

Teknisk förändring som innehåll i teknikundervisning: Kunskap, begrepp, progression

Jonas Hallström

Linköpings universitet

Hösten 2022 infördes en ny läroplan för den svenska grundskolan, Lgr22, som också innehåller nya kursplaner. För teknikämnet innebär denna förändring att, i jämförelse med tidigare kursplaner, kunskapsinnehåll som relaterar till teknisk förändring blir ytterligare förstärkt. Syftet med den här artikeln är att definiera vad som kan vara kunskap, begrepp och progression när det gäller teknisk förändring, baserat på min egen forskning inom teknikens didaktik och teknikhistoria. Artikeln lyfter utifrån tre didaktiska modeller fram centrala kunskapsområden, begrepp och progression relaterade till teknisk förändring och teknikhistoria som innehåll i ämnet teknik.

Inledning

I Sverige och en del andra länder finns teknisk förändring och historiska perspektiv på teknikens framväxt med som innehåll i kursplan och undervisning i teknik i skolan. Hösten 2022 infördes en ny läroplan för den svenska grundskolan, Lgr22, med tillhörande kursplaner. För teknikämnets del innebär det att, i jämförelse med tidigare kursplaner, kunskapsinnehåll som relaterar till teknisk förändring blir ytterligare förstärkt. I det inledande stycket med syftesformuleringen står till exempel nu följande:

”Undervisningen i ämnet teknik ska syfta till att eleverna utvecklar intresse för och kunskaper om tekniken som omger oss. [...] Undervisningen ska ge eleverna möjligheter att reflektera över teknikens historiska utveckling. Därmed får de bättre förutsättningar att förstå samtidens tekniska företeelser, hur tekniken och samhällsutvecklingen påverkar varandra samt hur teknik kan användas på ett ansvarsfullt sätt” [1].

De historiska perspektiven kopplas, precis som innan, till samhälls- och miljöperspektiv på tekniken, genom rubriken ”Teknik, människa, samhälle och miljö” inom det centrala innehållet. Från och med 2022 ligger denna rubrik först vilket signalerar en ökad betydelse [1].

Tidigare forskning som jag och min forskargrupp gjort visar att lärare upplever de historiska perspektiven på tekniken som viktiga delar av undervisningen. Tekniklärare tycker enligt flera av våra studier att det är viktigt för elever att förstå teknikens förändring för att kunna förstå teknik [2,3]. Att teknisk förändring är en viktig del av en vidare förståelse av tekniken som företeelse styrks också av annan, mer filosofiskt och historiskt inriktad forskning [4,5]. Något som dock saknas är en tydligare precisering av vad det är för typ av kunskaper som en elev bör ha om teknisk förändring, vilka begrepp som är centrala liksom vad som kan vara en lämplig progression. Syftet med den här artikeln är att beskriva min forskning ur perspektivet teknisk förändring, och utifrån detta resonera om lämpliga kunskaper, begrepp och progression inom ämnet teknik i grundskolan.

Teknisk förändring som innehåll i teknikämnet, i Sverige och internationellt

Att teknikhistoria och teknisk förändring ska vara en del av teknikundervisning är inte självklart. Skolämnen ser olika ut i olika nationella, politiska och kulturella sammanhang, där aktörer i och runt skolan förhandlar om vilket innehåll skolämnena ska ha [6]. I USA gjordes i början av 2000-talet ett arbete av expertgruppen *The Committee on Technological Literacy* som utmynnade i rapporten *Technically Speaking: Why All Americans Need to Know More About Technology*. För kommittén var det tydligt att i teknikutbildning ingår också kunskaper om teknisk förändring, och därför ska en tekniskt bildad person veta något om:

"The ways technology shapes human history and people shape technology [...] society shapes technology as much as technology shapes society. There is nothing inevitable about the changes influenced by technology - they are the result of human decisions and not of impersonal historical forces" [7,8].

Teknikhistoria finns numera som en standard (läroplansmål) i den amerikanska *Standards for technological and engineering literacy* [8]. Den svenska Teknikdelegationen var inne på samma spår, i sin rapport från 2010:

"Teknikämnet, likaväl som exempelvis historieämnet, ska ge oss en förståelse för det samhälle vi lever i, hur vi har kommit hit och vart vi kan vara på väg. Det ska också, i analogi med skolans naturvetenskapliga ämnen, ge en grund och öppna möjligheter för de elever som senare vill välja en specialisering mot teknik" [9].

