både i skollagen (SFS 2010:800) och i läroplanen för grundskolan (Skolverket, 2022a) genom formuleringar som alla barn och elever ska ”ges den ledning och stimulans de behöver i sitt lärande och sin personliga utveckling för att de utifrån sina egna förutsättningar ska kunna utvecklas så långt som möjligt enligt utbildningens mål” (SFS 2010:800, 3 kap., §2). Formuleringarna lämnas åt skolledare och lärare att tolka och iscensätta, och skolinspektionens granskningar specifika för teknikämnet (Skolinspektionen, 2014, 2019) visar att de ovan nämnda formuleringarna inte ges tillräckligt utrymme i undervisningen. Teknikundervisningen ligger delvis på en låg nivå jämfört med vad styrdokumentet påbjuder, och elever ges exempelvis inte alltid möjlighet att använda digitala verktyg i tillräcklig utsträckning. Det finns därmed elever i svensk grundskola där löftet om att få utvecklas inte uppfylls.

För att kunna skapa utmanande och stimulerande undervisning för elever med särskild begåvning behöver lärare utvecklade ämneskunskaper (Laine & Tirri, 2016; VanTassel-Baska & Strambaugh, 2005). Det kan vara utmanande för lärare i teknikämnet, som är ett brett ämne med många olika ämnesdimensioner och ämnesområden, att känna trygghet i sina ämneskunskaper (Fahrman, 2021). Dessutom är det

känt att svenska tekniklärare för högstadiet i låg grad har adekvat utbildning för sitt uppdrag. Knappt hälften av samtliga undervisande tekniklärare har behörighet i ämnet (Skolverket, 2023, 2025a) och analyser visar att det fortfarande finns ett stort rekryteringsbehov av tekniklärare (Skolverket, 2025b). Det finns lärare som uttrycker att läromedel som också har lärarhandledningar kan vara ett bra stöd för att planera och genomföra sin undervisning. Teknikämnet är dock ett ämne där läromedel sällan används (IVA, 2025; Skolinspektionen, 2019). Behovet av att kunna använda och värdera läromedel, oavsett ämne, uppmärksammas av politiker och har nyligen skrivits in som ett nytt examensmål i lärarutbildningarna (SFS 1993:100). Lärare behöver exempelvis kunna avgöra om texterna i läromedlen är lämpliga för de elever de ska undervisa och om övningar och aktiviteter som föreslås i läromedlen kommer att kunna stödja lärandet hos eleverna på ett lämpligt sätt. Denna avhandling kan bidra till att stärka kompetensen att använda och värdera läromedel genom att visa ett sätt att analysera texter och aktiviteter i läromedel (se delstudie III).

Det saknas svensk forskning som undersökt grundskolans teknikundervisning med perspektiv på elever med särskild begåvning. Det är oklart på vilket sätt elever får stöd, stimulans och utmaningar i teknikämnet. Vidare saknas det kunskap om läromedel skrivna för högstadiet är anpassade för elever med särskild begåvning. Det saknas också kunskap om hur teknikundervisning kan anpassas för att möta behoven hos elever med särskild begåvning. Denna kunskapslucka gör det utmanande att ställa den här avhandlingen i *en* position eftersom två olika forskningsfält vävs samman. Avhandlingen behöver positioneras både inom teknikdidaktisk forskning och i forskning om särskild begåvning. Därför diskuteras i den här avhandlingen svensk grundskolas teknikundervisning för årskurs 7 – 9 med särskilt fokus på elever med särskild begåvning och det görs inom ramen för forskarutbildningsämnet pedagogiskt arbete.

Svensk teknikdidaktisk forskning har tidigare riktat intresse mot olika innehållsliga och kontextuella aspekter såsom tekniska system, yrkesutbildning, attityder, genus och bedömning (Hallström m.fl., 2018) och har främst fokuserat på didaktikens innehållsfrågor, det vill säga *vad-*, och *varför-*frågan. *Hur-*frågan har fått mindre fokus i svensk teknik-

didaktisk forskning varför det är viktigt med mer forskning om teknikundervisning. Här kan föreliggande avhandling bidra till att fylla kunskapsluckan, genom att undersöka hur teknikundervisning i högstadiet kan erbjuda elever med särskild begåvning utmaningar och stimulans med fokus på komplexitet och progression.

Svensk forskning om särskild begåvning och undervisning för elever med särskild begåvning utvecklas, även om forskningsområdet fortfarande kan anses vara under uppbyggnad. Bland annat finns det ännu ingen avhandling som berör teknikämnet eller teknikundervisning. Det finns dock forskning som visar att elever med särskild begåvning inom matematik har ett stort behov av pedagogiskt stöd, och att valet av aktiviteter är en viktig faktor för elevgruppens möjligheter att utvecklas (Pettersson, 2011). Därtill visas att lärares begränsade förståelse för elever med särskild begåvning inom matematik kan leda till begränsade insatser i undervisningen för elevgruppen (Mattsson, 2013). Ett rimligt antagande är att detsamma gäller även i andra ämnen och även i teknikämnet. Det är därför särskilt angeläget att öka kunskapen om teknikundervisning i perspektivet särskild begåvning.

1.1 Syfte och forskningsfråga

Syftet med avhandlingen är att belysa hur teknikundervisning kan skapa förutsättningar för komplexitet och progression med ett specifikt fokus på elever med särskild begåvning. För att möta syftet behöver teknikämnet och teknikundervisningen studeras från olika perspektiv. I tre delstudier undersöks teknikundervisningen och den övergripande forskningsfrågan som vägleder arbetet är:

Hur kan teknikundervisning i högstadiet erbjuda elever med särskild begåvning undervisning som möter deras behov?

I de tre delstudierna studeras först modeller och modellering med digitala verktyg, därefter undersöks behov hos elever med särskild begåvning i teknikundervisning, och slutligen undersöks komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter och läromedelstexter.

1.2 Avhandlingens disposition

Avhandlingen berör två olika forskningsfält: teknikdidaktik och särskild begåvning. Genom att låta dessa två forskningsfält mötas ges möjligheter att undersöka teknikundervisning från olika perspektiv. Det innebär samtidigt att denna avhandling har sin grund i flera forskningsområden.

Avhandlingen består av två delar. Den första delen, kappan, är skriven på svenska för att spegla den svenska kontext som avhandlingen tar avstamp i. Kappan är skriven för att kunna läsas oberoende av den andra delen, som består av avhandlingens fem artiklar. I kappan förs en diskussion om avhandlingens tre delstudier (Figur 1) i åtta kapitel. Delstudierna griper an olika perspektiv på teknikundervisning och kunskapsbidragen från delstudierna har kommunicerats genom de fem artiklarna som sammanfattas i kappan.

Kapitel 1 utgör inledningen till avhandlingen och visar varför det är viktigt att öka kunskapen om teknikundervisning för elever med särskild begåvning. I kapitlets senare del presenteras avhandlingens syfte och forskningsfrågor. Kapitel 2 ramar in avhandlingen genom att presentera tidigare forskning inom avhandlingens områden. Syftet med kapitlet är att sammanföra de två skilda forskningsfält som avhandlingen berör.

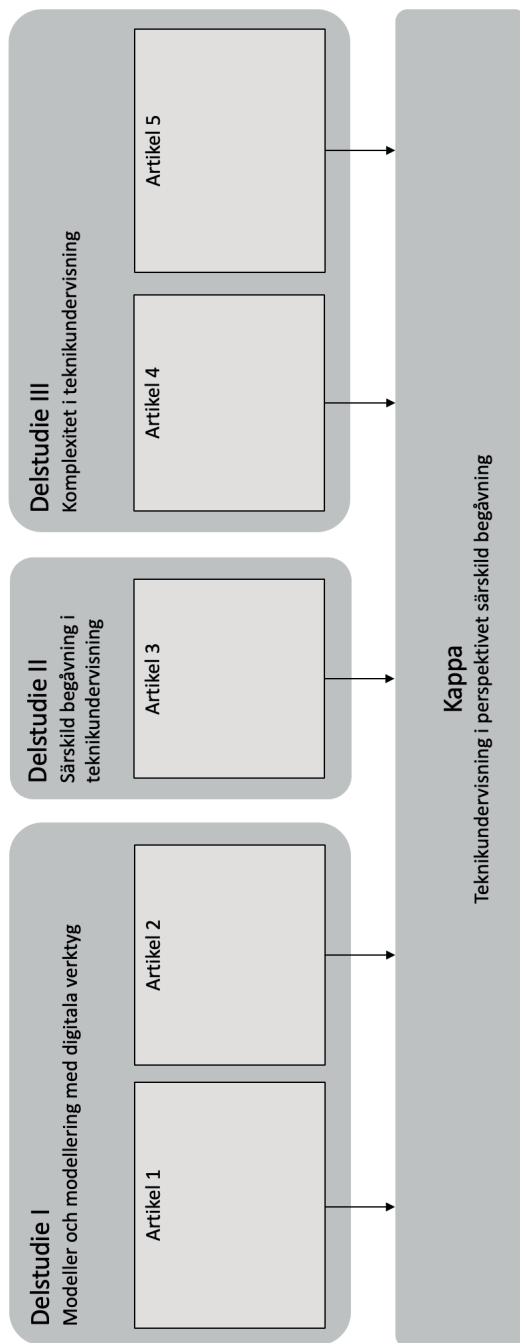
Kapitel 3 redovisar och förklarar de teoretiska utgångspunkter som används i avhandlingen och som är nödvändiga för att kunna diskutera olika perspektiv på teknikundervisning. I följande kapitel 4, redovisas delstudiernas tillvägagångssätt med metoder och urval. Här presenteras också de metodologiska reflektioner som gjorts samt de etiska överväganden som väglett hela arbetet med avhandlingen.

I kapitel 5 ges en sammanfattning av de fem artiklarnas resultat och resultaten syntetiseras för att svara på avhandlingens övergripande forskningsfråga. Därefter följer ett diskussionskapitel, kapitel 6, där också implikationer för undervisningen diskuteras. Avhandlingen avslutas med en epilög i kapitel 7.

Kapitel 8 är en sammanfattande översättning av avhandlingen till engelska.

Del två av avhandlingen presenterar de fem artiklarna återgivna med tillstånd av respektive utgivare.

Figur 1 Översikt av avhandlingsarbetet



2 Avhandlingens inramning

Avhandlingen befinner sig i skärningspunkten mellan olika forskningsfält och forskningsintressen och skrivs i ämnet pedagogiskt arbete. Avhandlingen bidrar med kunskap till de båda forskningsfälten teknikdidaktik och särskild begåvning. Genom att kombinera dessa två fält framträder flera relationer. Teknikämnet, teknikundervisning, teknikundervisningens innehåll och läromedel relaterar till en viss elevgrupp – elever med särskild begåvning. Det innebär att texten i detta bakgrundskapitel kommer att röra sig i det teknikdidaktiska området och i området för särskild begåvning och delvis pendla mellan de båda för att förklara, för avhandlingen, viktiga aspekter från båda fälten.

Det första avsnittet berör teknik och teknisk kunskap och hur det kan förstås som både kroppsliga och mentala processer, tillika som både ingenjör förmågor och medborgarförmågor. Därefter följer beskrivningar av teknikämnet och dess framväxt i svensk grundskola vilket har relevans för teknikämnets innehåll och hur det har framstått som ett praktiskt ämne. Efter det behandlas modeller och modellering i teknikundervisningen för att visa ett specifikt innehåll som undersökts närmare i avhandlingen. Bakgrundskapitlet fortsätter sedan med att visa hur särskild begåvning ska förstås i avhandlingen och hur tidigare forskning visat att undervisning för elever med särskild begåvning kan organiseras. I avsnittet om kreativitet möts de båda forskningsfälten eftersom kreativitet har relevans i både teknikundervisningen och i undervisning för elever med särskild begåvning.

2.1 Teknik och teknisk kunskap

Syftet med att diskutera teknik och teknisk kunskap från ett teknikdidaktiskt perspektiv i detta avsnitt är tudelat. Ett första syfte är att visa två sidor av teknik som har relevans för teknikundervisningen, dels ingenjörens teknik där tekniska lösningar konstrueras som svar på tekniska problem, dels medborgarteknik som innefattar den teknik som till vardags omger oss i samhället och hur vi som individer förhåller oss till den tekniken. Ett annat syfte är att visa att teknik består av både kroppsliga och mentala processer.

Om en sten används för att slå i en spik, utgör inte stenen i sig ett tekniskt föremål eller en hammare. Däremot utförs en teknisk aktivitet med hjälp av tekniska kunskaper när spiken slås i med hjälp av det naturliga föremålet, stenen. Den tekniska handlingen som utförs när stenen används, kan utgå från kroppsliga och mentala processer, både från den fysiska rörelsen och kunskapen om hur rörelsen ska utföras. I avhandlingen skiljs den naturliga världen (stenen) från den konstruerade världen (hammaren) som är skapad av människor. Den konstruerade världen, som i avhandlingen kommer att benämnas *teknik*, syftar till att förändra världen enligt önskemål och behov (de Vries, 2016). Ett sätt att förklara teknik är att utgå från fyra olika dimensioner där två av dimensionerna är inneboende i oss människor och två av dimensionerna är i yttre relation till oss (Mitcham, 1994). Teknisk kunskap och teknisk drivkraft finns inneboende i människor och kan förstås som mentala processer. Teknisk kunskap kommer att diskuteras vidare nedan, medan teknisk drivkraft förklaras utgå från människors önsningar och motivationer att skapa förändring och förbättring. Dessa två dimensioner driver i sin tur fram tekniska aktiviteter och utveckling av tekniska objekt. Tekniska aktiviteter och objekt kan vara dels fysiska och dels digitala (Hallström, 2023). Tekniska aktiviteter kan som i exemplet ovan med stenen som hammare, förstås som både mentala och kroppsliga processer. I tekniska aktiviteter förenas teknisk kunskap och teknisk drivkraft vilket kan resultera i tekniska objekt eller i handhavande av tekniska objekt (Mitcham, 1994). Vidare kan tekniska objekt i sig påverka både teknisk kunskap och teknisk drivkraft.

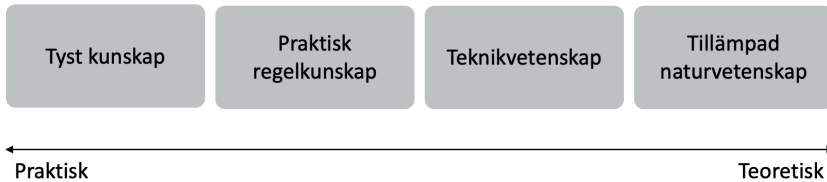
Modellen med de fyra dimensionerna (Mitcham, 1994) förenar ingenjörens teknik med medborgarteknik genom att all teknik kan representeras i modellen, både den professionellt skapade tekniken och den vardagliga tekniken som möter individer i samhället. Modellen synliggör att teknik består av både kroppsliga och mentala processer såväl som objekt, system och artefakter. Modellens fyra dimensioner har alla relevans för teknikundervisningen (Jones m.fl., 2013). Tekniska objekt är det första elever vanligtvis tänker på, när de närmar sig teknik. Teknisk kunskap är viktig och den skiljer sig från annan kunskap som exempelvis naturvetenskaplig kunskap. Tekniska aktiviteter har betydelse för teknikutvecklingsprocessen och teknisk drivkraft är viktig för teknikundervisningen eftersom teknikens dubbelriktade relation med

människor, miljö och samhälle kan ingå. Tekniken kan påverka människors beteenden, och beteenden kan driva fram teknikutveckling.

Annan forskning (se exempelvis DiGironimo, 2010) visar också att teknik består av både kroppsliga och mentala processer. Teknikens natur kan beskrivas som tre förenade delar: teknik som artefakter, teknik som skapande processer och teknik som mänskliga aktiviteter (DiGironimo, 2010). Dessa tre delar hålls samman genom ett teknikhistoriskt perspektiv som visar att vår förståelse av teknik skapas av dess framväxt och att det inte är möjligt att särskilja nutida teknik från dess historia. Teknik som artefakter berör de objekt och processer som tekniska innovationer skapat. De kan vara fysiska likaväl som digitala eller enbart finnas som en idé eller som en abstrakt konvention. Teknik som skapande processer beskrivs som de metoder och arbetssätt som används när teknik skapas eller används. Teknik som mänsklig aktivitet, är influerat av olika värden och föreställningar och är en social konstruktion. Hur människor ser och förstår världen påverkar hur de ser, förstår och använder teknik (DiGironimo, 2010).

När fokus riktas mot *teknisk kunskap*, kan fler aspekter urskiljas. Teknisk kunskap eller teknik som kunskap beskrivs av Mitcham (1994) som olika kunskaper som behövs för att kunna utföra tekniska aktiviteter och för att kunna lösa olika problem genom att skapa eller använda teknik. Vidare ryms kunskap från flera områden inom begreppet teknisk kunskap, såsom matematik, naturvetenskap, tillverkningsprocesser, hantverkskunskaper med mera. Det är genom den tekniska kontexten som kunskaperna blir tekniska kunskaper (Mitcham, 1994). Andra sätt att förstå teknisk kunskap är som *tyst kunskap*, att genom praktik veta hur något kan utföras (Ropohl, 1997) vilken också diskuteras som en praktisk kunskap (Hansson, 2013). För att kunna diskutera teknisk kunskap från ett undervisningsperspektiv och från hur olika kunskapsformer kan transformeras mellan varandra, har Hansson (2013) delat in den tekniska kunskapen efter hur praktisk och teoretisk den är (se Figur 2). Den mest praktiska tysta kunskapen, kan genom artikulation transformeras till praktisk regelkunskap, till teknikvetenskap och till tillämpad naturvetenskap som den mest teoretiska av dem. Hansson (2013) skriver att samtliga fyra kunskapsformer bör finnas med i teknikundervisning.

Figur 2 Fyra former av teknisk kunskap ordnade i praktisk och teoretisk dimension. Bilden är skapad av mig med inspiration av Hansson (2013).



Teknisk kunskap kan dessutom förstås som ämnesspecifik teknikkompetens i en skolkontext och i undervisningssammanhang. I begreppet ämnesspecifik teknikkompetens samverkar ingenjör- och medborgarförmågor med tekniska färdigheter, vetenskapsbaserad teknisk kunskap och socioetisk teknisk förståelse (Nordlöf, Höst & Hallström, 2022; Nordlöf, Nordström, m.fl., 2022). Medborgarförmågor uttrycks i undervisningssammanhang som förmågor alla medborgare behöver känna till för att kunna verka och delta i en teknikintensiv omvärld både privat och i yrkesliv. Ingenjörförmågor förklaras som förmågor som är nödvändiga för framtida teknikstudier eller teknikinriktade yrken, som tekniker eller ingenjörer där exempelvis problemlösning och processororienterade arbetssätt ingår. Tekniska färdigheter, vetenskapsbaserad teknisk kunskap och socioetisk teknisk förståelse grundas i olika tekniska kunskapstraditioner och består av både mentala och kroppsliga kunskaper eftersom både görande och tänkande ingår.

Utifrån teknisk kunskap kan också begreppet teknisk litteracitet diskuteras. I forskning lyfts att teknisk litteracitet kan inrymma både ingenjörförmågor och medborgarförmågor. Det kan förstås som olika kompetenser, förmågor, kunskaper och sätt att agera och tänka rörande teknik (Hallström & Stolpe, 2024). Teknisk litteracitet utgörs av det som medborgare behöver kunna för att ta del av och leva i det teknikintensiva samhället (Rossouw m.fl., 2010) och handlar om att kunna förstå och tolka teknik och tekniska handlingar. Vidare beskrivs teknisk litteracitet i termer av att skapa en egen förmåga att handla i förhållande till teknik och teknikanvändning (Hallström & Stolpe, 2024; Lind, 2025). För att individer ska kunna göra aktiva val gällande design, användning och relation till teknik bör undervisning om

teknisk litteracitet innehålla kritiska dimensioner enligt Dakers (2014) och Mitcham (2014). Tidigare forskning har visat att teknikämnet innehåller aspekter av etiska och moraliska frågor kopplat till teknik, och att elever kan utveckla kritiska och kreativa förmågor vid undersökande och dialogisk undervisning som exempelvis i diskussioner utan givna svar (Gardelli, 2016). För att elever ska utveckla teknisk litteracitet behövs undervisning som främjar kritiska diskussioner, exempelvis genom visualiseringar och verbala interaktioner (Lind, 2025). Dessutom kan kunskaper om teknikens historia ingå i undervisning för teknisk litteracitet för att elever ska kunna fatta välgrundade beslut rörande teknikens framtid (Lind, 2025).

2.2 Teknikämnet och teknikundervisning

Teknikämnet formas i olika utbildningssystem efter olika traditioner som exempelvis hantverk, slöjd, naturvetenskap, ingenjörsvetenskap och samhällskunskap. Det har fått till följd att teknikämnet organiseras med olika fokus men också att teknikämnet har problem med att finna sin identitet både internationellt och i Sverige (Hallström m.fl., 2014; de Vries, 2017). I vissa utbildningssystem är teknik ett eget ämne, i andra utbildningssystem är teknik integrerat med andra ämnen. Exempelvis är teknik i det norska skolsystemet integrerat med de naturvetenskapliga ämnena (Kunnskapsdepartementet, 2019). Teknik kan läsas som ett obligatoriskt ämne eller som valda kurser och det varierar i vilka årskurser ämnet ingår. Innehållsmässigt skiljer sig också teknikämnet åt mellan olika utbildningssystem. Exempelvis har England stort fokus på design och designprocesser (Department for Education, 2025). Finland har ett fokus på hantverkstraditioner som läses med slöjd (Finnish National Agency for Education, 2025). I Sverige och Nya Zeeland innehåller teknikämnet både historiska perspektiv, hållbar utveckling, designprocesser och teknisk litteracitet (Ministry of Education, 2025; Skolverket, 2022a). Teknikämnet och teknikundervisning beskrivs som både undersökande och utforskande (där både kroppsliga och mentala processer ingår) och där elever kan ställa egna frågor och sätta upp egna begränsningar för sina undersökningar (de Vries, 2016). Elever kan vid sina frågor och undersökningar erfara att det sällan finns ett givet svar på tekniska problem.

En svårighet med det svenska teknikämnet kan vara att det finns utmaningar i att hitta dess identitet (Hallström m.fl., 2014). Tekniklärare har svårt att tolka kursplanen och det finns en ovana att diskutera teknikämnet (Fahrman, 2021; Norström, 2014). I styrdokumentet står att teknikämnet ska ge elever förutsättningar att utveckla förmågor att reflektera över olika val av tekniska lösningar, kunskaper om tekniska lösningar samt förmågor att genomföra teknikutvecklings- och konstruktionsarbeten (Skolverket, 2022b). Om det från lärarens håll finns en osäkerhet kopplat till tolkningen av kursplanen, kan elever i olika skolor och klasser få möta olika teknikämnen och de kan ges skilda möjligheter att utveckla tekniska kunskaper och färdigheter beroende på vilken undervisning de får möta (Skolinspektionen, 2014, 2019). Blomdahl (2012) har diskuterat att det krävs en systematisk reflektion över styrdokumentet för att som tekniklärare få stöd i sin egen praktik.

2.2.1 Teknikämnets karaktär

Teknikämnet präglas av olika tekniska kunskaper, förmågor, färdigheter och kompetenser vilka har sin grund i skilda traditioner (Hansson, 2013; Hallström m.fl., 2014; de Vries, 2017). Tekniska kunskaper, förmågor, färdigheter och kompetenser har bidragit till att forma teknikämnets karaktär som i avhandlingen fokuserar på att elever ska utveckla kunskaper *om*, *med*, *i* och *genom* teknik. Teknikämnet i Sverige har ofta setts som ett praktiskt ämne (Björklund, 2008; Bjurulf, 2008) där elever ska utveckla kunskaper *i* teknik, *med* teknik och *genom* teknik. Kunskaper *om* teknik har ofta getts en mer teoretisk ansats även om forskning har visat att de olika kunskapsformerna behöver undervisas sammanflätat för att elever ska ges möjlighet till ett holistiskt lärande i teknik (Bjurulf & Kilbrink, 2008; Kilbrink, 2013). En uppdelning av tekniska kunskaper i teknikämnet kan vara positivt för att visa bredden i teknikämnet (Hagberg & Hultén, 2005), men kan å andra sidan förstärka bilden av att teknikundervisning ses ur antingen ett teoretiskt eller praktiskt perspektiv. Det kan också ge en förstärkt bild av att teknikundervisning ses ur endera ett samhällsvetenskapligt eller ett tekniskt perspektiv. Uppdelningen kritiserar med motivering att praktiska och teoretiska aspekter är varandras förutsättningar (Carlgren, 2015) och att det inte finns någon teorilös praktik och inte heller någon praktislös teori.

2.2.2 Teknikämnets utveckling

Teknikämnets karaktär, undervisning *om, med, i* och *genom* teknik, kan också spåras genom ämnets utveckling. Teknikämnet infördes i svensk grundskola först som ett tillvalsämne i läroplanerna Lgr62 och Lgr69 och kallades teknisk orientering. Valet fanns tillgängligt för årskurs 8. För årskurs 9 fanns inriktningen teknisk-praktisk linje. Ämnets innehåll var framför allt fokuserat mot verkstadsteknik som ett svar på en starkt framväxande industrisektor och valdes oftast av pojkar som var mindre studiemotiverade (Blomdahl, 2007; Elgström & Riis, 1990; Skogh, 2013). Systemet med tillvalsämnen var ett sätt att möta elevers olikheter, intressen, fallenheter och färdigheter. Systemet fick också till följd att de elever som valde teknik som tillval inte hade möjligheten att läsa teknisk eller naturvetenskaplig linje på gymnasiet eftersom det krävdes ett språk som tillval för dessa linjer. Elever som valde teknik som tillval blev utestängda från vidare tekniska och naturvetenskapliga studier. Hur det påverkade elever med särskild begåvning och intresse för teknik är oklart.

Teknikämnet blev därefter obligatoriskt för alla elever i läroplanen Lgr80 som ett svar på att försöka möta samhällets teknikutveckling och för att öka intresset för teknik och naturvetenskap hos *alla* elever (Elgström & Riis, 1990). Genom att göra teknikämnet obligatoriskt ville man också minska på den elitism och expertis som ansågs vara förknippad med högre tekniska utbildningar. Teknikämnet ansågs däremot som otydligt i sig själv och i behov av andra ämnen som stöd. Ämnet fick ingen egen kursplan och blev inskrivet tillsammans med de naturvetenskapliga ämnena biologi, fysik och kemi med syfte att stärka den praktiska och laborativa delen av naturvetenskap (Elgström & Riis, 1990). Teknikämnet fick då en roll som tillämplad naturvetenskap, där naturvetenskapliga fenomen realiserades och visualiserades i teknikämnet (Blomdahl, 2007). Teknikämnet kom att representera den praktiska, konkreta och erfarenhetsbaserade kunskapen. Efter införandet av Lgr80 kunde också tillvalskurser ordnas med fördjupande och intresseprofilerande innehåll från olika ämnen. Tillvalskurserna kunde ge ämnen en stark praktisk anknytning men fick inte utformas till överkurser eller parallellkurser, eftersom det skulle kunna skapa en nivågruppering i de ordinarie lektionerna i ämnet. Även här är det oklart

hur teknikämnet och tillvalskurser påverkade elever med särskild begåvning.

Idag framställs teknikämnet i styrdokumenterna med formuleringar om den teknik som omger oss och med uttalanden om att det ställs höga krav på ett tekniskt kunnande för att verka i dagens samhälle (Skolverket, 2022b). Vidare går att läsa i kursplanen för teknikämnet att medborgare ansvarsfullt behöver förhålla sig till teknik och att teknik formas och förändras. Följande begrepp finns nämnda i kursplanens syftestext kopplat till tekniskt kunnande: kunskaper om, förståelse för, teknisk medvetenhet, förmåga att relatera, reflektera över, förstå, använda, utveckla kunskaper om, görs synliga och begripliga, orientera sig, agera i, genomföra, praktiskt få arbeta samt förmåga att ta sig an. Det tolkas i den här avhandlingen som att både ingenjörsförmågor och medborgarförmågor ingår i teknikämnet. Ingenjörsförmågor eftersom det finns ett fokus på problemlösning (där flera lösningar kan utgöra olika bra alternativ beroende på vilket perspektiv som antas). Medborgarförmågor eftersom det finns ett fokus på att begripliggöra teknik som omger oss och verkar i samhället. Kursplanen för teknikämnet visar därtill att både kroppsliga och mentala processer ingår i ämnet genom exempelvis begreppen genomföra, praktiskt få arbeta samt reflektera och förstå. Den breda tolkningen av teknikämnet kan ha betydelse för möjligheterna för elever med särskild begåvning att få utvecklas inom alla teknikämnets områden.

2.2.3 Modeller och modellering

Ett specifikt område i denna avhandling berör undervisning med modeller och modellering där lärarens didaktiska val av modell spelar roll för vilket lärande elever kan utveckla (se exempelvis Haglund & Ström-dahl, 2012). Modeller används i olika syften och i olika sammanhang. En modell kan exempelvis representera ett naturligt fenomen som luftmotstånd i en vindtunnel, representera en ny stadsdel genom en tredimensionell bordsmodell, representera värmeutveckling i ett eldrör genom en matematisk modell eller utgöras av programmerad kod. I dessa fall är modellerna *deskriptiva*, de beskriver något (Nia & de Vries, 2017). Det är modeller som är synliga och som därmed kan diskuteras och bearbetas och i den här avhandlingen ska det förstås som uttryckta modeller. Uttryckta modeller, icke-mentala modeller som

finns utanför någons tankar, kan delas in i konkreta, verbala, matematiska, visuella och gestikulerande (Gilbert m.fl., 2000). I andra sammanhang behöver något förutspås, och modeller kan då användas för att undersöka olika möjligheter, *prediktiva* modeller (Nia & de Vries, 2017). I avhandlingen är uttryckta modeller både deskriptiva och prediktiva.

Modeller tycks framför allt användas i undervisning i deskriptivt syfte, och mer sällan i prediktivt syfte (Citrohn & Svensson, 2022). Elever ges större utrymme att undersöka redan existerande produkter, artefakter och system genom modeller än de får utrymme att själva prediktera händelser. Elever skapar modeller vid produktframtagningsprocesser men modifierar sällan modellen under arbetets gång. De skapar istället en deskriptiv modell av den produkt, artefakt eller system de arbetar med (Citrohn & Svensson, 2022).

Däremot kan modeller och modellering utgöra en brygga mellan olika ämnen som exempelvis de naturvetenskapliga ämnena och matematik, vilket i sin tur kan skapa en känsla av autenticitet hos eleverna (Hallström & Schönborn, 2019). Om modellens funktion och användning undersöks kan samtidigt modellens begränsningar lyftas i undervisningen och lärandet kan nå ett djupare innehåll (Norström, 2013). En modell representerar något verkligt och innehåller förenklingar, idealiseringar eller fokuserar på vissa aspekter av det som representeras beroende på modellens syfte (de Vries, 2016; Norström, 2013). Förenklingar, idealiseringar och enskilda aspekter av det som modelleras, skapar möjlighet att fokusera lärandet på funktionen hos det modellerade. Andra aspekter av det modellerade kan bortses ifrån. Exempelvis kan en modell av ett vindkraftverk i skolsammanhang bortse från vindens variation i styrka, om syftet är att undersöka hur vindkraftverkets rotorblad genererar ström. Om elever skapar modeller av ett växthus som öppnar och stänger fönster vid olika temperaturer, är det möjligt att bortse från växthusets stabilitet. Fokus ligger istället på att skapa en programmerad instruktion utifrån en temperaturgivare.

