



# Teknologi i realfagene

---

NOVEMBER 2018



**NATURFAGSENTERET**  
NASJONALT SENTER FOR NATURFAG I OPPLÆRINGA



**MATEMATIKKSENTERET**  
Nasjonalt senter for matematikk i opplæringen

Liv Oddrun Voll og Bård Vinje  
UNIVERSITETET I OSLO OG MATEMATIKKSENTERET, NTNU

## Innholdsfortegnelse

<b>INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
<b>HVA ER TEKNOLOGI? .....</b>	<b>3</b>
<b>FORHOLDET MELLOM MATEMATIKK, NATURFAG OG TEKNOLOGI .....</b>	<b>4</b>
NATURFAG I TEKNOLOGI OG TEKNOLOGI I NATURFAG .....	4
MATEMATIKK I TEKNOLOGI OG TEKNOLOGI I MATEMATIKK .....	5
<b>TEKNOLOGISK KOMPETANSE .....</b>	<b>6</b>
KOMPETANSE I DIGITAL TEKNOLOGI.....	7
<b>TEKNOLOGI I UTDANNING .....</b>	<b>7</b>
<b>REFERANSER .....</b>	<b>8</b>

## Innledning

Fagområdene matematikk, naturfag og teknologi blir ofte omtalt under samlebetegnelsen realfag. Selv om fagene er ulike, er det et nært forhold mellom dem. Matematikk og naturfag anvendes i teknologi samtidig som teknologi er en sentral faktor for praksis og utvikling innen matematikk og naturfag.

Denne artikkelen diskuterer hva teknologi er og hvordan teknologiens egenart skiller seg fra matematikk og naturfag. Teknologi og særlig digital teknologi, har påvirket, påvirker og vil i økende grad fortsette å påvirke samfunnet som ligger foran oss. Teknologisk kompetanse vil være helt avgjørende for å kunne fungere og bidra i framtidens samfunn. Vi presenterer kort hva teknologisk kompetanse er og trekker spesielt fram kompetanse i digital teknologi. Til slutt ser vi på ulike måter teknologi kan komme til uttrykk i en utdanningsammenheng.

## Hva er teknologi?

En pinne som ligger på bakken, er en del av naturen. Men når et menneske tar den opp og bruker den som et redskap, er det teknologi (Sundin, 1991). Teknologi er kunnskap om tingenes verden i motsetning til naturvitenskap som er kunnskap om naturen. Et teknologisk produkt eller system kjennetegnes ved at det er et redskap som fyller en oppgave og har en funksjon.

Teknologi bygger på håndverkstradisjonene, men omfatter i dag både digital teknologi og de ulike ingeniørdisiplinene. Det kreative og utøvende i utforming, utvikling og design av produkter er en sentral del av teknologisk kompetanse. Begrepet «technological literacy» betyr å

kunne utvikle, lage, produsere og i tillegg bruke, vurdere og forstå teknologi (ITEA, 2007).

De siste tiårene har digital teknologi fått en stadig mer sentral plass i samfunnet.

Fleksibiliteten og tilgjengeligheten til den digitale teknologien har ført til at den nå er integrert i mange andre teknologier, og den digitale teknologien har dermed blitt en slags



FIGUR 1: BRUK AV TEKNOLOGI ER LIKE GAMMEL SOM MENNESKEHETEN (ILLUSTRASJON RIM TUSVIK)

metateknologi. Det er dette som gjør at digital teknologi påvirker nær sagt alle fagområder og store deler av samfunnet.

## Forholdet mellom matematikk, naturfag og teknologi

Alle tre fagområdene er kjennetegnet ved at de har etablert et spesielt språk og ulike måter å tenke på. Eksisterende viten i fagene bygger på en etablert kunnskapsmasse som er grundig testet og samtidig skjer det en kontinuerlig revidering og utvikling. Men det er også forskjeller mellom de tre fagene. Matematikk handler om å undersøke egenskaper og mønstre i abstrakte strukturer. Å gjøre generaliseringer er sentralt. Naturfag handler om å få kunnskap om og forstå fenomener i naturen mens teknologi er kjennetegnet ved den søker å utvikle hjelpemidler for å dekke individuelle eller kollektive menneskelige behov. Litt forenklet kan vi si at et sentralt begrep i matematikk og naturfag er forståelse, men for teknologi er det funksjon.

Kjennetegnene på matematikk, naturfag og teknologi er uttrykk for forskjellene i fagenes egenart eller epistemologi. I matematikk og naturfag er det viktig å lære å resonere og argumentere på grunnlag av evidens mens i teknologi skal man få et produkt til å virke. Det fører til at både innhold og epistemologi (kunnskap om faget) blir forskjellig for fagområdene matematikk, naturfag og teknologi. Menneskene kontrollerer eller påvirker teknologi og vi kan skape, forbedre og bruke teknologi på grunnlag av nye muligheter, endrede behov eller prioriteringer (Arthur, 2009; ITEA, 2007).