Från vetenskapligt och politiskt håll finns alltså starka röster som förordar att teknisk förändring finns med i teknikämnet. Teknikhistoria finns också med i en del länders kursplaner i teknik, och ofta är det länder där man precis som i Sverige har ett brett anslag och även inkluderar ett vidare samhällssammanhang i teknikämnet [10]. Ett sådant exempel är kursplanen i Nya Zeeland från 2017, som beskriver historiska inslag i ämnet på följande vis:

"[Students] learn to critique the impact of technology on societies and the environment and to explore how developments and outcomes are valued by different peoples in different times. As they do so, they come to appreciate the socially embedded nature of technology and become increasingly able to engage with current and historical issues and to explore future scenarios" [11].

Kursplanen för teknikämnet i Nya Zeeland betonar alltså vikten av att eleverna förstår att tekniken utvecklas i ett socialt sammanhang, vilket även görs i den svenska kursplanen genom temat "Teknik, människa, samhälle och miljö" i det centrala innehållet. Det är också inom detta tema som det mesta av det teknikhistoriska innehållet finns, vilket faller tillbaka på syftesformuleringarna och förmågorna i kursplanens inledning:

"Undervisningen i ämnet teknik ska ge eleverna förutsättningar att utveckla - förmåga att reflektera över olika val av tekniska lösningar, deras konsekvenser för individen, samhället och miljön samt hur tekniken har förändrats över tid" [1].

Kursplanen i historia har som jämförelse inte med begreppen "teknik" eller "teknisk" eller liknande, även om det förstås är mycket av det innehåll som finns med som kan tolkas som tekniskt eller tekniskt relaterat (till exempel trafik, energi, medier, industrialisering m.m.) [12]. Detta innebär förstås inte att man inte kan undervisa i historia med fokus på teknisk förändring, för det innehåll som skrivs fram i kursplanen innehåller, i någon mån, teknik inom alla epoker. Det innebär dock att historieämnet inte primärt fokuserar på teknik. Det är därför teknikämnet som uttryckligen innehåller moment i teknikhistoria och teknisk förändring och som alltså i första hand axlar ansvaret för detta innehåll i den svenska grundskolan [13].

Forskning om teknikhistoria som innehåll i teknikämnet - tre didaktiska modeller

I teknikdidaktiska studier av tekniklärares uppfattningar om olika aspekter av teknikämnet som gjorts av min forskargrupp kommer det också fram resultat som rör lärares uppfattningar om och kunskaper i teknikhistoria. I studier om tekniklärostudenters och tekniklärares uppfattningar om tekniska system framkom till exempel även uppfattningar om teknisk förändring. I en studie skulle lärarstudenter jämföra den historiska utvecklingen av elektricitets- och telefonsystem, men resultaten tyder på att deras uppfattningar om teknisk förändring mestadels var diffus. De flesta av studiens deltagare la fokus på oklara tidpunkter ("efter 1940", "efter ett tag") utan någon klar idé om sammanhanget eller förändringsprocesserna bakom systemens utbredning [14].

Lärarnas uppfattningar om teknisk förändring har däremot visat sig vara mer utvecklad. I en studie om bedömning av kunskaper om tekniska system ansåg de att det var viktigt att kunna sätta tekniska system i sin historiska kontext för att en elev skulle kunna få ett högt betyg i teknik. Lärarna tyckte att eleverna måste förstå varför och hur systemet växt fram historiskt. Däremot nämnde de aktörer i förbigående men inget om drivkrafter [2]. Överlag tyder våra studier på att tekniklärare tycker att teknikhistoriska perspektiv på till exempel tekniska system är viktiga.

För att kunna utveckla elevers, studenters och lärares kunskaper om teknik och teknisk förändring har vi utvecklat tre didaktiska modeller, som presenteras nedan.