Vanligtvis sker modellering som en del av en produktframtagningsprocess (Middleton, 2005) och därmed som en del av teknikens metoder, men modellering kan även ske vid programmering av kod enligt

undervisande tekniklärare (Brink, 2023). I en studie undersöks tekniklärarstudenters erfarenheter om undervisning med programmering, där resultatet visar fyra hierarkiska kategorier: Att följa instruktioner i en logisk följd, Att lära sig ett programmeringsspråk, Att lösa ett tekniskt problem samt Att förstå och beskriva en teknisk miljö (Perez, 2026). Eftersom elever ska ges möjlighet att utveckla sina kunskaper *om, i, med* och *genom* teknikens metoder, kan (och ska) modellering och programmering ingå i undervisningen (Skolverket, 2022b). Modellering är inte en svensk företeelse i teknikundervisning utan är viktig i många utbildningssystem (Buckley m.fl., 2021; Rossouw m.fl., 2010). I produktframtagningsprocesser ingår förutom att skapa en produkt, att också värdera den mot ställda krav och förväntningar (Middleton, 2005). Det framkommer dock att teknikundervisningen i gymnasieskolans teknikprogram samt högskolors och universitets olika ingenjörsprogram sällan omfattar och utvecklar modellers natur och villkor (Norström & Hallström, 2023). Mestadels tycks modeller användas för att visualisera och kommunicera tekniska lösningar (Nordlöf m.fl., 2024). Validering och verifiering av modeller saknas ofta i både kursplaner och läromedel för nämnda utbildningar. Det kan medföra att elever inte får undersöka alla delar i produktframtagningsprocesser.

Då den här avhandlingen har fokus på teknikundervisning i perspektivet särskild begåvning och även ett fokus på modeller och modellering med digitala verktyg, är det viktigt att presentera vilken ämnesspecifik teknikkompetens som framträder vid designprojekt i teknikundervisning som inkluderar modellering. En studie har undersökt detta (Citrohn, 2023) och resultatet visar att tekniska färdigheter, vetenskapsbaserad teknisk kunskap, socioetisk teknisk förståelse och ingenjörsförmågor erbjuds i designprojekten. Däremot förekommer inte medborgarförmågor i designprojekten. Ytterligare resultat visar att elever behöver utveckla tekniska undersökningsförmågor. Elever behöver utveckla förmågor att söka och tolka teknisk information som är nödvändiga för att skapa tekniska lösningar inom ramen för designprojekten.

2.3 Särskild begåvning

Särskild begåvning är ett centralt begrepp i denna avhandling eftersom teknikundervisningen undersöks i relation till elever med särskild

begåvning. För att möta avhandlingens syfte behöver kunskap från forskningsfältet särskild begåvning presenteras och problematiseras.

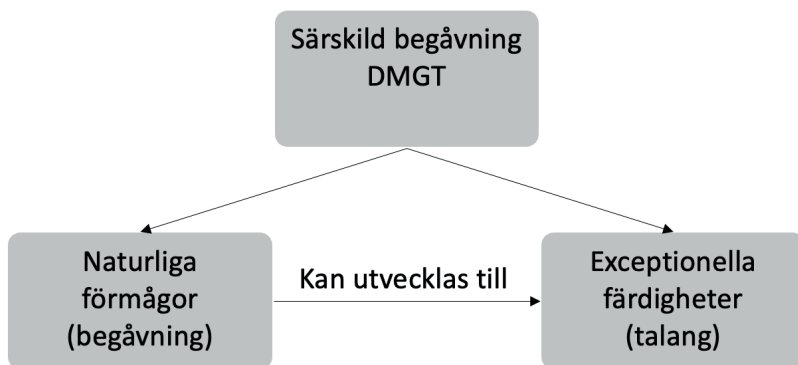
Forskning om särskild begåvning visar att begreppet är en social konstruktion (Borland, 2009; Sak, 2021). Det märks genom att olika länder, discipliner och kulturella praktiker beskriver och avgränsar särskild begåvning på olika sätt (Sak, 2021; Smedsrud, 2020). De skiftande tolkningarna har i sin tur resulterat i ett stort antal definitioner av särskild begåvning (Gagné, 2021a; Olszewski-Kubilius m.fl., 2022; Subotnik m.fl., 2018) där ingen av definitionerna hittills har enat forskningsfältet. En möjlig förklaring till det kan vara de kulturella skillnaderna. En annan förklaring kan vara problematiken med att en definition skulle behöva vara generell nog för att täcka in alla de olika områden där särskild begåvning utmärks och samtidigt specifik nog för att kunna förklara de unika förmågor som finns i olika domäner (Runco, 2005). Exempel på begrepp som förekommer inom forskning är gifted, giftedness, talent, high achieving, high potential och stor lärandepotential (Norge). Ibland framställs dessa begrepp synonymt, ibland med överlapp och ibland distinkt åtskilda varandra (Gagné, 2021a). Även i det svenska forskningsfältet särskild begåvning, förekommer varianter av begreppet som exempelvis särbegåvning och elever med hög potential eller talang (Ekelund, 2025; Ekesryd Nordström, 2023; Mellroth, 2018; Persson, 1997).

I svenska styr- och policydokument är begreppet särskild begåvning sällan synligt och det är vanligt att det döljs under andra benämningar (Margrain & van Bommel, 2023; Sims, 2023). Trots många olika benämningar har Skolverket presenterat en beskrivning av särskild begåvning: elever som är avsevärt mycket starkare än vad som är typiskt, kan resonera nyanserat, tänker abstrakt, förstår komplexa idéer, lär sig fort, har ett gott minne och drar lärdom baserat på erfarenheter som inte är uppenbara (Stålnacke, 2015). I Skolverkets skrivningar anges att fem procent av alla elever kan anses ha särskild begåvning (Stålnacke, 2015). Skolinspektionen (2018, 2022) skriver å andra sidan om högpressterande elever och elever som ligger långt fram i sin kunskapsutveckling och använder inte begreppet särskild begåvning. I undervisningssammanhang kan det vara av vikt att separera begreppen högpressterande elever och elever med särskild begåvning eftersom elever med

särskild begåvning inte alltid presterar högt, samt att högpresterande elever inte givet har särskild begåvning (Ekesryd Nordström, 2023).

Några perspektiv på särskild begåvning inom forskning betonar hög intelligens, andra betonar exempelvis hög kreativitet eller sociala förmågor (Sternberg & Davidsson, 2005). Vidare finns det perspektiv som betonar omgivande faktorerers roll för utveckling av särskild begåvning. I denna avhandling förstås särskild begåvning som en naturlig förmåga som kan utvecklas till exceptionella färdigheter (talang) (Gagné, 2021a). Vidare ska den tolkas som utvecklingsbar och formbar (Dai, 2018; Gagné, 2021a, 2021b; Subotnik et al., 2023; Tannenbaum, 2009) och något som, i en social och kulturell kontext samt med stigande mognad, kan utvecklas (Dai, 2018). Särskild begåvning ska förstås som ett gemensamt begrepp för naturlig förmåga och för exceptionella färdigheter (se Figur 3) vilket beskrivs i The Differentiating Model of Giftedness and Talent (DMGT) (Gagné, 2021a).

Figur 3 Särskild begåvning som ett gemensamt begrepp för naturliga förmågor som kan utvecklas till exceptionella färdigheter.



I DMGT beskrivs särskild begåvning utifrån en bred ingång, som en naturlig förmåga inom både mentala domäner (intellektuell, kreativ, social och perceptuell begåvning) och fysiska domäner (motoriska och muskulära). I forskning om särskild begåvning betonas att fokus bör ligga på domänspecifika särskilda begåvningar, istället för att ensidigt fokusera på hög intelligenskvot (Tirri & Laine, 2017; VanTassel-Baska,

2005). Det betonas också att personer med särskild begåvning inte givet presterar högt i alla olika domäner, utan kan uppvisa förmågor och färdigheter i vissa områden (VanTassel-Baska, 2005). När den naturliga förmågan utvecklas till exceptionella färdigheter kan den särskilda begåvningen, enligt DMGT, komma till uttryck i olika fält som språk, matematik, teknik, vetenskap, konst, service, ledarskap och idrott. Naturliga förmågor utvecklas naturligt till en viss grad men det krävs också aktiviteter, investeringar i form av tid, resurser och engagemang samt progression för att den naturliga utvecklingsprocessen ska kunna resultera i exceptionella färdigheter. Naturliga förmågor kan utvecklas genom systematiskt arbete med stöd av *katalysatorer* (Gagné, 2021a). En katalysator beskrivs i DMGT som olika faktorer som kan främja eller hindra utvecklingen av särskild begåvning och kommer att behandlas utförligare i avsnitt 3.1. Ett systematiskt arbete för att utveckla naturliga förmågor kan ske inom ramen för formella lärandesituationer, som i skolan och den undervisning som genomförs där. I denna avhandling ligger fokus på teknikundervisning som kontext, där ett systematiskt arbete inom ramen för undervisningen skulle kunna stödja utveckling av förmågor till exceptionella färdigheter.

Det kan vara en utmaning för lärare att uppmärksamma elever med särskild begåvning eftersom det inte sker någon systematisk identifiering inom svensk grundskola. Bland dessa elever kan finnas de som har lätt att lära och som ligger långt fram i sin kunskapsutveckling. Enligt DMGT anses de tio högst presterande procenten inom en specifik domän ha särskild begåvning, och för elever i skolmiljö, de tio högst presterande procenten bland jämnåriga (Gagné, 2021a). En samlad bild från forskningen visar att elever med särskild begåvning beskrivs utifrån gemensamma egenskaper eller gemensamma karaktäristiska drag i personlighet. De gemensamma egenskaperna kan övergripande beskrivas som snabb inlärningstakt, lär med lätthet, bra minne, god abstraktionsförmåga samt god resonemangsförmåga (Coleman, 2016; Dai & Chen, 2013; Gagné, 2021a; Idsøe, 2014; Renzulli & Reis, 2014, 2021; Silverman, 2016). Gemensamma karaktäristiska drag kan också vara kreativitet och hängivenhet för en specifik aktivitet och även uthållighet, det vill säga att fortsätta med något över tid, men också att fortsätta med något trots motstånd (Renzulli & Reis, 2021; Runco, 2005). Studier visar också att personer med särskild begåvning har

högre känslighet för etiska och moraliska frågor (Roeper & Silverman, 2009; Tirri, 2009).

Även om det finns gemensamma karaktäristiska drag kan elever med särskild begåvning uppvisa helt skilda förmågor, intressen och personligheter. De kan ha lätt för att lära men de kan också ha svårigheter i sitt lärande (Renzulli & Reis, 2021). Vissa svårigheter kan vara kopplade till annat som exempelvis dyslexi, neuropsykiatriska funktionsnedsättningar (NPF), högfungerande autism eller andra funktionsvariationer (Carpenter, 2021; Coleman & Roberts, 2015; Ekelund, 2024, 2025; Reis m.fl., 2014). Dessa elever brukar inom forskning om särskild begåvning benämnas *2e* (twice-exceptional) (Cheek m.fl., 2023). Det kan vara svårt att som lärare uppmärksamma de tvåsidiga behoven eftersom elever kan lära sig strategier att hantera sina svårigheter. Det kan resultera i att begåvningen och svårigheterna maskerar varandra så att ingendera upptäcks och elever kan prestera på en nivå jämförbar med kamrater (Ekelund, 2025). Om inte alla behov uppmärksammas finns en risk att elever feldiagnosticeras (Carpenter, 2021).

För att kunna studera teknikundervisning ur perspektivet särskild begåvning, är en utgångspunkt i den här avhandlingen att utvecklingsprocesser sker med hjälp av *katalysatorer* (Gagné, 2021a) och att undervisning bör fokusera på elevers behov och hur dessa kan mötas i undervisningen (Borland, 2005, 2021).

2.4 Undervisning för elever med särskild begåvning

Tidigare nämndes att det inte sker någon systematisk identifiering av elever med särskild begåvning i svensk grundskola och att undervisning utgår från en gemensam, inkluderande skolmiljö tillsammans med andra elever. För att anpassa undervisningen till olika elever är en möjlig väg att utgå från elevers behov (Borland, 2005, 2021). Om undervisningen möter elevers olika behov kan de få möjlighet att utvecklas inom sitt intresseområde eller få möjligheten att finna sitt intresseområde (Subotnik m.fl., 2018). Om behoven inte uppmärksammas och möts finns det en risk för att eleverna stagnerar i sin utveckling (Tirri & Laine, 2017; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2005) eftersom de inte får tillräckligt utmanande och stimulerande undervisning. Följderna av det kan i många fall leda till obehag och elever som inte

utvecklas (Campbell m.fl., 2022; Mellroth, 2018), eller som underpresterar (Reis & McCoach, 2000; Siegle & McCoach, 2018).

Teknikämnet undervisas vanligtvis i svensk grundskola, liksom andra ämnen, i inkluderande skolmiljö. Tekniklärare kan utgå från olika tekniska karaktärsdrag (Siegle, 2004) som ett sätt att uppmärksamma behov hos elever med särskild begåvning i teknikundervisning. En elev kan exempelvis demonstrera en bredd av tekniska färdigheter eller lära sig ny programvara utan någon formell träning. De kan också spendera sin fritid till att utveckla tekniska förmågor och hjälpa andra med teknikrelaterade problem. De kan också ivrigt söka tillfällen att använda teknik och uppvisa mer avancerade tekniska färdigheter än jämnåriga kamrater. Detta förutsätter att elever erbjuds möjligheter att visa dessa karaktärsdrag i undervisningen.

Undervisning för elever med särskild begåvning, i teknikämnet och i andra ämnen, kan genomföras med *differentiering* (Tomlinson m.fl., 2003; Tomlinson, 2016). Differentierad undervisning kan ses som en pedagogisk och proaktiv respons på elevers olika förmågor och behov och en fördel är att den kan genomföras utan identifiering av elever (Borland, 2021). Differentierad undervisning skapar möjligheter att på olika sätt möta olika behov genom att skapa variationer i undervisningen (Tomlinson, 2016). Variationerna kan beröra både instruktioner, innehåll, metoder eller bedömningar av ett arbetsområde och kan anpassas efter exempelvis elever som behöver mer utmaningar och stimulans (Mellroth, 2021; Tomlinson m.fl., 2003; Tomlinson, 2016). Genom att differentiera innehållet kan undervisningsmaterialet starta på en abstrakt och komplex nivå och stimulera komplext tänkande. Genom att differentiera processen kan elever arbeta på olika sätt med ett material, exempelvis med stöd av digitala verktyg för att undersöka komplexa samband (se exempelvis Szabo, 2021). Resultatet kan differentieras genom att innehåll och metoder varieras och lärmiljön kan differentieras genom att utgå från elevers olika behov, exempelvis kan elever arbeta i grupper med andra elever med liknande behov. Studier visar att elever tycks gynnas genom differentierad undervisning där innehåll och hastighet i lärandet kan varieras efter varje elevs behov (Ardenlid, 2025, Ziernwald m.fl., 2022). Andra resultat visar att lärare inte regelbundet och proaktivt differentierar sin undervisning med hänsyn

till elever med särskild begåvning (Ziernwald m.fl., 2022) och att lärare kan känna osäkerhet över hur de kan implementera differentierad undervisning (Ardenlid, 2025).

Vidare finns det forskning som visar att elever med särskild begåvning kan få agera hjälplärare i klassrummet (Laine & Tirri, 2016; Klimecká, 2023; Park & Oliver, 2009; Tirri & Laine, 2017) och det kan finnas flera skäl till det. Elever med särskild begåvning kan bli färdiga med sina uppgifter innan klasskamraterna och behöver därför aktiveras. Ett annat skäl kan vara att träna elever med särskild begåvning i sociala förmågor. De kan uppfattas som frågvisa och nedlåtande mot sina kamrater och mot lärare. Genom att låta elever med särskild begåvning få agera hjälplärare hävdar lärare att de får träna på tolerans, att acceptera olikheter och att utveckla samarbetsförmågor (Park & Oliver, 2009). Ytterligare ett skäl att låta elever med särskild begåvning agera hjälplärare kan vara att de ska få möjligheten att känna sig speciella och få lite extra uppmärksamhet (Laine & Tirri, 2016).

Rollen som hjälplärare kan dock vara problematisk och det finns belägg för att lärarens strategi att använda elever som hjälplärare är reaktiv (Klimecká, 2023). Det är heller inte givet att elever som är högpresterande eller elever med särskild begåvning gynnas av att agera hjälplärare (Schunk, 2020). Kamratlärande verkar fungera bäst hos yngre elever i lågstadieålder (Schunk, 2020) som då själva lär ett innehåll och dessutom lär sociala förmågor. Å andra sidan finns det elever med särskild begåvning som kan vilja hjälpa sina kamrater som ett försök att hantera utanförskap (Riedle Cross m.fl., 2019).

2.4.1 Berikning, accelerering samt organisatoriska insatser

Differentierad undervisning kan diskuteras mer specifikt genom *berikning* och *accelerering* och även genom olika *organisatoriska insatser*.

Berikning som en strategi för undervisning för elever med särskild begåvning utgår från att en elev kan arbeta med ett material som är komplext, avancerat och som är detaljerat (Reis m.fl., 2021; Stoeger m.fl., 2018). Eleven kan också arbeta med innehåll som ligger utanför kursplanen eller arbeta med ett komprimerat kursinnehåll för att slippa repetera saker han eller hon redan behärskar. Forskning om

berikningens långtidseffekter visar på blandade resultat (Stoeger m.fl., 2018) men berikning inom det specifika ämnesområdet har i andra studier visat sig vara det mest effektiva för att stimulera elever med särskild begåvning, till skillnad från mer generell berikning utan tydliga mål (Freeman, 2004).

Berikning finns också nämnt i läroplanen för den svenska grundskolan. Där står att läraren ska ”organisera och genomföra arbetet så att eleven utvecklas efter sina förutsättningar och samtidigt stimuleras att använda och utveckla hela sin förmåga” (Skolverket, 2022a, s. 14). Det står också att läraren ska ”organisera och genomföra arbetet så att eleven får möjligheter till ämnesfördjupning, överblick och sammanhang” (Skolverket, 2022a, s. 14). För teknikundervisningen är andra delar i kursplanen också relevanta med hänsyn tagen till berikning som differentierad undervisning. I läroplanens första kapitel står att skolan ska ”stimulera elevernas kreativitet, nyfikenhet och självförtroende samt deras vilja att pröva och omsätta idéer i handling och lösa problem” (Skolverket, 2022a, s. 8). Vidare står det att ”Utbildningen ska [...] ge eleverna förutsättningar att utveckla *digital kompetens* och ett förhållningssätt som främjar *entreprenörskap*” (Skolverket, 2022a, s. 8). Kreativitet, problemlösning och entreprenörskap är tydliga inslag i grundskolans teknikundervisning (Skolverket, 2022b) och kan fungera som ett berikat innehåll.

Accelererad undervisning kan användas till elever som lär sig snabbare än sina jämnåriga kamrater. De kan tillåtas gå fortare fram i ett ämne och ta del av ett mer avancerat innehåll och kanske avsluta kurserna i förtid (Little, 2018). Ett annat sätt att accelerera är att låta eleven gå i en eller flera årskurser högre än vad hans eller hennes ålder anger (Colangelo & Assouline, 2009). I en forskningsöversikt visas att elever med särskild begåvning ökar sin prestation genom accelerering, och att de är nöjda med accelererande insatser (Colangelo m.fl., 2004). Accelerering får dem att känna sig mer socialt accepterade och inte lika uttråkade. I motsats till accelerering genom ökad studietakt finns också rekommendationer om att sakta ner tempot för elever som snabbt lär sig. Så även om elever behöver komplext och avancerat innehåll, kan de behöva stöd i att på djupet ta del av innehållet och engagera sig i uppgiften (Little, 2018).

Organisatoriska insatser kan behövas i undervisningen för elever med särskild begåvning, förutom berikning och accelerering (Bianco, 2010; Coleman & Hughes, 2009). Dessa insatser kan exempelvis utgöras av god klassrumsundervisning med fokus på höga förväntningar. De kan också utgöra olika strukturer i en undervisningsmiljö som påbjuder ett visst handlingsalternativ (Gibson, 1979), eller som olika kvaliteter i miljön som tillåter lärare att med materiella och icke-materiella resurser skapa undervisning som främjar lärande (Hartell, 2018). Organisatoriska insatser har också utmaningar och i en rapport från OECD (2021) nämns exempelvis bristande resurser för läraren som ett problemområde. För teknikämnet kan det handla om liten tillgång till material eller små utrymmen att skapa och förvara elevernas konstruktioner i.

2.4.2 Underprestation

Elever med särskild begåvning kan ibland underprestera. Av en eller flera anledningar uppvisar de inte sin förmåga eller särskilda begåvning (Siegle & McCoach, 2018). Det kan handla om elever som inte har motivation att prestera på den nivå han eller hon skulle kunna, eller elever som inte erbjuds insatser på lämplig nivå och därmed inte har möjlighet att visa sina förmågor – de är ofrivilligt underpresterande. Insatser i form av berikning och accelererat innehåll kan bidra till att underprestation minskar (Renzulli & Reis, 2021). Insatser som intresserar eleven kan göra att han eller hon, trots egen låg motivation, når längre i sin kunskapsutveckling (Subotnik m.fl., 2018). Underprestation kan också bero på andra behov kopplade till andra utmaningar i samtidig förekomst med särskild begåvning, exempelvis dyslexi eller NPF (Reis & McCoach, 2002).

Underprestation kan därtill ha sin grund i stigman kopplade till särskild begåvning (Baudson & Ziemes, 2016), exempelvis att anses som osocial, icke-atletisk, envis eller frågvis (Bergold m.fl., 2021). En negativ bild av särskild begåvning kan göra att elever försöker dölja sin begåvning (Riedle Cross m.fl., 2019). De kan välja att ställa mindre komplexa frågor, att avsiktligt skriva fel svar vid provtillfällen, att ljuga om hur svårt något är eller hur lätt de ansåg att ett prov var. Under-

prestation kan som nämnts ovan bero på flera olika saker och i relation till teknikundervisning finns det fortfarande stora kunskapsluckor.

2.5 Kreativitet i teknikundervisning och vid särskild begåvning

Kreativitet har redan nämnts flera gånger i avhandlingen och i det här avsnittet kommer kreativitet att relateras till både teknikundervisning och särskild begåvning och visa på samband däremellan.

Kreativitet kan vara ett karaktäristiskt drag hos personer med särskild begåvning (Renzulli, 2005; Renzulli & Reis, 2021; Runco, 2005). En kreativ person har vissa egenskaper och kvaliteter som kan gynna kreativitet. Exempelvis nämns förmågor som koncentration, självförtroende, kapacitet att hantera spänningar och vilja att ta risker (Barlex, 2004; Rhodes, 1961). Det är också egenskaper och kvaliteter som beskrivs hos personer med särskild begåvning (Renzulli & Reis, 2021; Runco, 2005). Kreativitet beskrivs som en utvecklingsbar förmåga och ju mer kunskap en person har inom ett område desto mer kreativ kan han eller hon bli (Schunk, 2020) eller, annorlunda uttryckt, ju mer kunskap en person har till sitt förfogande desto mer kunskap kan kombineras och sättas samman till nya idéer och lösningar. Kreativitet kräver djupa ämneskunskaper och kreativitet skapar förutsättningar att fördjupa sitt lärande. Det finns alltså ett ömsesidigt beroende mellan kreativitet och kunskaper.

Sett från ett teknikdidaktiskt perspektiv är kreativitet en viktig aspekt vid problemlösning och konstruktionsarbeten och kan beskrivas som något nyskapande och originellt samtidigt som det som skapas ska vara till nytta (Choi & Kaufman, 2021; Plucker m.fl., 2018). Kaufman m.fl. (2018) skriver att kreativitet är en produkt av originalitet och uppgiftslämplighet. Det innebär att kreativitet också innefattar att analysera det som skapats och att avgöra värdet på det kreativa (Sternberg, 2005). Det räcker inte att bara skapa något nytt, det nya ska också kunna nyttjas.

Även om elever har kreativa drag behöver de undervisning för att utveckla sin kreativitet. Forskning visar att kreativitet kan utvecklas från mindre vardagliga kreativa handlingar och lösningar till mer omfattande och stora innovationer genom övning, återkoppling från andra,

praktik och tid (Beghetto & Kaufman, 2014; Kaufman m.fl., 2018). För elever i teknikundervisning behöver det inte vara något helt nytt som skapas för att det ska kunna anses som något kreativt men det kan vara nytt för den erfaraende eleven (Beghetto & Kaufman, 2014; Kaufman m.fl., 2018). Exempel på mindre kreativa lösningar kan vara att se samband mellan två koncept som hur vattenkraft relaterar till fiskproduktion. Det kan också vara att utföra en vardagskreativ handling som att använda en gaffel som kapsylöppnare, eller att finna ett energieffektivare sätt att tillaga mat. Omfattande och stora innovationer förekommer sällan i teknikundervisningen utan de sker vanligtvis inom olika professioner och kan vara världsomvälvande och skapa stora förändringar.

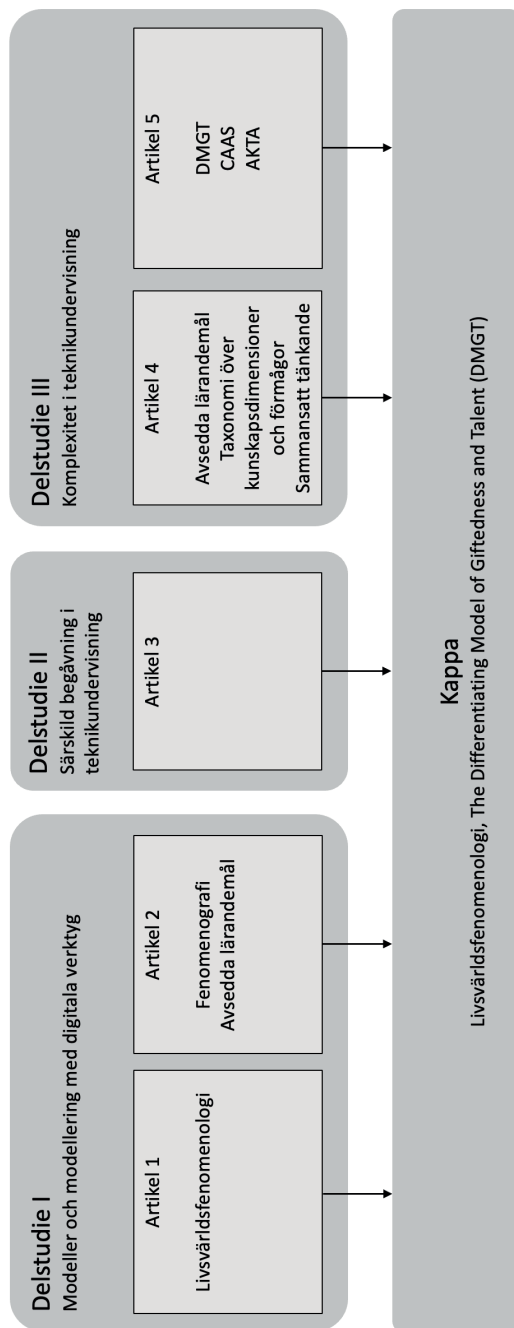
Kreativitet kan utvecklas hos elever om aktiviteten har en tydlig koppling till ett specifikt undervisningsinnehåll och om det finns gott om tid för aktiviteten (Beghetto & Kaufman, 2014). Kreativitet kan också utvecklas om aktiviteterna erfars som autentiska (Svärd m.fl., 2024) och om det finns en tillåtande miljö med olika valmöjligheter som tillåter fantasi och konvergent tänkande (Beghetto & Kaufman, 2014). Motsatsen, enbart divergent tänkande med avsaknad av koppling till en verklig situation, är inte gynnande visar Beghetto och Kaufman (2014). I deras studie visas ett exempel där elever ska komma på så många olika sätt som möjligt att använda äggkartonger. Den aktiviteten anses inte gynna kreativitetsutvecklingen eftersom den inte är kopplad till något specifikt. Ett liknande exempel hämtas från ett läromedel i teknik för högstadiet (Frid & Henderson, 2023). Eleverna ska i aktiviteten komma på så många olika sätt som möjligt att använda ett gem. I linje med Beghetto och Kaufman (2014), skulle aktiviteten kunna omformuleras för att kontextualisera gemet och ge eleverna ett sammanhang som de kan relatera till. Dessutom kan aktiviteten presentera ett tydligt problem som användningen av gemet skulle kunna lösa. Genom dessa omformuleringar kan elever ges förutsättningar att utveckla kreativa förmågor.

3 Teoretiska utgångspunkter

I det här kapitlet presenteras och motiveras de ontologiska och epistemologiska utgångspunkter som nyttjas i avhandlingen. Olika delstudier i avhandlingen bygger på olika teorier. Den första delstudien har livsvärldsfenomenologi (Bengtsson, 2013) som ontologisk utgångspunkt där också fenomenografi (Marton & Booth, 1997, 2000) används metodologiskt. Fenomenografiska grundantaganden om lärande kompletterar livsvärldsfenomenologin. I avhandlingen nyttjas likheter mellan teorierna och fokus ligger på de delar som berör kunskap och lärande. The Differentiating Model of Giftedness and Talent (DMGT) (Gagné, 2021a) skapar också en viktig utgångspunkt för avhandlingens design, tolkningar och diskussioner med sitt fokus på utvecklingsprocesser. De övriga teoretiska perspektiv som används i delstudierna presenteras därefter i detta kapitel.

Syftet med avhandlingen är att belysa hur teknikundervisning kan skapa förutsättningar för komplexitet och progression med ett specifikt fokus på elever med särskild begåvning. Därför behöver två skilda forskningsfält förenas, teknikdidaktik och särskild begåvning. Undervisningens innehåll och aktiviteter är av speciell vikt eftersom elever i undervisningen möter lärarens val av innehåll och aktiviteter. Avhandlingens olika delar diskuteras i relation till de teoretiska utgångspunkter som grundas i livsvärldsfenomenologi och DMGT – en modell som beskriver utveckling av särskild begåvning – eftersom olika förutsättningar för komplexitet och progression då kan synliggöras genom teoriernas begreppsapparater. Andra teoretiska utgångspunkter i delstudierna är det avsedda lärandet, taxonomi över kunskapsdimensioner och förmågor samt sammansatt tänkande. Därtill används två ramverk som skapats i avhandlingsarbetet: CAAS, som beskriver behov hos elever med särskild begåvning i teknikundervisning samt AKTA, ett ramverk för analys av teknikundervisningens aktiviteter avseende komplexitet. De olika utgångspunkterna och teoretiska perspektiven skapar tillsammans en helhet i denna kappatext som illustreras i figur 4.

Figur 4 Teoretiska utgångspunkter i avhandlingen och i delstudierna.



3.1 Livsvärldsfenomenologi och fenomenografi

Den första delstudien fokuserar på tekniklärares erfarenheter av ett av teknikundervisningens specifika innehåll och bygger på en livsvärldsfenomenologisk utgångspunkt (Bengtsson, 2013). Fenomenet som studerades var undervisning med modeller och modellering med digitala verktyg. Med livsvärldsfenomenologin antas att det man kan säga om världen man studerar, utgår från människors erfarenheter av att vara i världen (Bengtsson, 2013). Fenomenografen (Marton & Booth, 1997) användes också i delstudie I för att metodologiskt beskriva olika sätt att erfara en del av det studerade fenomenet.

Inom livsvärldsfenomenologi är tanke och handling samt kropp och medvetande sammanflätat och ömsesidigt beroende av varandra (Bengtsson, 2013). De är oförenliga men kan samtidigt inte existera utan varandra och världen erfars genom både kropp och medvetande. Det innebär enligt livsvärldsfenomenologin att varje individ förstår, tolkar och erfår världen på olika sätt beroende på tidigare erfarenheter. Individens erfande av vad som står i förgrund och som är i fokus för medvetandet, samt vad som står i periferin och inte är lika närvarande i medvetandet för stunden, är unikt för varje enskild individ. För varje person skapas en egen livsvärld där personens egna val gör att vissa saker och händelser framträder. Andra personer i samma situation gör andra val och andra saker och händelser framträder för dem. Därmed är det möjligt att erfara en och samma händelse, situation eller fenomen på olika sätt (Bengtsson, 2013). Livsvärlden är det som finns mellan den objektiva och subjektiva världen, så som var och en förstår den. Därför var det viktigt att i delstudie I intervju tekniklärarna som är som befinner sig i den livsvärld där det studerade fenomenet framträder.