## Naturfag i teknologi og teknologi i naturfag

Målet med naturfag er å *forstå* verden mens målet med teknologi er å *endre* verden. Gjennom teknologi søker vi å utvikle hjelpemidler som skal gjøre verden bedre og lettere for oss. Kompetanse i teknologi innebærer å kunne vurdere hvilken pris (virkning og bivirkning) produksjon og bruk av produktet har, økonomisk, etisk eller miljømessig. Teknologi er derfor i sin natur verdiladet..

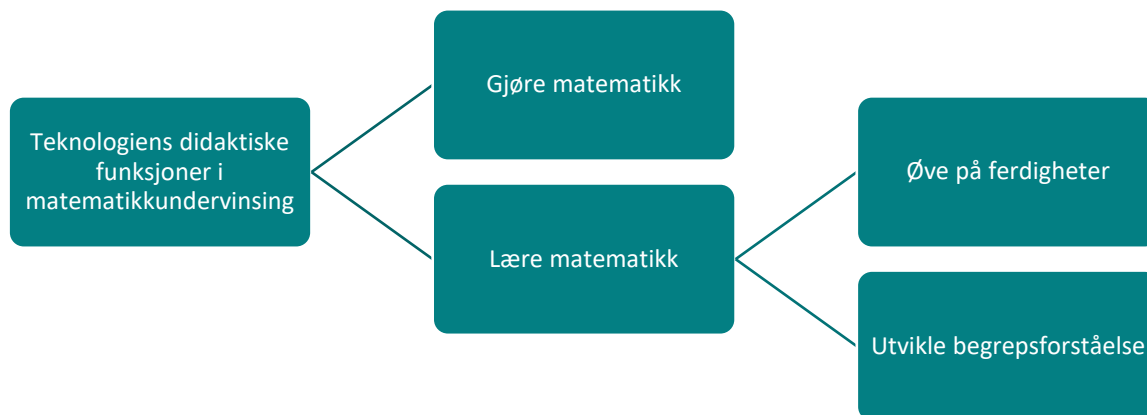
Svært mye av dagens teknologi er basert på naturvitenskapelig kunnskap ved at teknologien ofte utnytter ulike naturvitenskapelige prinsipper. Men det er ikke nødvendigvis den naturvitenskapelige kunnskapen som kommer først. Dampmaskinen ble utviklet som et teknologisk produkt før man hadde kunnskap om partikkelmodellen og kunne forklare fenomenene trykk og faseoverganger. Samtidig er utvikling av naturvitenskapelig kunnskap avhengig av stadig bedre teknologi. For eksempel var utvikling av bedre linser til teleskop

nødvendig for å kunne se ut i verdensrommet og endre vårt verdensbilde fra geosentrisk til heliosentrisk.

## Matematikk i teknologi og teknologi i matematikk

Matematikk er et sentralt verktøy innen teknologi. I dag brukes matematiske beregninger til å løse problemer innenfor mange fagfelt, for eksempel medisin og økonomi. Datamaskiner og andre elektroniske instrumenter bruker teknologi som er avhengig av det binære tallsystemet (totallsystemet), og tallteori ligger til grunn for kryptering av data. I tillegg har geometriske former en sentral rolle innen design. Matematikken har altså et vidt spekter av bruksområder innen teknologi, og vi kan si at matematikkens språk brukes i utvikling av teknologi.

Motsatt har teknologien mange bruksområder innen matematikk, og teknologien har også endret fagområdet matematikk. Datamaskiner med enorm regnekapasitet, har for eksempel gjort at beregninger som tidligere var svært ressurskrevende eller umulig, i dag kan utføres raskt og effektivt. I rapporten «Sentrale kjennetegn på god læring og undervisning i matematikk» trekkes undersøkende matematikkundervisning frem. I en slik undervisning er det fokus på faglige sammenhenger og relasjonell forståelse, og utgangspunktet er ofte konkrete objekter som kan manipuleres. Objektene representerer abstrakte matematiske ideer. I arbeidet med å visualisere og utforske matematiske aspekter kan teknologien ha en sentral rolle. Knyttet til matematikkundervisning kan teknologi ha tre ulike didaktiske funksjoner (se fig. 2). For det første kan teknologi brukes som et verktøy for å gjøre matematikk man ellers kunne gjort for hånd. Et eksempel på dette er for eksempel bruk av kalkulator. De to andre funksjonene fokuserer på å lære matematikk, enten ved å øve på ferdigheter eller ved å utvikle begrepsforståelse. Det finnes i dag mange digitale læringsmiljø som fokuserer på øving av ferdigheter. Her kan mange av lærebokforlagenes nettressurser være gode eksempler. I læreplanen er bruk av dynamiske geometriprogram eksplisitt omtalt, og slik teknologi kan egne seg godt til å utvikle begrepsforståelse hos elevene. I dynamiske geometriprogram er det mulig å visualisere objekter, og elevene kan manipulere og utforske objektene på måter som uten teknologien ville vært umulig.