En teknikfilosofisk modell

I en studie från vår forskargrupp skapades ett teknikfilosofiskt ramverk för de kunskapstraditioner som kan sägas ingå i teknikämnet (se [Tabell 1](#)). Med detta sätt att rama in ämnet som en didaktisk modell hamnar teknisk förändring och teknikhistoria i den tredje traditionen som kallas *socioetisk teknisk förståelse*. Denna tradition är i länder som exempelvis Sverige, USA och Nya Zeeland en central del av teknikämnet, men bygger inte på traditionella tekniska kunskapsområden utan har sin bas i samhällsvetenskap och humaniora.

	Ett tredelat ramverk för kunskap i teknikundervisning		
	<i>Tekniska färdigheter</i>	<i>Vetenskapsbaserad teknisk kunskap</i>	<i>Socioetisk teknisk förståelse</i>
<i>Kortfattad beskrivning av de tekniska kunskaperna (traditionerna)</i>	Den första tekniska kunskapen som människan bemästrade. Ett slags färdighet eller förmåga. Det viktigaste är att få saker att fungera, inte varför de fungerar. Kunskap i teknik. (Hantverkstradition)	Kunskap som förvärvats genom ett allmänt vetenskapligt synsätt, men i ett tekniskt sammanhang. Det viktigaste är att förstå varför saker fungerar. Kunskap i teknik. (Ingenjörstradition)	Kunskap om teknik och dess relation till den mänskliga världen. Att förstå teknik i relation till miljö, samhälle och människa. (Humanistisk och samhällsvetenskaplig tradition)
<i>Huvudsaklig metod för att styrka kunskapen</i>	Erfarenhet	Teknikvetenskapliga och naturvetenskapliga metoder.	Humanistiska och samhällsvetenskapliga metoder.
<i>Exempel från teknikundervisning</i>	Kunskap om hur man bygger, skär och limmar modeller av kartong.	Kunskap om materials struktur och egenskaper.	Kunskap om hur datorer har påverkat vårt sätt att kommunicera eller hur infrastrukturen i ett samhälle är planerad och uppbyggd.
<i>Exempel från yrkeslivet</i>	Smedens hantverk.	Hållfasthetsberäkningar på en bro.	Hur en ny tåglinje påverkar livet i det lokala samhället.

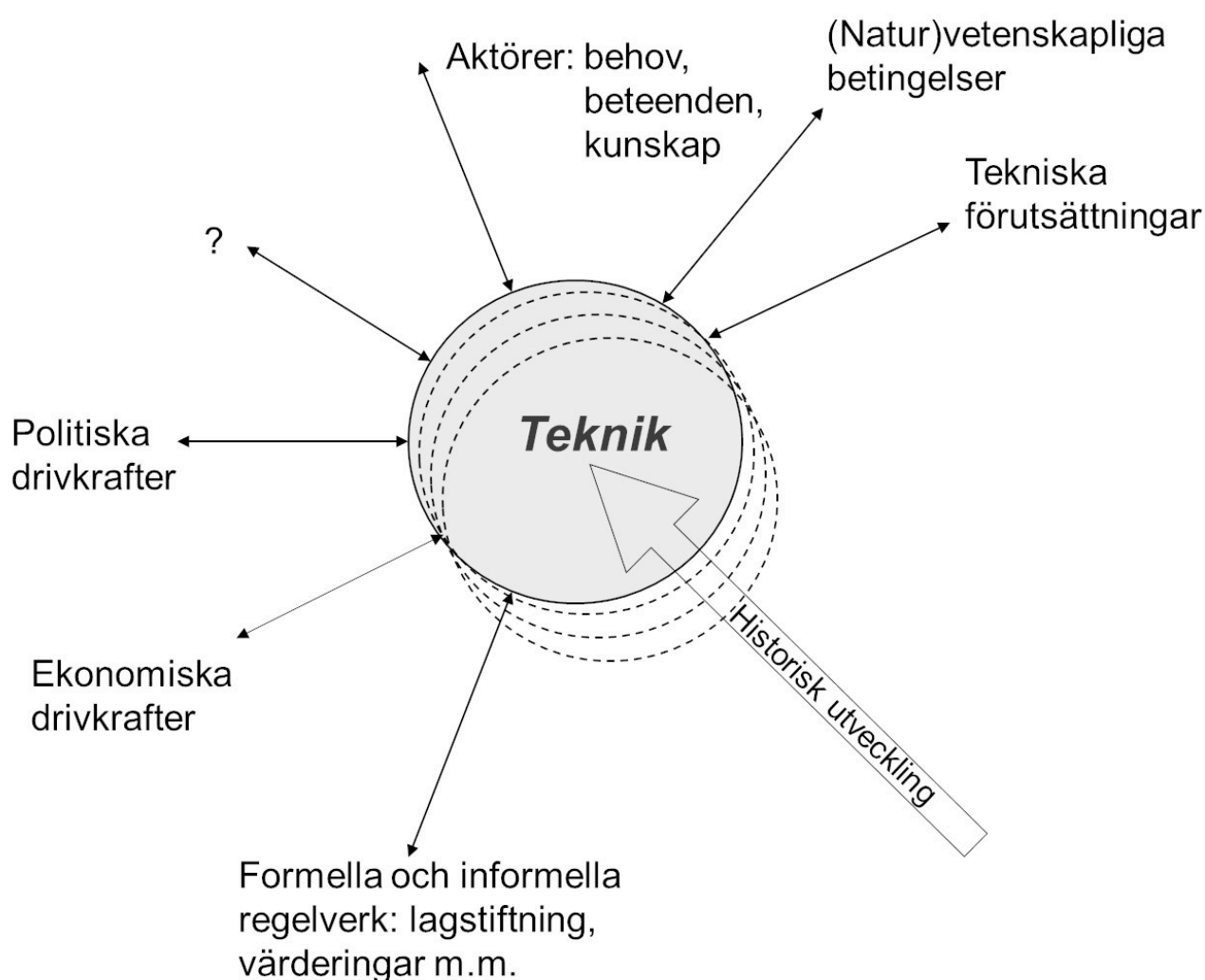
Tabell 1. Ett tredelat teknikfilosofiskt ramverk för kunskap i teknikundervisning [10]