Genom livsvärlden förklaras att varje enskild individ *konstituerar* världen i en sammanvävning mellan subjekt och objekt (Bengtsson, 2013). Individens *erfar* världen i en intern relation genom yttre materiella ting och inre mentala strukturer. Inom livsvärldsfenomenologi är världen som den erfars pluralistisk (Bengtsson, 2013) då både det yttre och det inre behövs och där individ och värld inte ska ses som åtskilda varandra. I den här studien innebär det att även om lärare arbetar med samma ämne, utifrån samma läroplan och kursplan, så kan de ha olika

erfarenheter av undervisningen. Subjektet interagerar med omgivningen, och skapar nya erfarenheter baserat på tidigare erfarenheter (Bengtsson, 2013). När erfarenheter skapas konstitueras en verklighet för subjektet och därmed förstås att varje individ erfar världen olika. Det är dessa olikheter som är i fokus i delstudie I. En följd av det är att det bara finns en verklig värld, livsvärlden, och att den är unik för varje individ. I livsvärlden erfars därför fenomen på skilda vis. Livsvärlden skapar förutsättningar att undersöka individens erfarenheter av olika fenomen, så som subjektet erfar dem (Bengtsson, 2013). Erfarandet är exempelvis möjligt att närma sig genom de berättelser som berättas under intervjuer.

Inom fenomenografin fokuserar forskare på att beskriva människors sätt att förhålla sig i världen, både till konkreta och mentala konstruktioner (Marton & Booth, 1997). I likhet med livsvärldsfenomenologin, konstitueras erfarenheter i ett relationellt möte mellan subjekt och objekt (Runesson Kempe, 2025). Om relationen förändras så förändras erfarandet av objektet och subjektet har lärt sig något. Lärande förklaras som en förändring i sättet att erfa något (Runesson Kempe, 2025).

Fenomen, i översättning från grekiskan – det som visar sig – förstås enligt livsvärldsfenomenologin som något sammanlänkat mellan subjekt och objekt. Genom subjektets erfarenhet och förståelse framträder fenomenet och eftersom varje subjekt befinner sig i en egen livsvärld, kommer fenomenet att erfas olika (Bengtsson, 2013). Inom fenomenografin förstås ett fenomen kunna erfas på ett begränsat antal kvalitativt skilda och hierarkiskt ordnade sätt (Marton & Booth, 1997). Fenomenet är detsamma oavsett person men beroende på olika personers tidigare erfarenheter urskiljs olika aspekter av fenomenet vilket skapar en viss erfarenhet i den miljö där fenomenet erfars. Olika miljöer för fenomenet påverkar då också erfarandet. Olika kvalitativa sätt att erfa ett och samma fenomen kan ses som olika kraftfulla enligt fenomenografin (Marton & Booth, 2000). Ju fler aspekter av ett fenomen som urskiljs desto fler sätt att skapa mening av fenomenet. Vid forskning inom den fenomenografiska ansatsen är inte intresset fenomenet i sig sett ur ett första ordningens perspektiv. Intresset är inte heller hur en viss person erfar fenomenet, utan intresset ligger i att belysa alla de

olika sätt att erfara fenomenet som kan uppträda (Marton & Booth, 2000). Det innebär att forskningsansatsen tar ett andra ordningens perspektiv där forskaren söker olika sätt att erfara fenomenet. I avhandlingen bidrar fenomenografin i delstudie I till att belysa kvalitativt olika sätt att erfara undervisning med ett specifikt innehåll, CAD. De olika kvalitativa sätten att erfara undervisningen skapar i sin tur olika förutsättningar för elever att uppnå det avsedda lärandemålet.

Erfarenheter och *erfara* är centrala begrepp i avhandlingen. Erfarenheter ska förstås som en persons samlade händelser och upplevelser inom ett visst område där också tankar, känslor och minnen finns med (Alexandersson, 1994). Att erfara något är en process eller en aktivitet där personen i stunden uppfattar och upplever ett fenomen och i detta ögonblick skapas erfarenheter. Erfarenheter blir då resultaten av de erfarna handlingarna och är en intern relation mellan subjektet som erfar och fenomenet (Bengtsson, 2013; Marton & Booth, 1997).

Vidare är en utgångspunkt i avhandlingen att lärande sker i en process som är påverkad av både kropp och intellekt, sammanflätat och som inte kan separeras från varandra (Bengtsson, 2013; Berndtsson & Vikner Stafberg, 2022). Utgångspunkten bygger på den pluralistiska livsvärlden där individen erfar världen både materiellt och mentalt och där tanke och handling i samverkan kan skapa lärande. När lärande förstås på detta sätt påverkas också synen på kunskap.

Praktiska och teoretiska kunskaper är varandras förutsättningar i den pluralistiska livsvärlden som inte enkelt kan separeras. De beskrivs som olika aspekter av samma fenomen (Bengtsson, 2010). Praktiska och teoretiska kunskaper har vävts samman i de olika kunskapstraditioner de ursprungligen kommer från och bygger på exempelvis erfarenhet, utbildning eller från mentala processer (Carlgren, 2015; Gustavsson, 2002). Sammanvävningen blir synlig i och med att tanken ständigt behöver vara med när något utförs, och en person behöver förstå vad han eller hon gör under tiden detta något görs (Gustavsson, 2002). Det finns ett tänkande i görandet och en praktik i tänkandet. Praktiska handlingar har teoretiska dimensioner och teorier utgör en aspekt av praktiken (Carlgren, 2015; Runesson Kempe, 2025). Det framstår ett samspel mellan tänkande och görande även gällande teknisk kunskap

(Mitcham, 1994). I avhandlingen får detta konsekvensen att teknikundervisning ska förstås utifrån olika kunskapsdimensioner som inte är uppdelade i en praktisk del och en teoretisk del, utan istället diskuteras kunskapsdimensioner, förmågor och färdigheter som distinktioner som kan samverka vid lärandesituationer (se vidare kapitel 3.3).

Därutöver innebär lärande här i avhandlingen ett förändrat beteende, nya eller förändrade erfarenheter eller en förändrad kapacitet att agera i en viss situation (Marton m.fl., 2004; Marton & Booth, 1997, 2000; Runesson Kempe, 2025). Det linjerar med synen på lärande som en sammanflätad process av kropp och intellekt (Bengtsson, 2013; Berndtsson & Vikner Stafberg, 2022). Samtidigt innebär det också att lärande alltid har ett innehåll (Marton, 2015; Runesson Kempe, 2025). Det är inte möjligt att lära utan att lära något. Enligt Marton (2015) består lärande av tre delar: 1) innehållet, 2) vad eleverna ska kunna göra med innehållet och slutligen, 3) erfandet av kritiska aspekter i innehållet (Marton, 2015). Kritiska aspekter förklaras som det som elever måste urskilja för att kunna förändra sitt beteende eller sitt sätt att erfa något (Runesson Kempe, 2025). Innehållet kan vara att exempelvis lära sig namnen på olika verktyg och komponenter (exempelvis lödkolv och lysdiod) eller att modeller kan användas för att representera ett fenomen. Innehållet i lärande handlar inte enbart om fakta och begrepp utan också om förhållningssätt, förmågor och färdigheter inom ett ämnesområde (Runesson Kempe, 2025). Att lära sig göra något med innehållet kan med nyss nämnda exempel handla om att lära sig använda verktyget för att löda samman elektroniska komponenter eller att använda ett CAD-program för att konstruera och visualisera en modell. Att erfa kritiska aspekter kan exemplifieras med att lodet vid lödningen inte får vara varken för varmt eller för kallt om resultatet ska bli tillfredsställande, eller att urskilja i vilken ordningen de olika stegen i modelleringen behöver göras i det digitala designverktyget för att modellen ska bli lätt att exempelvis skriva ut i en 3D-skrivare.

Livsvärlden är en filosofisk konstruktion samtidigt som den är en upplevd verklighet (Berndtsson & Vikner Stafberg, 2022). Livsvärldens dubbelhet innebär därmed att både teoretiska och empiriska studier behövs för att i samverkan skapa kunskap inom ett område. Det är inte tillräckligt med enbart teoretiska beskrivningar av området eller

fenomenet och inte heller med enbart det levda livet. En samverkan är nödvändig för att förstå olika fenomen som exempelvis en mångfacetterad pedagogisk verksamhet (Berndtsson & Vikner Stafberg, 2022). I avhandlingen bidrar livsvärlden till att förklara lärares erfarenheter av teknikämnets undervisning där erfarenheter kan påverka lärares didaktiska val, vilka lärandemål som eleverna ska lära, vilka insatser och grad av komplexitet som erbjuds. Lärares didaktiska val tolkas senare som möjliga miljömässiga katalysatorer för elevers utvecklingsprocesser. Livsvärlden bidrar också med möjligheter att förstå exempelvis läromedel som yttre materiella ting som kan påverka inre mentala strukturer. Fenomenologin bidrar i avhandlingen (förutom det metodologiska) med en begreppsapparat för det avsedda lärandet.

3. 2 The Differentiating Model of Giftedness and Talent – en modell för utveckling av särskild begåvning

Elever med särskild begåvning behöver utmaningar och stimulans för att utvecklas (Gagné, 2021a; Reis & Renzulli, 2010; Tirri & Laine, 2017; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2005). Samtidigt beskrivs särskild begåvning som dynamisk och formbar (Dai, 2020), vilket får till följd att ett antagande i avhandlingen är att särskild begåvning anses kunna utvecklas i undervisning med lämpliga förutsättningar. För att kunna svara på hur teknikundervisningen kan skapa förutsättningar för komplexitet och progression behöver utvecklingsprocesser kopplade till talangutveckling undersökas. Utvecklingsprocessen är varje individs egen progression som kan ske i olika steg och i olika hastigheter. I DMGT finns beskrivningar av utvecklingsprocesser där faktorer som kan påverka processerna är beskrivna (Gagné, 2021a). Faktorerna förklaras som olika *katalysatorer*. När det finns en gynnsam samverkan mellan naturlig förmåga och katalysatorer kan exceptionella färdigheter utvecklas. Gagné (2021a) har valt katalysator som begrepp för dessa stödjande faktorer, men till skillnad från katalysatorer i kemiska processer, kan en katalysator inom DMGT både verka främjande och hindrande för utveckling, och det kan vara flera samtidigt samverkande katalysatorer som påverkar utveckling. Intresset i denna avhandling är de katalysatorer som kan påverka lärandet och lärsituationen och med DMGT är det möjligt att studera utvecklingsprocesser med stöd av *miljömässiga* och *intrapersonella* katalysatorer.

Miljömässiga katalysatorer utgörs enligt DMGT av den utbildningsmiljö och den sociala miljö individen i en utvecklingsprocess befinner sig i, samt hur individen själv uppfattar och tillvaratar möjligheter i miljön (Gagné, 2021a). Utbildningsmiljön påverkas av de insatser och stöd som erbjuds eleven, som exempelvis klassrumsmiljön, material, laborationsutrustning, aktiviteter, läromedel eller resurser i undervisningen. Den sociala miljön påverkas av bland annat relationer med föräldrar, lärare, kamrater och förebilder samt hur interaktionen, relationen och samspelet med eleven själv är. Insatser, stöd, berikning, acceleration, läraren och lärarens didaktiska val är exempel på miljömässiga katalysatorer som kan påverka elevers möjlighet till utveckling. Andra exempel på social miljö är socio-ekonomisk och kulturell situation, vilka inte berörs närmare i avhandlingen.

Intrapersonella katalysatorer baseras på individens egna inneboende egenskaper som fysiska och psykologiska förutsättningar. I detta ingår motivation och drivkraft att både genomföra och slutföra något. Dessutom är intresse, passion, beslutsamhet och autonomi en del av intrapersonella katalysatorer. Autonomi uppstår enligt Gagné (2021a) vanligtvis tidigt hos elever med särskild begåvning och framträder spontant som ett självreglerande beteende. Undervisning som möter behovet av autonomi, kan verka som en gynnsam katalysator. De intrapersonella katalysatorerna påverkar hur en individ tar sig an de miljömässiga katalysatorerna. Katalysatorer är därför, enligt DMGT, intimt relaterade varandra (Gagné, 2021a).

Genom att använda DMGT som modell för utveckling av elever med särskild begåvning i avhandlingen är det möjligt att diskutera teknikämnet aktiviteter och läromedel som miljömässiga katalysatorer. Det är också möjligt att diskutera lärares intentioner, val av insatser, val av läromedel och anpassningar av aktiviteter som miljömässiga katalysatorer. Med lämpliga katalysatorer kan elever med särskild begåvning stimuleras och utmanas (Gagné, 2004, 2021a, 2021b).

I avhandlingen nyttjas enbart vissa delar av DMGT, med fokus på de katalysatorer som har relevans för elevers behov kopplat till skola och undervisning. De delar i DMGT som beskriver de naturliga förmågorna kommer inte vidare att beröras eftersom de förklaras som naturliga och

som genetiska förutsättningar för särskild begåvning. Det är också irrelevant att diskutera den färdigutvecklade människan, eftersom en människa ständigt utvecklas och aldrig blir färdig (Gagné, 2021a). Förutom katalysatorer och utvecklingsprocesser skriver Gagné (2013) numera också chansen som en bakgrundsfaktor för att utveckla särskild begåvning. Chansen att födas in i en familj med förutsättningar att stimulera begåvningen, eller chansen att lyckas få en lärare som har kunskap om särskild begåvning. Denna del av DMGT kommer inte att diskuteras fortsättningsvis eftersom den ligger utanför avhandlingens fokus. *Var* en elev befinner sig i sin utvecklingsprocess, står inte heller i fokus för avhandlingen eftersom enskilda individer inte studeras.

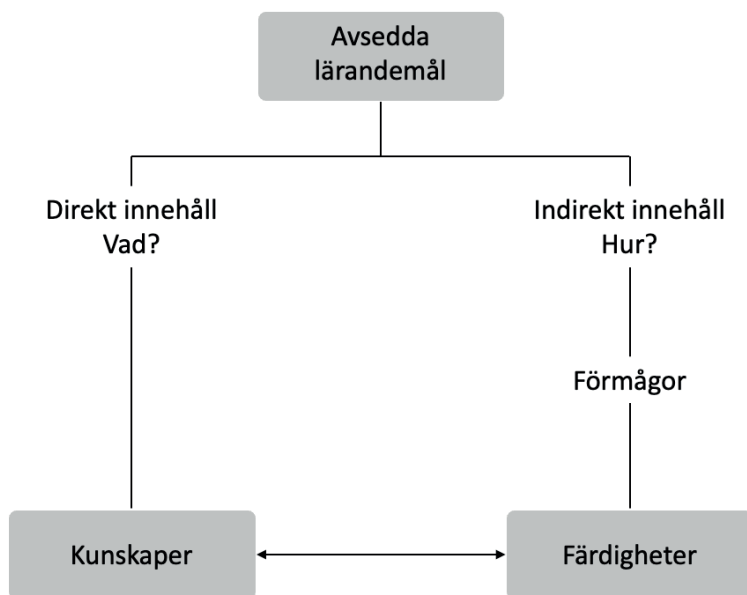
3.3 Det avsedda lärandet, kunskapsdimensioner, förmågor samt sammansatt tänkande

I DMGT framgår att elevers utvecklingsprocesser är beroende av katalysatorer där lärarens val av innehåll, det avsedda lärandet (Marton, 2015), påverkar vilka aspekter av innehållet som är möjliga att urskilja och vad elever kommer att ha möjlighet att utveckla. Det avsedda lärandet ingår som teoretisk utgångspunkt både i delstudie I och i delstudie III.

I delstudie I behövdes en teoretisk utgångspunkt som kunde beskriva det innehåll som lärare vill att elever ska lära sig i ett visst undervisningsområde. Eftersom det avsedda lärandet består av både undervisningens *vad*-aspekt och *hur*-aspekt (Marton, 2015) användes det som utgångspunkt i området modellering med digitala verktyg. Det gav möjlighet att undersöka vilket lärande lärare avser med sin undervisning. I delstudie III behövde också undervisningens *vad*- och *hur*-aspekter undersökas, och det avsedda lärandet ansågs lämpligt eftersom det omfattar både *vad*-, och *hur*-aspekter genom direkt och indirekt innehåll (Lo, 2012; Marton och Booth, 1997; Marton m.fl., 2004). Det direkta innehållet beskrivs som vad eleven ska lära uttryckt i kunskaper, och det indirekta innehållet beskrivs som de förmågor eleven ska utveckla för att kunna göra något med det direkta innehållet. Förmågorna kan då utvecklas till färdigheter (Figur 5). För att utveckla tekniska kunskaper, krävs enligt Hansson (2013) att vissa specifika förmågor används. För undervisning innebär det att läraren bör rikta fokus på både det direkta och indirekta innehållet för att utveckla olika

förmågor till kontextuella färdigheter (Marton m.fl., 2004). Exempelvis kan en lärare planera att eleven ska skapa en namnbricka i ett digitalt designverktyg. Det direkta innehållet kan då utgöras av att lära sig nödvändiga funktioner i designverktyget. Det indirekta innehållet skulle i samma aktivitet kunna vara att tillämpa dessa nödvändiga funktioner och att välja en lämplig strategi för modelleringen av namnbrickan.

Figur 5 Avsedda lärandemål som via direkt och indirekt innehåll visar vad eleven ska kunna (kunskaper) och vad eleven ska kunna göra med innehållet (färdigheter). Förmågor kan utvecklas till färdigheter i en context.



Tekniska kunskaper har tidigare i avhandlingen uttryckts i form av medborgarförmågor och ingenjörsförmågor, men för att analytiskt kunna separera olika kunskapsformer antogs i delstudie III en taxonomi som både visar och kombinerar fyra olika kunskapsdimensioner med sex olika förmågor (Anderson & Krathwohl, 2001). Därmed kan både direkta och indirekta innehåll påvisas. I taxonomin är kunskapsdimensionerna: faktakunskap, konceptuell kunskap, procedurkunskap och metakognitiv kunskap vilka innehåller både teoretiska och

praktiska kunskapsformer. I taxonomin presenteras också sex olika förmågor: minnas, förstå, tillämpa, analysera, värdera samt skapa. Varje kunskapsdimension kan i taxonomin kombineras med samtliga förmågor. För de avsedda lärandemålen kan, med stöd av taxonomin, såväl mentalt och kroppsligt lärande integreras och såväl direkt som indirekt innehåll samverka.

Sammansatt tänkande valdes som teoretisk utgångspunkt i delstudie III för att kunna beskriva komplexa aktiviteter. Sammansatt tänkande innebär enligt Lipman (2003) *kritiskt, kreativt, och komplext* tänkande som kan fungera var för sig eller i samverkan med varandra. Dessa tre delar utgör grunden för vad som i delstudie III anses vara komplexa aktiviteter. Den första delen, kritiskt tänkande förklaras som förmågan att analysera och göra bedömningar samt att reflektera och resonera. Den andra delen, kreativt tänkande och kreativitet handlar om att på olika sätt sammanföra kunskaper och erfarenheter i syfte att lösa ett problem. Kreativt tänkande kan med hjälp av återkoppling och övning utvecklas till mer avancerade kreativa former (Kaufman m.fl., 2018). Återkoppling och övning kan i ljuset av DMGT (Gagné, 2021a) förstås som en miljömässig katalysator och som en del i en utvecklingsprocess. Den tredje och sista delen i sammansatt tänkande, det komplexa tänkandet, fokuserar på kontextuell problemlösning, vilket binder samman olika typer av förmågor och kunskaper. När sammansatt tänkande syntetiseras med taxonomin över kunskapsdimensioner och förmågor kan komplexitet i aktiviteter påvisas.

I följande kapitel kommer avhandlingens design att presenteras där de olika teoretiska utgångspunkterna från det här kapitlet ges sin roll och position.

4 Forskningsdesign

Forskningen som presenteras i denna avhandling är uppbyggd på tre delstudier som var och en, på olika sätt, möter avhandlingens syfte. Respektive delstudies design kommer att redovisas nedan. I redovisningen presenteras även de metodologiska överväganden som gjorts i delstudierna.

I den första delstudien, delstudie I, var fokus hur tekniklärare erfar teknikundervisning med digitala verktyg för modeller och modellering. Data samlades in genom semistrukturerade intervjuer som analyserades tematiskt och fenomenografiskt. Denna delstudie resulterade i artikel 1 och artikel 2, samt en licentiatuppsats som försvarades i september 2021 (Brink, 2021). I denna delstudie beskrevs lärares *avsedda lärandemål* (se Marton, 2015) vid ett specifikt undervisningsinnehåll genom intervjuerna.

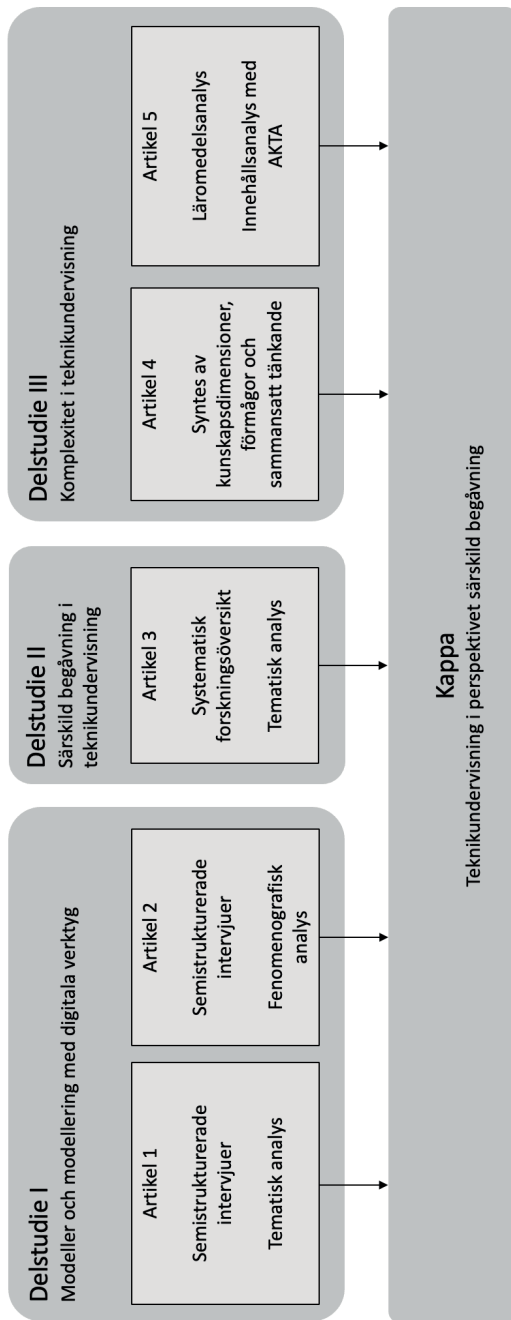
I den andra delstudien, delstudie II, undersöktes behoven hos elever med särskild begåvning i teknikundervisningen genom en systematisk forskningsöversikt. Behoven analyserades tematiskt och skrevs fram i ramverket CAAS (Complexity, Autonomy, Authenticity, Support) i artikel 3. I denna delstudie, beskrevs delar av elevgruppens *upplevda lärande* (se Marton, 2015) i teknikundervisning, kopplat till de behov som skrivits fram i forskningsöversikten. Från den andra delstudien framstod det vidare av särskild vikt att fokusera på behovet komplexitet eftersom det för elever med särskild begåvning är väsentligt att de får möta undervisning med komplext innehåll. Samtidigt finns det andra elevgrupper med andra behov och för exempelvis elever med svårigheter att nå lärandemål kan undervisningen istället behöva erbjuda enklare uppgifter och aktiviteter som fokuserar på uppdelat och mindre innehåll (Klapp & Jönsson, 2020). Med fokus på komplexitet för elever med särskild begåvning designades delstudie III.

Med stöd av CAAS syntetiserades i den tredje delstudien, delstudie III, kunskapsdimensioner, förmågor och sammansatt tänkande till ytterligare ett ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisnings aktiviteter: AKTA. AKTA kommunicerades i artikel 4. Därefter analyserades aktiviteter och texter i läromedel i teknikämnet vilka redovisats

i artikel 5. Denna tredje delstudie syftar till att belysa hur läromedel kan främja komplexitet i undervisningen. Aspekten komplexitet valdes särskilt ut från CAAS för att bidra med kunskap om hur komplexitet framställs i aktiviteter och elevtexter i läromedel.

CAAS och AKTA gav slutligen möjligheten att återvända och kasta nytt ljus över resultaten från delstudie I eftersom den inte har fokus på undervisning för elever med särskild begåvning. Genom de båda ramverken diskuteras hur undervisning med modeller och modellering med digitala verktyg kan bidra till undervisning som främjar komplexitet, autonomi, autenticitet och support, med specifikt fokus på elever med särskild begåvning. Avhandlingen består därmed av fem separata artiklar och en sammanhängande berättelse i kappan. Forskningsdesignen illustreras i Figur 6.

Figur 6 Forskningens design bestående av tre delstudier och en sammanhängande kapp.



4.1 Delstudie I – Modeller och modellering med digitala verktyg

Delstudie I hade fokus på fenomenet *undervisning med modeller med digitala verktyg i högstadiets teknikundervisning*. För att kunna beskriva erfarenheter av detta fenomen användes livsvärldsfenomenologi som teoretisk utgångspunkt eftersom den regionala livsvärlden är unik för varje person (Bengtsson, 2013). Tolv semistrukturerade intervjuer genomfördes med tekniklärare på högstadiet mellan oktober 2018 och september 2019. De tolv intervjuerna analyserades först tematiskt (Braun & Clark, 2006) för att kunna beskriva olika sätt att erfara fenomenet som helhet och därefter fenomenografiskt (Marton & Booth, 1997) för att kunna beskriva skillnaderna i olika sätt att erfara en del av fenomenet, undervisning med CAD (computer aided design) i högstadiet.

4.1.1 Semistrukturerad intervju

I delstudie I samlades data in genom semistrukturerade intervjuer eftersom intresset var att fånga beskrivningar av de intervjuades livsvärld och av att i ett relativt fritt samtal få de intervjuade att välja områden och formuleringar för att beskriva sina erfarenheter (Bryman, 2011). Den framtagna intervjuguiden med öppna frågor och följdfrågor (Bilaga B), styrde samtalet men riktningen på samtalet påverkades av de intervjuades svar. Intervjuguiden var skapad med livsvärldsfenomenologin som utgångspunkt (Bengtsson, 2013) med fokus på frågor om *vad?* och *hur?* undervisning med modeller och modellering med digitala verktyg planeras och genomförs. Följdfrågorna syftade till att utgöra ett stöd för att de intervjuade skulle reflektera över sig och sin relation till fenomenet i sin regionala livsvärld.

Relationen mellan den som intervjuar och den intervjuade påverkar vad den intervjuade väljer att berätta (Robson & McCartan, 2016) och relationen påverkas också av ett dubbelriktat maktförhållande (Kvale & Brinkmann, 2014). Forskaren äger området och inriktningen för intervjun och visar detta genom exempelvis intervjuguiden. Å andra sidan äger den intervjuade makten över svaren och deras innehåll. För att i så stor utsträckning som möjligt skapa en maktbalans mellan dessa båda förhållanden planerades intervjuerna för att skapa en dialog som bygger på förtroende och ömsesidighet. Eftersom jag själv som forskare deltog i intervjun var jag också en del av och påverkade den

intervjuades pågående livsvärld (Bengtsson, 2013). Denna påverkan var oundviklig men för att minimera den och stödja den intervjuade att själv reflektera och skapa en distansering från sin livsvärld, frågade jag under intervjuerna om förtydliganden och jag bad om belysande exempel.

De intervjuade kontaktades först via mail med ett informationsbrev (Bilaga A) om studien och möjlighet till telefonkontakt. Vid intervjuens början delgavs återigen den intervjuade information om studien och om att ljud skulle tas upp via en digital diktafon. Ett skriftligt samtycke samlades in (Bilaga A).

De intervjuade lärarna valdes strategiskt för att skapa en heterogen grupp av lärare med olika erfarenheter (Alexandersson, 1994). Det gav möjlighet att fånga nyanser och få variationer av fenomenet att framträda. Strategin byggde på att söka lärare med olika undervisningserfarenhet, olika kön och olika storlek på skolor där lärarna jobbade. Lärare hittades genom personliga kontaktnät, genom Karlstads universitets kontaktnät och genom ett nationellt teknikdidaktiskt nätverk men ingen av de intervjuade lärarna hade någon personlig relation med mig som forskare. Av de intervjuade teknicklärarna var sju kvinnor och fem män. Tre av de tolv intervjuade hade formell behörighet att undervisa i teknikämnet men samtliga hade lärarlegitimation. De hade undervisat mellan 1 och 19 år vilket gav en stor spridning i undervisningserfarenhet. Antalet teknicklärare på skolorna varierade mellan 1 och 5, vilket indikerar att några teknicklärare saknade kollegor att på en daglig basis samverka med. Intervjuerna varade mellan 35 och 60 minuter.

4.1.2 Tematisk analys – delstudie I

Den första analysen av intervjuerna i delstudie I gjordes tematiskt (Braun & Clark, 2006; Clarke & Braun, 2013) för att beskriva olika sätt att erfara fenomenet *undervisning med modeller och modellering med digitala verktyg*. Inledningsvis lästes intervjuernas transkriptioner igenom flertalet gånger för att skapa en inledande överblick över materialet och tidiga tankar och funderingar noterades som senare kom att bidra till analysarbetet. Transkriptionerna gjordes av mig personligen i direkt anslutning till intervjuerna (och parallellt med

intervjuerna) för att stärka översättningen och transformationen av ljud till text. Det var också viktigt att transkriptionen skedde snabbt för att stärka möjligheten att göra en korrekt tolkning av ljuden (Bryman, 2011). Trots ansträngningen att göra en korrekt översättning fanns en medvetenhet om att översättningen är en tolkning (Kvale, 1996) och att olika metoder för transkriptionen kommer att synliggöra olika aspekter. I det här fallet låg fokus på innehållet i intervjuerna, inte på vilket sätt innehållet presenterades.

Efter den inledande genomläsningen skapades inledande koder (Braun & Clark, 2006). Detta skedde förutsättningslöst med stöd av de inledande tankar och funderingar som noterats. Här fanns ingen mall eller kriterier för vilka uttalanden, områden eller begrepp som skulle väljas utan alla noteringar gavs lika uppmärksamhet och en notering kunde rymmas i flera av de inledande koderna. Därefter söktes teman bland koderna. Sökning skedde genom jämförelse och sammanställning av koderna för att hitta likheter och skillnader dem emellan i en iterativ process som slutligen kom att resultera i teman. Dessa teman granskades och inga koder lämnades utanför något tema. Temana gavs deskriptiva namn och gränserna för temana klargjordes. Eftersom temana besvarade lärarnas syfte med sin undervisning om digitala modeller behövdes en syntes av de skapade temana som tog fram olika aspekter av undervisningens innehåll och metoder kopplade till varje tema. I syntesen synliggjordes temanas relationer och de olika undervisningsaspekterna visade temanas överlappning med varandra.

4.1.3 Fenomenografisk analys

I delstudie I analyserades de tolv intervjuerna dessutom fenomenografiskt (Marton & Booth, 1997) med syfte att förstå och finna kvalitativt skilda sätt att som teknicklärare erfara fenomenet *teknikundervisning med CAD*. Det fenomenografiska analysarbetet påbörjades genom att notera meningsbärande enheter som ord och begrepp som frekvent förekom i datamaterialet. Dessa meningsbärande enheter grupperades och kontrasterades mot varandra varefter nya intervjuer tillkom. Analysarbetet var alltså ett arbete som pågick parallellt med intervjuerna. Efter nio intervjuer hade grupperingarna formats och mättnad i materialet hade uppstått. Det fanns då stabila kategorier som inte längre förändrades. De ytterligare tre intervjuer som genomfördes

säkerställde kategorierna och gav samtidigt ett rikare underlag till den fenomenografiska analysen. De fyra resulterande kategorierna skiljs åt av olika variationer av att erfara fenomenet. I den här studien utgörs variationerna av lärarnas olika *avsedda lärandemål*. Dessa avsedda lärandemål skapar kategoriernas hierarki och tillika undervisningsprogression.