Figur 2. Teknologiens didaktiske funksjoner i matematikkundervisning (fritt oversatt fra Drijvers (2013))

## Teknologisk kompetanse

Rapporten «Teknologi og programmering for alle» opererer med tre hovedkategorier som beskriver teknologisk kompetanse (Sanne, et al., 2016):

**Praktisk og begrepsmessig kunnskap** omfatter blant annet kunnskap og ferdigheter som bare kan tilegnes gjennom øving. Det handler om å trene på og få erfaringer med bruk av ulike verktøy, materialer og teknikker gjennom praktiske oppgaver som er tilpasset alder og forutsetninger. I tillegg omfatter kategorien også et kognitivt kunnskapselement som er karakteristisk for teknologi. Vi kan kalle dette ingeniørkunnskap og består av ett sett sentrale prinsipper som er karakteristisk for teknologi. Det kan være prinsipper for kraftoverføring, virkemåten til en diode eller syntaksen i et programmeringsspråk.

**Kunnskap om utvikling av teknologiske produkter** er kunnskap om prosessen fra ide til et ferdig produkt. Stegene i prosessen, ofte kalt designprosess eller problemløsningsprosess, er i stor grad gjentagende og uavhengig av hva som skal produseres. Det er stort rom for kreativitet, det er mange valg som skal tas og det er flere veier fram til målet.

**Kunnskap om teknologi og samfunn** handler om å forstå og vurdere konsekvensene av den teknologiske utviklingen. Teknologi har gjennom historien preget samfunnet så sterkt at det har gitt navn til historiske epoker som steinalder, industrialder og romalder. Teknologi er viktig for den økonomiske utviklingen og har konsekvenser for hvordan vi lever. I dagens

samfunn er alle avhengig av en teknologisk kompetanse som gjør dem i stand til å forholde seg til teknologi i hverdagen. Vi må også ta stilling til dilemma som den teknologisk utviklingen genererer og forstå hvordan teknologi kan fremme eller hemme en bærekraftig utvikling.

## Kompetanse i digital teknologi

På overordnet nivå kan kompetanse i digital teknologi ses som en spesialisering av kompetanse i teknologi. Digital teknologi er sentral både innen teknologi og i dagens samfunn. Vi vil derfor beskrive kompetanse i digital teknologi nærmere.

Kompetanse i digital teknologi består av å kunne bruke en datamaskin, forstå hvordan den fungerer og kunne ta teknologien i bruk på nye områder. En datamaskin styres ved hjelp av programmering som handler om å utforme algoritmer i et programmeringsspråk som en datamaskin kan tolke. En algoritme er en presis sekvens av kommandoer og kan sammenlignes med en matoppskrift, en strikkeoppskrift eller en regneoppskrift i matematikk. Algoritmisk tenking er å omsette et problem til en algoritme og bidrar til å løse problemet gjennom å systematisere, strukturere, avgrense og analysere.

## Teknologi i utdanning

Teknologi har preget og drevet samfunnsutviklingen gjennom årtusener og dette må også reflekteres i utdanningen. Teknologi i utdanning kan betraktes på tre ulike måter. Det kan betraktes som eget fagområde slik det kommer til uttrykk i LK06 gjennom det flerfaglige emnet Teknologi og design.

For det andre kan teknologi betraktes som et middel til å lære andre fag og da tenker vi oftest på bruk av IKT. Innen matematikk og naturfag kan dette for eksempel være kommunikasjon- og samarbeidsverktøy. Disse verktøyene støtter elevenes læringsprosess, ved at de får enklere tilgang til informasjon.

For det tredje kan teknologi i utdanning være bruk av fagspesifikk teknologi som en del av den faglige praksisen. I naturfag kan dette være bruk av ulike måleinstrumenter, mikroskoper eller gassbrennere. I matematikk kan bruk av CAS og dynamiske geometriprogram være eksempler på bruk av fagspesifikk teknologi. Denne teknologien støtter elevene når de skal utforske og identifisere faglige begrep og sammenhenger. Digital teknologi i form av programmering kan også brukes som en metode for å anvende faglige kunnskaper i en ny kontekst. Da bidrar programmering til dybdelæring i fagene. I skrivende stund lanseres de første forslagene til nye læreplaner, og alle de tre aspektene ved teknologi

i utdanning blir godt ivaretatt. Programmering i fagene vil bli et sentrale element og det vil for eksempel komme en revidert beskrivelse av hvilken digital ferdighet elevene skal oppnå.

## Referanser

Arthur, W. B. (2009). *The nature of technology : what it is and how it evolves*. New York: Free Press.

Drijvers, P. (2013). Digital technology in mathematics education: why it works (or doesn't). *PNA*, ss. 1-20. doi:10.1007/978-3-319-17187-6\_8

ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Reston, Virginia: International Technology Education Association. Hentet fra <https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767>

Sanne, A., Berge, O., Bungum, B., Jørgensen, E. C., Kluge, A., Kristensen, T. E., . . . Voll, L. O. (2016). *Teknologi og programmering for alle*. Utdanningsdirektoratet.

Sundin, B. (1991). *Den kupade handen: historien om människan och tekniken*. Helsingborg: Carlsson.