I studien visar vi hur de perspektiv som kommer från dessa kunskapstraditioner är viktiga för att förstå tekniken och dess roll för människan, i samhället och i förhållande till den naturliga miljön;

tekniken påverkas av, men påverkar också, både människa, samhälle och miljö. Socioetisk teknisk förståelse är som helhet en bredare kunskapstradition än bara teknikhistoria men teknikhistoria kan på ett fruktbart sätt belysa problematiker relaterade till samhälle och miljö (se [Tabell 1](#)). Kunskaper om teknikhistoria och teknisk förändring kan dock också vara viktiga för att tillägna sig kunskaper inom de två andra områdena i modellen, *tekniska färdigheter* och *vetenskapsbaserad teknisk kunskap* [10].

En teknikhistorisk modell

För att utveckla socioetisk teknisk förståelse i allmänhet, och kunskaper inom teknikhistoria i synnerhet, utvecklade vi också en didaktisk teknikhistorisk modell för att kunna analysera teknisk förändring som en del av teknikundervisningen, se [Figur 1](#) [15]. Modellen beskriver hur tekniken utvecklas historiskt, i ett spänningsfält mellan mänskliga behov, beteenden och kunskaper, naturvetenskapliga och tekniska förutsättningar, politiska och ekonomiska drivkrafter, olika kulturella föreställningar och regelverk, och så vidare.



Figur 1. Teknikhistorisk modell för teknikundervisning som beskriver påverkan av behov, förutsättningar, drivkrafter, regelverk m.m. för teknikens utveckling (baserad på [15]).

I sin allra enklaste användning så kan modellen användas för att visa för elever att tekniken alltid utvecklas i ett komplext sammanhang. Det är aldrig så att tekniken "utvecklas av sig själv" (en

variant av vad som brukar kallas *teknikdeterminism*) utan olika aktörer och faktorer påverkar teknikens utveckling, och påverkas i sin tur tillbaka av teknikutvecklingen [16].

Man kan också använda modellen genom att "zooma in" på vissa delar av den, exempelvis att titta mer i detalj på vilka behov som ligger bakom ny teknik eller hur lagstiftning begränsar eller möjliggör teknikens framväxt.

Det går också att fokusera på exempel från teknikundervisning och exempel från yrkeslivet som i beskrivningen ovan i [Tabell 1](#). Kunskap om hur datorer har påverkat vårt sätt att kommunicera eller hur infrastrukturen i ett samhälle är planerad och uppbyggd kan också innehålla insikter om tekniska förutsättningar, behov eller politiska drivkrafter, vilket också blir tydligt förankrat i kursplanen [1].