4.1.4 Metodologiska reflektioner från delstudie I

De etiska överväganden som gjorts i delstudie I beskrivs i avsnitt 4.5, men i detta avsnitt presenteras en reflektion över de metodologiska val som gjorts och hur de kan ha påverkat resultaten. Den livsvärldsfenomenologiska utgångspunkten påverkade valet av metod och eftersom syftet var att undersöka och beskriva lärares erfarenheter valdes intervjuer. Genom intervjuerna, och med stöd av intervjuguiden, gavs de intervjuade lärarna möjlighet att själva, och med egna ord, berätta om sina erfarenheter. Livsvärldsfenomenologin begränsar samtidigt möjliga metodval och vilka slutsatser forskaren kan dra utifrån empiriinsamlingen (Bengtsson, 2013). Det är endast möjligt att dra slutsatser från det som sagts i intervjuerna och det kan finnas ytterligare erfarenheter som inte kommunicerats. Dessa fångas inte med den valda metoden.

Urvalet av lärare gjordes för att täcka upp en bredd av olika lärare. Både behöriga och obehöriga tekniklärare tillfrågades, men endast behöriga lärare valde att delta i studien. Detta kan ha påverkat resultaten eftersom ungefär hälften av högstadiets tekniklärare saknar behörighet (Skolverket, 2023, 2025a). Ett möjligt skäl att avstå intervju kan vara att lärarna inte genomförde någon undervisning med modeller och modellering med digitala verktyg, varför de lärarna inte heller skulle bidra med några erfarenheter. Det slutliga urvalet anses fylla syftet med studien.

Ett annat val som gjordes i delstudien vara att endast samla empiri via digitala ljudupptagningar. Det kan ses som en brist då gester och kroppsspråk går förlorat. Empirin anses ändå utgöra ett rikt underlag då intervjuerna var omfattande både i tid och innehåll. Därtill har transkriptionerna gjorts av en och samma forskare i direkt anslutning till

intervjuerna då situationen med gester och kroppsspråk kvarstod i minnet.

En viktig komplettering i delstudien hade kunnat vara att *observera* tekniklärare när de undervisar om fenomenet modeller och modellering med digitala verktyg för att få ytterligare information om deras avsedda lärandemål, *vad* de undervisar och *hur* de undervisar. De teman som skapades från intervjuerna svarar på *varför* lärare undervisar om fenomenet. Tidigare forskning har visat att det finns en diskrepans mellan vad lärare säger att de gör i undervisning, och vad de faktiskt gör i undervisning (Claesson, 2004). Det finns inga skäl att misstro de intervjuade lärarna, men vad de säger att de gör behöver inte nödvändigtvis innebära att de faktiskt gör det de säger. Observationer skulle därför kunna fördjupa och bredda kunskapsbidraget genom att också visa hur de avsedda lärandemålen verkställs till iscensatta lärandemål. Syftet med delstudien var ändå att beskriva lärares erfarenheter genom intervjuer och därför användes intervjuguiden som ett viktigt redskap för att hjälpa den intervjuade att fördjupa sina berättelser.

4.2 Delstudie II – Särskild begåvning i teknikundervisning

I delstudie II var syftet att beskriva och syntetisera kunskap om *elever med särskild begåvnings behov i teknikundervisning*. En systematisk forskningsöversikt (Hart, 2018) och en tematisk analys (Braun & Clark, 2006; Clark & Braun, 2013) genomfördes under våren 2023 för att kunna möta syftet.

4.2.1 Systematisk forskningsöversikt

Arbetet med forskningsöversikten följde Hart (2018) och inleddes med att formulera två forskningsfrågor som kom att vägleda resterande arbete. Därefter skapades sökblock och avgränsningar som skulle användas vid sökningar i databaserna. Det fanns misstankar att det kunde vara begränsat med artiklar varför sökningarna gjordes så breda som möjligt. Tre sökblock ansågs täcka området med bredd: särskild begåvning (gifted), teknikundervisning (technology education) samt behov (need). Sökningen innehöll flera begrepp som används inom forskningsfältet särskild begåvning för att inte begränsas av enskilda perspektiv eller modeller för särskild begåvning och för få med så

många artiklar som möjligt i forskningsöversikten: gifted, talent, high potential, high achiever, high ability och varianter och omskrivningar av dessa begrepp. Till dessa begrepp adderades (med varianter) i sökningen teknik-, STEM- och ingenjörundervisning (technology education, STEM education, engeneering) för att få tag på artiklar som beskriver undervisning med tekniskt innehåll. Förutom att använda teknikundervisning, söktes också teknikundervisning inom begreppet STEM-undervisning (Science, technology, engineering and mathematics). Slutligen adderades behov (needs) till sökningen och varianter och omskrivningar av detta begrepp för att nå de behov elever med särskild begåvning kan ha.

Forskningsartiklar skrivna på engelska, granskade och publicerade mellan år 2010 och 2023 söktes genom två olika databaser. År 2010 är en relevant gräns eftersom många länder införde digitalisering i sina kursplaner och ämnesplaner runt den tiden (se exempelvis Department for Education, 2025; Finnish National Agency for Education, 2025; Skolverket, 2022a). En ämnesspecifik databas ERIC³ (Educational Resources Information Center) valdes för att fokusera utbildningsvetenskap. En ämnesövergripande databas Scopus⁴ valdes också för att skapa möjlighet att fånga artiklar skrivna i närliggande områden till utbildningsvetenskap men med relevans för teknikundervisning. Fem sökningar genomfördes under januari och februari 2023.

En tabell skapades för metadata i Excel och bestod av rubrikerna: Författare (år), Ursprung, Journal, Syfte, Sammanfattning, Begrepp, Utbildningsnivå, Metod, Forskningsansats. Vidare togs inkluderingskriterier fram varav alla skulle vara uppfyllda för att en artikel skulle ingå i studien: a) Relevans för teknikundervisning eller STEM-undervisning där artiklar som enbart innehåll matematikundervisning exkluderades, b) relevans för undervisning för elever med särskild begåvning och c) relevans för behov hos elever med särskild begåvning.

³<https://eric.ed.gov/>

⁴ <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>

Därpå identifierades artiklar som skulle kunna bli relevanta för studien genom screening av titel, abstrakt och nyckelord. Screeningen resulterade i 36 utvalda artiklar som skrivs in i tabellen med metadata. Efter det följde en fulltextläsning där texterna värderades och granskades mot de uppställda kriterierna. Efter genomläsning och matchning med inkluderings- och exkluderingskriterier kvarstod 20 artiklar aktuella för tematisk analys.

4.2.2 Tematisk analys – delstudie II

Den tematiska analysen av de 20 urvalsartiklarna följde samma tillvägagångssätt som i delstudie I (Braun & Clarke, 2006; Clarke & Braun, 2013). Inledningsvis lästes samtliga artiklar flera gånger och initiala noteringar skapades. Därefter organiserades noteringarna systematiskt med fortsatt samtidig läsning av artiklarna, varefter 21 olika koder bildades av noteringarna. Koderna bearbetades ytterligare till de resulterande 4 temana som baserades på likheter och meningsskapande aspekter. Temana gavs därefter sina namn.

4.2.3 Metodologiska reflektioner från delstudie II

En forskningsöversikt kan visa en sammanställning av kunskapsläget inom det utvalda området. I den här forskningsöversikten står teknikundervisning för elever med särskild begåvning i fokus och ger förutom en sammanställning även ett nytt kunskapsbidrag. Syntesen av de ingående artiklarna visar vilka *behov* som behöver mötas i teknikundervisningen för elever med särskild begåvning. Hart (2018) och Nilholm (2017) påstår att forskningsöversikter även kan visa vilka kunskapsluckor som återstår i forskningsfältet. Eftersom mötet mellan det teknikdidaktiska forskningsfältet och forskning om särskild begåvning är nytt är forskningsluckorna stora, varför fokus ligger på det kunskapsbidrag som delstudien ger och inte på att skriva fram kunskapsluckor.

Det finns argument för att en forskningsöversikt inte ger något nytt kunskapsbidrag utan enbart utgör en sammanställning av redan etablerad kunskap (Nilholm, 2017). Genom att samla den kunskap som finns och presentera den tematiskt kastas nytt ljus över fenomenet som undersöks. Nya insikter om fenomenet kan erhållas och ett nytt kunskapsbidrag kan därvid skapas. Studierna som beskrivs i de utvalda

artiklarna som ingår i delstudie II har använt olika utgångspunkter och definitioner för särskild begåvning, vissa med fokus på högt IQ, andra med fokus på lärarnomineringar. Vissa studier har använt kvalitativa forskningsansatser, andra har använt kvantitativa ansatser. Genom de olika utgångspunkterna ger syntesen av artiklarna en bred ingång till fenomenet och ett resultat som inte synliggörs i respektive artikel.

4.3 Delstudie III – komplexitet i teknikundervisning

Delstudie III genomfördes i två faser för att kunna beskriva och analysera teknikundervisningens aktiviteter i läromedel och för att kunna analysera läromedlens elevtexter. I den första fasen identifierades ett behov av ett ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter, samt ett behov av en kodningsmanual för analys av läromedels olika tekniska begrepp. Behoven resulterade i ett ramverk för analys av aktiviteter: AKTA, samt en manual för analys av begrepp. AKTA och manualen skapade förutsättningar att analysera läromedel avseende komplexitet, vilket utgjorde delstudiens andra fas. I respektive delavsnitt nedan redovisas först metoden för hur AKTA togs fram, därefter hur kodningsmanualen för begrepp antogs och slutligen hur läromedel analyserades med hjälp av AKTA och kodningsmanualen.

4.3.1 Beskrivning och analys av aktiviteter

Tidigare har det saknats ett sätt att beskriva och analysera teknikundervisningens aktiviteter där aspekter av komplexitet synliggörs. Teknikämnets karaktär består av lärande *om*, *med*, *i* och *genom* teknik, varför aktiviteter kan omfattas av både kunskaper och förmågor. Baserat på lärarens avsedda lärandemål där både ett direkt innehåll och ett indirekt innehåll kan fokuseras i undervisningen (Lo, 2012; Marton & Booth, 1997; Marton m.fl., 2004) kan kunskaper och förmågor särskiljas varandra och analytiskt separeras. Det direkta innehållet visar vad eleven ska kunna (kunskaper i olika dimensioner) samt vad eleven ska kunna göra med det aktuella innehållet (färdigheter). För att utveckla kunskaper och färdigheter används olika förmågor, och det är dessa förmågor som i en teknisk kontext utvecklas till mer specifika tekniska färdigheter (Figur 5).

Med fokus på avsedda lärandemåls båda delar, direkt och indirekt innehåll, valdes en taxonomi som kombinerar kunskapsdimensioner

och förmågor (Anderson & Krathwohl, 2001). För att kunna analysera komplexitet i aktiviteterna krävdes ett sätt att urskilja vilka kombinationer av kunskapsdimensioner och förmågor som är komplexa. Här användes sammansatt tänkande (Lipman, 2003) som syntetiserades taxonomin och som kan visa vilka kombinationer av kunskapsdimensioner och förmågor som kan utgöra komplexitet. Resultatet av syntesen är ramverket AKTA (Analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter). För utförligare beskrivning se artikel 4.

4.3.2 Kodningsmanual för begrepp i läromedel

De utvalda centrala tekniska begrepp som presenteras i läromedlen genom markeringar presenteras på olika sätt. Vissa begrepp nämns utan att förklaras närmare och andra begrepp diskuteras och förklaras mer ingående. För att kunna urskilja på vilket sätt komplexitet framträder i elevtexterna, och besvara forskningsfrågan i delstudien, var det viktigt att analysera hur begreppen framställs i elevtexterna. Detta skedde genom att koda begreppen och en kodningsmanual bestående av tre olika nivåer bedömdes lämplig baserat på hur omfattande kontext som gavs begreppen (Ammert, 2011). I den första nivån *konstaterande* nämns begrepp utan någon förklaring. Den andra nivån *definition*, ger läsaren en kortfattad förklaring av begreppet. I den tredje nivån *förklarande och reflekterande* beskrivs begreppen på ett djupare plan där exemplifieringar eller påvisade relationer till andra begrepp eller områden kan förekomma. Den tredje nivån, anses i studien beskriva begrepp på en komplex nivå.

4.3.3 Läromedelsanalys

Den andra fasen av delstudie III inleddes med att undersöka hur läromedel för högstadiets teknikämne kan möta behov av komplexitet (hos elever med särskild begåvning eller andra elever). Det vill säga, på vilket sätt framträder komplexitet i aktiviteter i läromedlen samt på vilket sätt framträder komplexitet i elevtexter i läromedlen. Tre läromedel ingick i delstudie III där både elevbok och lärarhandledning var inkluderade (Citrohn & Lovén, 2022; Frid & Henderson, 2023; Svensson m.fl., 2018). Fyra kapitel från varje läromedel analyserades med komplexitet som utgångspunkt så som komplexitet beskrivs enligt ramverket AKTA (se artikel 4). Urvalet av läromedel baserades på utgivning under eller efter år 2018 då digitalisering skrevs in i läroplanen för

grundskolan (Skolverket, 2022a; Utbildningsdepartementet, 2017) och som innebar förändringar för teknikämnet. Det centrala innehållet för årskurs 7–9 justerades och fick ett tydligare fokus mot programmering och styrning (Skolverket, 2022b). Vid starten av delstudie III, våren 2023, fanns det tre tryckta läromedel för högstadiet med motsvarande digitala versioner som svarade mot urvalskriterierna. I de digitala versionerna finns det möjligheter för elever att ändra textstorlek och få text uppläst. I övrigt var innehållet detsamma som de tryckta läromedlen. Det fanns våren 2023 också helt digitala läromedel, exempelvis Exploro Teknik⁵ och Digilär⁶, men valet föll på att enbart studera tryckta läromedel eftersom helt digitala läromedel kan förändras och uppdateras kontinuerligt. Det skulle därför vara svårt att hänvisa till en aktivitet om den inte längre finns tillgänglig eller har förändrats.

Samtliga aktiviteter som ingick i de tolv kapitlen analyserades avseende vilka kunskapsdimensioner och förmågor som fokuserades i aktiviteten och gavs en kod. Koderna sammanställdes, summerades och dokumenterades i Excel. Även de kombinationer som innehöll sammansatt tänkande summerades, i fortsättningen kallat *komplexa kombinationer*. Därefter undersöktes samtliga aktiviteter för i vilken miljö de föreslogs utföras, i skolan eller på annan plats. De utvalda centrala tekniska begreppen som presenterades i de tolv kapitlen kodades enligt beskrivningen i avsnitt 4.3.2 och dokumenterades. Dessa sammanställningar granskades därefter för att finna på vilka sätt komplexitet framträder i läromedlen.

4.3.4 Metodologiska reflektioner från delstudie III

Läromedelsanalysen i delstudie III är inte en jämförelse mellan de tre läromedlen utan en systematisk undersökning av på vilket sätt komplexitet framträder. I läromedlen finns flera bilder och flera texter, men det var endast i textrepresentationer som läromedelsförfattarna hade markerat utvalda tekniska begrepp. Därför ingår endast begrepp som presenteras genom text i studien och inte andra former av utvidgat textbegrepp (se exempelvis Selander, 2011; Wejrums, 2024).

⁵ <https://teknik.portal.exploro.se/hogstadiet>

⁶ <https://www.nok.se/titlar/laromedel-b3/digilar-teknik-for-arskurs-7-92/10b0115a-de0e-49e0-b5c4-ed85f5735b5f>

En viktig reflektion i denna delstudie är att läromedlen inte utgör teknikämnet. Teknikämnet utgörs inte heller av de aktiviteter eller texter elever får möta. Teknikämnet utgörs av den sammanvävda undervisning som varje elev får möta med det innehåll och de aktiviteter som läraren valt ut och som iscensatts, de didaktiska val som läraren gör och det som manifesteras i klassrummet. Att det finns aktiviteter tillgängliga i läromedel innebär inte att de används i undervisningen och att elever får möta dem, men de är möjliga att använda. Studiens syfte är att undersöka vad aktiviteten i sig kan erbjuda i form av kunskapsdimensioner, förmågor och komplexitet, oberoende av vilken elev som utför aktiviteten och oberoende hur elever erfar aktiviteten.

4.4 Återblick på delstudie I

För att kunna svara mot syftet med avhandlingen och besvara avhandlingens övergripande forskningsfråga användes CAAS och AKTA (resultat från delstudie II och III) som linser i en återblick för att kasta nytt ljus på resultaten från delstudie I där avsikten var att diskutera dem. De resulterande fyra teman och fyra kategorier från delstudie I visar viss överlapp mellan temana och viss progression mellan kategorierna. I återblicken granskades dessa teman och kategorier med utgångspunkt i både behov hos elever med särskild begåvning samt på komplexitet i aktiviteter. Granskningen genomfördes genom att temans *undervisningsaspekter* (innehåll och metoder i undervisningen) jämfördes mot undervisning som svarar mot behoven i CAAS: komplexitet, autonomi, autenticitet och support. Därefter granskades kategoriernas *avsedda lärandemål* mot kunskapsdimensioner och förmågor (se Anderson & Krathwohl, 2001) samt sammansatt tänkande (se Lipman, 2003) vilket motsvarar komplexitet i aktiviteter. Dessa återblickar på resultaten från delstudie I diskuteras som svar på avhandlingens övergripande forskningsfråga. Även om delstudie I saknade fokus på särskild begåvning är resultaten möjliga att diskutera med det fokuset. När lärarna under intervjuerna beskrev sin undervisning framkom flera exempel på hur de försökte anpassa undervisningen till elever som snabbt blev klara med en uppgift eller till elever som hade mer kunskaper än de själva i vissa områden. I denna avhandling är en utgångspunkt och ett antagande att det i de intervjuade lärarnas berättelser kan röra sig om elever med särskild begåvning.

Denna utgångspunkt och detta antagande baseras på att ingen identifiering av elever med särskild begåvning har gjorts.

4.5 Etiska överväganden

I avhandlingsarbetet har flera etiska överväganden gjorts. Den tidigare licentiatuppsatsen bygger på personliga intervjuer med verksamma lärare och granskades därför av Karlstads universitets etikprövningsnämnd (Diarienummer HS 2019/405). I likhet med etikprövningsnämnden gjordes bedömningen att intervjuerna inte kommer att innehålla några känsliga uppgifter eller innebära något fysiskt ingrepp, inte heller att de intervjuade kommer att utsättas för några personliga negativa konsekvenser som stress eller obehag. Då intervjuer ändå utgör personlig information har allt insamlat intervjumaterial i alla led hanterats enligt god forskningssed och etiska riktlinjer (Vetenskapsrådet, 2002; Vetenskapsrådet, 2017, 2024). De båda artiklarna från licentiatuppsatsen ingår i denna avhandling. Avhandlingen som helhet har också genomgått Karlstads universitets etikgranskning (HS 2022/1126) och bedömdes inte vara i behov av ytterligare etikprövning. Eftersom de tillkommande delstudierna II och III behandlar publicerade dokument i form av forskningsartiklar och läromedel, och inte behandlar några personuppgifter, ansågs inte vidare prövning nödvändig. Alla forskningsdata från delstudie I (ljudfiler, transkriptioner och intervjunycklar) har lagrats på Karlstads universitets digitala plats för säker lagring (Sunet Drive), samtyckesbrev förvaras i enlighet med Prefekts ansvar (Rb 53/02) och gallring kommer att ske enligt Informationshanteringsplanen för forskningsmaterial (Informationshanteringsplan C2023/390).

I delstudie I kombinerades en halvtidstjänst som lärare på i högstadiet med forskarstudier. Undervisningen på högstadiet omfattade ämnena teknik, matematik, fysik, kemi och biologi. Genomförandet av intervjuer med verksamma lärare ställde krav på kritisk reflektion kring de dubbla rollerna (som verksam lärare och forskare) i relation till forskningspersonerna och forskningsmaterialet. Vid förfrågan om intervjuer och vid genomförandet av intervjuerna angavs inte rollen som tjänstgörande lärare, med syftet att undvika underförstådd samhörighet och förgivettaganden mellan lärare och ämneskollegor. Däremot har de egna förförståelserna för det studerade fenomenet

hjälp till att sätta den intervjuades livsvärld i förgrunden. Samtidigt har de egna förförståelserna kunnat skapa en brygga mellan de båda skilda livsvärldarna. Det förekommer att intervjuade personer väljer att svara på sätt som de tror att forskaren vill ha, en slags social önskvärdhet om passande svar (Kvale & Brinkmann, 2014), vilket behövde undvikas i denna studie. Vidare informerades intervjupersonerna skriftligen om studien och om etiska riktlinjer (informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet) och de gav sitt samtycke skriftligt. De fick dessutom själva välja tid och plats för samtalet så att de skulle känna sig så bekväma som möjligt.

Gentemot forskningsmaterialet var förhållningssättet distanserat och ett aktivt arbete pågick med att inte göra underförstådda antaganden genom att ständigt ställa frågor till materialet av typen: Hur vet jag det? Varför ser jag det? Vilka belägg visar datamaterialet? Dessa frågor var viktiga för att säkerställa att resultaten utgick från det insamlade materialet och inte från de egna erfarenheterna. Däremot nyttjades mina kunskaper och erfarenheter när resultatet och resultatens relation till teknikundervisningens innehåll diskuterades.

Det har i alla led i avhandlingen varit viktigt att sätta eleverna i centrum, och att överväga vad resultaten från studierna kan få för konsekvenser i klassrummet för eleverna. Från delstudie I kan de intervjuade lärarnas teknikundervisning indirekt ha påverkats av intervjusituationen genom att lärarnas reflektioner från intervjun kan ha förändrat och utvecklat deras undervisning. Bedömningen gjordes att en eventuell förändring och utveckling skulle kunna vara till elevernas fördel.

I delstudie II och III kombinerades forskarstudierna med en halvtidstjänst som adjunkt vid de korta och långa lärarutbildningar vid Karlstads universitet. Eftersom delstudie III fokuserar på läromedel uppstod emellertid nya etiska utmaningar. Under åren 2015–2017 skrevs ett läromedel i teknik för högstadiet med mig som en av författarna (Karlsson & Brink, 2017). Läromedlet används i undervisning vid skolor men är inte inkluderat i delstudie III då det skulle innebära en jävsituation. Dessutom gavs läromedlet ut innan digital kompetens infördes i styrdokumentet (Skolverket, 2022a; Utbildningsdepartementet, 2017) och exkluderades därför. För att minimera den egna

påverkan vid analysen av de inkluderade läromedlen har ständigt liknande frågor som vid delstudie I ställts: Hur vet jag det? Vilka belägg visar datamaterialet? Arbetet som läromedelsförfattare har dock gett kunskaper och erfarenheter som kan bidra till en större förståelse för läromedel och hur dessa är utformade. Det är kunskaper som är delvis synliga i diskussionskapitlet i artikel 5 där resonemang förs om teknikutveckling och hur tryckta läromedel snabbt kan bli utdaterade. I analysarbetet av läromedlens aktiviteter och begrepp har ett systematiskt utformat ramverk, AKTA, använts för att de egna kunskaperna och erfarenheterna av undervisning och läromedel i så liten omfattning som möjligt skulle påverka kodningsarbetet. Processen för ramverkets tillblivelse är utförligt redogjort i artikel 4. I alla steg i samtliga delstudier har hänsyn tagits till de olika rollerna som tekniklärare, läromedelsförfattare, lärarutbildare och forskare. I samtliga steg har också aktiva reflektioner kontinuerligt förts över den påverkan dessa roller kan ha haft på forskningsarbetet, både i forskningsprocessen och i de publicerade resultaten.

4.6 Tillförlitlighet

Arbetet med den här avhandlingen har följt flera kvalitetskriterier för att resultatens tillförlitlighet ska vara så stor som möjligt. Kriterierna skapades för att trovärdighet, överförbarhet, pålitlighet och konfirmering ska kunna spåras och granskas (Lincoln & Guba, 1985).

Trovärdigheten i avhandlingen grundas i egen kunskap om det område som beforskas. Lång erfarenhet av teknikundervisning för högstadiet och erfarenheter som läromedelsförfattare har bidragit till ökad förståelse för arbetet. Samtidigt har en medveten distansering från datamaterialet upprätthållits för att så objektivt som möjligt skapa trovärdiga resultat. Alla delar i processen – delstudiernas design, datainsamling, transkribering och analys – har beskrivits tydligt för att säkerställa transparens (Bryman, 2011, Kvale & Brinkmann, 2014). Det kan vara svårt att duplicera intervjuer (som genomfördes i delstudie I), men intervjuguiden och beskrivningarna av de intervjuade lärarna och platserna för intervjuerna hjälper till att visa kontexten för datainsamlingen. Därmed kan någon annan göra liknande intervjuer med andra tekniklärare även om *överförbarheten* för delstudie I är delvis begränsad. För delstudie II och III är överförbarheten större eftersom

den systematiska forskningsöversikten kan genomföras igen och läromedlen på nytt kan analyseras.

Den kommunikativa trovärdigheten handlar om resultatens presentation, hur de skrivs fram i avhandlingen och i publicerade artiklar (Collier-Reed m.fl., 2009). Under arbetet har de olika texterna, artikelmanus och kappamanus, genomgått kollegial granskning och seminariebehandlats vid flera tillfällen i enlighet med Vetenskapsrådet (2024). Delstudier och resultat har också presenterats och publicerats vid nationella och internationella forskningskonferenser både inom det teknikdidaktiska fältet och inom forskning om särskild begåvning. Därtill gavs tillfälle att författa ett bokkapitel med peer-review-process med resultat från delstudie I (Brink, 2023). I artikel 1 och 2 har excerpts från intervjuerna valts ut vilka syftar till att visa analysarbetet och visa hur teman och kategorier skapats. I artikel 4 och 5 har exempel på aktiviteter och texter från läromedlen lyfts fram för att visa analysarbetet och resultaten.

Studiens pålitlighet skapas i förhållande till de metoder som använts för att besvara de olika forskningsfrågorna. Avhandlingens resultat bör dock diskuteras utifrån att intervjuerna i delstudie I genomfördes under den då gällande läroplanen Lgr11, och när delstudie III genomfördes hade en ny läroplan trätt i kraft, Lgr22 (Skolverket, 2022b). Två av de läromedel som analyserades är utgivna efter införandet av Lgr22, och det tredje läromedlet har enligt förlagets utsaga⁷ en tydlig koppling till kursplanen i teknik enligt Lgr22. Skillnaderna som finns för teknikämnet i Lgr11 och Lgr22 (Skolverket, u.å.) har granskats, och där konstateras att dessa skillnader inte bör påverka resultatdiskussion i avhandlingen. Så trots att intervjuerna (som genomfördes under 2018–2019) idag är några år gamla, och en ny kursplan har börjat gälla, finns det skäl att anta att intervjuerna fortfarande är aktuella och giltiga i förhållande till avhandlingens syfte och övergripande forskningsfråga. De egna värderingarna kopplat till mina tidigare erfarenheter har diskuterats i de etiska överväganden som gjorts vilket bidrar till avhandlingens konfirmering.

⁷ <https://www.sanomautbildning.se/sv/produkter/teknik-direkt-9789152338018/>

5 Resultat

Resultatet som besvarar avhandlingens övergripande forskningsfråga *Hur kan teknikundervisning i högstadiet erbjuda elever med särskild begåvning undervisning som möter deras behov?* baseras på de fem ingående artiklarnas egna resultat. För att kunna diskutera avhandlingens resultat och syfte följer här en sammanfattning av delresultaten.

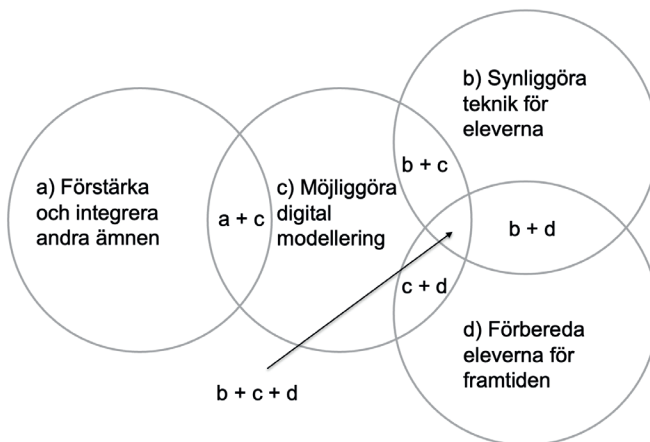
5.1 Artikel 1

I denna artikel (Brink m.fl., 2021) presenteras lärares erfarenheter av undervisning med digitala modeller i fyra teman. Dessa är:

- a) Förstärka och integrera andra ämnen,
- b) Synliggöra teknik för eleverna,
- c) Möjliggöra digital modellering och
- d) Förbereda eleverna för framtiden.

Varje tema visar lärarnas syfte med undervisningen i området digitala modeller, och varje tema visar också olika undervisningsaspekter med innehåll och metod för undervisningen, som delvis kan vara överlappande. Temana visualiseras i Figur 7.

Figur 7 Lärares erfarenheter av undervisning med modeller och modellering med digitala verktyg presenterat i fyra teman med viss överlappning.



I det första temat, *Förstärka och integrera andra ämnen*, berättar lärarna att syftet är att stärka andra ämnens innehåll och skapa en kontext för dessa andra ämnen. Exempelvis kan matematiska begrepp diskuteras eller slöjdarbeten förberedas i teknikundervisningen.

Det andra temat, *Synliggöra teknik för eleverna*, beskriver hur lärarna använder olika digitala medier, för att konkretisera abstrakt och komplicerad teknik. Lärarna berättar att modellerna av teknik som visualiseras genom exempelvis YouTube, filmer, spel eller olika simuleringsapplikationer bidrar till att det blir lättare för eleverna att greppa, och att det i sin tur skapar goda underlag för diskussioner. I dessa diskussioner kan teknikens fördelar och nackdelar belysas.

I tema tre, *Möjliggöra digital modellering*, får eleverna använda olika digitala designverktyg för att själva skapa en modell av ett objekt enligt de intervjuade lärarna. Eleverna får också skapa digital kod i olika digitala programmeringsverktyg. Lärarna beskriver att syftet med undervisningen i detta tema bland annat är att visa eleverna att teknikutveckling vanligtvis är en iterativ process. Som den del i den iterativa processen låter flera lärare sina elever att skriva ut sina modeller i en 3D-skrivare. Lärarna poängterar att det behövs en brygga mellan digitala och fysiska objekt, och att det inte alltid är tillräckligt med modeller som visas digitalt på en skärm för att eleverna ska kunna lära sig innehållet i undervisningen. Undervisningen i detta tema beskrivs som relativt fritt, där elever har stora möjligheter att påverka innehållet och vad de ska designa.

I det sista temat, *Förbereda eleverna för framtiden*, visas att lärarna undervisar med digitala modeller för att elever ska dels ska förstå tekniken i sin egen omgivning och tryggt kunna navigera i en allt mer programmerad omvärld, och dels för att öka intresset för högre tekniska utbildningar. Även i detta tema förs diskussioner om teknikens fördelar och nackdelar.

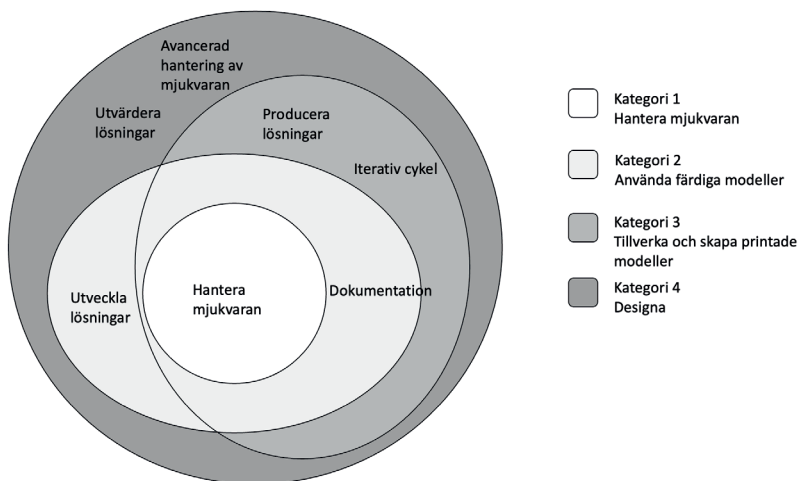
En slutsats från artikeln är att begreppen *digitala modeller* och *digital modellering* erfars olika av olika tekniklärare och att undervisning med digitala modeller inte kan beskrivas som en enskild idé. Elever tycks möta olika innehåll i undervisningen. I artikeln och även i

licentiatavhandlingen (Brink, 2021) påstås att begreppen behöver uttryckas mer nyanserat för att tydligare beskriva *vad* och *hur* innehållet kan undervisas. Det har resulterat i att begreppen *digitala modeller* och *digital modellering* delvis undviks i avhandlingen och i stället diskuteras exempelvis modellering med digitala designverktyg. Trots det benämns fortfarande tema 3 som *Möjliggöra digital modellering*.