En modell för progression i kunskaper om teknikhistoria

Kunskaper och begrepp i teknikhistoria behöver också knytas till en genomtänkt progression, för att elevers lärande ska kunna följa en logisk utveckling och därmed underlättas. Historiskt sett finns olika sätt att tänka kring progression i skolan i allmänhet. Den absolut äldsta och mest självklara progressionen är den att gå från enkla till komplexa kunskaper. Det kan innebära att man börjar med enkla kunskaper för yngre elever (nybörjare, noviser) och fortsätter med de mer komplexa kunskaperna efter hand som eleverna blir äldre, eller blir mer erfarna inom ett visst kunskapsområde [17].

Man kan också tänka sig den geografiska progressionen från lokalt till globalt, liknande den som funnits i grundskolan under många år då man på lågstadiet börjar med elevernas närmiljö (jfr. ämnet hembygdskunskap, som fanns från undervisningsplanen 1919 i folkskolan till och med Lgr 69 i grundskolan) och sedan inkluderar mer och mer global kunskap allteftersom eleverna blir äldre. I teknikkursplanen finns både progressionen från enkelt till komplext och från lokalt till globalt med, när det gäller hur kunskaper i teknik utvecklas under grundskolans alla år.

För teknikhistoriska kunskaper kan man också tänka sig progressionen från då till nu, och även tvärtom, från nu till då. Dock är det inte så enkelt att avgöra vilken av dessa som är bäst. Eftersom teknikens utveckling i många fall är evolutionär [4], det vill säga att nyare teknik bygger på äldre teknik, borde man börja då och gå mot nuet, men samtidigt måste man i så fall börja långt från elevers vardag.

Progression från enkel till komplex är den som ska utvecklas här, och bygger på en av mina studier [18]. Det finns dock också två sätt att se på progressionen från enkel till komplex inom teknik och teknisk förändring, vilken jag här förklarar med inspiration från den engelske utbildningssociologen Basil Bernstein [19] och hans begrepp *vertikal diskurs* och *horisontell diskurs*.

Om man ser kunskapsutvecklingen hos elever som hierarkisk eller vertikal så arbetar sig elever "uppåt" mot högre och mer avancerade nivåer av kunskap, där de högre, mer komplexa kunskaperna bygger på de lägre och enklare [20].

I teknikkursplanen kan vi se exempel på denna vertikala typ av progression från enkelt till komplext, till exempel i kunskapskraven för betyget E jämfört med C i årskurs 6:

*"Eleven ger exempel på tekniska lösningar och beskriver på ett **enkelt** sätt några av deras för- och nackdelar för individ och miljö samt hur de har förändrats över tid. Eleven undersöker tekniska lösningar och beskriver på ett **enkelt** sätt hur några delar samverkar för att uppnå ändamålsenlighet och funktion. Eleven genomför enkla teknikutvecklings- och konstruktionsarbeten på ett **delvis genomarbetat** sätt. I arbetet **bidrar** eleven **till** att formulera och välja handlingsalternativ. Eleven gör dokumentationer där intentionen i lösningen **till viss del** är synliggjord. [...]"*

"Eleven ger exempel på tekniska lösningar och beskriver på ett **utvecklat** sätt några av deras för- och nackdelar för individ och miljö samt hur de har förändrats över tid. Eleven undersöker tekniska lösningar och beskriver på ett **utvecklat** sätt hur några delar samverkar för att uppnå ändamålsenlighet och funktion. Eleven genomför enkla teknikutvecklings- och konstruktionsarbeten på ett **genomarbetat** sätt. I arbetet formulerar och väljer eleven handlingsalternativ **som med någon bearbetning leder framåt**. Eleven gör dokumentationer där intentionen i lösningen är **relativt väl synliggjord**" [1].

Den mer komplexa kunskapen kring teknisk förändring består alltså till exempel av att beskriva utvecklat istället för enkelt, och i de praktiska momenten att vid genomförande av konstruktionsarbeten göra det på ett mer genomarbetat sätt.