5.2 Artikel 2

I denna artikel (Brink m.fl., 2022) fördjupas ett tema från den första artikeln, *Möjliggöra digital modellering*, och teknicklärarens erfarenheter av undervisning med CAD beskrivs. Resultat visar fyra kategorier av lärarens erfarenheter baserat på olika variationer i lärarnas intention med undervisningen. De avsedda lärandemålen synliggörs i en hierarkisk struktur. Den minst komplexa kategorin, *Hantera mjukvaran*, ingår i kategori 2, *Använda färdiga modeller*. Kategori 2 ingår i sin tur till största del i den tredje kategorin, *Tillverka och skapa printade modeller*. Den mest komplexa kategorin, *Designa*, omfattar alla tre övriga kategorier.

Figur 8 Avsedda lärandemål som kategorier med olika komplexitet.

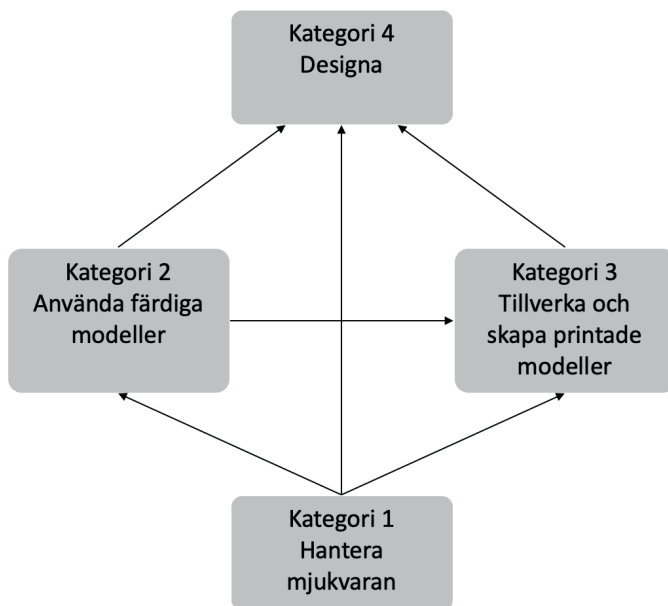


Lärarna beskriver intentionen med undervisningen med CAD utifrån vad de vill att eleverna ska lära, vilket synliggörs i Figur 8. Exempel på innehåll är att hantera mjukvaran, att utveckla lösningar, att dokumentera, att producera lösningar, att lära om iterativa cykler vid

produktframtagning, att utvärdera lösningar men också att lära mer avancerad hantering av mjukvaran.

Ytterligare ett resultat visar kategorierna inte bara som variationer av avsedda lärandemål, utan som ett resultat av undervisningsprogression. Tekniklärare kan välja att enbart undervisa utifrån en kategori, eller utifrån flera. Den största progressionen erbjuds elever när samtliga avsedda lärandemål används i undervisningen. Progressionen visas i Figur 9.

Figur 9 Undervisningsprogression utifrån avsedda lärandemål.



Slutsatsen i artikel 2, är att tekniklärare kan undervisa med CAD för att lära eleverna CAD som innehåll, som återfinns i kategori 1 och 4, eller så undervisar de med CAD för att lära eleverna andra innehåll som exempelvis delar av designprocesser som finns representerat i kategori 2, 3 och 4. Därmed diskuteras undervisning (i de olika kategorierna) att använda CAD eller undervisning genom att använda CAD.

5.3 Artikel 3

I artikel 3 (Brink, 2025b) genomfördes en systematisk forskningsöversikt (Hart, 2018) där behov hos elever med särskild begåvning undersöktes i relation till teknikundervisning med syftet att beskriva och syntetisera denna kunskap. Det resulterade i fyra teman, *komplexitet*, *autonomi*, *autenticitet* och *support*. Dessa teman kom att utgöra ramverket CAAS som beskriver behoven hos elever med särskild begåvning i teknikundervisningen, samt hur undervisningen kan möta dessa behov.

Elever med särskild begåvning behöver *komplexitet* i undervisningen. Undervisningen kan möta behovet genom att fokusera på förståelser på en djup och abstrakt nivå av tekniskt innehåll där begrepp, artefakter, system och processer undersöks i flera nivåer med olika kopplingar till varandra och där det tekniska innehållet analyseras och reflekteras. Undervisningen bör kontinuerligt möta detta behov genom undersökande och frågeställande aktiviteter där relationerna och intressen mellan olika tekniska innehåll och tekniska lösningar ställs mot varandra.

Autonomi uttryck i CAAS som elevers behov av att kunna kontrollera och påverka både djupet och bredden i innehållet och att kunna styra den egna lärandeprocessen i omfattning, hastighet och tidsåtgång. För att möta detta behov bör undervisningen, enligt CAAS, erbjuda elever att utveckla sitt intresse inom både kända och okända områden. Vidare beskrivs hur problem- och frågebaserat lärande gynnar elevers autonomi. Instruktionerna till problem- och frågebaserade aktiviteter bör vara öppna och ge elever visst friutrymme.

Autenticitet i CAAS, visar att elever med särskild begåvning behöver meningsfulla och relevanta aktiviteter som är baserade på verkliga situationer och problem. Innehållet som behandlas bör ha en tydlig relation till en verklig kontext. Till autenticitet hör också behovet av att använda professionella metoder och verktyg liknande de som används i tekniska yrken. Undervisningen bör möta behovet av autenticitet genom aktiviteter som möjliggör för elever att ställa frågor och identifiera egna tekniska problem samt att hitta egna kreativa lösningar.

I CAAS presenteras också *support* som ett behov hos elever med särskild begåvning i teknikundervisningen. Supporten bör utgöras av respons, feedback och diskussioner samt av erkännande på en kontinuerlig och individuell basis. Läraren är viktig gällande support till elever med särskild begåvning. Han eller hon bör vara tillgänglig, empatisk, responsiv och öppen för elevens idéer och med en positiv attityd. Till detta bör läraren vara kompetent med stor aktuell ämneskunskap.

I artikel 3 poängteras att elever med särskild begåvning är en heterogen grupp och att behoven kan variera. Dessutom hävdas att det kan finnas helt andra behov baserade på olika funktionsvariationer i kombination med de beskrivna i CAAS. Genom att planera undervisning med utgångspunkt i CAAS, som en proaktiv respons på behov, kan också underpresterande elever uppmärksammas. Genom uppmärksammade behov kan elevers intresse och motivation för teknikundervisningen öka om undervisningen anpassas eller differentieras att innehålla lämpliga insatser.

5.4 Artikel 4

I artikel 4 (Brink, 2025a) utvecklades ett analysverktyg för komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter för att kunna studera på vilket sätt komplexitet framträder: *Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter (AKTA)*.

Kunskaper och förmågor definieras i detta ramverk enligt Anderson och Krathwohls (2001) reviderade taxonomitabell i form av fyra kunskapsdimensioner: fakta-, konceptuell-, procedur- och metakognitiv kunskap samt sex förmågor: minnas, förstå, tillämpa, analysera, värdera och skapa (se Tabell 1). Till detta har sammansatt tänkande (Lipman, 2003) syntetiserats för att identifiera var komplexitet framträder i aktiviteter, vilket visas i de grå cellerna i Tabell 1. Sammansatt tänkande utgår från kritiskt tänkande, kreativt tänkande och komplext tänkande, var för sig eller samverkande.

Tabell 1 Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter

		Förmågor					
		Minnas	Förstå	Tillämpa	Analysera	Värdera	Skapa
Kunskapsdimensioner	Faktakunskap						
	Konceptuell kunskap						
	Procedurkunskap						
	Metakognitiv kunskap						

När teknikundervisningens aktiviteter analyseras genom ramverket synliggörs på vilket sätt kunskaper och förmågor länkar varandra samt *vad* och *hur* elever erbjuds att lära. Men framför allt visas vilka aktiviteter som erbjuder elever komplexitet. I ramverket kan också avsaknaden av komplexitet identifieras. När ramverket används för att analysera teknikundervisningens aktiviteter, framträder olika aspekter av teknikämnets karaktär. I artikeln argumenteras för att ämnets karaktär utgörs av att lära *om* teknik, *i* teknik, *med* teknik, och *genom* teknik. Ramverket ger teknicklärare, lärarstudenter och teknicklärarutbildare ett verktyg att systematiskt analysera aktiviteter i teknikundervisningen, både vid planering och utvärdering av undervisning.

5.5 Artikel 5

Syftet med denna artikel var att undersöka läromedel skrivna för högstadiets teknikundervisning avseende på vilket sätt komplexitet erbjuds i läromedlens aktiviteter samt elevtexter.

Tre tryckta läromedel fanns tillgängliga för det svenska högstadiets teknikundervisning vid studiens start, utgivna under eller efter 2018 då en ny reviderad kursplan togs i bruk (Skolverket, 2022a; Utbildningsdepartementet, 2017). Den reviderade kursplanen medförde stora förändringar för teknikämnet kopplat till digitalisering. Fyra kapitel från vardera läromedel valdes ut att representera årskurserna 7–9. Två av kapitlen valdes dessutom med liknande innehåll. Lärarhandledningarna till de utvalda kapitlen ingick också i studien med de aktiviteter som fanns presenterade där. I Tabell 2 visas bakgrundsinformation och

en översikt över läromedlen och de utvalda kapitlen. Mer detaljerad information ges i artikel 5.

Tabell 2 Översikt över studiens innehåll med bakgrundsinformation.

	Teknik Direkt	Titano Teknik	Stella Teknik	Summa
Antal kapitel	8	7	6	
Antal sidor	286	208	336	830
Antal utvalda kapitel	4	4	4	12
Antal sidor i de utvalda kapitlen	138	133	196	467
Antal aktiviteter i de utvalda kapitlen (elevbok och lärarhandledning)	182	184	221	587
Antal begrepp i de utvalda kapitlen	64	241	144	449

587 aktiviteter från både elevböcker och lärarhandledningar analyserades med *Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter*, AKTA (se artikel 4). Resultatet visar att aktiviteterna kan innehålla en komplex kombination av kunskapsdimensioner och förmågor upp till fem komplexa kombinationer eller inga komplexa kombinationer alls.

134 av 587 aktiviteter innehåller en komplex kombination och de är därmed mindre omfattande. Vanligtvis utgörs aktiviteten av en ensam fråga eller en enstaka uppmaning att utföra eller göra något. Större och mer omfattande aktiviteter som innehåller flera komplexa kombinationer är mer sällsynta i läromedlen (39 av 587 aktiviteter). I artikeln diskuteras att aktiviteterna som innehåller komplexitet kan erbjuda eleverna att lära sig att lära. Det ses som en generisk förmåga utan ett specifikt innehåll eftersom eleverna ofta själva får söka information från olika källor. Genom det diskuteras också att elever kan utveckla viss digital kompetens och delvis också källkritisk kompetens. De komplexa aktiviteterna kan dessutom erbjuda eleverna möjlighet att lära om teknik, då de flesta aktiviteter berör konceptuell kunskap. Här kan också nämnas att 414 aktiviteter inte innehåller någon komplex

kombination alls. Det är aktiviteter där eleverna återger given information de tidigare fått i kapitlet eller att eleverna tillämpar någon procedur efter givna sekventiella instruktioner. Endast 10 aktiviteter föreslås utföras i annan miljö än skolan, som hemaktiviteter eller som läxor och de riktas till intresserade elever eller skrivs fram i lärarhandledningarna som fortsättningsaktiviteter.

Elevtexterna innehåller utvalda centrala tekniska begrepp som läromedelsförfattarna har lyft fram genom kursivering, färgöverstrykning eller genom att lista dem i början av kapitlet. De utvalda begreppen, 449 stycken, analyserades med utgångspunkt i Ammerts (2011) teori om hur ett innehåll kan förmedlas. Varje utvalt centralt tekniskt begrepp placerades i en av följande tre kategorier: a) konstaterande, b) definition samt c) förklarande och reflekterande. Endast den tredje kategorin, *förklarande och reflekterande*, anses i studien som komplex nivå.

Resultaten av analysen av de tekniska begreppen i elevtexterna visar att läromedelsförfattarna har valt ut centrala tekniska begrepp i samtliga undersökta kapitel, men att det inte finns någon progression i hur komplext begreppen förmedlas och behandlas. Det finns heller inte någon progression gällande hur många begrepp som förekommer i de olika kapitlen. Resultaten visar därför att elever med särskild begåvning har möjlighet att möta begrepp som förmedlas och behandlas på en komplex nivå i alla årskurser, även om flertalet begrepp förmedlas och behandlas på en icke komplex nivå. Av samtliga utvalda begrepp i de undersökta kapitlen i läromedlen är 122 av 449 begrepp presenterade på en komplex nivå. Samtidigt varierar antalet utvalda begrepp stort mellan de olika kapitlen från 14 som minst till 106 som mest.

Elever med särskild begåvning behöver kontinuerligt utmanas och mötas i sina behov (Reis & Renzulli, 2010). En slutsats från resultaten är att läromedlens aktiviteter och elevtexter inte tycks ge denna kontinuitet avseende komplexitet. Den övergripande slutsatsen från studien är att tekniklärare behöver komplettera läromedel med olika didaktiska beslut för att behoven av komplexitet hos elever med särskild begåvning kontinuerligt ska mötas med progression.

5.6 Syntes av artiklarna

För att besvara avhandlingens övergripande forskningsfråga *Hur kan teknikundervisning i högstadiet erbjuda elever med särskild begåvning undervisning som möter deras behov?* ges i detta avsnitt en syntes av artiklarnas resultat. Resultatet från delstudie II (CAAS) bidrar till att integrera avhandlingens delstudier, genom att belysa och påvisa hur identifierade behov hos elever med särskild begåvning i teknikundervisningen kan mötas. De identifierade behoven i CAAS tolkas som ett uttryck för elevgruppens *upplevda lärande* (se Marton, 2015). De identifierade behovens möte med undervisningen diskuteras utifrån resultaten från både delstudie I och III. Sammantaget visas att teknikämnet har flera möjligheter att stödja utveckling och erbjuda elever med särskild begåvning undervisning som möter deras behov. Lärarens avsedda lärandemål (se Marton, 2015) styr vad eleverna kommer att möta i teknikundervisningen genom olika didaktiska val.

Behovet av *komplexitet* kan mötas i teknikundervisningen genom att exempelvis använda digitala visualiseringar av komplexa tekniska lösningar i undervisning. De intervjuade lärarna i delstudie I berättar att visualiseringarna ger ett stöd att på ett djupare sätt förstå både detaljer, samband och relationer mellan tekniska delar och tekniska system. Visualiseringarna ger också underlag för att diskutera tekniska lösningars och tekniska systems användning och syfte. De ger även underlag för att undersöka teknikens fördelar och nackdelar i form av tekniska dilemman. Vidare visas i samma delstudie att modellering med digitala designverktyg kan möta behovet av komplexitet när designen, delar av designprocessen och designverktyget samtidigt hanteras av eleverna i en aktivitet. Detta eftersom det kan utgöra flera parallella utmaningar och skapa progression. Samtidiga parallella utmaningar diskuteras i delstudie III som mer omfattande komplexa aktiviteter. Vid modellering kan också aspekter av att designa strategiskt (Chester, 2007) ingå i aktiviteten, det vill säga att skapa modellen så att den enkelt går att justera och förändra i det digitala verktyget. Behovet av komplexitet kan också mötas genom att det avsedda lärandet (se Marton, 2015) vid undervisning med CAD kan bestå av både kunskapsdimensioner och förmågor varav vissa kombinationer innehåller sammansatt tänkande (se Anderson & Krathwohl, 2001; Lipman, 2003).

I teknikämnetns aktiviteter som presenteras i de undersökta läromedlen i delstudie III, finns många exempel på komplexitet där kunskapsdimensioner och förmågor samverkar med sammansatt tänkande (se Anderson & Krathwohl, 2001; Lipman, 2003). Dessutom finns det aktiviteter som är mer omfattande och som därmed innehåller flera aspekter av komplexitet (jämför med samtida parallella utmaningar). I läromedlens texter finns det många utvalda centrala tekniska begrepp som förmedlas och behandlas på en komplex nivå, som både har förklarande och reflekterande beskrivningar (se Ammert, 2011). De tekniska begreppen som presenteras på en komplex nivå finns representerade i samtliga undersökta kapitel, dock med stor variation i antal. Resultaten av analyserna av både aktiviteter och elevtexter, visar att det finns möjligheter att möta behov av komplexitet i teknikundervisningen.

Autonomi kan erbjudas i teknikundervisningen och resultaten från de olika delstudierna visar flera exempel. I artikel 5 diskuteras elevers möjlighet att själva påverka omfattningen och innehållet i aktiviteter när de utförs i annan miljö, exempelvis som hemaktiviteter. Då kan eleverna lägga den tid och ansträngning de själva finner nödvändigt för att lösa aktiviteten på den nivå och med det djup de själva vill. Det kan jämföras med ett berikat innehåll vid differentierad undervisning (Tomlinson, 2016). I artikel 2 är ett resultat att när elever själva skapar designer med digitala verktyg enligt kategori 4, *designa*, är undervisningen väldigt fri och eleverna får till stor del själva utforska CAD-verktyget och själva bestämma vad de ska designa. Elever har i designaktiviteter som de beskrivs av tekniklärare stor möjlighet till autonomi.

Autenticitet visar sig på flera sätt i resultaten. Dels när lärare i delstudie I beskriver att de visualiserar teknik med stöd av modeller, eftersom eleverna då får möta verklig och befintlig teknik. Dels när digitala designverktyg som CAD används i undervisningen på liknande sätt som yrkesverksamma ingenjörer och tekniker använder dem. Olika CAD-program kan skapa viss progression i undervisningen, då de är olika avancerade. Vid undervisning med digitala designverktyg är också 3D-skrivare ett exempel på autentiska tillverkningsmetoder, som används både i skolan och professionellt. Autenticitet framträder dessutom när flera ämnen samverkar med teknikämnet genom modellering

(Hallström & Schönborn, 2019). I delstudie I finns exempel på undervisning där ämnen integreras med varandra. Teknikämnet och matematikämnet samverkar vid programmering och beräkningar. Teknikämnet och slöjdämnet samverkar vid konstruktion, ritningar och tillverkning av olika artefakter. Dessa exempel kan liknas med när ingenjören behöver både konstruera och hållfasthetsberäkna sin konstruktion (teknikämnet och matematikämnet) och när konstruktören behöver tillverka en prototyp (teknikämnet och slöjd). Dessutom framträder autenticitet i de läromedelstexter som ingår i delstudie III, där elevtexter förklarar och diskuterar verklig och redan befintlig teknik.

När tekniklärarna i intervjuerna i delstudie I beskriver att de vill förbereda eleverna för framtiden, öppnar det upp för att elever kan få *support* i tankar om utbildningsval och karriärval. I de aktiviteter som omfattar diskussioner (som påvisats i både delstudie I och delstudie III) kan elever få stöd av kamrater och lärare att utveckla sina idéer och förståelser för olika tekniska innehåll. Kamrater och lärare kan ge support i diskussioner oavsett kunskapsnivå, eftersom support kan handla om att bredda synen och vidga perspektiven på det tekniska innehållet (se exempelvis Reis m.fl., 2021; Stoeger m.fl., 2018).

Sammanfattningsvis konstateras att teknikämnet kan erbjuda undervisning som svarar mot behov av komplexitet, autonomi, autenticitet och support på flera olika sätt och att det finns möjligheter att skapa undervisning med progression för elever med särskild begåvning.

6 Diskussioner och implikationer

Avhandlingens syfte är att belysa hur teknikundervisning kan skapa förutsättningar för komplexitet och progression med ett specifikt fokus på elever med särskild begåvning. I det här kapitlet förs två övergripande diskussioner där avhandlingens kunskapsbidrag synliggörs, fördjupas och kritiskt diskuteras. De tre delstudiernas resultat är utgångspunkter för diskussionerna i relation till avhandlingens övergripande forskningsfråga: *Hur kan teknikundervisning i högstadiet erbjuda elever med särskild begåvning undervisning som möter deras behov?*

Först diskuteras att teknikundervisning kan skapa förutsättningar för komplexitet och progression genom sammanflätad undervisning, genom kreativitet och problemlösning och genom att lära elever att lära. Därefter diskuteras teknicklärarens medvetenhet om särskild begåvning i förhållande till teknikundervisningen och didaktiska val som ytterligare en förutsättning för komplexitet och progression. Vidare diskuteras lärarens medvetenhet om ämnets etiska och moraliska aspekter, samt medvetenhet om ämnets autenticitet. I dessa två övergripande diskussioner skrivs också implikationer för teknikundervisningen fram löpande.

I de tre delstudierna undersöktes teknicklärarens erfarenheter av modeller och modellering med digitala verktyg, vilka behov elever med särskild begåvning har i teknikundervisning samt hur läromedel i teknik möter behovet av komplexitet. Innan diskussionen påbörjas poängteras att elever med särskild begåvning inte är en definierad grupp och att det inte genomförs tester för identifiering med systematik i svensk grundskola. Det poängteras vidare att det kan finnas och troligtvis finns fler elever med behov enligt CAAS som också kan gynnas av teknikundervisning som innehåller dessa element. Slutligen poängteras att det kan finnas och troligtvis finns elever med särskild begåvning som har ytterligare behov förutom CAAS. Med det sagt inleds kapitlet med att teknikundervisning kan skapa förutsättningar för komplexitet och progression genom sammanflätad undervisning.

6.1 Teknikundervisningens förutsättningar för komplexitet och progression genom sammanflätad undervisning

Ett mål med teknikundervisningen är att elever ska utveckla kunskaper och förmågor i teknik. Teknikämnet karaktäriseras av sammanflätad undervisning och att det tekniska innehållet som elever ska lära handlar *om* teknik, men också att de ska lära *med* teknik, *i* teknik och *genom* teknik (Hagberg & Hultén, 2005; Kilbrink, 2013; Svensson, 2011). Sett ur livsvärldsfenomenologins pluralism kan teknikämnets sammanflätade undervisning förstås som ett uttryck för att lärande är en samverkande process där kropp och intellekt är varandras förutsättningar (Bengtsson, 2013; Marton & Booth, 1997).

Resultat från avhandlingen visar att teknikundervisning kan stödja utveckling av elever med särskild begåvning genom att olika kunskapsdimensioner, förmågor och kompetenser kan samverka i teknikundervisningens aktiviteter. Teknikundervisningen kan därför erbjuda lärande *om*, *med*, *i* och *genom* teknik där kropp och intellekt, yttre materiella ting och inre mentala strukturer, tillsammans konstituerar elevens livsvärld. Utvecklingen och lärandet sker i en sammanflätad process och kan resultera i ett förändrat beteende, en förändrad erfarenhet eller en förändrad kapacitet att agera i en situation (Marton m.fl., 2004; Marton & Booth, 1997, 2000; Runesson Kempe, 2025). Eftersom lärare bör fokusera det avsedda lärandet på både kunskaper och förmågor för att uppnå ett holistiskt lärande (Bjurulf & Kilbrink, 2008; Kilbrink, 2013), både på ett direkt och ett indirekt innehåll (Marton m.fl., 2004), kan elever i teknikundervisningen utveckla förmågor till färdigheter. Med stöd av katalysatorer kan de utveckla förmågor till exceptionella färdigheter (se Gagné, 2021a).

När vissa kombinationer av kunskapsdimensioner och förmågor samverkar i en aktivitet kan aktiviteten utgöra komplexitet där sammansatt tänkande ingår (se artikel 4). Det sammansatta tänkandet (Lipman, 2003) erbjuder elever (med särskild begåvning) att utveckla kritiskt, kreativt och komplext tänkande och möter behovet av komplexitet i teknikundervisningen. Komplexa aktiviteter kan i relation till miljömässiga katalysatorer som de beskrivs i DMGT (se Gagné, 2021a) vara nödvändiga för utveckling av förmågor till exceptionella färdigheter. Mer omfattande aktiviteter som innehåller flera kombinationer av

kunskapsdimensioner och förmågor kan också bidra till mer komplexitet och ökad progression. I de undersökta läromedlen finns aktiviteter med komplexa kombinationer i varierad mängd och i varierad omfattning och de återfinns i samtliga undersökta kapitel.

Det finns därtill också aktiviteter som är ringa i omfattning, och som inte erbjuder elever komplexitet (se artikel 5). Det kan exempelvis vara aktiviteter i ett läromedel där lösningarna finns presenterade i tillhörande textavsnitt. Aktiviteter av den typen, som dessutom är repetitiva till sin karaktär, ger inte nödvändigtvis elever med särskild begåvning utmaningar och stimulans, utan kan utgöra en negativ miljömässig katalysator (Gagné, 2013, 2021a). Repetitiva aktiviteter och aktiviteter utan komplexitet kan också leda till underprestation (Sielge & McCoach, 2018) och svårigheter för lärare att uppmärksamma elevers behov. En implikation från avhandlingens resultat är, i relation till ovanstående, att om teknikundervisningen ska kunna stödja elevers utveckling tycks det därför viktigt att läraren didaktiskt väljer aktiviteter som innehåller komplexa kombinationer av kunskapsdimensioner och förmågor för att systematiskt och med regelbundenhet skapa förutsättningar för komplexitet och progression. Om elever erbjuds lämpliga aktiviteter (miljömässiga katalysatorer) kan de med stöd av exempelvis motivation, engagemang, intresse och beslutsamhet (intrapersonella katalysatorer) anta erbjudandet i sin utvecklingsprocess (Gagné, 2021a).

Ett exempel där elever får möjlighet att utveckla både kunskaper och förmågor enligt de intervjuade lärarna ges i artikel 2. Där får elever i en aktivitet modellera med ett digitalt designverktyg (CAD). Detta sker i en sammanflätad process av kunskaper och förmågor. I designverktyget kan elever lära procedurer och strategier (Chester, 2007) för att skapa den önskade designen, samtidigt som designprocessen också är ett mål med undervisningen. Elever lär sig *om* designprocessen genom att arbeta *i* designprocessen. Det kan också vara möjligt att elever utvecklar tekniska undersökningsförmågor i designprocessen när de undersöker det designades form och funktion, vilket påvisats i en annan studie (Citrohn, 2023). Ytterligare en studie visar att tekniklärarstudenter erfar undervisning om programmering (som en form av modellering) på olika sätt (Perez, 2026). Perez (2026) visar dessa olika

erfarenheter i kategorier med en hierarkisk struktur där elever kan lära både om programmering och att skapa kod genom programmering. Dock konstateras i studien att majoriteten av teknicklärarstudenternas erfarenheter finns i de lägre kategorierna med fokus på instruktioner och programmeringsspråk, vilket kan bli problematiskt när studenterna möter elever i behov av komplexitet i sin framtida yrkesutövning.

Verktyget CAD används professionellt vid design och produktframtagning, varför undervisning med CAD också kan bidra till att utveckla ingenjörsmått (Nordlöf, Höst & Hallström, 2022; Nordlöf, Nordström, m.fl., 2022) och skapa autenticitet. Verktyget CAD kan förstås som en gynnsam katalysator (Gagné, 2021a) genom både komplexitet och autenticitet. Olika CAD-program kan dessutom användas som differentierad undervisning (se Tomlinson, 2016) eftersom de är olika avancerade. Om olika CAD-program används i teknikundervisningen kan det bidra till ökad progression, och valen av CAD-program kan baseras på elevens behov. En elev kan börja arbeta i ett enklare CAD-program för att därefter gå vidare till mer avancerade och professionellt utformade CAD-program. Alternativt kan en elev starta aktiviteten med ett mer avancerat utformat CAD-program.

En av traditionerna som teknikämnet stammar från och som påverkar teknikämnets karaktär, är den verkstadstekniska som tidigare hade som syfte att förse verkstadsindustrin med tekniker (Hansson, 2013). Denna tradition kan ha gjort att synen på teknikämnet utgörs av tillämpad naturvetenskap, av att vara ett praktiskt ämne för mindre studiemotiverade elever (Blomdahl, 2007; Elgström & Riis, 1990; Skogh, 2013) samt som ett pyssligt och roligt ämne som en motpol till de mer teoretiska ämnena (Nordlöf, 2022). Det finns en risk att inte alla elevers behov uppmärksammas i teknikundervisningen om inte "hela" teknikämnet ges utrymme i undervisningen. Det finns också en risk att elever inte ges möjlighet att utvecklas inom alla teknikämnets områden om områdena inte ges utrymme. I artikel 5 visas att många aktiviteter består av att *tillämpa procedurkunskap*. Det kan tyda på att teknikämnet fortfarande ses som ett praktiskt och pyssligt ämne vilket också bekräftas i Skolinspektionens rapport från 2014. Där visas att en stor del av undervisningen i teknikämnet ägnas åt oreflekterat görande där elever kan bygga, skapa, konstruera och tillverka saker i teknik-

undervisning utan att reflektera över funktion, problem, mottagare, resurser eller miljöfrågor kopplat till aktiviteten (Skolinspektionen, 2014).

Andra studier visar också att elever sällan ges möjlighet att validera och verifiera sina produkter eftersom det inte omnämns i ämnesplaner, kursplaner och läromedel (Norström & Hallström, 2023). Om många aktiviteter i teknikämnet inte innehåller några reflekterande moment kanske elever med särskild begåvning och andra elever som är intresserade av teknik, av problemlösning och av skapande av kreativa tekniska lösningar inte erbjuds möjlighet att utvecklas och fördjupa sitt lärande. För att skapa möjlighet för elever att utvecklas i teknikämnet, bör därför hela teknikämnet omfattas i undervisningen så att flera kunskapsdimensioner och förmågor används, där komplexitet och progression tydligt framgår ochoreflekterat görande upphör. Att många aktiviteter i läromedel består av att *tillämpa procedurkunskap* kan därför vara problematiskt. Vidare bör synen på särskild begåvning inte begränsas till enbart mentala förmågor i teknikundervisningen utan mer fokusera på domänspecifika särskilda begåvningar (Tirri & Laine, 2017) inom alla teknikämnets områden. På det viset kan elever med särskild begåvning inom ett specifikt tekniskt område – exempelvis att sätta samman komponenter till en dator, att renovera en mopedmotor eller att skapa avancerade tredimensionella ritningar – ges möjlighet att utveckla sina förmågor till exceptionella färdigheter i den tekniska kontexten.

6.1.1 Teknikundervisningens förutsättningar för kreativitet och problemlösning

Teknikundervisningens förutsättningar för komplexitet och progression kan vidare diskuteras med ett specifikt fokus på kreativitet och problemlösning. Elever med särskild begåvning kan enligt forskning ha inneboende kreativitet (Renzulli & Reis, 2021; Runco, 2005) och kreativiteten kan komma till uttryck inom många olika domäner enligt DMGT (se Gagné, 2004, 2021a, 2021b). Eftersom teknikämnet stammar från olika traditioner (Hallström m.fl., 2014; de Vries, 2017) och enligt styrdokumentet har en bred intention (Skolverket, 2022b), kan många tekniska domäner beröras i teknikundervisningen. Därmed finns det möjligheter för elever med särskild begåvning att utveckla och

finna intressen för teknik och vidare utveckla sin kreativitet på bred bas.

En tradition som teknikämnet stammar från är ingenjörstraditionen där stort fokus är på problemlösning. Kreativa förmågor kan vara en viktig resurs för att bemöta framtidens problem på nya och innovativa sätt. Genom att undervisa om kreativa processer med kreativa handlingar kan det kreativa tänkandet utvecklas (Beghetto & Kaufman, 2014). Undervisningen kan då utgöra en gynnsam katalysator för kreativitetsutveckling (se Gagné, 2021a). I artikel 1 visas att ett av lärarens syfte med teknikundervisning med modeller och modellering med digitala verktyg är att motivera elever till framtida tekniska karriärer. Det kan jämföras med att elever som fått möta kreativa processer i grundskolan motiveras att söka högre utbildningar där kreativitet ingår (Renzulli & Reis, 2021). Det framstår som värdefullt att teknikundervisningen omfattar kreativitet.

Kreativitet ingår inte som centralt innehåll i kursplanen för teknikämnet men ett resultat från avhandlingen är att kreativitet implicit är en stor del av teknikämnet (se artikel 5). När elever exempelvis använder förmågan skapa i en aktivitet, kan olika kunskaper och erfarenheter sättas samman på nya sätt i en kreativ handling. Om eleven regelbundet får använda förmågan skapa i olika tekniska kontexter, i kombinationer med olika kunskapsdimensioner, kan kreativitet utvecklas genom återkoppling från exempelvis lärare. Återkopplingen kan i dessa fall utgöra en katalysator för utvecklingen (jämför Kaufman m.fl., 2018). Med möjlighet till övning och progression med lämpliga katalysatorer, exempelvis i form av aktiviteter, kan kreativiteten dessutom utvecklas vidare till mer avancerade kreativa former. Det finns många möjligheter att använda förmågan skapa i flera av de aktiviteter som undersökts i läromedlen och lärare kan dessutom med didaktiska val anpassa aktiviteter så att förmågan skapa än mer inkluderas (se vidare artikel 5).

Alla kreativa aktiviteter utvecklar däremot inte kreativt tänkande. En aktivitet behöver sättas in i en (teknisk) kontext för att kreativt tänkande ska utvecklas (Beghetto & Kaufman, 2014). Avsaknad av teknisk kontext kan jämföras med en negativ katalysator (Gagné, 2021a). En

implikation från resultaten är att det är viktigt att aktiviteter formuleras, eller omformuleras, så att de får en teknisk kontext och kreativt tänkande hos elever kan utvecklas och möta behovet av komplexitet. I relation till kreativa aktiviteter är ett resultat från artikel 3 att teknikämnet behöver kreativa inslag i undervisningen för att möta behov hos elever med särskild begåvning (Hausamann, 2012; Ozkan & Kettler, 2022). Artikel 3 visar vidare att öppna problem, problem utan en given lösning, kan främja elevers kreativa tänkande och att innehåll från andra ämnen än teknikämnet kan skapa autentiska situationer vid problemlösning. Detta bekräftas i en empirisk studie som konstaterar att upplevda autentiska aktiviteter kan främja kreativitet (Svärd m.fl., 2024). Att undervisa för att utveckla kreativitet är ett sätt att möta framtidens behov som vi idag inte känner till, men det kan också vara ett sätt att utveckla elevers potential (Linge, 2012). Undervisning för kreativitet kan därmed förstås som en gynnsam katalysator (se Gagné, 2021a). Kreativitet i undervisning kan hjälpa till att utveckla förmågor, och ett erbjudande om kreativitet kan dessutom hjälpa och stödja lärare upptäcka begåvning (Starko, 2018). Om olika kontexter för kreativitet erbjuds, kan elever få stöd att hitta sitt område där de kan vara kreativa och där de kan utveckla kreativa förmågor (Starko, 2018).

6.1.2 Teknikundervisningens förutsättningar för elever att lära sig att lära

Teknikämnet karaktäriseras förutom av sammanflätad undervisning och kreativitet även av att vara i ständig förändring. Det kan medföra att elever ges möjlighet att lära sig att lära men även att de kan utveckla viss digital kompetens. Den ständiga förändringen skrivs fram i kursplanen för teknikämnet i form av att elever ska förstå samtidens tekniska företeelser, hur teknik och samhällsutveckling påverkar varandra samt att eleverna ska ges förutsättningar att orientera sig i en teknik-intensiv värld och att agera i densamma (Skolverket, 2022b).

Det kommer ständigt ny teknik som ska behandlas i teknikämnet. Nyligen infördes exempelvis programmering som innehåll i kursplanerna (Regeringskansliet, 2017) och idag är artificiell intelligens, AI, en nyhet. Att teknikämnet ständigt förändras kan skapa utmaningar i att välja och uppdatera innehåll och undervisning. I artikel 1 påpekar intervjuade lärare att elever ofta får lära sig digitala programvaror på

egen hand med tutorials (som ligger online) som stöd då programvarorna snabbt förändras. Vidare förs i artikel 5 ett resonemang om att läromedel i teknikämnet hanterar ny teknik genom att aktiviteter instruerar elever att själva genomföra informationssökningar via internet eller andra källor. Många aktiviteter som analyserats i artikel 5 innefattar informationssökningar. På så vis kan elever få tag på aktuell information även om läromedlens innehåll blir inaktuellt i vissa delar. Därutöver är ett resultat i artikel 1 att lärare undervisar elever för att förbereda dem för framtiden. I en teknikintensiv värld, och i en ständigt föränderlig teknikintensiv värld, är det omöjligt att svara på vilka kunskaper och förmågor som kommer att vara värdefulla i framtiden för individen. Däremot är det möjligt för individen att tolka den föränderliga teknikintensiva världen genom sin egen livsvärld (Bengtsson, 2013). Genom att elever lär sig att lära kan de utveckla kunskaper, erfara världen och ta sig an framtidens utmaningar.

Andra studier visar också att elever kan lära sig att lära i teknikundervisning. En av studierna utgår från lärares beskrivningar av aktiviteter där elever på egen hand ska söka efter information om hur de ska kunna lösa ett tekniskt problem (Norström m.fl., 2023). I studien konstateras att stora och omfattande aktiviteter, som är komplexa och autentiska till sin karaktär, i större utsträckning föranleder elever att egenhändigt söka information om hur de ska kunna lösa problemet. En annan studie visar därtill att elever som på egen hand får söka information där det saknas givna svar, erfar aktiviteten som autentisk eftersom det ofta saknas givna svar i en verklig situation (Svärd m.fl., 2024). Då många av aktiviteterna som undersökts i artikel 5 är av karaktären att elever egenhändigt ska söka information kan eleverna alltså ges möjlighet att lära sig att lära i en autentisk situation. De kan lära sig om problemet självt men också hur de ska agera för att finna lösningar på problem. Därmed kan behov av autenticitet mötas genom mer omfattande, komplexa aktiviteter.

Ytterligare en aspekt av undervisning där elever får möjlighet att lära sig att lära är att undervisning med aktiviteter där elever ska söka information erbjuder dem att utveckla *konceptuell kunskap* med stöd av förmågan *förstå* (jämför artikel 4). I dessa aktiviteter finns inte informationen i tillhörande textavsnitt i läromedlen. Elever bör ha viss

egen förståelse (eller skaffa sig viss förståelse) för det begrepp eller koncept som de ska söka information om. Eftersom eleverna själva formulerar en fråga eller sök-sträng, oavsett om de söker information i ett artificiellt intelligent verktyg eller i en sökmotor på internet, kan själva frågeformuleringen innebära en fördjupande (komplex) situation. Samtidigt är det viktigt att poängtera att om en elev redan har grundläggande förståelse för begreppet eller konceptet, blir troligen inte sökningen i sig någon utmaning. Möjligen kan det svar eleven får ge ökad förståelse. Det är också viktigt att belysa att andra elever som kan behöva uppdelade och enkla instruktioner (Klapp & Jönsson 2021) kan finna denna typ av aktiviteter utmanande. Om dessa elever saknar tillräckliga förkunskaper och saknar ett grundläggande meningsskapande och förståelse för begreppet de ska fördjupa sina kunskaper om, kan aktiviteter med friare informationssökning vara problematisk. Sökningarna och informationen de ska söka kan utgöra dubbla utmaningar. Dessa dubbla utmaningar är inte något som undersöks i denna avhandling men utgör ett område som empiriskt kan behöva beforskas så att mer kunskap skapas. Eftersom stor del av teknikämnets aktiviteter som presenteras i läromedel handlar om att elever på egen hand ska söka information är det viktigt med mer kunskap i området.

Teknikundervisningen har med detta sagt möjlighet att stödja elever med särskild begåvning med gynnsamma katalysatorer genom sin karaktär där olika kunskaper och förmågor kan samverka på komplexa sätt och med progression. Vidare kan teknikundervisningen stödja elever genom att olika traditioner kan möta elevers särskilda begåvningar i många skilda domäner och områden. Dessutom genom att kreativitet kan utvecklas genom kreativa processer i undervisningen och genom att elever ges möjlighet att lära sig att lära i autentiska situationer.

6.2 Medvetenhet om särskild begåvning

Från avhandlingens olika resultat kan diskuteras att *medvetenheten* om elever med särskild begåvning kan ha stor betydelse för vilken undervisning som erbjuds, vilka katalysatorer som tillgängliggörs, vilka kunskaper och färdigheter som kan utvecklas samt vilka behov som möts. Från delstudie I framkommer flera olika argument för det. Resultaten visar att lärare kan ha skapat gynnsamma insatser (miljö-mässiga katalysatorer) för elever med särskild begåvning när de

undervisar om modeller och modellering med digitala verktyg med flera teman i samtidigt fokus (se artikel 1). Elever kan få behov av *komplexitet*, *support* och *autenticitet* mötta när undervisningen handlar om att förbereda eleverna för framtiden och när visualiserad teknik används för att konkretisera komplex teknik. I mötet med visualiseringar kan konkurrerande aspekter av teknik och teknikanvändning diskuteras från olika perspektiv i form av dilemman. Eftersom visualiseringar och verbala diskussioner kan utveckla teknisk litteracitet (Lind, 2025) är dessa inslag i undervisningen viktiga, dels för att möta kursplanens intention (Skolverket, 2022b) och dels för att möta framtida tekniska utmaningar (Hallström & Stolpe, 2024; Rossouw m.fl., 2010).

Ett annat resultat från delstudie I är att lärare kan göra medvetna didaktiska val vid undervisning med CAD som kan möta behov av *komplexitet* och *autenticitet* hos elever med särskild begåvning. I artikel 2 visas en progression i undervisningen med CAD, vilken kan användas vid differentierad undervisning (Tomlinson, m.fl., 2003; Tomlinson, 2016). Vid aktiviteter där elever får arbeta med CAD och skriva ut en modell i en 3D-skrivare enligt kategori 3 eller kategori 4 (se artikel 2) finns komplexitet och autenticitet med i aktiviteten. Elever erbjuds bland annat att *analysera* både tillverkningsmetoden och designprocessen samt *värdera* den tillverkade produkten. Vidare visas att undervisning enligt kategori 4 *Designa*, (se artikel 2) kan ge elever progression i undervisningen samt utmaningar och stimulans då samtliga underliggande kategorier ingår, *Hantera mjukvaran*, *Använda färdiga modeller*, samt *Tillverka och skapa printade modeller*. Genom att elever kan skapa flera olika lösningsförslag utifrån olika perspektiv på ett problem med stöd av CAD, stimuleras kreativitet (Musta'amal m.fl., 2009). Uppvisat kreativt beteende kan vara ett tecken på särskild begåvning (Renzulli & Reis, 2021; Sternberg, 2021) och kan därtill användas för att läraren ska kunna uppmärksamma elevers behov. Eftersom det inte genomförs någon systematisk identifiering av elever med särskild begåvning, kan det vara av särskild vikt att läraren på andra sätt uppmärksammar elevers behov (Borland, 2005).

Resultatet från artikel 2 visar att elever kan få lära sig CAD på egen hand genom tutorials och Youtube-klipp som finns online. Det kan vara

ett medvetet val av läraren, då digitala programvaror ofta uppdateras och ges nya funktioner och utseenden. Genom att medvetet lära elever att lära sig att lära, kan elevers digitala kompetens utvecklas och de kan förberedas för framtiden (ett delresultat i artikel 1).

I artikel 1 diskuteras modellens representationer och intervjuade lärare berättar om digitala filmer och digitala simuleringar för att visa elever teknik. Filmer och simuleringar används även som underlag för dialog och konversationer i undervisningen. Vilka filmer och simuleringar som används skapar olika förutsättningar för att lära och lärarens medvetenhet om de erbjudanden som en modell har är viktigt. Detta bekräftas i studier där olika sätt att presentera (representera) ett innehåll påverkar elevers lärande (Haglund & Strömdahl, 2012; Nordlöf, 2022). De filmer och simuleringar som didaktiskt väljs av läraren kan därför utgöra olika gynnsamma katalysatorer (se Gagné, 2021) och påverka elevernas utvecklingsprocesser.

Ytterligare ett resultat från avhandlingen, som stärker diskussionen om medvetenhet om särskild begåvning, syns i de undersökta läromedlens lärarhandledningar. Där finns instruktioner till *intresserade elever* och *fortsättningsaktiviteter* (artikel 5). Dessa instruktioner tolkas kunna vara riktade till elever med särskild begåvning. Eftersom elever själva saknar tillgång till dessa extra instruktioner tycks det viktigt att läraren medvetet väljer att inkludera dem som katalysatorer (jämför Gagné, 2021a) för utveckling. Det finns en studie som visar att tekniklärare som följer instruktioner i lärarhandledningar kan hindras att göra adekvata anpassningar till elever beroende på om lärarhandledningen talar *genom* läraren eller *till* läraren (Sundqvist m.fl., 2025). I delstudie III är fokus att analysera aktiviteter, och inte lärarhandledningarnas tilltal till läraren. Resultaten från analyserna i delstudie III och från studien av Sundqvist med kollegor visar vikten av att läraren är medveten om de behov som finns i elevgruppen för att systematiskt och kontinuerligt kunna göra lämpliga didaktiska val. Finns det en begränsad förståelse hos läraren för särskild begåvning finns det en risk att insatserna för elever med särskild begåvning också begränsas (Mattsson, 2013).

Medvetenheten om särskild begåvning har också andra perspektiv. Resultaten från delstudie I visar att elever som ligger långt fram i sin kunskapsutveckling ibland får agera som hjälplärare vilket kan tolkas som att läraren kan ha upptäckt ett behov av mer utmaningar och stimulans. Intervjuade tekniklärare i delstudien beskriver hur elever som har mycket kunskap om CAD-aktiviteter, ”som kan mer än en annan”, får hjälpa sina kamrater och agera hjälplärare. Det handlar i dessa fall om elever som har mer kunskap än läraren. I studien berättade intervjuade lärare att det skulle vara bra för elevernas självkänsla om de fick hjälpa sina kamrater, eftersom de då skulle få möjlighet att känna sig betydelsefulla, vilket också bekräftas i annan forskning (Laine & Tirri, 2016). Det framkommer i intervjuerna att det är ett medvetet didaktiskt val av tekniklärarna att låta eleverna vara hjälplärare men om det är en reaktiv eller en proaktiv respons på elevers behov är inte klargjort och behöver ytterligare beforskas. Förutom positiva effekter av att vara hjälplärare kan det också finnas viss problematik. Ett problem med att låta elever agera hjälplärare är baserat på om eleven själv vill visa sin begåvning eller inte (Reidle Cross m.fl., 2019). Om eleven blir tillsatt att hjälpa sina kamrater, kan han eller hon ha svårare att dölja sin begåvning. En implikation från studien är att kunskapen om lärares medvetenhet om elever som får agera som hjälplärare kan behöva höjas, eftersom det enligt forskning finns både positiva och negativa effekter av rollen som hjälplärare (Reidle Cross m.fl., 2019; Schunk, 2020) och det saknas empirisk forskning i området för teknikämnet.

I artikel 5 granskas elevtexter och hur utvalda centrala tekniska begrepp förmedlas och behandlas. Resultatet visar att det inte finns någon tydlig progression varken i antalet begrepp eller på vilken komplex nivå begreppen förklaras och diskuteras. Ett viktigt kunskapsbidrag i avhandlingen är att den otydliga progressionen (både gällande i antal och komplex nivå) kan ge elever med särskild begåvning tillfällen att möta komplexa begrepp i alla årskurser i högstadiet. Vidare konstateras i artikel 5 att ett stort antal begrepp kan ses som berikning av ett innehåll, att närliggande områden till innehållet behandlas eller att innehållet fördjupas och detaljgraden ökar (Reis m.fl., 2021; Stoeger m.fl., 2018). Det är också möjligt att argumentera för att det stora antalet begrepp som finns i några kapitel i läromedlen (antalet begrepp

varierar mellan 14 och 106 i kapitlen) skapar ett ytligt lärande (jämför Varg, 2024). Elever med särskild begåvning har behov av *komplexitet* i sitt lärande varför ett ytligt lärande kan ses som en hindrande katalysator för utveckling (Gagné, 2021a). Det framstår som viktigt att läraren tar medvetna didaktiska beslut om hur de centrala tekniska begreppen ska användas i undervisningen för att skapa kontinuerliga förutsättningar för komplexitet och progression.

6.2.1 Medvetenhet om teknikämnets etiska och moraliska aspekter

Teknikämnet och teknikundervisningen kan diskuteras mot olika etiska och moraliska aspekter. Resultaten från delstudie I och II visar att etiska diskussioner kan föras med elever i teknikundervisningen, där olika dilemman kan diskuteras och skapa förutsättningar för komplexitet i undervisningen. Många elever med särskild begåvning visar stor känslighet för etiska och moraliska aspekter (Roepner & Silverman, 2009; Tirri, 2009), och i relation till teknikämnet är detta en fråga som ständigt bör vara aktuell. Teknik har ofta olika sidor där olika intressenter argumenterar för olika ståndpunkter och värderingar vilket i sin tur kan skapa komplexa situationer. Med tekniska innovationer följer ett stort etiskt perspektiv som innovatören bör beakta (Mitcham, 1994). Bara för att något kan göras är det inte givet att det ska göras. Modeller i teknik kan användas för att undersöka om det som man vill ska hända händer, och om det *ska få* hända (France, 2018). Etiska och moraliska diskussioner kan därmed möta elevers behov av komplexitet.

I avhandlingens tre delstudier påvisas etiska och moraliska aspekter i undervisningen på olika sätt, som var och en kan verka gynnsamt för elever med särskild begåvning. I delstudie I framkommer att lärare diskuterar med elever hur viss teknik används eller vad syftet med en viss teknik kan vara. Resultaten tolkas i artikeln som att lärare vill skapa en medvetenhet hos elever att göra tekniska val baserat på teknisk kunskap. I delstudie II visas att undervisning kan möta elevers behov av komplexitet genom att diskutera dilemman och socioetiska frågeställningar där det sällan finns ett givet rätt svar (de Vries, 2016). På det viset kan olika perspektiv synliggöras för elever och de kan bredda och fördjupa sina förståelser, en form av berikning i en specifik

kontext (Freeman, 2004). I delstudie III finns flera exempel på aktiviteter som påbjuder elever att väga fördelar och nackdelar med viss teknik, där etiska diskussioner skulle kunna uppträda som ett resultat av vägningen. Resultaten från delstudie I och III visar ingen tydlig progression i undervisningen i relation till etiska och moraliska aspekter, varken i lärares berättelser eller i läromedlens aktiviteter. Det skulle därför vara viktigt att undersöka detta vidare i relation till kontinuitet.

Tidigare i avhandlingen har teknisk litteracitet presenterats som en viktig del av teknikämnet (Hallström & Stolpe, 2024; Lind, 2025). När etiska och moraliska diskussioner förs, erbjuds elever att förstå något på ett djupare och mer komplext sätt än de vardagliga förståelserna. Elever kan erbjudas systematiska och specialiserade kunskaper inom ett område, som skiljer sig från vardagsföreställningar genom sättet att förklara, argumentera och beskriva innehållet. Undervisning med öppna frågor som behandlas i dialog mellan elever och lärare, kan fungera som en gynnsam katalysator (Gagné, 2021a) och stödja elevers utveckling av kritiskt och kreativt tänkande (Gardelli, 2016). Elever kan med ökad förståelse engagera sig i sin omgivning och med välgrundad kunskap fatta välgrundade beslut. Det är mål som står inskrivet i läroplanen: ”varje elev kan göra och uttrycka medvetna etiska ställningstaganden grundade på kunskaper om mänskliga rättigheter och grundläggande demokratiska värderingar samt personliga erfarenheter” (Skolverket, 2022a, s. 11). Där står också: ”kan använda sig av ett kritiskt tänkande och självständigt formulera ståndpunkter grundade på kunskaper och etiska överväganden” (Skolverket, 2022a, s. 13). Undervisning som innehåller etiska och moraliska frågor kan erbjuda elever att själva medvetet reagera, reflektera och agera. Exempelvis kan undervisning ge elever möjligheten att reflektera över energianvändning och därefter agera för att minska (eller öka) densamma.

6.2.2 Medvetenhet om autenticitet i en skolkontext

Ett kunskapsbidrag i avhandlingen svarar på *varför* tekniklärare undervisar om modeller och modellering med digitala verktyg och i artikel 1 visas att *ämnesintegrering* är ett syfte. Tekniklärare berättar i studien hur matematiska begrepp och beräkningar kan integreras i teknikämnet. De redogör även för att ritningar för slöjdalster kan tas fram i teknikundervisningen och att modeller sedan används i slöjdarbetet.

Modeller eller modellering kan ses som en brygga mellan olika ämnen och ämnesintegreringen kan skapa autentiska lärandesituationer (Hallström & Schönborn, 2019). Undervisning med ämnesintegrering kan därmed möta behovet av *autenticitet* hos elever med särskild begåvning (se artikel 3) och fungera som en gynnsam katalysator (Gagné, 2021a). Autenticitet i undervisning kan öka motivationen och lusten att lära (Hallström & Schönborn, 2019).

Många professioner arbetar idag digitalt vid exempelvis design och produktframtagning och autenticitet kan skapas för elever när de erbjuds arbeta med digitala verktyg på liknande sätt som tekniska professioner gör vid modellering. Modelleringen i sig, aktiviteten, blir då också autentisk i undervisningens produktframtagningsprocess (Middleton, 2005). Vidare finns det en mängd olika digitala verktyg för modellering, som är olika avancerade och som kan erbjuda elever med särskild begåvning komplexitet och progression. Exempelvis kan undervisning med CAD i samlade integrerade klassrum, erbjuda elever att använda olika CAD-program, beroende på behov.

Vidare visas i artikel 5 att aktiviteter till stor del berör *konceptuell kunskap*, koncept som redan existerar och som därmed är autentiska och som finns utanför skolans kontext. Huruvida aktiviteterna i sig erfars som autentiska av elever (med särskild begåvning) behöver empiriskt undersökas, och en möjlig forskningsfråga skulle kunna vara om de material som är vanliga att använda i teknikämnet möter behovet av autenticitet för elever med särskild begåvning. I annan forskning visas att tillgången till material vid designaktiviteter kan begränsa elevers (alla elevers) känsla av autenticitet (Citrohn, 2025), vilket kan jämföras med en negativ katalysator (Gagné, 2021a). Därtill visas att tillgången till ändamålsenligt material vanligtvis är begränsat i teknikämnet (IVA, 2025). Ofta består det av papper, kartong, trä och lim. Så även om innehållet i aktiviteter kan erfars som autentiska, är det inte givet att metoderna och materialen vid fysisk modellering erfars som autentiska.

6.3 Avhandlingens begränsningar

Det finns flera resultat i avhandlingen och det är viktigt att diskutera deras begränsningar.

Resultaten från delstudie I har använts för att diskutera undervisning för elever med särskild begåvning, vilket inte var fokus när delstudien genomfördes. Vid avhandlingens design gjordes överväganden utifall en ny kontakt skulle tas med de intervjuade lärarna för att komplettera intervjuerna med perspektivet särskild begåvning. Beslut togs att inte kontakta dem av flera skäl. För det första hade lång tid (cirka 4 år) förlöpt sedan intervjuerna genomfördes och för det andra hade inte de deltagande lärarna gett sitt medgivande att intervjuas om undervisning för elever med särskild begåvning. Det kan ses som en brist i avhandlingen att det inte finns några empiriska belägg för teknikämnets undervisning för elever med särskild begåvning. Det finns inga röster från lärare och inga röster från elever. Eftersom denna avhandling befinner sig i en ny skärningspunkt mellan två forskningsfält fanns det ingen tillgänglig svensk forskning att utgå från. Därför var det viktigt att börja med att samla den forskning som fanns i en systematisk forskningsöversikt. Därefter behövdes teknikämnet belysas från olika perspektiv där läromedel var ett, eftersom många tekniklärare vittnar om osäkerhet att undervisa i ämnet och läromedel kan vara ett stöd till undervisningen (Fahrman, 2021). Lärares och elevers röster är dock viktiga att fånga i framtida forskning.

Ytterligare en begränsning kan vara att endast fyra kapitel från varje undersökt läromedel ingår i studien. Här var tidsaspekten en avgörande faktor och inom ramen för forskarutbildningen fanns inte utrymme att göra en fullständig undersökning. De fyra kapitlen får ses som ett utsnitt av läromedel, valda med omsorg för att täcka samtliga årskurser i högstadiet (se artikel 5).

Avhandlingen innehåller flera olika metodologiska ansatser för datainsamling men samtliga är av kvalitativ karaktär och det finns ett något övervägande fokus på tematisk analys av data. De olika metodologiska ansatserna bidrar tillsammans till att belysa olika perspektiv på teknikämnet och bidrar till avhandlingens trovärdighet. Ett viktigt komplement till avhandlingen hade varit att kvantitativt undersöka erfarenheter av undervisning för elever med särskild begåvning i teknikämnet men återigen stod tidsaspekten i doktorandutbildningen i vägen. Fokus på tematisk analys motiveras med att förutsättningslöst kunna analysera datamaterialet, där inledningsvis alla uttalanden gavs lika

uppmärksamhet. Avsaknaden av tidigare forskning i skärningspunkten mellan de två forskningsfälten motiverade också till att använda induktiva analysmetoder som tematisk analys (Braun & Clarke, 2006).

6.4 Avhandlingens kunskapsbidrag och bidrag till fortsatt forskning

Denna avhandling ger flera kunskapsbidrag till teknikdidaktisk forskning och till forskning om särskild begåvning genom de olika delstudiernas resultat. Sammanfattningsvis visar resultaten att elever med särskild begåvning har behov av komplexitet, autonomi, autenticitet och support i teknikundervisningen (CAAS). För att systematiskt analysera teknikundervisningens aktiviteter avseende komplexitet presenteras i avhandlingen ramverket AKTA. Med AKTA är det möjligt att visa vilka kunskapsdimensioner och förmågor som erbjuds att lära och utveckla i en aktivitet. Resultaten visar också att komplexitet delvis framträder i läromedels elevtexter och i läromedels aktiviteter.

I avhandlingen förs dessutom en vetenskaplig diskussion om hur undervisning med modeller och modellering med digitala verktyg kan bidra till att möta behov (CAAS) hos elever med särskild begåvning. Modeller och modellering erbjuder en sammanflätad undervisning där flera undervisningsaspekter samverkar (se artikel 1) och där det avsedda lärandet har en hierarkisk progression (se artikel 2), vilket kan skapa både komplexitet och autenticitet. I diskussionen visas vidare att teknikundervisningen – i en bredare tolkning med alla teknikämnets områden – kan stödja elever med särskild begåvning och möta deras behov. I likhet med undervisning med modeller och modellering sker det genom sammanflätad undervisning av flera olika kunskapsdimensioner, förmågor och kompetenser. Slutligen diskuteras och argumenteras för att medvetenheten om särskild begåvning kan påverka vilken undervisning elever får möta och därvid vilka förmågor som kan utvecklas.

Trots att kunskap om teknikämnet i perspektivet särskild begåvning har utökats med denna avhandling, återstår att empiriskt pröva kunskapsbidragen i undervisningssituationer. Ett sätt att pröva kunskapsbidragen, är att i interventionsstudier undersöka hur undervisning med modellering med digitala verktyg, med anpassning enligt CAAS,

erfars av elever med särskild begåvning. Ett annat sätt att pröva kunskapsbidragen är att i praktiktäna forskning, tillsammans med lärare, utveckla undervisning med fokus på CAAS.

Det finns också fortsatt behov av att undersöka läromedel i teknik från fler aspekter än komplexitet. Exempelvis hur läromedlen möter behov av autonomi, autenticitet och support. Dessutom kan läromedel för andra årskurser än högstadiet undersökas. Det vore viktigt att öka kunskapen om hur yngre barn med särskild begåvning erfar teknikundervisningen från olika perspektiv i ljuset av att många elevers intresse för teknik minskar i de yngre åren (Sultan, 2024; Westman m.fl., 2025).

7 Epilog

Avhandlingens övergripande slutsatser är att teknikämnet har möjligheter att möta behov hos elever med särskild begåvning samt skapa förutsättningar för komplexitet och progression. Det finns flera aktiviteter och elevtexter där komplexitet framträder och i aktiviteter med CAD finns en undervisningsprogression och samtidiga utmaningar inbyggda. Resultaten från avhandlingen visar också att det finns aspekter av autenticitet i flera aktiviteter genom exempelvis ämnesintegrering och modellering. Autonomi framträder framför allt i hemaktiviteter där elever själva kan påverka aktiviteternas utformning och omfattning. Support kan ges elever med särskild begåvning genom diskussioner både mellan elever själva och mellan elev och lärare. Ytterligare slutsatser i avhandlingen är att det behövs en medvetenhet om särskild begåvning. Det behövs medvetna didaktiska beslut av läraren att välja aktiviteter och att skapa lämpliga anpassningar och differentieringar av undervisningen för att behoven hos elever med särskild begåvning ska mötas med regelbundenhet och med ökad progression.

Denna avhandling fokuserar på teknikundervisning och på teknikundervisning för elever med särskild begåvning. Trots det framgår det inte i avhandlingen hur dessa elever ska identifieras. Det är ett medvetet val som baseras på flera skäl. Med tanke på elevers olikheter och skilda intressen valdes att inte följa någon modell för identifiering, eftersom ingen modell är bred nog att täcka in alla olikheter, och samtidigt är precis nog för att fånga det unika hos elever med särskild begåvning (Dai & Chen, 2013; Runco, 2005). Lärarnas undervisningspraktik har dessutom fått stå i fokus i valet att utgå från att inte identifiera elever. En tekniklärare som har en klass med olika elever framför sig kan ”bara” utgå från de behov som visar sig. Det innebär samtidigt att andra elever än elever med särskild begåvning också kan visa liknande behov. Genom att erbjuda en anpassad och differentierad undervisning med olika former av utmaningar och stimulans ges fler elever möjlighet att utvecklas och upptäcka ett intresse för teknik.

8 English summary

This chapter is a brief summary of the thesis in English.

8.1 Introduction

In this thesis, technology education is examined with a gifted education approach. Giftedness should be understood as natural abilities that can develop into exceptional abilities under certain conditions (Gagné, 2021a). Environmental catalysts are examples of such conditions (cf. 8.4). Gifted students learn with ease and are far ahead in terms of knowledge and abilities compared to their peers. In Sweden, giftedness is not identified on a systematic basis, and students are taught in mixed-ability classrooms.

Interest in technology decreases throughout compulsory school (IVA, 2024; Sultan, 2024; Westman et al., 2025). At the same time, more students need to pursue higher technical education in order to meet the national demand for technicians and engineers (SCB, 2021; Regeringskansliet, 2025). There is no clear explanation for students' declining interest, but research shows that teachers find it challenging to teach the subject technology (Fahrman, 2021), and also experience the subject and its technical content as unclear (Jones et al., 2013; Norström, 2014).

According to international policy (Unicef, 2024), as well as national law and curricula, all students have the right to education (SFS 2010:800; Skolverket, 2022a) and the right to develop their abilities. This includes both students with learning difficulties and students who learn with ease. In the subject technology, reports show that teaching can deviate from the intentions of the curriculum, and that the same content can be taught on several occasions without appropriate progression (Skolinspektionen, 2014, 2019). As a result, not all students are given the opportunity to develop in technology. Furthermore, technology teachers express a need for teaching support in the form of textbooks, including teacher guides. However, not all schools and teachers use – or have access to – textbooks for technology education (IVA, 2025, Skolinspektionen, 2019).

There is a lack of research addressing both technology education and gifted education, nationally and internationally, which is why this thesis aims to increase knowledge about technology education with a gifted student approach.

8.2 Aim and research question

The aim of this thesis is to investigate how technology education can create conditions for complexity and progression, with a particular focus on gifted students. To meet the aim, technology education needs to be studied from different perspectives: first, from the perspective of teaching models and modelling using digital tools; second, by investigating the needs of gifted students in relation to technology education; and finally, by analyzing complexity in technology education activities and textbooks. These three sub-studies lead to the overarching research question:

How can technology education in lower secondary school offer gifted students education that meets their needs?