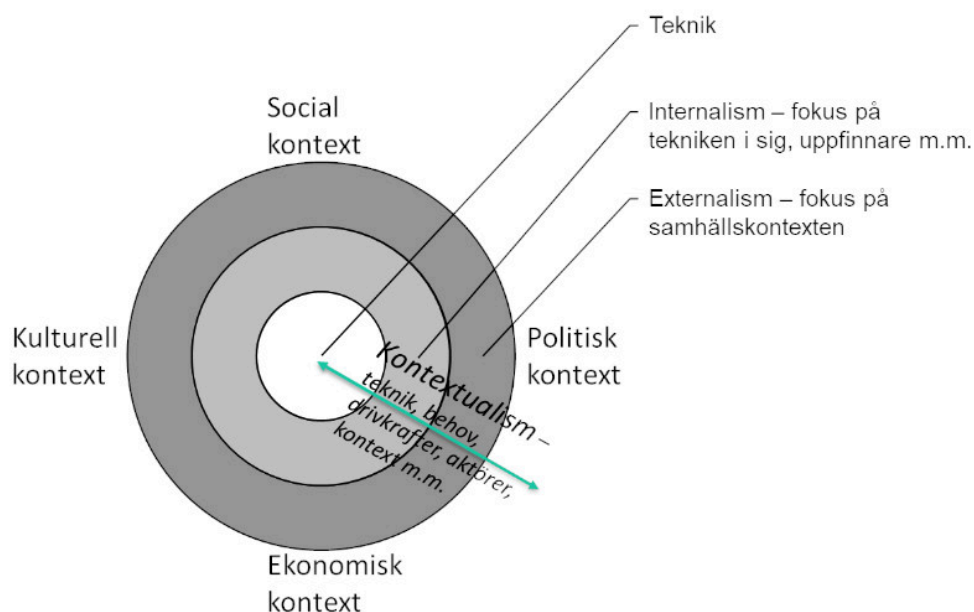
Horisontell progression utgår istället från att olika kompetenser eller kunskapsområden är komplementära. Kunskaper är "byggstenar" eller "pusselbitar" hos elever som kan läggas till för att utvidga kunskaperna, men samtidigt bygger inte nyare kunskaper på tidigare kunskaper på samma sätt som i den vertikala synen på progression. Inom teknikkursplanen finns exempel också på denna horisontella typ av progression i det centrala innehållet, till exempel vad det gäller användning av ämnesspecifika begrepp. I årskurs 1-3 kopplas begrepp till mekanismer, medan de i årskurs 4-6 och 7-9 relateras till elektronik och styr- och reglerteknik. Kunskaperna utvidgas alltså när eleverna blir äldre och läser teknik i högre årskurser.

En progression inom *teknisk förändring* handlar om att gå från enkelt till komplext, och innehåller både vertikala och horisontella progressionslinjer [18,19]. Denna progression för teknisk förändring handlar om kunskaper över tid. Den börjar med *internalism*, alltså ett tydligt fokus på vad en enskild uppfinnare eller en viss framgångsrik teknik åstadkommit utan att relatera så mycket till kontexten. Nästa steg är *externalism*, teknikhistoria som istället mer tydligt fokuserar samhällskontextens betydelse. Det tredje steget kallas *kontextualism*. Det innebär att man ser tekniken som innesluten i en historisk kontext, och att både tekniken i sig och det politiska och kulturella sammanhanget är viktiga för att förklara varför och hur tekniken utvecklas [13,18,21].

Dessa tre begrepp eller steg speglar en utveckling av komplexitet i kunskapsinnehållet. Den teknikhistoriska progressionen över tid kan alltså uttryckas så här:

Internalism → *externalism* → *kontextualism*

Denna progression går från den interna, huvudsakligen tekniska förståelsen, till den externa huvudsakligen sociala, ekonomiska, kulturella och politiska förståelsen, till att koppla ihop båda dessa till en mer komplett, kontextuellt baserad teknikhistorisk kunskap [13,21]. Om vi jämför med den första modellen med kunskapstraditionerna i [Tabell 1](#) skulle kontextualism kunna jämföras med kunskaper inom socioetisk teknisk förståelse men kopplat också till de andra två kunskapstraditionerna, för att på så sätt bli en mer komplett "palett" av kunskaper om teknisk förändring. [Figur 2](#) illustrerar den didaktiska modellen med en tänkt progression i kunskaper om teknisk förändring.