8.3 Framing the thesis

Technology and technological knowledge are discussed in this thesis with different approaches, all of which are relevant to technology education.

Mitcham (1994) explains technology using a model consisting of four dimensions, two of which are inherent to humans and two of which concern humans' external relations. The inherent dimensions are technological *knowledge* and *volition*, while *objects* and *activities* are external. Together, these four dimensions unite technology from an engineer perspective with technology from a civic perspective, and reveal that technology consists of both mental and physical processes.

Other research studies relevant to this thesis explain technology somewhat differently (cf. DiGironimo, 2010; Hansson, 2013; Nordlöf, Höst & Hallström, 2022; Nordlöf, Nordström, et al., 2022; Ropohl, 1997), characterizing it as comprising practical, theoretical, tacit, and subject specific competence.

The school subject technology in Sweden has difficulties establishing its identity (Hallström et al., 2014), and there is an unfamiliarity in discussing the subject (Fahrman, 2021; Norström, 2014). At the same time, the subject is characterized by a variety of knowledge, abilities, skills, and competences, that stem from different traditions (Hansson, 2013; Hallström et al., 2014; de Vries, 2017). These traditions have shaped and defined the subject, which now focuses on students developing knowledge *about*, *in*, *with*, and *through* technology (Björklund, 2008; Bjurulf, 2008; Bjurulf & Kilbrink, 2008; Kilbrink, 2013). Previously, the subject was more strongly oriented toward practical workshop-based technology (Blomdahl, 2007; Elgström & Riis, 1990; Skogh, 2013), as a response to a growing industrial sector.

Models and modelling are important in this thesis, and teachers' experiences of them are investigated in sub-study I. It is known that teachers' didactical choices impact what students are able to learn (Haglund & Strömdahl, 2012). Models are often used descriptively in teaching, and modelling can function as a bridge between subjects (Hallström & Schönborn, 2019). However, models are also used in product development processes (Middleton, 2005), for communication, and for visualizing technical solutions (Nordlöf et al., 2024).

Giftedness is also a key focus of this thesis, and giftedness should be understood as natural abilities that can develop into exceptional abilities, as described in *The Differentiating Model of Giftedness and Talent*, DMGT (Gagné, 2021a). There are many definitions and descriptions of giftedness (Gagné, 2021a; Olszewski-Kubilius et al., 2022; Subotnik et al., 2018) and still no consensus has been reached. DMGT is well suited for this thesis as it focuses on factors that may act as facilitators (catalysts) of talent development. According to DMGT, 10 % of a population may be gifted, while the Swedish National Agency for Education states that approximately 5 % can be considered gifted (Stålnacke, 2015). The points of departure for this thesis are that giftedness can develop when accompanied by catalysts, and that teaching should focus on students' needs and how these needs can be met in teaching (Borland, 2005, 2021).

Differentiated teaching is one approach to teaching gifted students (Tomlinson et al., 2003; Tomlinson, 2016) and represents a proactive response to different needs. Enrichment and accelerated teaching are common strategies within differentiated teaching (Colangelo & Assouline, 2009; Little, 2018; Reis et al., 2021; Stoeger et al., 2018). However, some gifted students may still underperform for various reasons (Siegle & McCoach, 2018), and provisions suitable for gifted students can help increase their achievement (Renzulli & Reis, 2021).

Creativity is a common trait among gifted students (Renzulli, 2005; Renzulli & Reis, 2021; Runco, 2005), and creativity is important when solving technological problems and developing technological solutions (Choi & Kaufman, 2021; Plucker et al., 2018). Even if students have creative traits, however, they still need teaching that fosters and support creativity in order to develop further (Beghetto & Kaufman, 2014; Kaufman et al., 2018).

8.4 Theoretical approaches

The theoretical approaches grounding this thesis are the phenomenological lifeworld (Bengtsson, 2013) and the Differentiating Model of Giftedness and Talent (DMGT) (Gagné, 2021a). Both are important for understanding the interplay between the two research fields technology education and gifted education.

Within the phenomenological lifeworld approach, the lifeworld is constituted through relations – unique for each individual – between subject and object, external material things and internal mental structures (Bengtsson, 2013). The lifeworld is pluralistic, and the world and the individual cannot be separated from each other (Bengtsson, 2013; Marton & Booth, 1997). Thought and action, body and mind, are intertwined and mutually interdependent (Bengtsson, 2013). As a result, each individual experiences the world differently.

Further, *learning* – as understood through the phenomenological lifeworld approach – is a process in which body and mind cannot be separated (Bengtsson, 2013; Berndtsson & Vikner Stafberg, 2022). Hence, learning is considered as new and/or changed experiences (Marton m.fl., 2004; Marton & Booth, 1997, 2000; Runesson Kempe, 2025).

Moreover, theoretical knowledge and practical knowledge are prerequisites for one another (Carlgren, 2015), according to the theory of body and mind as intertwined. In this thesis, technology education should not be divided into a practical part and a theoretical part, but should instead be understood as comprising knowledge dimensions and abilities that may interact in learning situations (Mitcham, 1994).

DMGT includes many aspects of giftedness (Gagné. 2021a), and here, the focus is on the part describing developmental processes. In these processes, natural abilities can develop into exceptional abilities through intrapersonal and environmental catalysts, provided that there is a positive interaction between the natural abilities and the catalysts.

Intrapersonal catalysts are based on individual traits, both physical and psychological. Examples are motivation, volition, interest, passion, and autonomy. The intrapersonal catalysts will not be further investigated. However, *the environmental catalysts* are of interest for the present study. They are described as the social and educational environment in which a person develops, and moreover, the basis for how the person experiences and utilizes various opportunities within that environment. Examples of such catalysts are the classroom environment, laboratory equipment, various activity materials, textbooks, and other available resources. Furthermore, provisions, support, enrichment, acceleration, and teachers' didactical choices are other examples of environmental catalysts.

In this study, using DMGT as a model for understanding the developmental processes of gifted students makes it possible to analyze activities and textbooks in technology education as environmental catalysts.

8.5 Design of the thesis

This thesis consists of three sub-studies, each addressing the aim of the thesis in different ways.

The first sub-study, Models and modeling with digital tools, focused on describing teachers' experiences of teaching models and modelling with digital tools, using the phenomenological lifeworld as its

theoretical ground (Bengtsson, 2013). The data were collected through semi-structured interviews (Bryman, 2011), supported with an interview guide. Twelve interviews were analyzed, first thematically (Braun & Clarke, 2006; Clarke & Braun, 2013) and thereafter phenomenographically (Marton & Booth, 1997) in order to focus more on a specific digital tool, computer aided design (CAD).

The second sub-study aimed to describe and synthesize knowledge about gifted students' needs in technology education. A systematic research review (Hart, 2018) was conducted and twenty selected research articles from two databases (ERIC and SCPOUS) were analyzed thematically (Braun & Clarke, 2006; Clarke & Braun, 2013). This work resulted in a framework describing gifted students' needs, CAAS (see article 3).

The third sub-study focused on complexity in activities and texts in educational textbooks. A framework for analyzing complexity in activities, AKTA, was developed (see article 4). Further, inspired by Ammert (2011) technological concepts in the texts were coded based on their level of complexity. Three textbooks were analyzed (Citrohn & Lovén, 2022; Frid & Henderson, 2023; Svensson et al., 2018), comprising a total of twelve chapters. The teacher guides accompanying each chapter were also included in the analysis. In total, 587 activities were coded using AKTA, and 449 concepts were coded according to Ammert (2011).

Since the first sub-study did not focus on teaching gifted students, a review of its results was conducted using CAAS and AKTA as lenses for the review. This approach provided opportunities to examine the results from a new perspective.

8.6 Ethical considerations

When starting this research project, ethics review forms were completed twice and submitted to the local research ethics committee at Karlstad University (Reference number HS 2019/405, HS 2022/1126). The project did not fall under the Ethical Review Act. All research data – including interviews, transcriptions, and the interview key – are

stored at a secure cloud-based storage solution used by Karlstad University.

During the period when the interviews were conducted, I worked part time as a lower secondary teacher, which made it important to constantly and critically reflect on my dual roles. However, my experiences helped me to distance myself from the interviews and, at the same time, to foreground the interviewees' lifeworld. Critical reflection was likewise necessary during the textbooks analysis (sub-study III), since I am one of the authors of a textbook for technology education (Karlsson & Brink, 2017). Again, my experiences helped me to maintain distance during the analysis process. To further minimize my impact, a framework (AKTA) was used.

8.7 Summary of results

In the first article, the results consist of four themes describing teachers' experiences of teaching digital models. The themes are *Enhancing and integrating other subject*, *Visualizing technology to the pupils*, *Enabling digital modelling*, and *Preparing pupils for the future*. These themes reflect the teachers' aims in teaching digital models and, in response to these aims, teaching aspects – content and methods – were described (Table 3).

Table 3 Four themes of technology teachers' experiences of teaching digital models, and corresponding teaching aspects.

Themes – aim of teaching digital models	Teaching aspects – teaching content and/or methods
Enhancing and integrating other subjects	Mathematical concepts Generating data for mathematical analysis Preparations for crafts
Visualizing technology to the pupils	Concretize technology Basis for discussions
Enabling digital modelling	Iterative process Handling software Physical objects
Preparing pupils for the future	Technological education programmes Technological professions General technological knowledge

Teachers may teach digital models with one or more themes in focus simultaneously, and the themes are partly overlapping each other based on teaching aspects associated with more than one theme. One conclusion from the results is that teachers teach with different aims and purposes, leading to variations in teaching content. Consequently, students are given different prerequisites for learning. A second conclusion is that *digital model*, as a concept, is interpreted in different ways, which may complicate discussions about technology education development.

The second article, based on sub-study I, resulted in an outcome space with four hierarchical categories of teachers' experiences of teaching CAD (computer aided design) and the corresponding intended learning outcomes (Table 4).

Table 4 Summary of the resulting categories of teaching CAD.

Hierarchical categories	Intended learning outcomes
1, Handling the software	Basic handling of the software
2, Using ready-made models	Basic handling of the software Developing solutions Documentation
3, Manufacturing and creating printed models	Basic handling of the software Producing solutions Iterative cycle Documentation
4, Designing	Basic handling of the software Advance handling of the software Developing solutions Producing solutions Evaluating solutions Iterative cycle Documentation

Teachers can teach according to one or several categories, thereby forming a teaching progression. Most progression is found when all four categories and all intended learning outcomes are included in the teaching. One conclusion from this article is that teachers can teach students to use CAD as a tool, and/or they can teach other content while using CAD (see article 2).

Article 3 presents the results from a systematic research review including twenty research articles based on predefined inclusion criteria. The result is the CAAS framework (complexity, autonomy, authenticity, and support) which describes gifted students' needs in technology education. CAAS makes an important contribution by providing teachers and researchers with a framework to take into consideration when designing differentiated teaching activities and educational provisions. If teaching is designed to meet the needs of gifted students, they can be stimulated and underachieving gifted students can be identified (Trna, 2014).

In article 4, a framework for analyzing complexity in technology education activities was developed: AKTA (analyzing complexity in

technology education activities). The basis for AKTA is intended learning outcomes (Marton & Booth, 1997; Marton & Tsui, 2004; Lo, 2012), a taxonomy for learning (Anderson & Krathwohl, 2001), and higher order thinking (Lipman, 2003). Intended learning outcomes encompass both direct content (the *what* aspect of teaching) and indirect content (the *how* aspect of teaching). Direct content refers to different knowledge dimensions, while indirect content refers to what students should be able to *do* with the direct content, thus includes various abilities. Knowledge dimensions and abilities are described by Anderson and Krathwohl (2001) in a taxonomy. The knowledge dimensions are: factual, conceptual, procedural, and metacognitive knowledge. The abilities are: remember, understand, apply, analyze, evaluate, and create. Higher order thinking is defined in the article as critical, creative, and complex thinking (Lipman, 2003), interacting or separately. When combining the taxonomy with higher order thinking, AKTA is created, and complexity is indicated by grey cells (see Table 5). AKTA can support the implementation of differentiated teaching tailored to the need for complexity.

Article 5 is a textbook analysis in which activities were analyzed using AKTA, and technical concepts in the texts were analyzed with inspiration from Ammert (2001). In total, 587 activities were analyzed with the framework AKTA and coded accordingly. Table 5 shows the results of the coding.

Table 5 Summary of coding 587 activities with the framework AKTA.

		Abilities					
		Remember	Understand	Apply	Analyze	Evaluate	Create
Knowledge dimensions	Factual knowledge	204	173	0	0	0	0
	Conceptual knowledge	2	35	8	61	42	45
	Procedural knowledge	0	3	51	12	6	10
	Metacognitive knowledge	0	0	0	8	13	0

The results reveal that approximately one third of the activities contain elements of complexity. Most activities aim to develop students' *conceptual knowledge* and their ability to *analyze* technology. One conclusion from the results is that many activities foster learning through information-seeking processes.

The number of technological concepts in the textbooks varies between 14 and 106 in the selected chapters, and the concepts presented at a complex level are few. However, concepts presented at a complex level are represented in every investigated chapter, providing students with opportunities to encounter complex concepts throughout all grades in lower secondary school. One conclusion from this article is that teachers play a pivotal role in designing technology education that incorporates complexity. Teaching based solely on textbooks does not to appear to be sufficient to continuously meet the need for complexity.

The results synthesized

To be able answer the overarching research question – *How can technology education in lower secondary school offer gifted students education that meets their needs?* – the results from the five articles need to be synthesized. The result from article 3, CAAS, contribute to the integration of the sub-studies by highlighting and demonstrating how the needs of gifted students can be met.

The need for complexity can be met when digital tools are used to visualize technological solutions that are complex in nature. Such visualizations can also support students by providing depth and detail in the technological solutions, as well as a basis for discussions in teaching. Pros and cons of technological solutions can be discussed, and dilemmas can be identified. The need for complexity can also be met when digital tools such as CAD are used (Chester, 2007), and in activities where higher order thinking is present (Lipman, 2003).

Autonomy can be offered in teaching through home-based activities and through using CAD. In such teaching, students are relatively free to choose independently what they want to explore and learn.

Authenticity is frequently shown in the results, for example through subject integration and modelling. Most of the technology represented in the textbooks is authentic and consists of real-life representations. When CAD is used as a tool for product development, authenticity is also present, since CAD is used professionally. In some teaching, 3D-printing is present, further contributing to authentic teaching.

Students' need for support can be met in teaching that prepares students for technological programmes in higher education and future careers as engineers or technicians. The students can also be given support when teaching encourages discussions both among peers and between students and teachers.

To sum up, the Swedish technology subject can offer teaching that meet the needs for complexity, autonomy, authenticity, and support in different ways, and there are opportunities to design teaching that stimulates and challenges gifted students.

8.8 Discussion and implications

In this chapter, two discussions are presented, based on the results of the three sub-studies. The first addresses how technology education can provide gifted students with complexity and progression through the intertwined characteristics of the technology subject, through creativity and problem solving, and through teaching that teaches students to learn. Examples of complex activities are given and teaching using CAD is one. In this teaching students can develop different knowledge dimensions and abilities. Using CAD, students can learn both procedural knowledge and strategies for designing (Chester, 2007), and at the same time learn *about* design processes, while working *in* design processes. Students can also develop technological research capabilities in design processes, when exploring form and function in the designed artefacts (cf. Citrohn, 2023). Activities in textbooks can provide students with complexity. However, only one third of the activities actually encompass complexity and the progression of the activities in terms of complexity is unclear.

The second discussion concerns the awareness of giftedness in relation to technology education and teachers' didactical choices as a pre-

requisite for complexity and progression. Furthermore, awareness of the ethical and moral dimensions of the subject is discussed, as it can foster complexity. Awareness of authenticity continues the discussion, showing how models and modelling can bridge subjects (Hallström & Schönborn, 2019) and how CAD software can reflect professional practice. Implications for teaching are provided continuously.

8.9 Final conclusions

The overall conclusions of this thesis are that the subject technology has the potential to meet the needs of gifted students. According to the results of sub-study III, several activities and texts in the textbooks demonstrate complexity. Furthermore, activities involving CAD exhibit an inherent progression and simultaneous challenges, according to the results of sub-study I. The results also show aspects of authenticity in many activities, for example through subject integration and modelling. Autonomy is most evident in home-based activities, where students can influence both the scope and the time required for the activities. Another conclusion is that teachers' awareness of didactical choices when selecting activities is crucial, so that the needs of gifted students are met regularly and with increasing progression.

Referenser

- Alexandersson, M. (1994). Den fenomenografiska forskningsansatsens fokus. I B. Starrin & P. G. Svensson (Red.), *Kvalitativ metod och vetenskapsteori* (ss. 111–136). Studentlitteratur.
- Ammert, N. (2011). Ett innehåll förmedlas. I N. Ammert (Red.), *Att spegla världen. Läromedelsstudier i teori och praktik* (ss. 259–275). Studentlitteratur.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives: Complete edition*. Longman.
- Ardenlid, F. (2025). Differentiated instruction for gifted students and their peers in Swedish mixed-ability classrooms: Teachers' principles and practices. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2520560>
- Barlex, D. (2004). Creative design and technology. I R. Fisher & M. Williams (Red.), *Unlocking creativity: A teacher's guide to creativity across the curriculum* (ss. 103–116). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203963418>
- Baudson, T. G., & Ziemes, J. F. (2016). The importance of being gifted: Stages of gifted identity development, their correlates and predictors. *Gifted and Talented International*, 31(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/15332276.2016.1194675>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Bengtsson, J. (2010). Teorier om yrkesutbildning och deras praktiska konsekvenser för lärare. I M. Hugo & M. Segolsson (Red.), *Lärande och bildning i en globaliserad värld* (ss. 83–98). Studentlitteratur.
- Bengtsson, J. (2013). With the lifeworld as ground. A research approach for empirical research in education: The Gothenburg tradition. *Indo-Pacific Journal of Phenomenology*, 13(1), 1–18. <https://doi.org/10.2989/IPJP.2013.13.2.4.1178>
- Bergold, S., Hastall, M. R., & Steinmayr, R. (2021). Do mass media shape stereotypes about intellectually gifted individuals? Two experiments on stigmatization effects from biased newspaper

- reports. *Gifted Child Quarterly*, 65(1), 75–94. <https://doi.org/10.1177/0016986220969393>
- Berndtsson, I., & Vikner Stafberg, M. (2022). Livsvärldsfenomenologisk belysning av abduktion inom pedagogisk forskning: exemplet lärarblivande. *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 27(4), 62–82. <https://doi.org/10.15626/pfs27.04.04>
- Bianco, M. (2010). Strength-based RTI: Conceptualizing a multi-tiered system for developing gifted potential. *Theory into Practice*, 49(4), 323–330. <https://doi.org/10.1080/00405841.2010.510763>
- Bjurulf, V. (2008). *Teknikämnets gestaltningar: En studie av lärares arbete med skolämnet* [Doktorsavhandling, Karlstads universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:25379/FULLTEXT01.pdf>
- Bjurulf, V., & Kilbrink, N. (2008). The importance of interweaving theoretical and practical tasks in technology education. I H. Middleton & M. Pavlova (Red.), *Exploring technology education: Solutions to issues in a globalized world: proceedings of the 5th Biennial International Conference on Technology Education Research held at the Crowne Plaza Surfers Paradise, Australia, 27-29 November 2008* (ss. 27–34). Griffith University.
- Björklund, L. (2008). *Från novis till expert: Förtrogenhetskunskap i kognitiv och didaktisk belysning* [Doktorsavhandling, Linköpings universitet]. DiVA. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-17821>
- Blomdahl, E. (2007). *Teknik i skolan: En studie av teknikundervisning för yngre skolbarn* [Doktorsavhandling, Stockholms universitet]. HLS förlag. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:197227/FULLTEXT01.pdf>
- Blomdahl, E. (2012). Att undervisa i teknik – försök till en utbildningsfilosofi utifrån Heidegger och Dewey. *Nordic Studies in Science Education*, 2(1), 44–57. <https://doi.org/10.5617/nordina.449>
- Borland, J. H. (2005). Gifted education without gifted children: The case for no conception of giftedness. I R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Red.), *Conceptions of giftedness* (ss. 1–19). Cambridge University Press.
- Borland, J. H. (2009). Gifted education without gifted programs or gifted students: An anti-model. I J. S. Renzulli, E. J. Gubbins,

- K. S. McMillen, R. D. Eckert & C. A. Little (Red.), *Systems & models for developing programs for the gifted & talented* (ss. 105–118). Creative Learning Press.
- Borland, J. H. (2021). The trouble with conceptions of giftedness. I R. J. Sternberg & D. Ambrose (Red.), *Conceptions of giftedness and talent* (ss. 37–50). Palgrave Macmillan.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Brink, H. (2011). *Skolsituationen för elever med betyget MVG i matematik: En fallstudie av fyra elever i grundskolans årskurs 9* [Självständigt arbete på avancerad nivå, Linnéuniversitetet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:419716/FULLTEXT01.pdf>
- Brink, H. (2021). *Modeller och modellering med digitala verktyg i högstadiets teknikundervisning* [Licentiatuppsats, Karlstads universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1582318/FULLTEXT02.pdf>
- Brink, H. (2023). Swedish technology teachers' understandings of computer programming as modelling. I J. Hallstöm & M. J. de Vries (Red.), *Programming and computational thinking in technology education: Swedish and international perspectives* (ss. 234–250). Brill Academic Publishers. https://doi.org/10.1163/9789004687912_011
- Brink, H. (2025a). Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter: AKTA. *Nordic Studies in Science Education*, 21(2), 222–235. <https://doi.org/10.5617/nordina.12225>
- Brink, H. (2025b). The complexity, autonomy, authenticity, and support (CAAS) framework for gifted students' needs in technology education: A systematic literature review. *Roeper Review*, 47(2), 125–135. <https://doi.org/10.1080/02783193.2025.2466514>
- Brink, H., Kilbrink, N., & Gericke, N. (2021). Teaching digital models: Secondary technology teachers' experiences. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 1755–1775. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09659-5>
- Brink, H., Kilbrink, N., & Gericke, N. (2022). Teach to use CAD or through using CAD: An interview study with technology

- teachers. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 957–979. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09770-1>
- Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Liber.
- Buckley, J., Seery, N., Gumaelius, L., Canty, D., Doyle, A., & Pears, A. (2021). Framing the constructive alignment of design within technology subjects in general education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(5), 867–883. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09585-y>
- Campbell, J. A., Idsøe, E., & Størksen, I. (2022). Screening for potential, assessing for achievement: A study of instrument validity for early identification of high academic potential in Norway. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 67(4), 574–590. <https://doi.org/10.1080/00313831.2022.2042735>
- Carlgren, I. (2015). *Kunskapskulturer och undervisningspraktiker*. Daidalos.
- Carpenter, A. Y. (2021). Twice-exceptional students. I T. L. Cross & J. Riedl Cross (Red.), *Handbook for counselors serving students with gifts and talents* (ss. 305–323). Routledge.
- Cheek, C. L., Garcia, J. L., Mehta, P. D., Francis, D. J., & Grigorenko, E. L. (2023). The exceptionality of twice-exceptionality: Examining combined prevalence of giftedness and disability using multivariate statistical simulation. *Exceptional Children*, 90(1), 43–56. <https://doi.org/10.1177/00144029221150929>
- Chester, I. (2007). Teaching for CAD expertise. *International Journal of Technology and Design Education*, 17(1), 23–35. <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9015-z>
- Choi, D., & Kaufman, J. C. (2021). Where does creativity come from? What is creativity? Where is creativity going in giftedness? I R. J. Sternberg & D. Ambrose (Red.), *Conceptions of giftedness and talent* (ss. 65–81). Palgrave Macmillan.
- Citrohn, B. (2023). A framework for analyzing technological knowledge in school design projects including models. *Design and Technology Education: An International Journal*, 28(2), 154–169. <https://doi.org/10.24377/DTEIJ.article1144>
- Citrohn, B. (2025). *Fysiska modeller i designprojekt: Om teknikkunskaper och didaktiska relationer i högstadiets teknikundervisning* [Doktorsavhandling, Linköpings universitet]. DiVA.

- <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1948821/FULLTEXT01.pdf>
- Citrohn, B., & Lovén, K. (2022). *Stella teknik 7–9*. Natur & Kultur.
- Citrohn, B., & Svensson, M. (2022). Technology teacher's perceptions of model functions in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 805–823. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09632-8>
- Claesson, S. (2004). *Lärares levda kunskap*. Göteborgs universitet.
- Clarke, V., & Braun, V. (2013). Teaching thematic analysis: Overcoming challenges and developing strategies for effective learning. *Psychologist*, 26(2), 120–123. <https://uwe-repository.worktribe.com/output/937596/teaching-thematic-analysis-overcoming-challenges-and-developing-strategies-for-effective-learning>
- Colangelo, N., Assouline, S., & Gross, M. (2004). *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students*. University of Iowa. http://www.accelerationinstitute.org/Nation_Deceived/ND_v1.pdf
- Colangelo, N., & Assouline, S. (2009). Acceleration: Meeting the academic and social needs of students. I L. V. Shavinina (Red.), *International handbook on giftedness* (ss. 1085–1098). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6162-2_55
- Coleman M. R. (2016). Recognizing young children with high potential: U-STARS~PLUS. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1377(1), 32–43. <https://doi.org/10.1111/nyas.13161>
- Coleman, M. R., & Hughes, C. E. (2009). Meeting the needs of gifted students within an RtI framework. *Gifted Child Today*, 32(3), 14–17. <https://doi.org/10.1177/107621750903200306>
- Coleman, M. R., & Roberts, J. L. (2015). Defining twice exceptional “2e”. *Gifted Child Today*, 38(4), 204–205. <https://doi.org/10.1177/1076217515597273>
- Collier-Reed, B. I., Ingerman, A., & Berglund, A. (2009). Reflections on trustworthiness in phenomenographic research: Recognising purpose, context and change in the process of research. *Education as Change*, 13(2) 339–355. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:276936/FULLTEXT01.pdf>
- Dai, D. Y. (2018). A history of giftedness: A century of quest for identity. I S. Pfeiffer, E. Shaunessy-Dedrick & M. Foley-Nicpon (Red.),

- APA handbook of giftedness and talent* (ss. 3–23). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000038-001>
- Dai, D. Y. (2020). Assessing and accessing high human potential: A brief history of giftedness and what it means to school psychologists. *Psychology in the Schools*, 57(10), 1514–1527. <https://doi.org/10.1002/pits.22346>
- Dai, D. Y., & Chen, F. (2013). Three paradigms of gifted education: In search of conceptual clarity in research and practice. *The Gifted Child Quarterly*, 57(3), 151–168. <https://doi.org/10.1177/0016986213490020>
- Dakers, J. R. (2014). Introduction: Breaking with the past. I J. R. Dakers (Red.), *New frontiers in technological literacy: Breaking with the past* (ss. 1–6). Palgrave MacMillan.
- Department for Education. (2025). *National curriculum in England: Design and technology programmes of study*. <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-design-and-technology-programmes-of-study>
- DiGironimo, N. (2010). 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>
- Ekelund, T. (2024). *Särskild begåvning och twice-exceptionality: Inkluderande undervisning och pedagogisk differentiering*. Studentlitteratur.
- Ekelund, T. (2025). *Elever med särskild begåvning och dyslexi: Ömsesidig maskering i tester och skolpraktik* [Doktorsavhandling, Karlstads universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2009054/FULLTEXT02.pdf>
- Ekesryd Nordström, M. (2023). *Särskild begåvning i en förskola och skola för alla* [Doktorsavhandling, Umeå universitet]. DiVA. <https://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1805041/FULLTEXT01.pdf>
- Elgström, O., & Riis, U. (1990). *Läroplansprocesser och förhandlingsdynamik: Exemplet obligatorisk teknik i grundskolan*. Linköpings universitet.

- Fahrman, B. (2021). *To know a subject - Teachers' views about the subject of technology: How the subject of technology is described and approached by teachers in the lower secondary school* [Licentiatuppsats, KTH Kungliga tekniska högskolan]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1557396/FULLTEXT01.pdf>
- Finnish National Agency for Education. (2025). *Slöjd*. <https://www.oph.fi/sv/utbildning-och-examina/grundlaggande-utbildning/slojd>
- France, B. (2018). Modeling in technology education: A route to technological literacy. I M. de Vries (Red.), *Handbook of technology education* (ss. 611–621). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38889-2_45-1
- Freeman, J. (2004). Teaching the gifted and talented. *Education Today*, 54, 17–21.
- Frid, H., & Henderson, F. (2023). *Titano teknik*. Gleerups.
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: the DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119–147. <https://doi.org/10.1080/1359813042000314682>
- Gagné, F. (2013). The DMGT: Changes within, beneath, and beyond. *Talent Development and Excellence*, 5, 5–19.
- Gagné, F. (2021a). *Differentiating giftedness from talent: The DMGT perspective on talent development*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003088790>
- Gagné, F. (2021b). Differentiating model of giftedness and talent. I T. L. Cross & J. R. Riedl Cross (Red.), *Handbook for counselors serving students with gifts & talents: Development, relationships, school issues, and counseling needs/interventions* (2 uppl., ss. 29–44). Prufrock Press Inc.
- Gardelli, V. (2016). To describe, transmit or inquire: Ethics and technology in school [Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:999077/FULLTEXT01.pdf>
- Gibson, J. J. (1979). The theory of affordances. I J. J. Gibson (Red.), *The ecological approach to visual perception* (ss. 119–135). Houghton Mifflin.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. I J.