Figur 2. Progression i kunskaper om teknisk förändring, från internalism till externalism till kontextualism.

Centrala kunskaper i teknikhistoria inom teknikämnet

Baserat på ovanstående egna forskning, teknikhistorisk forskning samt den "socioetiska" tekniska kunskapstraditionen där man framför allt kan placera kunskaper om teknisk förändring [10], ska jag här närmare ringa in vad de kunskaper som bör ingå i teknikämnet skulle kunna vara. Det kunskapsinnehåll som föreslås här är inte på något sätt uttömmande så det finns utrymme för en lärare att inkludera andra innovationer och tekniker som historiska exempel. Resonemanget som följer är dock baserat på framför allt min egen forskning i teknikhistoria och teknikdidaktik och är på så sätt välgrundat (källa inom hakparentes efter varje punkt).

Först och främst behöver elever och lärare erhålla "empiriska" kunskaper, alltså kunskaper om konkreta tekniker och innovationer samt vad som hänt med, i och genom dem genom historien:

- Centrala innovationer, produkter, metoder och system, när och av vem/vilka de uppfanns och deras funktioner och användningsområden. Viktiga aktörsgupper som drivit teknikutvecklingen framåt, till exempel ingenjörer, naturvetenskapliga forskare, innovatörer, hantverkare [22,23].
- Användning och vidareutveckling av innovationer, även i oväntade sammanhang som till exempel när användare och entusiaster modifierat existerande tekniker [24].
- Varför dessa innovationer var/är centrala i förhållande till samhällsförändringar och till exempel maktstrukturer, genusrelationer och miljöförändringar [22].
- Människan och tekniken i olika sammanhang, vad man kan lära av olika historiska exempel, för dagens och framtidens teknikutveckling, hållbar utveckling m.m. [15].

Elever och lärare behöver också teoretiska kunskaper och verktyg för att kunna orientera sig i och analysera teknikens historiska utveckling. Ovan har getts tre exempel på sådana teoretiska verktyg som vi kan kalla didaktiska modeller, men det kan också handla om andra modeller, principer eller begrepp:

- Återkommande teknikhistoriska principer eller mönster, till exempel hur man i tekniska innovationer ofta "härmar" naturen, exempelvis flygplan och fisknät; eller "hoppande teknik", alltså hur framgångsrika innovationer "hoppas"/överförs till nya teknikområden som ångmaskinen (gruvor, tåg, fartyg), IC-kretsen och olika programspråk för datorer [4].
- Teknikhistoriska och/eller samhällsvetenskapliga modeller och begrepp som till exempel aktör - struktur; behov, drivkrafter, makt; klass, etnicitet, genus. Jfr. den teknikhistoriska modellen ovan i [Figur 1 \[15\]](#).
- Historisk kontext/sammanhang, som kan "rekonstrueras" kring en innovation med modellerna ovan i [Figur 1](#) och [Figur 2 \[18,21\]](#).

Avslutning

Artikeln lyfter fram tre didaktiska modeller med centrala kunskapsområden relaterade till teknisk förändring och teknikhistoria som innehåll i ämnet teknik. Samtliga tre modeller är baserade på forskning som gjorts av mig och min forskargrupp. Modellerna kan hjälpa lärare att välja tekniska objekt eller system de vill fokusera på i undervisningen, liksom hur de kan koppla dessa till den historiska kontexten och därmed ge elever möjlighet att utveckla kunskaper inte bara om dessa tekniker i sig utan också om *teknikhistoria* och *teknisk förändring*. Att bli tekniskt bildad handlar alltså inte bara om kunskaper i och om teknik idag utan också om att bli *teknikhistoriskt bildad*, för att skapa en handlingsberedskap inför framtiden. Teknisk bildning som den ska komma till uttryck i teknikämnet i skolan handlar alltså både om att veta *vad teknik är, vad den gör och hur den förändras [1,4,10,13]*.

Författare



Figur 3. Jonas Hallström

Jonas Hallström är professor i teknikens didaktik vid TekNaD, Institutionen för beteendevetenskap och lärande (IBL), Linköpings universitet. Hans forskning rör den historiska framväxten av teknik i skolan, teknikens epistemologi och ämnesfilosofi samt elevers och lärares attityder till och kunskaper om teknik och teknikundervisning. Forskningen rör också olika ämnesinnehåll inom teknik och STEM (science, technology, engineering, mathematics), t.ex. tekniska system och artificiell intelligens, liksom design, genus, autentiskt lärande, modeller och modellering.