- K. Gilbert & C. J. Boulter (Red.), *Developing models in science education* (ss. 3–17). Springer Netherlands.
- Gustavsson, B. (2002). *Vad är kunskap? En diskussion om praktisk och teoretisk kunskap*. Myndigheten för skolutveckling.
- Hagberg, J. -E., & Hulten, M. (2005). *Skolans undervisning och elevers lärande i teknik. Svensk forskning i internationell kontext*. Vetenskapsrådet. https://www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d25baa/1529480527973/Skolans-undervisning-elvers-laerande-i-teknik_VR_2005.pdf
- Haglund, J., & Strömdahl, H. (2012). Perspective on models in theoretical and practical traditions of knowledge: The example of Otto engine animations. *International Journal of Technology and Design Education*, 22, 311–327. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9146-0>
- Hallström, J. (2023). Design and make – and code? I J. Hallström & M. J. de Vries (Red.), *Programming and computational thinking in technology education: Swedish and international perspectives* (ss. 89–102). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004687912_005
- Hallström, J., Hultén, M., & Lövheim, D. (2014). The study of technology as a field of knowledge in general education: historical insights and methodological considerations from a Swedish case study, 1842–2010. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(2), 121–139. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9252-x>
- Hallström, J., Höst, G., & Stolpe, K. (2018). Inledning – teknikdidaktisk forskning för lärare. I K. Stolpe, G. Höst & J. Hallström (Red.), *Teknikdidaktisk forskning för lärare. Bidrag från en forskningsmiljö* (ss. 5–15). Linköpings universitet. <https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1190817/FULLTEXT01.pdf>
- Hallström, J., & Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: Reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>
- Hallström, J., & Stolpe, K. (2024). Teknisk multilitteracitet – att fånga det komplexa kunnande i teknikämnet. I A. Larsson, C. Nordlöf, J. Bernhard & J. Hallström (Red.), *Från teori till*

- teknikundervisning. NATDID Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1936372/FULLTEXT01.pdf>
- Hansson, S. O. (2013). What is technological knowledge? I I.-B. Skogh & M. J. de Vries (Red.), *Technology Teachers as Researchers: Philosophical and Empirical Technology Education Studies in the Swedish TUFF Research School* (ss. 17-31). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-443-7_2
- Hart, C. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imagination*. SAGE Publications.
- Hartell, E. (2018). Teachers' self-efficacy in assessment in technology education. I M. de Vries (Red.), *Handbook of technology education* (ss. 785–800). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44687-5_56
- Hausamann, D. (2012). Extracurricular science labs for STEM talent support. *Roeper Review*, 34(3), 170–182. <https://doi.org/10.1080/02783193.2012.686424>
- Idsøe, E. C. (2014). *Elever med akademisk talent i skolen*. Cappelen Damm.
- IVA. (2024). "Det är ju inte allmänbildning direkt" 10–15-åringars syn på naturvetenskap och teknik. Kungliga ingenjörsvetenskapsakademien. <https://www.iva.se/contentassets/5610132d688e44b6949db5ea007be5a5/iva-framtidens-kunskapssamhalle-rapport.pdf>
- IVA. (2025). *Det bygger på oss: Tekniklärares syn på sina förutsättningar att undervisa i grundskolan*. Kungliga ingenjörsvetenskapsakademien. <https://www.iva.se/contentassets/4391de43acf443bba3ef7cb8ba26f371/iva-rapport-print-det-bygger-pa-oss-202509.pdf>
- Jones, A., Bunting, C., & de Vries, M. J. (2013). The developing field of technology education: A review to look forward. *International Journal of Technology and Design Education*, 23, 191–212. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9174-4>
- Karlsson, A., & Brink, H. (2017). *Spektrum teknik*. Liber AB.
- Kaufman, J. C., Luria, S. R., & Beghetto, R. A. (2018). Creativity. I S. I. Pfeiffer, E. Shaunessy-Dedrick & M. Foley-Nicpon (Red.), *APA handbook of giftedness and talent* (ss. 287–298). American

- Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000038-019>
- Kilbrink, N. (2013). *Lära för framtiden. Transfer i teknisk yrkesutbildning* [Doktorsavhandling, Karlstads universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:589187/FULLTEXT01.pdf>
- Klapp, A., & Jönsson, A. (2021). Scaffolding or simplifying: students' perception of support in Swedish compulsory school. *European Journal of Psychology Education*, 36, 1055–1074. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00513-1>
- Klimecká, E. (2023). Educational strategies leading to labeling the gifted pupil. *The Curriculum Journal*, 35(2), 203–219. <https://doi.org/10.1002/curj.222>
- Krokmark, T. (2011). *Den tidlösa pedagogiken*. Studentlitteratur.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i naturfag (NAT01-04). Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020*. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04?lang=nob>
- Kvale, S. (1996). *Interviews: An introduction to qualitative research interviewing*. Sage.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2014). *Den kvalitative forskningsintervjuen*. Studentlitteratur.
- Laine, S., & Tirri, K. (2016). How Finnish elementary school teachers meet the needs of their gifted students. *High Ability Studies*, 27(2), 149–164. <https://doi.org/10.1080/13598139.2015.1108185>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Lind, J. (2025). *Supporting students' development of technological literacy through visualisations and verbal interactions* [Doktorsavhandling, Malmö universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1952467/FULLTEXT01.pdf>
- Linge, A. (2012). Att undervisa för kreativitet: En litteraturoversikt. *Pedagogisk forskning i Sverige*, 17(3–4), 253–263. <https://publicera.kb.se/pfs/article/view/52965/41629>
- Little, C. A. (2018). Teaching strategies to support the education of gifted learners. I S. Pfeiffer, E. Shaunessy-Dedrick & M. Foley-Nicpon (Red.), *APA handbook of giftedness and talent* (ss. 371–

- 385). American Psychological Association.
<https://doi.org/10.1037/0000038-024>
- Lipman, M. (2003). *Thinking in education*. Cambridge University Press.
- Lo, M. L. (2012). *Variation theory and the improvement of teaching and learning*. Göteborgs universitet.
<https://gupea.ub.gu.se/server/api/core/bitstreams/bcob2272-01fd-4f7d-afod-516db91a6fe4/content>
- Margrain, V., & van Bommel, J. (2023). Assessment and gifted discourse in Swedish early years education steering documents: The problem of (in)visibility. *Education Sciences*, 13(9), 904.
<https://doi.org/10.3390/educsci13090904>
- Marton, F. (2015). *Necessary conditions of learning*. Routledge.
- Marton, F., & Booth, S. (1997). *Learning and Awareness*. Erlbaum.
- Marton, F., & Booth, S. (2000). *Om lärande*. Studentlitteratur.
- Marton, F., Runesson, U., & Tsui, A. B. M. (2004). The space of learning. I F. Marton & A. B. M. Tsui (Red.), *Classroom discourse and the space of learning* (ss. 3–40). Lawrence Erlbaum Associates.
- Mattsson, L. (2013). *Tracking mathematical giftedness in an egalitarian context* [Doktorsavhandling, Göteborgs universitet].
<http://hdl.handle.net/2077/34120>
- Mellroth, E. (2018). *Harnessing teachers' perspectives – Recognizing mathematically highly able pupils and orchestrating teaching for them in a diverse ability classroom* [Doktorsavhandling, Karlstads universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1253540/FULLTEXT02.pdf>
- Mellroth, E. (2021). Differentierad undervisning som inkluderar elever med särskild begåvning. I C. Sims (Red.), *Särskild begåvning i praktik och forskning* (ss. 93–120). Studentlitteratur.
- Middleton, H. (2005). Creative thinking, values and design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 15(1), 61–70.
<https://doi.org/10.1007/s10798-004-6199-y>
- Ministry of Education. (2025). *The New Zealand curriculum – Technology*. <https://newzealandcurriculum.tahurangi.education.govt.nz/5637209125.p>

- Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology. The path between engineering and philosophy*. Chicago University.
- Musta'amal, A. H., Norman, E., & Hodgson, T. (2009). Gathering empirical evidence concerning links between computer aided design (CAD) and creativity. *Design and Technology Education, 14*(2), 53–66. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ882746.pdf>
- Nia, M. G., & de Vries, M. J. (2017). Models as artefacts of a dual nature: a philosophical contribution to teaching about models designed and used in engineering practice. *International Journal of Technology and Design Education, 27*(4), 627–653. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9364-1>
- Nilholm, C. (2017). *SMART: Ett sätt att genomföra forskningsöversikter*. Studentlitteratur.
- Nordlöf, C. (2022). *Lärares transformering av teknikämnet: Om lärares attityder till ämnet och syn på teknisk kunskap i teknikundervisningen* [Doktorsavhandling, Linköpings universitet]. DiVA. <https://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1708819/FULLTEXT02.pdf>
- Nordlöf, C., Höst, G., Hallström, J. (2022). Technology teachers' talk about knowledge: From uncertainty to technology education competence. *Research in Science & Technological Education, 42*(2), 336–356. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2070150>
- 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>
- Nordlöf, C., Norström, P., Schönborn, K. J., & Hallström, J. (2024). Easier said than done: STEM subject integration through engineering design in Swedish upper secondary school. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 24*, 333–347. <https://doi.org/10.1007/s42330-025-00348-2>
- Norström, P. (2013). Engineers' non-scientific models in technology education. *International Journal of Technology and Design Education, 23*(2), 377–390. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9184-2>

- Norström, P. (2014). *Technological knowledge and technology education* [Doktorsavhandling, KTH Kungliga tekniska högskolan]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:715009/FULLTEXT01.pdf>
- Norström, P., Engström, S., & Fahrman, B. (2023, 31 okt–3 nov). *Timeless, socially relevant engineering knowledge and skills for future technology education*. PATT40, Pupils' Attitudes Towards Technology Conference, Liverpool, UK. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/PATT40/article/view/1384>
- Norström, P., & Hallström, J. (2023). Models and modelling in secondary technology and engineering education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 1797–1817. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09808-y>
- OECD. (2021). *Policy Approaches and Initiatives for the Inclusion of Gifted Students in OECD Countries*. *OECD Education Working Paper No. 262*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/c3f9ed87-en.pdf?expires=1680453318&id=id&accname=guest&checksum=196AFE3511E04B7B2B6D692EA22A0F52>
- Olszewski-Kubilius, P., Subotnik, R., & Worrell, F. (2022). Domain-specific abilities and characteristics: Evolving central components of the talent development megamodel. *High Ability Studies*, 34(2), 159–174. <https://doi.org/10.1080/13598139.2022.2139666>
- Ozkan, F., & Kettler, T. (2022). Effects of STEM education on the academic success and social-emotional development of gifted students. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 9(2), 143–163. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2421708>
- Park, S., & Oliver, J. S. (2009). The translation of teachers' understanding of gifted students into instructional strategies for teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 20(4), 333–351. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9138-7>
- Perez, A. (2026). *Programmering i teknikämnet: Didaktiska utmaningar i tekniklärarutbildningen* [Doktorsavhandling, Linköpings universitet]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2038998/FULLTEXT01.pdf>

- Persson, R. S. (1997). *Annorlunda land – Särbegåvningens psykologi*. Almqvist & Wiksell. <https://ju.diva-portal.org/smash/get/diva2:35614/FULLTEXT01.pdf>
- Persson, R. S. (2010). Experiences of intellectually gifted students in an egalitarian and inclusive educational system: A survey study. *Journal for the Education of the Gifted*, 33(4), 536–569. <https://doi.org/10.1177/016235321003300405>
- Pettersson, E. (2011). *Studiesituationen för elever med särskilda matematiska förmågor* [Doktorsavhandling, Linnéuniversitetet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:414912/fulltext01.pdf>
- Plucker, J. A., Guo, J., & Dilley, A. (2018). Research-guided programs and strategies for nurturing creativity. I S. Pfeiffer, E. Shaunessy-Dedrick & M. Foley-Nicpon (Red.), *APA handbook of giftedness and talent* (ss. 387–397). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000038-025>
- Regeringskansliet. (2017). *Nationell digitaliseringsstrategi för skolväsendet*. U2017/04119/S <https://www.regeringen.se/contentassets/72ff9b9845854d6c8689017999228e53/nationell-digitaliseringsstrategi-for-skolasendet.pdf>
- Regeringskansliet. (2025). *En STEM-strategi för Sverige*. <https://www.regeringen.se/contentassets/074ae44c1fo846ceb845c9aa62848114/en-stem-strategi-for-sverige.pdf>
- Reis, S. M., Baum, S. M., & Burke, E. (2014). An operational definition of twice-exceptional learners: Implications and applications. *Gifted Child Quarterly*, 58(3), 217–230. <https://doi.org/10.1177/0016986214534976>
- Reis, S. M., & McCoach, D. B. (2000). The underachievement of gifted students: What do we know and where do we go? *Gifted Child Quarterly*, 44(3), 152–170. <https://doi.org/10.1177/001698620004400302>
- Reis, S. M., & McCoach, D. B. (2002). Underachievement in Gifted and Talented Students With Special Needs. *Exceptionality*, 10(2), 113–125. https://doi.org/10.1207/S15327035EX1002_5
- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. (2010). Is there still a need for gifted education? An examination of current research. *Learning and*

- individual differences*, 20(4), 308–317.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.012>
- Reis, S. M., Renzulli, S. J., & Renzulli, J. S. (2021). Enrichment and gifted education pedagogy to develop talents, gifts, and creative productivity. *Education Sciences*, 11(10), 615.
<https://doi.org/10.3390/educsci11100615>
- Renzulli, J. (2005). The tree-ring conception of giftedness: a developmental model for promotion creative productivity. I R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Red.), *Conceptions of giftedness* (ss. 246–279). Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (2014). *The schoolwide enrichment model. A how-to guide for talent development* (3 uppl.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003238904>
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (2021). The three ring conceptions of giftedness: A change in direction from being gifted to the development of gifted behaviors. I R. J. Sternberg & D. Ambrose (Red.), *Conceptions of giftedness and talent* (ss. 335–355). Palgrave Macmillan. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-56869-6_19
- Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305–310. <https://www.jstor.org/stable/20342603>
- Riedl Cross, J., Vaughn, C. T., Mammadov, S., Cross, T. L., Kim, M., O'Reilly, C., Spielhagen, F. R., Pereira Da Costa, M., & Hymer, B. (2019). A cross-cultural study of the social experience of giftedness. *Roeper Review*, 41(4), 224–242.
<https://doi.org/10.1080/02783193.2019.1661052>
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). *Real world research: A resource for users of social research methods in applied settings*. Wiley.
- Roeper, A., & Silverman, L. K. (2009). Giftedness and moral promise. I T. Cross & D. Ambrose (Red.), *Morality, ethics, and gifted minds* (ss. 251–264). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-89368-6_19
- Ropohl, G. (1997). Knowledge types in technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 7, 65–72.
<https://doi.org/10.1023/A:1008865104461>
- Rossouw, A., Hacker, M., & de Vries, M. (2010). Concepts and contexts in engineering and technology education: An international and interdisciplinary Delphi study. *International Journal of*

- Technology and Design Education*, 21, 1–16.
<https://doi.org/10.1007/s10798-010-9129-1>
- Runco, M. A. (2005). Creative giftedness. I R. J. Sternberg & J. Davidson (Red.), *Conceptions of giftedness* (ss. 295–311). Cambridge University Press.
- Runesson Kempe, U. (2025). *Undervisning, metodik och lärande. Med variationsteori som grund*. Studentlitteratur.
- Sak, U. (2021). The fuzzy conception of giftedness. I R. J. Sternberg & D. Ambrose (Red.), *Conceptions of giftedness and talent* (ss. 371–392). Palgrave Macmillan.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-56869-6_21
- SCB. (2021). *Trender och prognoser 2020 – Befolkning, utbildning, arbetsmarknad – med sikte på år 2025*. Statistics Sweden.
[https://www.scb.se/content-tassets/3fbf2376d5aa43d6a8c52b7911bd3f59/uf0515_2020i3_5_br_am85br2101.pdf](https://www.scb.se/contentassets/3fbf2376d5aa43d6a8c52b7911bd3f59/uf0515_2020i3_5_br_am85br2101.pdf)
- Schunk, D. (2020). *Learning theories: An educational perspective*. Pearson Inc.
- Selander, S. (2011). Didaktisk design av pedagogiska texter. I N. Ammert (Red.), *Att spegla världen. Läromedelsstudier i teori och praktik* (ss. 63–85). Studentlitteratur.
- SFS 1993:100. *Högskoleförordningen*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/hogskoleforordning-1993100_sfs-1993-100/#top
- SFS 2010:800. *Skollag*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/skollag-2010800_sfs-2010-800
- Siegle, D. (2004). Identifying students with gifts and talents in technology. *Gifted Child Today*, 27(4), 30–33.
<https://doi.org/10.4219/gct-2004-146>
- Siegle, D. & McCoach, D. B. (2018). Underachievement and the gifted child. I S. Pfeiffer, E. Shaunessy-Dedrick & M. Foley-Niepon (Red.), *APA handbook of giftedness and talent* (ss. 559–573). American Psychological Association.
<https://doi.org/10.1037/0000038-036>
- Silverman, L. K. (2016). *Särskilt begåvade barn*. Natur & Kultur.

- Sims, C. (2023). *From 'the Genius' to 'the Gifted'. The conceptualisations of giftedness in educational discourse in Sweden* [Doktorsavhandling, Uppsala universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1803532/FULLTEXT01.pdf>
- Skogh, I.-B. (2013). Students' encounter with technology education. I I.-B. Skogh & M. J. de Vries (Red.), *Technology teachers as researchers: Philosophical and empirical technology education studies in the Swedish TUFF research school* (ss. 33–51). SensePublishers.
- Skolinspektionen. (2014). *Teknik – gör det osynliga synligt: Om kvaliteten i grundskolans teknikundervisning*. <https://www.skolinspektionen.se/beslut-rapporter/publikationer/kvalitetsgranskning/2014/teknik--gor-det-osynliga-synligt/>
- Skolinspektionen. (2018). *Utmanande undervisning för högpresterande elever. Kvalitetsgranskning på gymnasieskolans naturvetenskapliga program*. https://www.skolinspektionen.se/globalassets/02-beslut-rapporter-stat/granskningsrapporter/tkg/2018/hogpresterande/hogpresterande_elever_kvalitetsgranskning_si_2018.pdf
- Skolinspektionen. (2019). *Digitala verktyg i undervisningen: Matematik och teknik i årskurs 7–9*. <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/02-beslut-rapporter-stat/granskningsrapporter/tkg/2019/digitala-verktyg/digitala-verktyg-i-undervisningen.pdf>
- Skolinspektionen. (2022). *Stimulerande undervisning för elever som ligger långt fram i sin kunskapsutveckling. Med fokus på undervisningen i årskurs 4*. <https://www.skolinspektionen.se/globalassets/02-beslut-rapporter-stat/granskningsrapporter/tkg/2022/stimulerande-undervisning/stimulerande-undervisning-slutrapport.pdf>
- Skolverket. (2022a). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet – Lgr22*. <https://www.skolverket.se/publikationer?id=13296>
- Skolverket. (2022b). *Kursplan teknik*. <https://www.skolverket.se/undervisning/grundskolan/kursplaner-for->

grundskolan#/subjects/GRGRTEK01?school-
Type=GR&typeOfSyllabus=COURSE_SYLLABUS¤t-
ListHeading=Kursplaner%20i%20grundskolan&ti-
mespan=LATEST

- Skolverket. (2023). *Grundskolan – Personalstatistik med behörighet – per ämne och kategori*. <https://www.skolverket.se/skolutveckling/statistik/sok-statistik-om-forskola-skola-och-vuxenutbildning?sok=SokC>
- Skolverket. (2025a). *Ämneslärare i olika lärarkategorier, inkl. behörighet. Totalt, kommunal respektive enskild huvudman samt sameskolan, läsåret 2024/25*. https://siris.skolverket.se/siris/sitevision_doc.getFile?p_id=553693
- Skolverket. (2025b). *Lärarprognos 2024. Rapport 2025:2*. <https://www.skolverket.se/download/18.dc84e68193ded1bd4915bb7/1737469521050/pdf13190.pdf>
- Skolverket. (u.å.) *Jämför kursplanerna. Teknik Lgr22–Lgr11*. https://www.skolverket.se/download/18.3069476618aa-dea068317e7/1695379310927/jamforelsedok_Teknik.pdf
- Smedsrud, J. (2020). Explaining the variations of definitions in gifted education. *Nordic Studies in Education*, 40(1), 79–97. <https://doi.org/10.23865/nse.v40.2129>
- Starko, A. J. (2018). The development of creativity within talent domains. I P. Olszewski-Kubillus, R. F. Subotnik & F. C. Worrell (Red.), *Talent development as a framework for gifted education: Implications for best practices and applications in schools* (ss. 231–251). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003238454-11>
- Sternberg, R. J. (2005). WICS as a model of giftedness. *High Ability Studies* 14(2), 109–137. <https://doi.org/10.1080/1359813032000163807>
- Sternberg, R. J. (2021). Transformational creativity: The link between creativity, wisdom, and the solution of global problems. *Philosophies*, 6, 75. <https://doi.org/10.3390/philosophies6030075>
- Sternberg, R. J., & Davidsson, J. E. (2005). *Conceptions of giftedness* (2: uppl.). Cambridge University Press.
- Stoeger, H., Balestrini, D. P., & Ziegler, A. (2018). International perspectives and trends in research on giftedness and talent

- development. I S. I. Pfeiffer, E. Shaunessy-Dedrick & M. Foley-Nicpon (Red.), *APA handbook of giftedness and talent* (ss. 25–37). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000038-002>
- Stålnacke, J. (2015). *Särskilt begåvade elever. 1.2 Särskilt begåvade barn i skolan*. <https://www.skolverket.se/download/18.5dfee44715d35a5cdfa2d51/1516017579573/Sarskilt-begavade-elever-skolan.pdf>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., Corwith, S., Calvert, E., & Worrell, F. C. (2023). Transforming gifted education in schools: Practical applications of a comprehensive framework for developing academic talent. *Education Sciences*, 13(7), 707. <https://doi.org/10.3390/educsci13070707>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. (2018). Talent development as the most promising focus of giftedness and gifted education. I S. I. Pfeiffer, E. Shaunessy-Dedrick & M. Foley-Nicpon (Red.), *APA handbook of giftedness and talent* (ss. 231–245). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000038-015>
- Sultan, U. (2024). *In whose eyes am I technical?: Exploring the ‘problem’ of the (non)technical girl* [Doktorsavhandling, Linköpings universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1843076/FULLTEXT01.pdf>
- Sundqvist, P., Engström, S., & Nordlöf, C. (2025). The teacher's guide's way of communicating with the teacher – within the subject of technology. *Design and Technology Education: An International Journal*, 30(1), 45–62. <https://doi.org/10.24377/DTEIJ.article3042>
- Svensson, M. (2011). *Att urskilja tekniska system: Didaktiska dimensioner i grundskolan* [Doktorsavhandling, Linköpings universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:382726/FULLTEXT01.pdf>
- Svensson, M., Högfeldt Rudervall, M., Nylén, B., Nylén, B., Olsson, B., Börjesson, G., Chocron, M., & Sjöström, I-L. (2018). *Teknik direkt*. Sanoma utbildning.
- Svärd, J., Schönborn, K., & Hallström, J. (2024). Students' perceptions of authenticity in an upper secondary technology education innovation project. *Research in Science & Technological*

- Education*, 42(2), 467–487.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2116418>
- Szabo, A. (2021). Hur tar vi hand om begåvade elever i matematikklassrummet? I C. Sims (Red.), *Särskild begåvning i praktik och forskning* (ss. 213–234). Studentlitteratur.
- Tannenbaum, A. J. (2009). Defining, determining, discovering, & developing excellence. I J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert & C. A. Little (Red.), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (ss. 503–569). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003419426>
- Tirri, K. (2009). Ethical sensitivity and giftedness. I T. Balchin, B. Hymer & D. J. Matthews (Red.), *The Routledge international companion to gifted education* (ss. 134–140). Routledge.
- Tirri, K. (2022). Educating ethical minds in gifted education, I R. J. Sternberg, D. Ambrose & S. Karami (Red.), *The Palgrave handbook of transformational giftedness for education* (ss. 387–482). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91618-3_20
- Tirri, K., & Laine, S. (2017). Ethical challenges in inclusive education: The case of gifted students. I A. Gajewski & C. Forlin (Red.), *Ethics, equity, and inclusive education, international perspectives on inclusive education* (ss. 239–258). <https://doi.org/10.1108/S1479-363620170000009010>
- Tomlinson, C. A. (2016). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. Pearson education.
- Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., . . . Reynolds, T. (2003). Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: A review of literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27(2–3), 119–145. <https://doi.org/10.1177/016235320302700203>
- Trna, J. (2014). IBSE and gifted students. *Science Education International*, 25(1), 19–28. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1022896.pdf>
- Unicef. (2024). *Barnkonventionen: FN:s konvention om barnets rättigheter*. <https://assets.ctfassets.net/gl8rzq2xcs2o/FUJ64Tf4T7SHdFcZPfj7Y/ccbb852dda>

- c1ff7287134cdf7579b691/UNICEF_Barnkonventionen_full-version_2024__1_.pdf
- Utbildningsdepartementet. (2017). *Nationell digitaliseringsstrategi för utbildningsväsendet*. <https://www.regeringen.se/contentassets/72ff9b9845854d6c8689017999228e53/nationell-digitaliseringsstrategi-for-skolvasendet.pdf>
- Van de Vijver, A., & Mathijssen, S. (2024). A philosophical approach to talent development. *Roeper Review*, 46(1), 27–38. <https://doi.org/10.1080/02783193.2023.2285053>
- VanTassel-Baska, J. (2005). Domain-specific giftedness: Applications in school and life. I R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Red.), *Conceptions of giftedness* (ss. 358–376). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511610455.021>
- VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2005). Challenges and possibilities for serving gifted learners in the regular classroom. *Theory Into Practice*, 44(3), 211–217. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4403_5
- Varg, L. (2024). *Fröken är lik sin fröken: Om vad som påverkar lärares didaktiska vägval och formar NO-undervisning på mellanstadiet* [Doktorsavhandling, Umeå universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1854130/FULLTEXT02.pdf>
- Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. https://www.vr.se/download/18.68c009f71769c7698a41df/1610103120390/Forskningsetiska_principer_VR_2002.pdf
- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningssed*. <https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-rapporter/2017-08-29-god-forskningssed-2017.html>
- Vetenskapsrådet. (2024). *God forskningssed*. <https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-rapporter/2024-10-02-god-forskningssed-2024.html>
- de Vries, M. J. (2016). *Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*. Springer.
- de Vries, M. J. (2017). Technology education: An international history. I M. J. de Vries (Red.), *Handbook of technology education* (ss. 73–84). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44687-5_8

- Wejrums, M. (2024). *Läsa bredvid raderna. Högstadielävers kritiska läsning av digitala multimodala argumenterande texter* [Doktorsavhandling, Karlstads universitet]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1886695/FULLTEXT01.pdf>
- Westman, A.-K., Jidesjö, A., & Oskarsson, M. (2025). Reoccurring science identities: Swedish secondary students' interest in science and technology examined 2003 and 2020. *Nordic Studies in Science Education*, 25(1), 102–116. <https://doi.org/10.5617/nordina.10260>
- Ziernwald, L., Hillmayr, D., & Holzberger, D. (2022). Promoting high-achieving students through differentiated instruction in mixed-ability classrooms: A systematic review. *Journal of Advanced Academics*, 33(4), 540–573. <https://doi.org/10.1177/1932202X221112931>

BILAGOR

Bilaga A: Informations- och samtyckesbrev

Bilaga B: Intervjuguide

Bilaga A

Informationsbrev

Forskare
Helen Brink



Projekt
Modeller och modellering med digital teknik

Jag deltar i forskarskolan FUNDIG, forskarskolan för undervisningens digitalisering som startade i september 2017. Bakom projektet står Region Värmland och Karlstads universitet. Forskningen är ämnesdidaktisk och min forskning är inriktad på teknikdidaktik inom högstadiet.

Syftet med studien är att studera tekniklärares erfarenheter av undervisning med modeller och modellering med digital teknik och att bidra med en förståelse av undervisningen i detta kunskapsfält.

För att undersöka detta kommer jag att intervjua tekniklärare som undervisar på högstadiet. Intervjuerna kommer att spelas in digitalt med hjälp av en diktafon.

Ditt deltagande är frivilligt och du kan när som helst, utan att ange orsak, avbryta ditt medverkande.

Dina svar kommer att pseudonymiseras och behandlas så att obehöriga inte kan ta del av dem enligt dataskyddsförordningen, GDPR. Karlstads universitet är forskningshuvudman och personuppgiftsansvarig. Allt material kommer att analyseras för att besvara forskningsfrågorna och endast användas i forskningssyfte. Det innebär att delar av materialet kan användas vid konferenser eller publiceras i exempelvis tidskrifter eller konferensbidrag.

Tveka inte att kontakta mig om du har några frågor eller synpunkter.

Helen Brink
Doktorand Institutionen för pedagogiska studier
Helen.brink@kau.se
tel: 073-0622333

Samtycke

Forskare
Helen Brink



Projekt
Modeller och modellering med digital teknik

Jag har tagit del av Helen Brinks information angående forskningsprojektet
Modeller och modellering med digital teknik.

1. Jag har fått information om syftet med forskningen, och dessutom fått tillfälle att ställa frågor.
2. Jag förstår att mitt deltagande är frivilligt och att jag när som helst kan avbryta min medverkan utan att ange orsak.
3. Jag förstår att alla uppgifter kommer att hanteras enligt dataskyddsförordningen, GDPR, och pseudonymiseras och behandlas på ett sådant sätt att inte obehöriga kan ta del av dem.
4. Lagring och gallring av uppgifter sker enligt Karlstads universitets Bevarande- och Gallringsplan.

Jag ger mitt samtycke till att delta i forskningsprojektet.

Datum

Ort

Namn

Bilaga B

Intervjuguide

Fråga	Följdfrågor
Kan du beskriva ett exempel eller arbetsområde där eleverna arbetar med modeller med hjälp av digital teknik?	Har du fler exempel? Har du gjort något annat tidigare? Hur förklarar du digitala modeller och digital modellering för eleverna? Vad är en modell?
Vilka motiv ligger till grund för dina val av övningar?	Hur väljer du ut övningar? Vad övertygade dig att välja den? Vilka förberedelser behöver du göra? Kan du ge ett konkret exempel? Hur arbetar du med arbetsrådets progression? Hur tar du reda på vad eleverna redan kan? Tidigare stadiers undervisning? Vad innebär det (för dig) att arbeta med modellering och med modeller med digital teknik?
Vad vill du att eleverna ska lära sig? (i de valda övningarna)	På vilket sätt kommer detta lärande fram? Vad mer kan eleverna lära sig i övningen? Varför är det viktigt för eleverna att lära sig det? Vad anser du att den kunskapen är bra för? Vilken nytta har eleverna av den kunskapen?
Hur förklarar du uppgiften för eleverna?	Vilka ord och begrepp använder du? Finns det speciella ord och begrepp som du tycker hör till uppgiften? Vad brukar eleverna ha svårt med? Hur hjälper du dem?

	<p>Finns det andra sätt att beskriva och hjälpa?</p> <p>Finns det andra saker som brukar vara svårt för eleverna?</p>
Vilka teknikområden jobbar ni med när ni arbetar med modeller och modellering med digital teknik?	På vilket sätt kan den digitala tekniken bidra till förståelse för teknikområdet?
Vilka program använder du i undervisningen?	Vad låg bakom det valet? Finns det fler skäl?
Vilka kunskaper tycker du är viktiga att du har för att kunna arbeta med modeller och modellering med digital teknik?	(Vilken digital kompetens behöver du?)
Hur organiserar du arbetet med modeller och modellering?	<p>Vilka motiv finns för valet av arbetsätt?</p> <p>Hur ser du på din roll i klassrummet när eleverna arbetar med uppgiften?</p> <p>Vilka förkunskaper behöver eleverna ha inför arbetsområdet?</p>
Följdfrågor	<p>Kan du ge fler exempel?</p> <p>Kan du förtydliga?</p> <p>Vad menar du när du säger...?</p> <p>Kan du utveckla?</p> <p>Kan du konkretisera?</p>

Del 2

Artikel 1

Teaching digital models: Secondary technology teachers' experiences

Brink, H., Kilbrink, N., & Gericke, N. (2021). Teaching digital models: Secondary technology teachers' experiences. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 1755–1775. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09659-5>

Artikel 2

Teach to use CAD or through using CAD: An interview study with technology teachers

Brink, H., Kilbrink, N. & Gericke, N. (2022). Teach to use CAD or through using CAD: An interview study with technology teachers. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 957–979. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09770-1>

Artikel 3

The complexity, autonomy, authenticity, and support (CAAS) framework for gifted students' needs in technology education: A systematic literature review

Brink, H. (2025). The complexity, autonomy, authenticity, and support (CAAS) framework for gifted students' needs in technology education: A systematic literature review. *Roeper Review*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/02783193.2025.2466514>

Artikel 4

Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter: AKTA

Brink, H. (2025). Ramverk för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter: AKTA. *Nordic Studies in Science Education*, 21(2), 222–235. <https://doi.org/10.5617/nordina.12225>

Artikel 5

Teknikdidaktik och särskild begåvning: Hur möter teknikundervisningens läromedel för högstadiet elevers behov av komplexitet?

Brink, H. Manuskript under review



Teknikundervisning i perspektivet särskild begåvning

Den här avhandlingen syftar till att belysa hur teknikundervisning kan skapa förutsättningar för komplexitet och progression med ett specifikt fokus på elever med särskild begåvning.

I tre delstudier undersöks olika aspekter av teknikundervisningen: Modeller och modellering med digitala verktyg, särskild begåvning i teknikundervisningen, och komplexitet i teknikundervisningen. 12 semistrukturerade intervjuer med verksamma tekniklärare i högstadiet har genomförts. I en systematisk forskningsöversikt har behov hos elever med särskild begåvning i teknikundervisning undersökts, där ett ramverk, CAAS (komplexitet, autonomi, autenticitet och support) skapades. Ytterligare ett ramverk har tagits fram för analys av komplexitet i teknikundervisningens aktiviteter, AKTA. Slutligen genomfördes en läromedelsanalys där 587 aktiviteter och 449 begrepp i elevtexter analyserades avseende komplexitet.

Resultaten visar att teknikämnet har möjligheter att möta elevers behov uttryckta med CAAS på flera sätt, bland annat genom modeller och modellering med CAD (computer aided design) som digitalt verktyg. Resultaten visar också att lärarens didaktiska val är viktiga för att behoven av komplexitet ska mötas kontinuerligt och med ökande progression.

ISBN 978-91-7867-713-9 (print)

ISBN 978-91-7867-714-6 (pdf)

ISSN 1403-8099

DOKTORSAVHANDLING | Karlstad University Studies | 2026:32