Referenser

1. Skolverket. Kursplan i teknik. 2022.
2. Schooner P, Klasander C, Hallström J. Swedish technology teachers' views on assessing student understandings of technological systems. *International Journal of Technology and Design Education*. 2018;28(1):169-188. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9383-y>
3. Nordlöf C, Höst G, Hallström J. Technology teachers' talk about knowledge: from uncertainty to technology education competence. *Research in Science & Technological Education*. 2022;:1-21. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2070150>
4. Arthur WB. *The nature of technology: What it is and how it evolves*. New York: Free Press; 2009.
5. Nye DE. *Technology matters: Questions to live with*. Cambridge, MA: The MIT Press; 2006.
6. Goodson I. Context, curriculum and professional knowledge. *History of Education*. 2014;43(6):768-776. <https://doi.org/10.1080/0046760x.2014.943813>
7. Pearson G, Young AT. *Technically speaking: Why all Americans need to know more about technology*. National Academies Press; 2002.
8. International Technology and Engineering Educators Association. *Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education*. 2020.
9. Teknikdelegationen. *Vändpunkt Sverige - ett ökat intresse för matematik, naturvetenskap, teknik och IKT*. Betänkande. SOU 2010:28; 2010.
10. Nordlöf C, Norström P, Höst G, Hallström J. Towards a three-part heuristic framework for technology education. *International Journal of Technology and Design Education*. 2021;32(3):1583-1604. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09664-8>
11. Ministry of Education. *Technology in the New Zealand Curriculum*. 2017.
12. Skolverket. Kursplan i historia. 2022.
13. Hallström J. Om teknikhistoriens roll i grundskolans historie-och teknikämnen. In: Johnsson Harrie A, Larsson HA, eds. *Samhällsdidaktik. Sju aspekter på samhällsundervisning i skola och lärarutbildning*. Linköping: Linköping University Electronic Press; 2012.
14. Hallström J, Klasander C. Visible parts, invisible whole: Swedish technology student teachers' conceptions about technological systems. *International Journal of Technology and Design Education*. 2017;27(3):387-405. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9356-1>
15. Hallström J, Gyberg P. Technology in the rear-view mirror: How to better incorporate the history of technology into technology education. *International Journal of Technology and Design Education*. 2011;21(1):3-17. <https://doi.org/10.1007/s10798-009-9109-5>
16. Hallström J. Embodying the past, designing the future: Technological determinism reconsidered in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*. 2022;32(1):17-31. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09600-2>
17. Herbart JF, De Garmo C. *Outlines of educational doctrine*. New York: Macmillan Company; 1913.
18. Hallström J. Looking back in order to move forward: The position of technology education in past Swedish curricula. I: de Vries MJ, ed. *Positioning Technology Education in the Curriculum*. Rotterdam: Brill Sense; 2011:21-38.
19. Bernstein B. Vertical and horizontal discourse: An essay. *British Journal of Sociology of Education*. 1999;20(2):157-173. <https://doi.org/10.1080/01425699995380>
20. Biggs J, Collis K. Towards a model of school-based curriculum development and assessment using the SOLO taxonomy. *Australian Journal of Education*. 1989;33(2):151-163. <https://doi.org/10.1177/168781408903300205>
21. Staudenmaier JM. *Technology's storytellers: Reweaving the human fabric*. Cambridge, MA: Society for the History of Technology and the MIT Press; 1985.
23. Hallström J, Kaijser A. Socially constructed and society shaping: Investigating characteristics of technological systems for technology education. In: Hallström J, Williams PJ, eds. *Teaching and Learning about Technological Systems: Philosophical, Curriculum and Classroom Perspectives*. Singapore: Springer Nature; 2022.

https://doi.org/10.1007/978-981-16-7719-9_1

24. Van der Vleuten E, Oldenziel R, Davids M. Engineering the future: Understanding the past. Amsterdam: Amsterdam University Press; 2017.
25. Edgerton D. The shock of the old: Technology and global history since 1900. London: Profile Books; 2011.